



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXX

Број: 3/2015

Нови Сад

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

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

Уређивачки одбор:

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

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

Редакција:

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

Проф. др Драгољуб Новаковић
Мр Мирослав Зарић
Бисерка Милетић

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

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

Председник Савета: проф. др Радош Радивојевић

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

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

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

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

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

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

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 01.02.2015. до 09.04.2015. год., а који се промовишу 18.05.2015. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

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

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

У овој свесци, са редним бројем 3, објављени су радови из области:

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

У свесци са редним бројем 4. објављени су радови из области:

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

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

	Strana
Radovi iz oblasti: Mašinstvo	
1. Aleksandar Adamović, Aco Antić, ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMENE CAD/CAM SISTEMA U AUTOMATIZACIJI IZRADE DELOVA SLOŽENE GEOMETRIJE NA TROOSNIM CNC MAŠINAMA	409
2. Mane Marijan, Branko Škorić, PROJEKTOVANJE POGONA ZA OBRADU PLASTIKE SA ASPEKTOM NA UTICAJ KVALITETA ALATA	413
3. Ratko Škrbić, KONSTRUKCIJA PLOČASTOG RAZMENJIVAČA TOPLOTE	417
4. Bojan Kostić, KONTINUALNO UNAPREĐENJE PROIZVODNIH I LOGISTIČKIH PROCESA PRIMENOM LEAN METODA	421
5. Nemanja Andonovski, Ivana Kovačić, O AKUSTIČKOJ LEVITACIJI	425
6. Dragana Petrović, Dušan Gvozdenac, KULE ZA HLAĐENJE	429
7. Dušan Đukić, OPTIMIZACIJA PROIZVODNIH I LOGISTIČKIH PROCESA PRIMENOM SIMULACIJA NA PRIMERU JEDNE MAŠ. RADIONICE	432
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Svetozar Popov, Veran Vasić, Đura Oros, TOPLOTNI MODEL ASINHRONE MAŠINE U PROGRAMSKOMPAKETU MATLAB- SIMULINK	436
2. Aleksandar Vidaković INDUSTRIJSKI SISTEM SA BEŽIČNOM KOMUNIKACIJOM	440
3. Boško Mihić, SEGMENTNO-PIRAMIDALNA METODA REGISTRACIJE RENDGENSKIH SNIMAKA PLUĆA SA DVOJAKIM OZRAČENJEM	444
4. Marko Dikić, PRIMENA MAŠINE SA KONAČNIM BROJEM STANJA U ELEKTROENERGETSKOJ SIMULACIJI	448
5. Zorica Kozomora, PRIMENA BRAINBAY SOFTVERA U BIOMEDICINSKIM MERENJIMA	452
6. Srđan Stanković, PRIKUPLJANJE PARAMETARA SREDINE ZASNOVANO NA PUBLISH/SUBSCRIBE PROTOKOLU I CLOUD PLATFORMI	456

7.	Jelena Lazarević, PRIMENA ISTRAŽIVANJA I ANALIZE PODATAKA U CILJU FORMIRANJA NAMENSKE POLISE OSIGURANJA ZA NOVOG KLIJENTA OSIGURAVAJUĆE KUĆE	460
8.	Vanja Segedi, IZRADA PROGRAMA ZA PREDVIĐANJE KOLIČINE SUNČEVE SVETLOSTI U PROSTORIJI	464
9.	Marijana Ferlan, ANALIZA DETRENDOVANIH FLUKTUACIJA PRIMENJENAA NA SIGNAL SRČANOG RITMA I KRVNOG PRITISKA	468
10.	Nenad Bojić, Željien Trpovski, VOIP TEHNOLOGIJA	472
11.	Nikola Dragoljević, PERZISTENCIJA I PRIKAZ SISTEMSKIH/APLIKATIVNIH DOGAĐAJA U REALNOM VREMENU BEZ DOSTUPNOSTI BAZE PODATAKA.....	475
12.	Dragan Maljković, JEDINIČNO TESTIRANJE PROCEDURALNOG KODA NA SERVERU BAZE PODATKA.....	479
13.	Viktor Bašić, OBAVEŠTAVANJE KORISNIKA U SISTEMU ZA KONTINUALNU INTEGRACIJU SOFTVERA	483
14.	Tea Tasovac, PREGLED BDD ALATA NA PRIMJERU ELEKTROENERGETSKOG SOFTVERA	487
15.	Vesna Ilić, PRIMENA THIC ALGORITMA U REŠAVANJU PROBLEMA ODVLAŽIVANJA U POSLOVNIM OBJEKTIMA	491
16.	Stanko Jović, Predrag Vidović, PRORAČUN TOKOVA SNAGA ZASNOVAN NA METODU KONTURNIH STRUJA	495
17.	Ištvan Jung, OKRUŽENJE ZA KREIRANJE, KOMPOZICIJU I SINHRONIZACIJU RAČUNARSKE ANIMACIJE U REALNOM VREMENU	499
18.	Dušan Tomić, Željien Trpovski, AKTUELNO STANJE U IPTV TEHNOLOGIJI	503
19.	Strahinja Golić, Miloš Živanov, ETHERNET KONTROLER SA PROBLEMATIKOM ELEKTROMAGNETNE KOMPATIBILNOSTI	507
20.	Marija Golubović, MOBILNA APLIKACIJA ZA POMOĆ OSOBAMA SA POSEBNIM POTREBAMA ZA UPOTREBU GRADSKOG PREVOZA	511
21.	Nataša Lazarević, IMPLEMENTACIJA POSTUPKA BIDIREKCIONE TRANSFORMACIJE IZABRANOG DIJELA CIM MODELA U RELACIONU BAZU PODATAKA	515
22.	Uroš Kovačević, Jelena Kovačević, Saša Vukosavljev, Jedno rešenje programske podrške za parsiranje i vizuelizaciju signala sadržanih u TTL datoteci	519
23.	Marina Petrović, DEFORMABILNA REGISTRACIJA DUAL ENERGY SLIKA	523
24.	Veljko, D., Marjanović, D., Tepić Ž., ANDROID APLIKACIJA ZA AKVIZICIJU I PRIKAZ EEG SIGNALA, KOnferencija ETIKUM, Novi Sad, jun 2014.	528
25.	Mladen Gagić, Stevan Grabić, ISPITIVANJE RADA ALGORITMA UPRAVLJANJA SMSM U OBLASTI SLABLJENJA POLJA NA HIL EMULATORU I STVARNOM POGONU	532
26.	Miloš Ogrizović, SOFTVER ZA GEOVIZUELIZACIJU PRENOSNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE	536

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Nikola Ivetić,	
PROCENA STANJA, REKONSTRUKCIJA I SANACIJA FABRIČKE HALE „FKL“ U TEMERINU	540
2. Siniša Novakov,	
HIDRAULIČKA ANALIZA VODOVODNE DISTRIBUTIVNE MREŽE NASELJA STANIŠIĆ	544
3. Marko Perleta,	
PROCENA STANJA I DOGRADNJA OBJEKTA KOMANDNA ZGRADA „GORIVA II“ U RAFINERIJU NAFTE U NOVOM SADU	548
4. Jovan Evtov,	
PROCENA STANJA, DOGRADNJA I SANACIJA ZIDANE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU	552
5. Vlado Đurica,	
PODNE PLOČE U SKLADIŠTIMA	556
6. Miodrag Starac,	
UJEDNAČAVANJE RESURSA I PLANIRANJE IZGRADNJE OBJEKTA BENZINSKE STANICE	560
7. Branko Krsmanović,	
DOGRADNJA I OJAČANJE AB KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE STAMBENE ZGRADE U BIJELJINI	564
8. Александар Станковић, Небојша Радовић,	
АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ РАСКРСНИЦЕ СА КРУЖНИМ ТОКОМ У ПРОЦЕСУ ПЛАНИРАЊА И ПРОЈЕКТОВАЊА ГРАДСКИХ САОБРАЋАЈНИЦА	568

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Марко Рајић,	
МОДЕЛИ АНАЛИЗЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПЕШАКА У САОБРАЋАЈУ	572
2. Milan Rakita,	
ANALIZA KARAKTERISTIKA PARKIRANJA KOD TRGA VOJVODANSKIH BRIGADA U SREMSKOJ MITROVICI	576
3. Синиша Митровић,	
СТРАТЕШКИ ПРИСТУП УНАПРЕЂЕЊА БЕЗБЕДНОСТИ МОТОЦИКЛИСТА У САОБРАЋАЈУ	580
4. Milena Videnović,	
PRIMENA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA NA ŽELEZNICI	584
5. Zorana Jović,	
JAVNA POŠTANSKA MREŽA NA PODRUČJU GRADA NOVOG SADA	588
6. Nikola Adamović, Milica Miličić,	
ANALIZA UPRAVLJANJA U PREDUZEĆU „IGM Stražilovo“ KAO DEO NEXE GRUPE SA PREDLOGOM MERA ZA POBOLJŠANJE POSLOVANJA SEKTORA TRANSPORT	592
7. Katarina Varjačić, Dragana Šarac,	
SISTEMI ZA PROVERU IDENTITETA KORISNIKA I ZAPOSLENIH U POŠTI	596
8. Сандра Борић,	
КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА СТАВОВА И ПОНАШАЊА УЧЕСНИКА У САОБРАЋАЈУ НА ПОДРУЧЈУ ЕВРОПЕ	600
9. Vladan Paravinić,	
INTEGRISANJE PAK SISTEMA U GIS U CILJU OPTIMIZACIJE DOSTAVE POŠTANSKIH POŠILJAKA	604
10. Mile Todorović,	
PRAKTIČNI ASPEKTI MOBILNE TELEFONIJE	608

ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMENE CAD/CAM SISTEMA U AUTOMATIZACIJI IZRADE DELOVA SLOŽENE GEOMETRIJE NA TROOSNIM CNC MAŠINAMA

ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES CAD/CAM SYSTEMS IN AUTOMATION OF MANUFACTURING COMPLEX PARTS WITH 3-AXES CNC MACHINES

Aleksandar Adamović, Aco Antić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Cilj istraživanja u ovom radu jeste prikaz mogućnosti primene softverskog sistema Pro/Engineer u rešavanju zahvata modeliranja delova složene geometrije, automatizovane izrade CNC programa za obradu na troosnoj glodalici i razvoj postprocesora za upravljačku jedinicu PHILIPS 532.

Ključne reči: CAD modeliranje, CNC programiranje, postprocesor.

Abstract – Research in this paper present the possibilities of software ProEngineer in solving sequence of modeling complex parts, automated preparation of CNC programs for manufacturing on 3-axes milling machine and development postprocessor for PHILIPS 532 control unit.

Ključne reči: *CAD modeling, CNC programing, postprocesor.*

1. UVOD

U uslovima savremene proizvodnje, pred obradne sisteme postavlja se niz zahteva koje je potrebno ispuniti da bi uspešno opstali na sve zahtevnijem tržištu. Proizvođači delova su suočeni sa pritiskom u vezi povećanja produktivnosti, izvršavanja poslova sa više agilnosti, povećane sigurnosti i smanjenja rizika u poslovanju.

Savremeni sistem proizvodnje je zasnovan na razvoju CIM (Computer Integrated Manufacturing) sistema. CIM sistem predstavlja koncept integracije svih procesa u jednom poslovnom sistemu. To je koncept sinteze svih aktivnosti preduzeća primenom računara, pomoću koga se vrši integrisano upravljanje svim aktivnostima u poslovnom sistemu, od razvoja proizvoda do marketinga. Na slici 1. prikazan je model CIM sistema kompanije SIEMENS. Najniži nivo čine fleksibilni tehnološki sistemi koji su zajedno sa sistemima montaže, kontrole i skladištenja povezani preko centralnog sistema u jedinstveni proizvodni sistem.

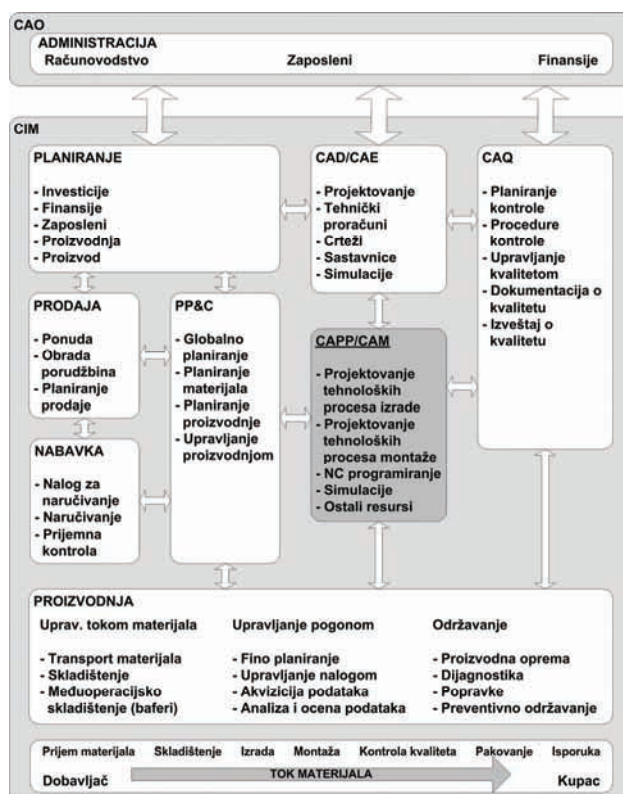
Neki od sastavnih delova globalnog koncepta CIM-a su:

- **CAD** - projektovanje proizvoda primenom računara;
- **CAE** - inženjerski proračuni i analize;
- **CAPP** - projektovanje tehnoloških procesa;
- **CAM** - automatizovano programiranje rada CNC mašina;
- **PPS** - planiranje i praćenje procesa proizvodnje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Aco Antić.

Nadogradnjom sa CAPP/CAM, CAD, CAE i drugim CAX sistemima dolazi se do celine pojma računarom integrisana proizvodnja.

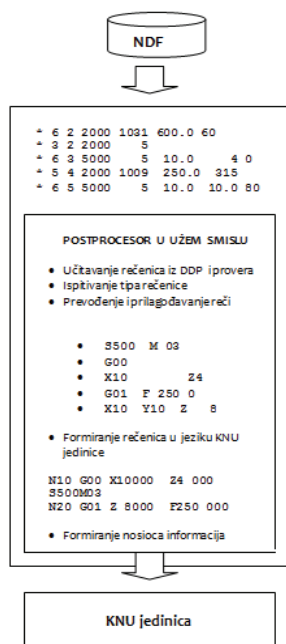


Slika 1. Globalni koncept CIM sistema [1]

2. POSTPROCESIRANJE

Pojam postprocesor u području automatskog programiranja datira od pojave SAP NUMA (Sistem za automatizovano programiranje numerički upravljanih mašina alatki) koji su se mogli koristiti za programiranje NUMA sa različitom strukturom i formatom upravljačkih programa [2].

Postprocesor u užem smislu služi za prevodenje opšteg rešenja informacija datih u određenom obliku i formatu, a projektovanih od strane procesora, u programski jezik upravljačke jedinice, slika 2. On predstavlja sprežni sistem između procesora SAP i numerički upravljane jedinice, odnosno programa koji omogućuju njeno komuniciranje sa okolinom [3].



Slika 2. Postprocesor u užem smislu [2]

3. SOFTVERSKI SISTEM Pro/ENGINEER

Pro/E je računarski grafički sistem, namenjen za modeliranje različitih mašinskih projekata i povezuje operacije projektovanja, izrade i kontrole. Sistem u osnovi koristi metod parametarskog 3D modelovanja zasnovanog na kombinovanju više osnovnih oblika.

Pro/E se zasniva na zajedničkoj strukturi podataka za sve faze u procesu projektovanja, izrade i kontrole što mu omogućava potpunu asocijativnost u toku tih procesa, odnosno bilo koja uneta izmena u toku projektovanja bilo kog od ovih procesa automatski se ažurira i u svim ostalim procesima.

Osnovne funkcije Pro/E softvera mogu se podeliti u četiri osnovne celine [4]:

- Modeliranje i projektovanje delova
- Modeliranje i projektovanje sklopova
- Projektovanje dokumentacije (generisanje radioničkih crteža)
- Opšte funkcije

Modeli delova i sklopova kreirani u Pro/E mogu se upotrebiti za izvođenje različitih aktivnosti kao što su analize, simulacije, planiranje i proizvodnja.

Jedan od ključnih alata za realizaciju CIM koncepta proizvodnje jeste CAM modul. Pro/Engineer u svom paketu nudi različita rešenja u zavisnosti od vrste tehnoloških struktura za koje je potrebno izraditi CNC program, kao i od njegove složenosti (broj upravljačkih osa).

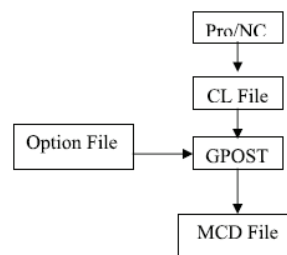
Modul Pro/Engineer-a koji služi za kreiranje CNC programa zove se Pro/Mfg (Manufacturing). U zavisnosti od potreba korisnika Pro/Engineer nudi četiri različite softverske opcije i to [5]:

- Modul za glodanje prizmatičnih i složenih površina
- Modul za viši nivo mašinske obrade
- Modul za kompletnu mašinsku obradu
- Modul za obradu pločastih delova

Osnovni tipovi zahvata u okviru Pro/Manufacturing modula su:

- Zahvat ravnog-površinskog glodanja
- Zahvat zapreminskog i lokalnog glodanja
- Zahvat grubog i polu završnog glodanja
- Glodanje aksijalnim poniranjem alata
- Profilno glodanje
- Površinska obrada
- Završno glodanje
- Glodanje po trajektoriji
- Graviranje
- Bušenje rupa
- Glodanje navoja

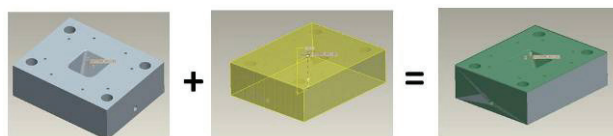
Cutter Location data fajl "CL DATA" koji je kreiran uz pomoć Pro/NC je neupotrebljiv za upravljanje obradom u upravljačkoj jedinici mašine alatke. Da bi se CL DATA fajl učinio upotrebljivim za upravljačku jedinicu mora se postprocesirati u machine control data (MCD) fajl za određenu upravljačku jedinicu. Tok postprocesiranja prikazan je na slici 3.



Slika 3. Tok radnji u toku kreiranja MCD fajla [6]

4. VERIFIKACIJA

Da bi se moglo govoriti o simulaciji obrade u modulu Pro/Manufacturing neophodno je prethodno modelirati referentni model, pripremak, i kreirati njihov sklop (slika 4).



Slika 4. Prikaz referentnog modela i priprema

Nakon definisanog sklopa referentnog modela i priprema vrši se definisanje operacije obrade u okviru čega se definišu naziv operacije, naziv mašine alatke na kojoj se izvodi operacija, koordinatni početak obrade i povratna ravan koja predstavlja ravan zone sigurnosti.

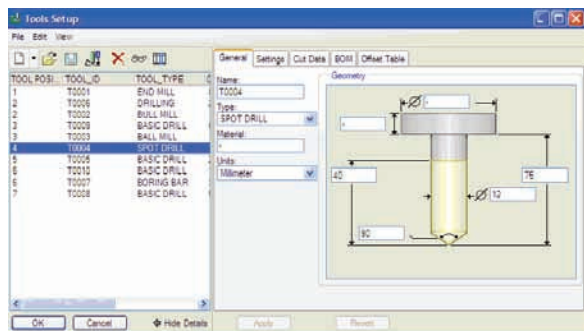
Prikazani referentni model obrađen je u četiri zahvata:

- 1) Zahvat čeonog glodanja.
- 2) Zahvat zapreminskog glodanja.
- 3) Zahvat površinskog glodanja.
- 4) Zahvat bušenja rupa i otvora.

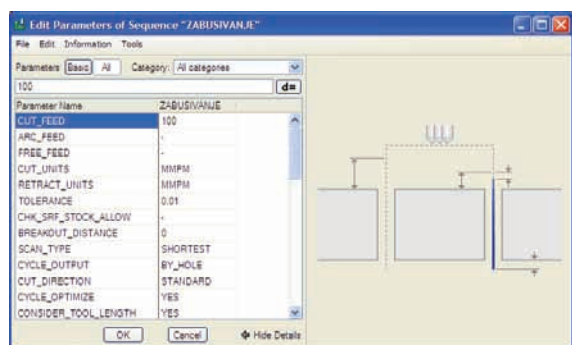
U nastavku će se prikazati definisanje samo poslednjeg zahvata, bušenja rupa i otvora.

U okviru tool setup dijalog prozora, koji je prikazan na slici 5, definiše se alat kojim se vrši bušenje.

Nakon toga definišu se parametri zahvata kao što su režimi obrade i strategija rezanja, slika 6.

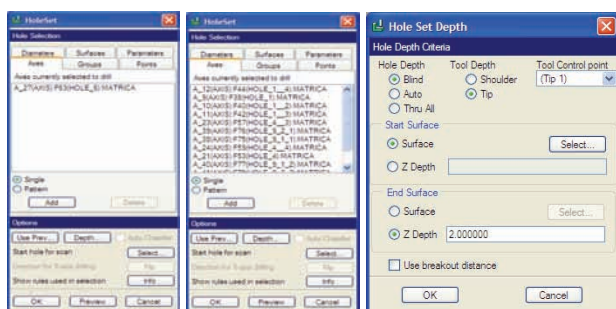


Slika 5. Definisanje alata



Slika 6. Definisanje parametara zahvata

Poslednji korak je definisanje pozicije otvora koji se buše. Formirane su dve grupe otvora "Hole Set", zbog toga što posmatrani otvori nisu u istoj ravni. U ovim grupama definisane su ose otvora koje će se obrađivati, startna površina bušenja i dubina bušenja, slika 7.



Slika 7. Definisanje pozicije rupa

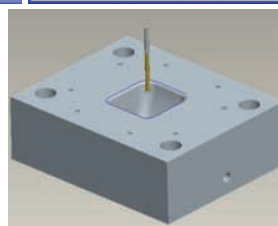
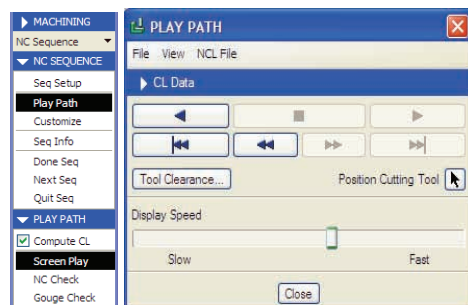
Nakon toga se bira opcija *Play Path* > *Screen Play* > *Play* i vrši pregled simulacije putanje alata, koja u ovom slučaju izgleda kao na slici 8.

Na kraju se vrši verifikacija "CL Data" fajla. Sledeći postupak je verifikacija koja se vrši selekcijom tastera "NC Check", slika 9, pri čemu se aktivira "VERICUT" modul u kom je moguće simulirati obradu sa skidanjem materijala.

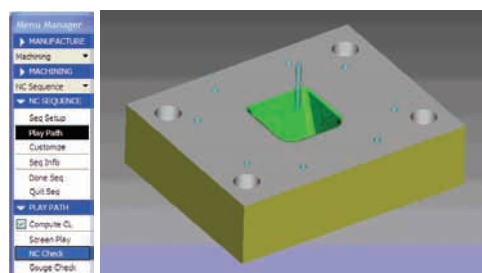
Da bi se dobio željeni MCD fajl, neophodno je u Option fajl generatoru kreirati fajl koji postprocesor isčitava u toku svog rada da bi kreirao izlaz koji je pogodan za upotrebu od strane CNC mašine alatke. Fajl koji generuše aplikacija Option File Generator takođe se zove Option fajl i služi da prilagodi standardni izlaz postprocesora specifičnim zahtevima konkretne upravljačke jedinice.

Na početku generisanja Option fajla neophodno je odabrati željenu mašinu, u ovom slučaju troosnu glodalicu, zatim uneti broj mašine, slika 10. Sistem će prikazati različite varijante za kreiranje novog option fajla, pri čemu je potrebno označiti "Postprocessors

defaults". Potom treba upisati ime option fajla u konkretnom slučaju MAHO. Sledeći korak je promena tipa mašine alatke u 3-osna glodalica. Potom se u glavnom panelu vrši promena tipa mašine u glodalica bez rotacionih osa. Sledeći korak je probno postprocesiranje CL Data fajla, u cilju kontrole izgleda MCD fajla koji je formiran i koji treba da unese sve izmene u Option fajl da bi se dobio željeni izlazni oblik CNC programa.

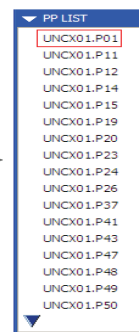
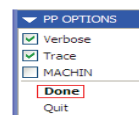
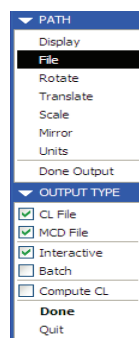


Slika 8. Definisanje zahvata obrade rupa



Slika 9. Odabir tastera "NC Check" iz padajućeg menija i verifikacija zahvata obrade

Zatim je potrebno odabrati "CL DATA File" i čekirati "MCD File" prozor slika 10.



Slika 10. Odabir tipa fajlova

Slika 11. Odabir novo kreiranog postprocesora

Nakon toga se kreira CL Data fajl koji je, zatim, potrebno postprocesirati. Neophodno je selektovati opciju "Done" i iz liste postprocesora odabrati novo kreirani "UNCX01.P01" slika 11. Na slici 12 je prikazan izgled postprocesiranog MCD fajla koji je prilagođen svim specifičnostima za programiranje upravljačke jedinice PHILIPS 532 (samo početni deo koda).

```

$PM
N9001
N1 G52
N2 G18
N3 T1 M66
N4 S2000 M13
N5 G0 X4.973 Z-34.491 Y10.
N6 Y2.
N7 G1 X23.633 Y-3. F300.
N8 X-23.633
N9 G18
N10 G3 X-25.716 Z-34.163 R7.022
N11 X-27.29 Z-33.456 R7.51
N12 X-29.614 Z-31.436 R8.678
N13 X-30.745 Z-29.748 R10.513
N14 X-31.581 Z-27.778 R11.506
N15 G1 X-31.581
N16 G3 X-32.142 Z-24.771 R12.302
N17 G1 X16.515
N18 X23.633 Z-34.491
N19 G2 X24.821 Z-34.382 R6.991
N20 X26.221 Z-33.983 R7.185
N21 X27.571 Z-33.282 R7.74
N22 G1 X28.217 Z-32.817

```

Slika 12. Podaci MCD fajla nakon postprocesiranja

Na Slici 13 prikazan je završni korak verifikacije postprocesiranog programa primenjenog na troosnoj glodalici sa upravljačkom jedinicom PHILIPS 532. Primenjenja metodologija i softverski sistem Pro/ENGINEER dao je dobre rezultate, što se može videti na konkretnom primeru dela složene geometrije koji je izrađen i kontrolisan.



Slika 13. Izrađeni deo na bazi primenjenije metodologije modeliranja i postprocesiranja

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan proces CAD modeliranja dela složene geometrije i automatizovana izrada programa za njegovu obradu, primenom CAM modula. Kroz prikazani postupak kreiran je CL Data fajl. Formirani CL Data fajl u sebi sadrži kompletnu tehnologiju za obradu dela sa putanjama alata, režimima obrade i svim drugim bitnim podacima za izradu dela. Ovakav oblik zapisa nije

pogodan za direktno korišćenje na upravljačkim jedinicama obradnih sistema, već je potrebno izvršiti prilagođavanje specifičnim zahtevima upravljačke jedinice na kome će se izvršiti obrada dela.

Verifikacija postprocesora izvršena za upravljačku jedinicu PHILIPS 532 sa svim neophodnim prilagođavanjima koje potrebno uraditi da bi se pravilno izvršio upravljački program kreiran u CL Data fajlu. Izrada postprocesora je urađena korišćenjem standardnih maski u „Option file generatoru“. Pravilno generisanje postprocesora zahteva od korisnika softverskog sistema poznavanja svih neophodnih detalja vezanih za karakteristike upravljačke jedinice na kojoj se deo izrađuje. Nakon izrade postprocesora izvršeno je postprocesiranje CL Data fajla u MCD fajl koji se koristi kao CNC program za obradu na konkretnom obradnom sistemu.

6. LITERATURA

- [1] Stefanović, M.: CIM Sistemi, Mašinski fakultet Kragujevac, 2006.
- [2] Hodolić, J.: Integralni prilaz postprocesiranju upravljačkih informacija u sistemu za automatizovano programiranje fleksibilnih tehnoloških sistema za obradu rotacionih izradaka, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za proizvodno mašinstvo, Novi Sad, 1990.
- [3] Zeljković, M., Borojev, Lj., Tabaković, S., Antić, A., Živković, A.: Programiranje numerički upravljanih mašina alatki za obradu rezanjem, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, ISBN 978-86-7892-329-6, 2010.
- [4] Zeljković, M., Tabaković, S., Antić, A., Programiranje numerički upravljanih obradnih sistema, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, ISBN 978-86-7892-523-8, 2013.
- [5] Pro/E Tutorials; Pro/NC – A Practical Approach Wildfire 4.0; www.proetutorials.com.
- [6] An overview of Pro/ENGINEER; University of Victoria; Faculty of Engineering; Department of Mechanical Engineering; www.engr.uvic.ca.

Kratka biografija:



Aleksandar Adamović je rođen 29.11.1984. godine u Novom Sadu. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2003. godine. Tokom studija je ostvario prosečnu ocenu 9,52. Od 2008. godine radi na radnom mestu inženjer-konstruktor u SZR „Metal-Matik“ iz Beočina.



Doc dr Aco Antić, rođen 1967. godine. Diplomске i magistarske studije završio na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, doktorsku disertaciju odbranio 2010. godine od kada je izabran u zvanje docenta za užu naučnu oblast: Mašine alatke, fleksibilni tehnološki sistemi i automatizacija postupaka projektovanja. Autor je više naučno-stručnih knjiga, kao i većeg broja naučnih i stručnih članaka objavljenih u međunarodnim i domaćim časopisima.

PROJEKTOVANJE POGONA ZA OBRADU PLASTIKE SA ASPEKTOM NA UTICAJ KVALITETA ALATA**DESIGN OF PLASTIC PROCESSING WITH ASPECT OF THE INFLUENCE OF THE QUALITY TOOLS**

Mane Marijan, Branko Škorić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - MAŠINSTVO

Kratak sadržaj - U ovom radu projektovan je pogon za obradu plastike u preduzeću DM Niveta d.o.o. Pored toga data je analiza problematike kvaliteta alata i delova mašina za preradu plastike.

Abstract - In this paper is designed facility for plastics processing in the company DM Niveta Ltd. In addition is the analysis problem of quality tools and machine parts for plastic.

Ključne reči: alatni čelik, plastični materijali, projektovanje pogona za plastiku.

1. UVOD

Na osnovu unapred definisane količine proizvodnje projektovan je pogon za obradu plastike u preduzeću DM Niveta d.o.o. iz Bačkog Brestovca u kojem će se vršiti proizvodnja plastičnih poluproizvoda, kao i dorada četaka za domaćinstvo. Uz projektovanje pogona za obradu plastike u ovom radu je poseban osvrt dat na uticaj kvaliteta alata i delova mašina za preradu plastike koji se koriste u pomenutom pogonu.

S obzirom da je izbor materijala za izradu alata za proizvodnju plastike veoma delikatan problem koji pre svega zavisi od namene alata ili dela mašine za obradu plastike, u ovom radu su opisane karakteristike, podela kao i termička obrada alatnih čelika.

Projektovanje pogona za obradu plastike počinje detaljnom analizom proizvodnog pogona. Na osnovu plastičnih materijala od kojih su napravljeni radni predmeti i zahteva koji se pred njih postavljaju, pristupa se određivanju svih relevantnih parametara procesa.

Za proizvode iz datog proizvodnog programa prave se parametri tehnološkog procesa, u kojima su za potrebnu količinu radnih predmeta definisane potrebne operacije i izbor odgovarajuće mašine za potrebnu operaciju.

2. ALATNI ČELICI

Alatnim čelicima nazivaju se ugljenični i legirani čelici (uglavnom hromom, volframom, vanadijem, molibdenom, kobaltom), koji imaju visoku tvrdoću i otpornost prema habanju, a upotrebljavaju se za izradu različitog alata za obradu materijala.

NAPOMENA:

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

Pored dobrih mehaničkih svojstava čelici za alate moraju imati i druga važna svojstva, kao što su:

- dobra toplotna stabilnost, da ne bi došlo do promene strukture i mehaničkih svojstava pri zagrevanju alata u toku procesa rada;
- otpornost prema razugljeničenju površinskog sloja i oksidaciji, jer ove pojave smanjuju čvrstoću, tvrdoću i otpornost prema habanju;
- odgovarajuću toplotnu provodljivost, da bi se sprečilo pregrevanje, a time i smanjenje tvrdoće u površinskom sloju, što je naročito važno kod alata za obradu deformacijom u toplom stanju;
- mali koeficijent linearnog širenja na temperaturama kojima je alat izložen u toku rada, tj. dimenziona postojanost;
- dobra obrada brušenjem, što je naročito važno pri izradi alata za merne instrumente.

2.1. Termička obrada alatnih čelika

Alatni čelici se primenjuju u termički obrađenom stanju (kaljenje i otpuštanje). Dodatno se mogu sprovesti i neki od postupaka oplemenjivanja površine. Za poboljšavanje svojstava alata površinskim termičkim obradama uglavnom se koriste sledeći postupci:

- površinsko kaljenje (plameno, indukcijsko, lasersko, elektronskim snopom, impulsno);
- termo-hemijski postupci (cementacija, nitiranje, karbonitriranje, boriranje, oksidacija, difuzija metalnih elemenata: volfram, hrom, aluminijum, silicijum);
- tvrdo elektro-hemijsko hromiranje;
- nanošenje karbida, nitrida, karbonitrida i oksida iz parne faze (CVD i PVD postupci);
- nanošenje dijamantnih slojeva ili DLC (Diamond Like Carbon).

2.2. Podela alatnih čelika

Prema hemijskom sastavu alatni čelici mogu biti:

- ugljenični (nelegirani) alatni čelici,
- niskolegirani alatni čelici,
- visokolegirani alatni čelici.

2.3. Legirani alatni čelici

Prema radnoj temperaturi legirani alatni čelici se mogu svrstati u tri grupe:

1. legirani alatni čelici za radu hladnom stanju (do 250 °C),
2. legirani alatni čelici za rad u toplom stanju (do 500 °C),
3. brzorezni čelici (do 650 °C).

Legirani alatni čelici imaju veću prokaljivost u odnosu na ugljenične, manje su osetljivi na pregrevanje i imaju nešto veću tvrdoću i čvrstoću. Najčešći legirajući elementi su: hrom, mangan, vanadijum, moliobden, volfram, niklom i kobaltom.

2.4. Legirani alatni čelici za rad u toplom stanju

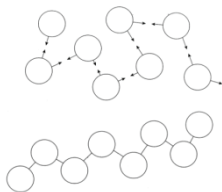
Koriste se za izradu alata kojima se radi na povišenim i visokim temperaturama. Na osnovu bitnih razlika u opterećenju postoje dve osnovne grupe alata:

- alati za kovanje i alati izloženi udarnim odnosno dinamičkim opterećenjima na povišenim temperaturama,
- alati za toplo presovanje, livenje pod pritiskom i svi ostali alati za rad u vrućem stanju.

3. PLASTIČNI MATERIJALI

Plastični (polimerni) materijali su materijali koji kao osnovu sadrže neki prirodni ili sintetički polimer velike molekulske mase. Svi plastični materijali imaju osobinu da se na nekom nivou mogu oblikovati ili da mogu da se liju na koristan oblik.

Polimer je molekul sačinjen od malih molekula koji su međusobno povezani hemijskim vezama (Slika 1.). *Polymer* - mnogo delova.



Slika 1. Mali molekuli i polimerski lanac.

S obzirom na karakteristična svojstva svrstavamo ih u sledeće glavne grupe:

- o plastomeri,
- o elastomeri,
- o duromeri.

3.1. Plastični materijali koji se koriste za izradu sredstava za čišćenje

Plastični materijali koji se koriste za izradu sredstava za ličnu higijenu i sredstava za čišćenje spadaju u grupu plastomera. Plastomeri koji se najčešće koriste za ovu namenu su:

- PP (polipropilen),

- PVC (polivinil hlorid),
- PA (poliamid),
- PET (polietilen tereftalat).

3.2. Polivinil hlorid – PVC

Ovaj plastomer je uz polietilen i polipropilen najraširenija plastična masa. Svojsva PVC-a ne zavise samo od molekularne težine, nego i o dodatnim aditivima. On je bez aditiva tvrd i lomljiv, dok uz dodatak plastifikatora postaje mekan i fleksibilan. Može se modifikirati nekim modifikatorima, dodatak ABS-a daje mu svojstva velike žilavosti. PVC za izradu sredstava za ličnu higijenu i sredstava za čišćenje se koristi za proizvodnju vlakna (Slika 2.), dobijenog ekstrudiranjem.



Slika 2. PVC vlakno.

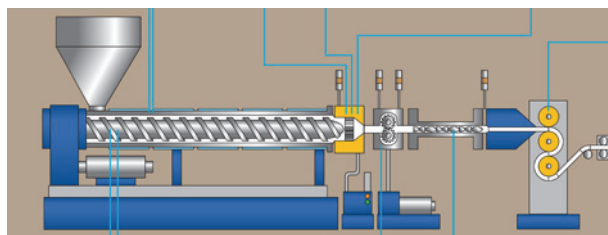
PVC vlakna su najčešće korišćena vlakna kod metli za čišćenje u domaćinstvu (Slika 3.), zbog dobrih radnih karakteristika i ekonomične cene.



Slika 3. Metle za čišćenje (PVC vlakno).

4. PROBLEMI KOJI SE JAVLJAJU PRI EKSPLOATACIJI DELOVA MAŠINA ZA PRERADU PLASTIKE

Proizvodnja plastike je jedna od grana privrede koja je u konstantnom porastu, njena upotreba je zastupljena u svakoj oblasti.



Slika 4. Ekstruder.

Cilindar za topljenje plastike i pužni vijak, su jedni od osnovnih elemenata koji se nalaze u sistemima za preradu plastike (mašina za injekciono presovanje plastike i ekstruder (Slika 4.)) i od njihovog rada zavisi kvalitet proizvoda, produktivnost, i ekonomičnost proizvodnje što dalje utiče na konkurentnost samog proizvođača na tržištu.

Prilikom eksploatacije pužnog vijka, javljaju se dva osnovna problema zbog kojih se puževi moraju zameniti ili ako je moguće reparirati, a to su:

- habanje,
- korozija.

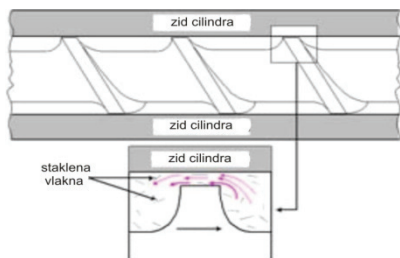
Ova dva procesa (Slika 5.) su najčešći uzroci koji izazivaju: promene dimenzija, zatore u jedinici za brizganje, režime proticanja i trenja koja se javlja u kontaktu sa zidovima.



Slika 5. Izgled pohabanog puža (donji puž) i puža koji je i dodatno zahvaćen korozijom.

4.1. Habanje

Problem habanja elemenata u jedinicama za injekciono brizganje (Slika 6.) i alatu pojavio se sa preradom tremoplasta ojačanih sa vlaknima ili prahom (staklo, keramika i sl.) počev od 1960. godine. U početku ovom problemu nije posvećivana posebna pažnja.



Slika 6. Prikaz habanja koje se javlja prilikom kontakta cilindra i puža.

Posledice koje izazivaju habanje su:

- kvalitet rastopljene plastike,
- degradacija, gubitak fizičkih osobina polimera kao što su čvrstoća, tvrdoća žilavost i tako dalje.

Galling (razgradnja) (Slika 7.), je jedan vid habanja koji je karakterističan u proizvodnji plastike. On se javlja na delovima cilindra i puža koji su izloženi visokom pritisku.



Slika 7. Galling, razgradnja.

4.2. Izbor materijala za izradu alata za plastiku

Izbor materijala za izradu alata za proizvodnju plastike je veoma delikatan problem koji pre svega zavisi od namene alata.

Poznato je da kvalitet u radu i trajnost alata zavise od:

- adekvatne konstrukcije,
- kvaliteta izrade alata (vrsta obrade, tačnost, hrapavost površine, ...),
- primene optimalne termičke obrade,
- eksploatacionih uslova alata (vrsta plastike, pritisci, temperatura,...),
- izbora optimalnog materijala za izradu alata.

5. PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKIH POSTUPAKA I IZBOR UREĐAJA ZA ASORTIMAN PROIZVODA U PREDUZEĆU DM NIVETA D.O.O.

Elementi tehnološkog postupka su operacije, koje podrazumevaju obradu predmeta na jednoj mašini, odnosno na jednom radnom mestu uz jednu pripremu mašine.

Na osnovu karakteristika mašina, koje poseduje preduzeće DM Niveta d.o.o., projektovaćemo tehnološki postupak, koji je dat u nastavku (Tabela 1.), za sledeći radni predmet: Četka za domaćinstvo – pajalica (Slika 8.), 5000 kom/ nedeljno.



Slika 8. Pajalica.

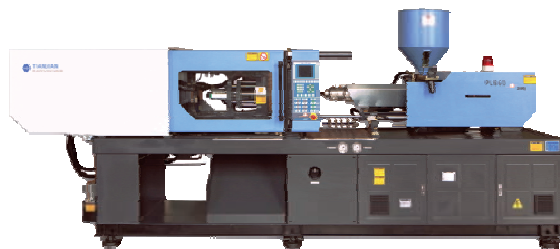
5.1. Uređaji za proizvodnju asortimana proizvoda

U proizvodnim pogonima preduzeća DM Niveta d.o.o., nalaze se mašine i oprema za proizvodnju plastičnih i drvenih poluproizvoda, kao i za četkarenje i doradu četaka za domaćinstvo i ličnu higijenu.

U nastavku je dat prikaz, opis rada i tehničke karakteristike mašina koje se koriste za proizvodnju zahtevanih radnih predmeta.

5.2. Mašina za injekciono presovanje plastike PLUTO

Mašina Pluto (Slika 9.), proizvođača Tianjian iz Kine, je hidraulična mašina za injekciono presovanje plastike sa silom zatvaranja od 1600 kN.



Slika 9. Mašina Pluto.

Mašina za injekciono presovanje definiše se kao uređaj diskontinualnog-cikličnog dejstva koji omogućuje primarno oblikovanje predmeta od makromolekularnog materijala. Oblikovanje se izvodi u kalupu pod dejstvom pritiska. Materijal se iz cilindra kroz kanale dovodi do

kalupne šupljine, koju popunjava i u kojoj se hladi. Nakon toga sledi otvaranje kalupa i izbacivanje gotovog komada.

Tabela 1. Sadržaj tehnološkog procesa.

DM Niveta d.o.o.			SADRŽAJ TEHNOLOŠKOG PROCESA				Proizvod		Pajalica		
							Veličina serije [kom]		5000		
Naziv dela			Broj dela	Indifikacioni Klasifikacioni		Art.601		Ide u proizvod		Komada	
Oznaka i stanje materijala			Vrsta i dimenzije priprema				Pogon		Odeljenje		
Oznaka:		Kod:	Oznaka:			Kod:					
Pocinkovana žica											
Opera- cija	NAZIV OPERACIJE			MAŠINA		Vreme [min]				Kom/ 8h	
				Naziv	Oznaka	Pripr.	Glavno	Pomoć.	Po kom		
10	Injekciono presovanje plastičnog držala			Mašina za injekciono presovanje		Pluto					1250
20	Upredanje vlakna u pocinkovanu žicu			Mašina za upredanje vlakna u žicu		AB4 2TWIS T					560
30	Umetanje žičane četke u plastično držalo			Radni sto							440
40	Pakovanje			Radni sto							485
Ukupno:											
			Datum	Izradio	Kontrol.	Šef teh. pr	Šef pogona	Šef kontrole		Lisna broj 1	
Izmjena										Lisna broj 1	

Važni podsklopovi ovih mašina su:

- jedinica za ubrizgavanje,
- jedinica za zatvaranje kalupa,
- pogonska jedinica,
- kontrolno upravljačka jedinica,
- sistem za hlađenje.

5.3. Mašina za upredanje vlakna u žicu AB4 2TWIST

Mašina AB4 2TWIST, proizvođača Borghi iz Italije, je mašina kontinualnog ciklusa za umetanje i šišanje vlakna u upredenoj žici. Ova mašina se odlikuje veoma laganim programiranjem novog modela i mogućnošću izrade različitih oblika četke, kao što su pajalica i četaka za pranje flaša. Na mašini se mogu koristiti pocinkovana žica i sintetičko vlakno ili prirodna dlaka.

Mašina se može programirati da proizvodi jednu četku u jednom ciklusu, ili da u jednom ciklusu proizvodi proizvod sa više četaka, koji se nakon toga transportuje do jedinice za isecanje četaka, koja iseca četke na željenu dužinu.



Slika 10. Mašina AB4 2TWIST.

6. ZAKLJUČAK

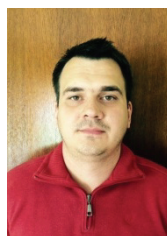
Odabir adekvatnog alatnog čelika i tehnološkog postupka termičke obrade je veoma bitna stavka, kako bi se dobila željena struktura, odnosno zahtevane osobine kvaliteta alata i delova mašina za preradu plastike.

Na osnovu proizvoda, koji ima primenu kao sredstvo za čišćenje, potrebno je pažljivo razmotriti karakteristike plastičnih materijala i na osnovu toga izvršiti njihov odabir. Kod projektovanja pogona za obradu plastike treba imati u vidu da oprema izabrana za taj pogon ima visok stepen iskorišćenja. U samom pogonu treba da postoji pristupačnost svoj opremi, da bude dovoljno rastojanje između mašina i ostalih uređaja. Takođe treba imati u vidu da se transport odvija neometano uz najkraću liniju putanje.

7. LITERATURA

- [1] Ilija Pantelić: Tehnologija termičke obrade čelika I i II Novi Sad
- [2] Prof.dr. Branko Škorić : Predavanja i vežbe
- [3] Prof.dr. Damir Kakaš, Prof.dr. Branko Škorić: Materijali i termička obrada alata za plastiku
- [4] <http://www.dmniveta.com>
- [5] <http://www.borghi.com>
- [6] <http://www.haitian.com>
- [7] <http://www.plasticfibre.com>

Kratka biografija:



Mane Marijan rođen je u Osijeku 1982. godine. Diplomski-Master rad odbranio je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Mašinstva – Projektovanje tehnologije termičke obrade.

KONSTRUKCIJA PLOČASTOG RAZMENJIVAČA TOPLOTE

PLATE HEAT EXCHANGER DESIGN

Ratko Škrbić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazano konstruisanje pločastog razmenjivača toplote. Razmenjivač toplote koristi se za hlađenje ulja ISO VG32. Poračun je urađen prema standardu SRPS EN13445 [1] koji se koristi za proračun posuda pod pritiskom. Takođe, date su i teorijske osnove termičkog proračuna pločastih razmenjivača toplote.

Abstract – This paper presents a design calculation of a gasketed plate heat exchanger. The heat exchanger is used for oil ISO VG32 cooling. Calculation was made according to SRPS EN 13445 code which is used for a pressure vessel design. Also, the basic theory of the plate heat exchanger thermal design was provided.

Ključne reči: Razmenjivač toplote, ploča, pad pritiska, konstrukcija

1. UVOD

Pločasti razmenjivači toplote su uvedeni u upotrebu tridesetih godina dvadesetog veka i tada su korišćeni prvenstveno za potrebe prehrambene industrije zbog toga što se lako čiste. Koriste se za obavljanje veoma velikog broja zadatka u industriji.

Karakteristike aparata

Za potrebe procesne industrije konstruisan je pločasti razmenjivač toplote sledećih karakteristika:

Tabela 1: Karakteristike aparata

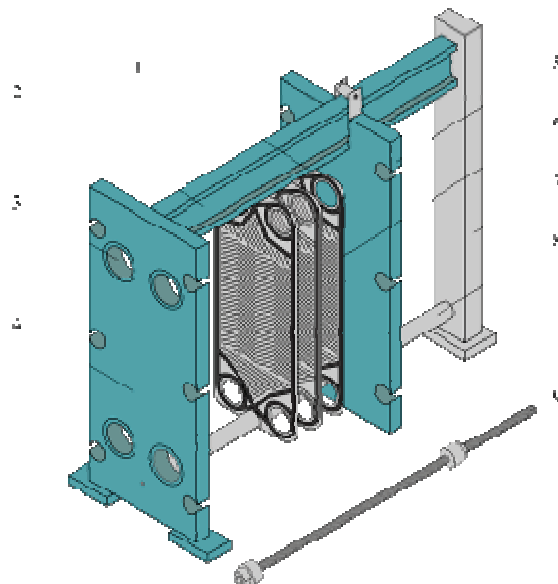
Vrsta fluida	Voda	Ulje VG32
Pritisak [bar]	13	13
Temperatura [°C]	30/35	50/40
Dimenzije priključaka	DN200	DN200
Protok [l]	150	121,5
Pad pritiska [kPa]	99	35
Broj termalnih ploča	683	
Površina razmene toplote	601m ²	
Debljina termalne ploče	0,5mm	

2. KONSTRUKCIJA APARATA

Osnovni konstruktivni element pločastih razmenjivača toplote su tanke, glatke ili valovite, ploče, pozicija (1) na slici 1. Slog ploča smešten je između krajnjih ploča, od kojih je jedna pokretna (4), a druga nepokretna (5) sa otvorima za priključke (3) i pritegnut je uz pomoć većeg broja zavrtnjeva (9). Zaptivačima (6) se, takođe, sprečava isticanje fluida ka spoljašnjosti i usmerava tok fluida u

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio dr Momčilo Spasojević, dipl.inž.maš.

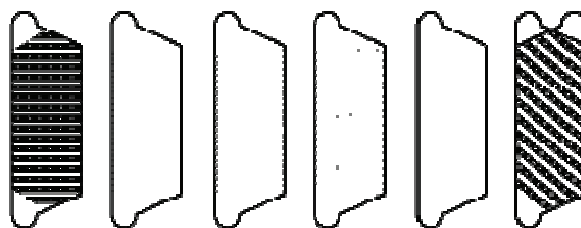


Slika 1: Osnovni konstruktivni elementi pločastih razmenjivača toplote

željenom pravcu. Prateći elementi koji upotpunjuju konstrukciju su još i noseća greda (2), donja, vodeća greda (8) i nosač i nosač rama (7). Fluidi protiču sa obe strane profilisanih ploča (1) kroz međuprostor koji one formiraju, obično suprotnostrujno, jer se na taj način obezbeđuje maksimalna razlika temperatura u svakom preseku aparata i samim tim i bolji prenos toplote.

Tipovi ploča

Ploče, kao najosnovniji element konstrukcije, proizvode se presovanjem različitih materijala velike toplotne provodljivosti i otpornosti na koroziju. Debljine ploča su od 0,5-1mm, dok površina može biti profilisana na različite načine. U svetu je razvijeno više od 60 tipova profila, među kojima je nekoliko u praksi najzastupljenijih, a njihov šematski prikaz dat je na slici 2.

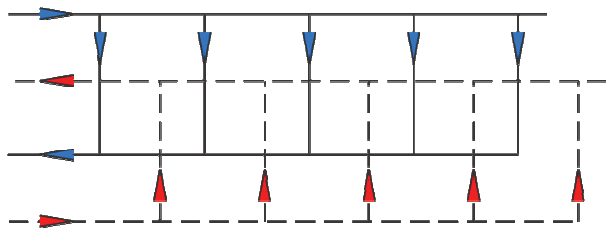


Slika 2: Neki oblici profilisanih ploča [2]

Profilisanost povećava efektivnu površinu ploče i turbulenciju u fluidu, ali i mehaničku čvrstoću ploča. Zbog toga, svaki proizvođač razvija svoje ploče, sa novim oblicima, kako bi dobili još veću površinu razmene i turbulenciju od kojih zavisi brzina razmene toplote.

Konfiguracije tokova

U pločastom razmenjivaču toplote moguć je veliki broj različitih konfiguracija tokova, zavisno od zahtevane toplotne razmene, minimalnih i maksimalnih brzina fluida, dozvoljenog pada pritiska i odnosa masenih protoka fluida.

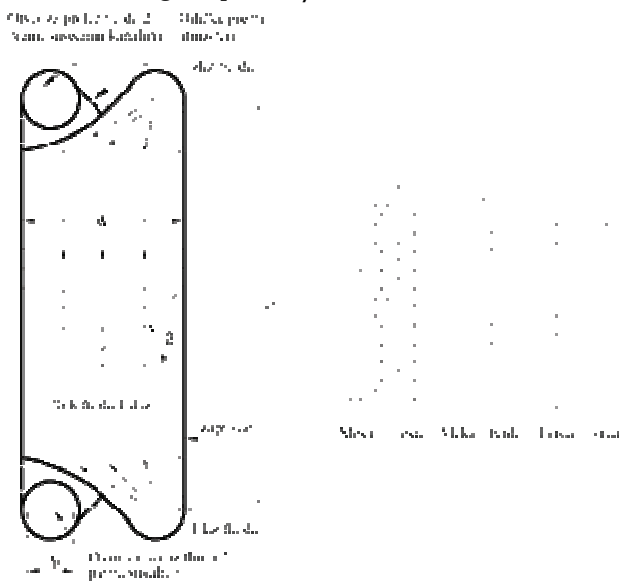


Slika 3: Strujanje fluida kroz aparat i moguće konfiguracije tokova fluida

Proračun je izvršen za pločasti razmenjivač toplote čija je konfiguracija tokova prikazana na slici 3. U pitanju je 1-1 U konfiguracija tokova, ulazne struje se račvaju na podtokove od kojih svaki protiče duž jedne ploče i meša se sa ostalima pre izlaska iz aparata. Zbirni efekat ovakvog rešenja je pravi suprotnostrujni tok u jednom prolazu kroz aparat, sa strane svakog od fluida, kako je to prikazano na slici 3.

3. TERMODINAMIČKI I HIDRODINAMIČKI PRORAČUN

Izabrani profil termalne ploče je V, kao što je prikazano na slici 4, sa uglom profila $\beta = 45^\circ$.



Slika 4: Geometrijske karakteristike ploče [3]

Prenos toplote

Koeficijent prelaza toplote za topliji fluid (ulje), uz uslov da važi $(\mu_t / \mu_z)^{0,17} = 1$, je:

$$\alpha_t = \frac{j_h \lambda P_r^{0,33} \left(\frac{\mu_t}{\mu_z} \right)^{0,17}}{D_e} = \frac{1,7 \cdot 0,131 \cdot 284^{0,33} \cdot 1}{0,00444} = 326 \frac{W}{m^2 K}, \quad (1)$$

gde su: j_h, λ, P_r i D_e redom, faktor prenosa toplote, toplotna provodljivost fluida, Prantlov broj i ekvivalentni prečnik kanala.

Koeficijent prelaza toplote za hladniji fluid (vodu), uz uslov da važi $(\mu_t / \mu_z)^{0,17} = 1$, je:

$$\alpha_z = \frac{j_h \lambda P_r^{0,33} \left(\frac{\mu_t}{\mu_z} \right)^{0,17}}{D_e} = \frac{33,4 \cdot 0,618 \cdot 5,43^{0,33} \cdot 1}{0,00444} = 8121 \frac{W}{m^2 K} \quad (2)$$

S obzirom da postoji vrlo malo podataka o ovom delu proračuna, određivanje vrednosti koeficijenta prelaza toplote predstavlja veliki izazov.

Jednačina za koeficijent prolaza toplote ima sledeći oblik:

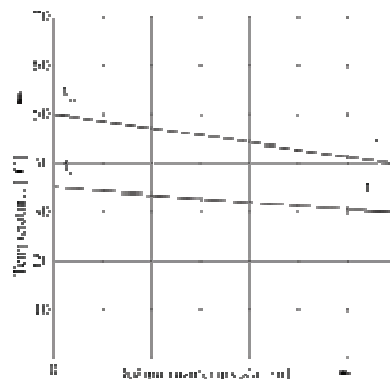
$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_t} + \frac{1}{\alpha_z} + \frac{\delta_{pl}}{\lambda_z} + R_{pt} + R_{ph}} = 162,9 \frac{W}{m^2 K} \quad (3)$$

gde su: $\delta_{pl}, R_{pt}, R_{ph}, \lambda_z$, redom, debljina ploče, termički optor zaprljanja ulja, termički otpor zaprljanja vode i toplotna provodljivost zida ploče.

Srednja logaritamska razlika temperatura:

$$\Delta t_{sl} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}} = \frac{(40 - 30) - (50 - 35)}{\ln \frac{(40 - 30)}{(50 - 35)}} = 12,33^\circ C, \quad (4)$$

gde se razlike temperature Δt_1 i Δt_2 određuju prema slici 5.



Slika 5: Promena temperatura fluida

Pa je razmenjena količina toplote:

$$q_t = A_{t,p} \cdot K \cdot F \cdot \Delta t_{sl} = 601 \cdot 162,9 \cdot 1 \cdot 12,33 = 1,2 MW \quad (5)$$

gde je F koeficijent koji zavisi od konfiguracije tokova.

Pad pritiska

Pad pritiska jednak je zbiru svih padova pritiska u razmenjivaču sa strane određenog fluida. Sa strane ulja je ukupan pad pritiska:

$$\Delta p_{tot} = \Delta p_{prik,tot} + \Delta p_{k,tot} + \Delta p_{el,t} = 73691 + 12705 + 12520 = 98916 Pa \quad (6)$$

a sa strane vode:

$$\Delta p_{tot} = \Delta p_{prik,tot} + \Delta p_{k,tot} + \Delta p_{el,t} = 10875 + 9665 + 14516 = 35056 Pa \quad (7)$$

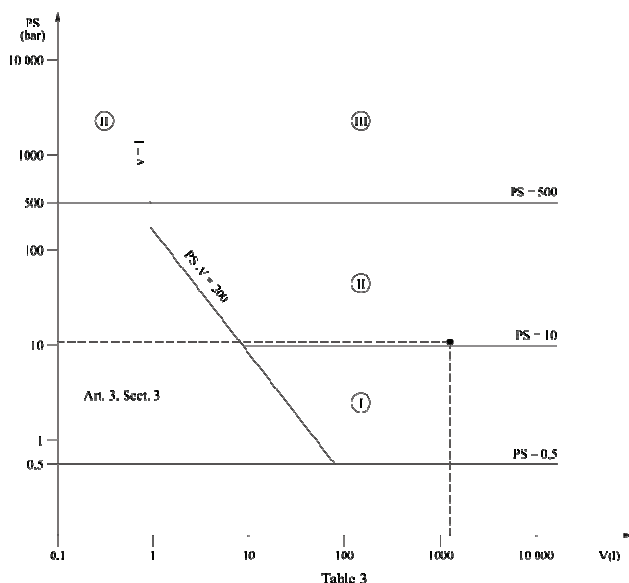
gde su: $\Delta p_{prik,tot}, \Delta p_{k,tot}$ i $\Delta p_{el,t}$ padovi pritiska u priključcima, u kanalu i usled elevacije.

4. MEHANIČKI RORAČUN

Najvažniji deo mehaničkog proračuna odnosi se na proračun čvrstoće krajnjih ploča i noseće grede pa će u nastavku biti više reči o tome.

Kategorija posude pod pritiskom

Za određivanje kategorije posude pod pritiskom potrebno je znati kojoj grupi fluida pripadaju radni fluidi. U grupu 1 spadaju: eksplozivni, izuzetno zapaljivi, veoma zapaljivi, zapaljivi (najveća dozvoljena temperatura iznad tačke paljenja), veoma otrovni, otrovni i oksidirajući, a u grupu 2 svi ostali. Radni fluidi u ovom pločastom razmenjivaču su voda i ulje, pa oni pripadaju grupi 1. Na osnovu toga i vrste posude se bira broj dijagrama [4].



Slika 6: Dijagram 3 za određivanje kategorije posude

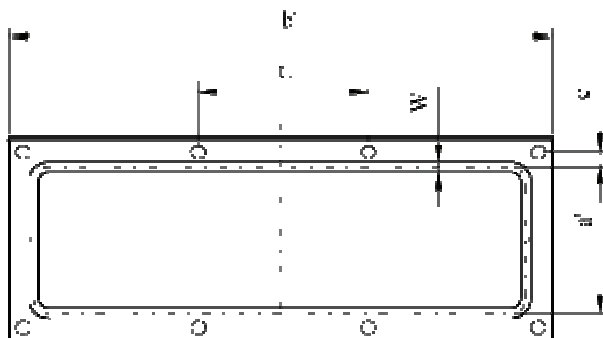
Dijagram je dat na slici 6. Kako je radni pritisak 13bar, a zapremina fluida u njemu 1908,2L, očigledno je da je u pitanju posuda pod pritiskom kategorije II.

Proračun debljine pokretne krajnje ploče

Potrebna debljina ploče računa se prema jednačini:

$$e_r = C_3 \cdot Y_2 \cdot a' \cdot \sqrt{\frac{P}{f}} = 0,98 \cdot 1,44 \cdot 624 \cdot \sqrt{\frac{1,3}{216}} = 47,4 \text{ mm} \quad (8)$$

gde su: C_3 - faktor oblika; Y_2 - koeficijent usled postojanja otvora; P - radni pritisak i f - napon tečenja materijala ploče.



Slika 7: Geometrija ploče

Faktor oblika C_3 se računa na osnovu jednačine:

$$C_3 = \sqrt{C_4 + \frac{6 \cdot W \cdot c}{P \cdot n \cdot t_B \cdot a'^2}} = \sqrt{0,71 + \frac{6 \cdot 9,46 \cdot 40,5}{1300000 \cdot 10 \cdot 280 \cdot 624^2}} = 0,98 \quad (9)$$

U jednačini (9) C_4 predstavlja faktor oblika za odnos a'/b' , a n broj zavrtnja koji prolaze kroz ploču. Sve ostale veličine date su na slici 7. Usvojena je pokretna krajnja ploča debljine 50mm.

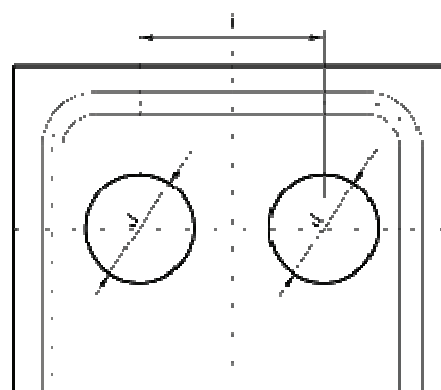
Proračun debljine nepokretne krajnje ploče

Razlika između proračuna nepokretne krajnje i pokretne ploče je u tome što nepokretna ima otvore, pa je dovoljno u jednačini (8) umesto $Y_2 = 1$ zameniti vrednost koja joj odgovara.

Koeficijent usled postojanja otvora računa se prema sledećoj jednačini:

$$Y_2 = \sqrt{\frac{j}{j-d}} = \sqrt{\frac{395}{395-205}} = 1,44 \quad (10)$$

a veličine j i d date su na slici 8.



Slika 8: Otvori u nepokretnoj krajnjoj ploči

Najzad, potrebna debljina nepokretne krajnje ploče iznosi:

$$e_o = C_3 \cdot Y_2 \cdot a' \cdot \sqrt{\frac{P}{f}} = 0,98 \cdot 1,44 \cdot 624 \cdot \sqrt{\frac{1,3}{216}} = 68,36 \text{ mm} \quad (11)$$

Usvaja se nepokretna ploča debljine 70mm.

Proračun zavrtnja sa dva kraja

Sila u vijcima se računa za uslove kada aparat još uvek nije pušten u pogon, sklopljen je i u uslovima kada radi. S obzirom da je temperatura u radnim sulovima viša od sobne, jasno je da je sila u radnim uslovima veća pa se ona uzima za proračun.

Sila u vijcima u toku rada je:

$$\begin{aligned} W_{op} &= a' \cdot b' \cdot P + 2 \cdot 2 \cdot (a' + b') \cdot b \cdot m \cdot P = \\ &= 624 \cdot 1720 \cdot 1,3 + 2 \cdot 2 \cdot (624 + 1720) \cdot 4,73 \cdot 1 \cdot 1,3 = \\ &= 1452917 \text{ N} \end{aligned} \quad (12)$$

u jednačini 12, b predstavlja polovinu širine zaptivača, a m faktor koji zavisi od vrste istog.

Potrebna površina preseka zavrtnja u uslovima rada:

$$A_{B,op} = \frac{W_{op}}{f_B} = \frac{1452917}{480} = 3026,9 \text{ mm}^2 \quad (13)$$

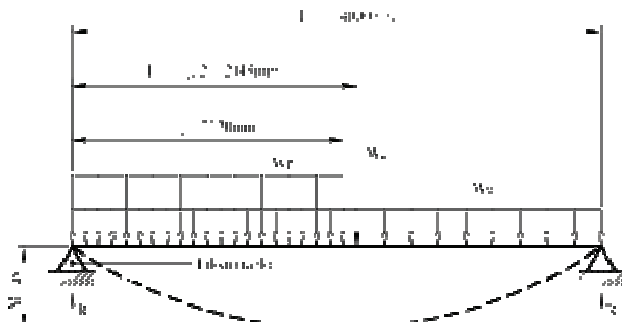
gde je f_B - dozvoljeni napon na temperaturi 50°C. Dakle, potrebna površina korena zavrtnja je 3026,9mm², a potrebna površina korena jednog se dobija deljenjem sa njihovim brojem:

$$A_{B,min} = \frac{3026,9}{10} = 302,69mm \cdot \quad (14)$$

Kako je prečnik usvojenog zavrtnja M36x3 $A_B = 738,02mm^2$ potrebna površina je skoro 2,5 puta veća, pa usvojeni zavrtnaj odgovara zahtevima.

Proračun noseće grede

Noseća greda je od materijala S235JR i sastoji se iz dva IPN profila, od kojih je jedan, gornji IPN220, a drugi donji IPN200. Greda je opterećena kontinualnim opterećenjem koje izaziva slog ploča w_p , jednom silom od težine pokretne ploče w_e i kontinualnim opterećenjem sopstvene težine w_g .



Slika 8: Prikaz reakcija oslonaca i opterećenja grede

Sile reakcije oslonaca se određuju iz jednačina za sumu momenata svih sila koje deluju na gredu [5]:

$$R_1 = \frac{F_s \cdot \left(L_{gng} - \frac{L_s}{2} \right) + F_p \cdot \left(L_{gng} - L_s - \frac{t_{pkp}}{2} \right) + F_g \cdot \left(\frac{L_{gng}}{2} \right)}{L_{gng}} = 31517,4N \quad (15)$$

i

$$R_2 \cdot L_{gng} - F_s \cdot \left(\frac{L_s}{2} \right) - F_p \cdot \left(L_s + \frac{t_{pkp}}{2} \right) - F_g \cdot \left(\frac{L_{gng}}{2} \right) = 14357,5N \quad (16)$$

gde su F_s , F_p i F_g redom sila sloga ploča, sola pokretne ploče i sila sopstvene težine grede, a t_{pkp} debljina ploče.

Najveća sila deluje u tački oslonca R_1 :

$$F_{max} = R_1 = 3151,74daN, \quad (17)$$

rastojanje maskimalnog momenta od njega je:

$$P_{Mmax} = R_1 / (w_g + w_p) = 1727,9mm \cdot \quad (18)$$

Vrednost maksimalnog momenta iznosi:

$$\begin{aligned} M_{max} &= R_1 \cdot P_{Mmax} - w_p \cdot P_{Mmax} \cdot \frac{P_{Mmax}}{2} - w_g \cdot P_{Mmax} \cdot \frac{P_{Mmax}}{2} = \\ &= 2723 daNm, \end{aligned} \quad (19)$$

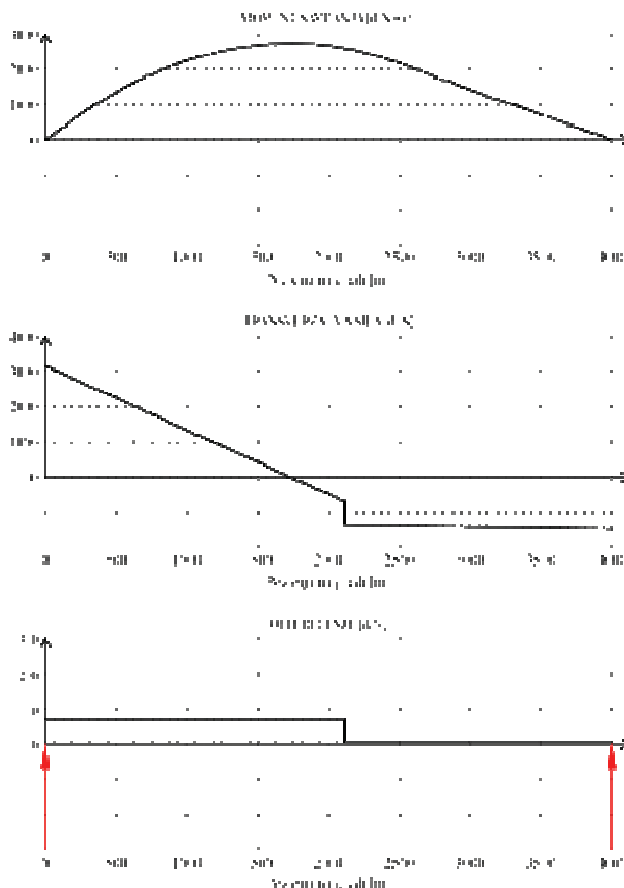
a maksimalan napon, za vrednost maksimalnog momenta, je:

$$\delta_{max} = M_{max} / W_x = 2723 / 616549 = 44,16MPa \cdot \quad (20)$$

Kako je $\sigma_{0,2} = 235MPa$, sa koeficijentom sigurnosti 1,5 dozvoljeni napon iznosi:

$$\sigma_{doz} = \frac{\sigma_{0,2}}{1,5} = \frac{235}{1,5} = 157MPa, \quad (21)$$

što znači da će greda izdržati maksimalni moment od 44,16MPa koji će se javiti.



Slika 9: Dijagrami momenta savijanja, jediničnog opterećenja i transverzalne sile

5. ZAKLJUČAK

U procesu projektovanja pločastih razmenjivača toplote najveći problem predstavljaju termodinamički i hidrodinamički proračun, jer je vrlo teško odrediti tačne vrednosti koeficijentata prelaza toplote, stvarne površine za razmenu toplote i pada pritiska. Svaki proizvođač razvija svoje ploče kako bi ostvario što manji pad pritiska, a pritom dobio što veću površinu za razmenu toplote. Kako ove veličine zavise od oblika profila ploča, a od njih i kvalitet aparata, proizvođači ih čuvaju kao interni podatak.

6. LITERATURA

- [1] Standard SRPS EN 13445-3:2010, ISS, Objavljen 26.05.2010.;
- [2] Warren M. Rohsenow, James R Hartnett, Young I. Cho, Handbook Of Heat Transfer, New York 1998.;
- [3] Aleksandar Tasić, S. Šerbanović, E. Đorđević, Toplotne operacije i oprema, Beograd 2005.;
- [4] Directive 97/23/EC of The European Parliament and of The Council, Edition February 1998.;
- [5] Blatko Brkić, Otopornost materijala, Građevinska knjiga, treće izdanje, Beograd 1978.

Kratka biografija:



Ratko Škrbić rođen je u Somboru 1987. godine. Srednju tehničku školu završio je 2006. godine u Kuli. Diplomski master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Mašinstva – Procesna tehnika odbranio je 2015. godine.

**KONTINUALNO UNAPREĐENJE PROIZVODNIH I LOGISTIČKIH PROCESA
PRIMENOM LEAN METODA****CONTINUOUS IMPROVEMENT OF PRODUCTION AND LOGISTICS PROCESSES BY
APPLICATION OF LEAN TOOLS**

Bojan Kostić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Rad opisuje način na koji LEAN pristup organizaciji procesa može dovesti do značajnih ušteda resursa i do povećanja profita i kvaliteta proizvoda. U radu su analizirani proizvodni i logistički procesi vezani za relevantan proizvod kompanije koja predstavlja globalnog lidera u izradi električnih sistema i komponenti. Na osnovu identifikovanih gubitaka (rasipanja), primenom nekih od LEAN alata, kao što su mapiranje toka vrednosti, 5S, **kaizen** događaji, totalno produktivno održavanje, standardizovani rad itd. prikazana je implementacija filozofije kontinualnog unapređenja jednog radnog okruženja.

Abstract – This paper illustrates a way in which a LEAN approach to process organization can realize significant savings in resources and increase in profits and quality. Within the paper the production and logistics processes related to a particular product, at the plant of a global leader in electrical components and systems, are analyzed. Based on the detected waists the particular LEAN tools, such as Value stream mapping, 5S, **kaizen** events, total production maintenance, standardized work etc., have been applied with the philosophy of creating continuous improvement working environment.

KLjučne reči: LEAN alati, proizvodnja, logistika

1. UVOD

Organizacije, u nastojanju da prežive, moraju razviti kratkoročne, kao i dugoročne strategije kako bi napredovale u novonastaloj ekonomskoj situaciji. Trend proizvodnje, koji je jedini odgovor ovakvom vidu tržišta i zahtevima koje diktira kupac, jeste fleksibilna proizvodnja, koja povezuje prekidne i neprekidne tokove proizvodnog procesa, tj. koristi prednosti istih i pokušava da ukloni gubitke koji se javljaju u njima.

LEAN nije novi termin i koncept u proizvodnim sistemima, ali konstantno održava i unapređuje proizvodne procese. Iako je LEAN razvijen u Japanu, on je primenljiv svuda, jer je zasnovan na jednostavnim, praktičnim i logičnim rešenjima koja su razumljiva u svim delovima sveta. Kako bi LEAN filozofija mogla zaživeti unutar preduzeća, tj. kako bi njegovi koncepti mogli biti implementirani unutar jedne organizacije, potrebno je sprovesti niz metoda, koje se planiraju, sprovede i proveravaju pomoću vrlo logičnih LEAN alata.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Sanja Bojić.

Proces implementacije se sastoji iz nekoliko glavnih koraka:

1. Osnovno razumevanje, razvijanje alata i razmena iskustava između proizvodnih kompanija na globalnom nivou,
2. Sistematičnost u korišćenju alata i uključivanje liderstva – formiranje lean timova i
3. Kompletno uvedena LEAN kultura, samoinicijativni timovi i svakodnevni rad na poboljšanjima.

**2. IMPLEMENTACIJA LEAN PRINCIPA KROZ
KAIZEN DOGAĐAJE UZ POMOĆ LEAN ALATA**

U ovom radu je opisana implementacija LEAN filozofije kroz svakodnevnu primenu LEAN alata, na konceptu jedne globalne kompanije sa poslovanjem u Srbiji.

Među postojećim LEAN alatima prepoznato je nekoliko ključnih LEAN alata koji su obavezni u svakom procesu implementacije, oni su:

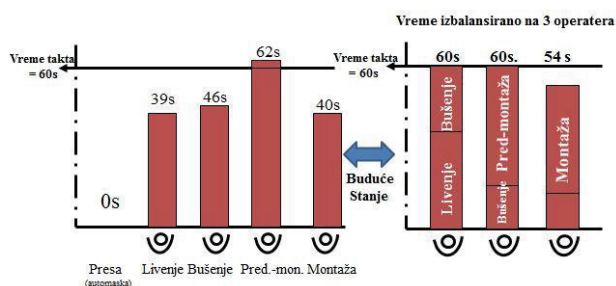
1. Mapiranje toka vrednosti (*Value stream mapping* - VSM),
2. Pet S (*Five S* – 5S),
3. Standardizovani rad (*Standardized work* – SW),
4. Totalno produktivno održavanje (*Total Productive maintenance* – TPM),
5. Rešavanje problema (*Problem solving* – PS),
6. Smanjenje pripremnog vremena (*Setup reduction* - SUR) i
7. Tok materijala (*Material flow* – MF).

2.1. Mapiranje toka vrednosti

Mapa toka vrednosti (*Value stream map*) jeste alat - rukom crtana mapa, koja koristi set simbola, strelica, informacija sa tekstom i metrika, u svrhu pomoći zaposlenima u vizuelizaciji i razumevanju toka procesa, materijala i informacija kroz proizvodni proces ili tok vrednosti, od početka do kraja, a sve sa krajnjim ciljem identifikacije i eliminacije gubitaka. Drugim rečima treba se usresrediti na kreiranje neprekidnog toka tamo gde je to moguće, a implementirati izvlačenje, samo na mestima gde je to zaista neophodno.

Neprekidni tok treba da bude kreiran tako da vreme trajanja svake operacija svih operatera unutar jedne proizvodne linije bude izbalansirano u odnosu na vreme takta, a ukoliko nije moguće postići situaciju da svaki operater ima podjednako opterećenje, operacije preraspodeliti tako da poslednji operater ima vremena na raspolaganju (slobodno vreme ne treba da bude preraspodeljeno unutar tima). Ovaj princip je poznat kao princip poslednjeg operatera, a ovde je ideja da upravo on ima vremena za ispomoć drugim celijama, ili da izvršava

druge aktivnosti / zadatke, dok osoba u sredini ćelije ne treba u opšte da ima slobodno vreme („prazan hod“).



Slika 1. Primer balansiranja operacija na osnovu vremena takta

Mapiranje toka vrednosti i impementacija budućeg stanja, predstavlja samo polaznu tačku ka konstantnom unapređenju svih procesa i otkrivanja same suštine LEAN filozofije.

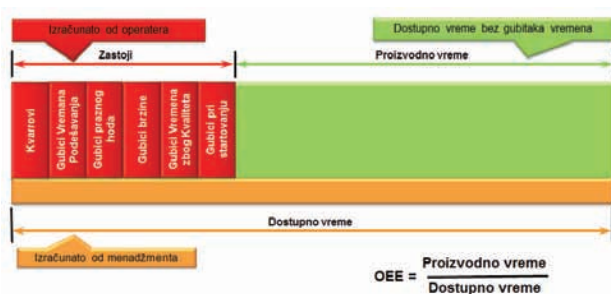
2.2. 5S

5S predstavlja osnovu LEAN proizvodnje i temelj za disciplinovan pristup prilikom održavanja radnog mesta čistim i organizovanim i bezbednim za rad, jer je njegova implementacija najlakša, a rezultati su trenutni i vidljivi od trenutka njegovog delovanja. 5S kao alat predstavlja set pravila koje pomažu prilikom organizacije radnog mesta, sa ciljem poboljšanja efikasnosti radnog mesta.

2.3. Totalno produktivno održavanje

Totalno produktivno održavanje je pristup (alat) koji se u proizvodnim sistemima koristi da bi se povećao obim proizvodnje i kako bi se smanjili svi oblici gubitaka pomoću kontinualne posvećenosti praćenja stanja mašina i alata koji se koriste za rad. Osnovni cilj TPM alata jeste produženje životnog veka mašine pomoću adekvatnog održavanja.

Kako bi se zastoj što lakše ispratio, TPM je razvio formulu za njegovo predstavljanje – ukupna efikasnost opreme (Overall Equipment Effectiveness - OEE), koja predstavlja procenat vremena gde mašina stvarno proizvodi kvalitetene delove u poređenju sa vremenom za koje je planirano da to radi.



Slika 2. Ukupna efikasnost opreme

2.4. Rešavanje problema

Alat rešavanje problema (Problem Solving) ima za cilj da reši niz neusaglašenih pitanja, koja su uglavnom, a ne moraju biti vezana za kvalitet (praćenje produktivnosti, bezbednost i drug izvori varijacija) koristeći timski pristup.

Kaizen događaj za rešavanje problema koristi pristupe „zatvorene petje” (Demingov princip – PDCA) i A3 izveštaj za utvrđivanje uzroka, eliminaciju i održivost sistema. A3 se u osnovi odnosi na veličinu papira na koji se izveštaj popunjava, međutim, nije važan format nego pristup. Ovaj pristup je razvijen za fokusiranje na ključne tačke u pokušaju da se probiju prepreke u komunikaciji. Ono što je bitno jeste da su A3 izveštaji kreirani takvi da budu živi dokumenti, da se ostvari tempo u procesu rešavanja problema, da se postigne strukturna, logična priča razumljiva svima.

2.5. Tok materijala

Alat tok materijala ima gotovo iste principe kao i mapiranje toka vrednosti. Jedina razlika jeste što se mapiranje vrednosti odnosi na čitav tok, dok kod toka materijala možemo iscepiti proces i izvući samo jednu stavku unutar proizvodnje koju želimo da povežemo u neprekidni tok primenom već pomenutih LEAN metoda (istih kao kod VSM alata).

3. PRIMER UNAPREĐENJA PROIZVODNO LOGISTIČKIH PROCESA PRIMENOM LEAN METODA I ALATA

U ovom radu biće opisana implementacija LEAN filozofije kroz svakodnevnu primenu LEAN alata, na konceptu jedne globalne kompanije, koja ima svoje poslovanje u Srbiji, a bavi se proizvodnjom komponenti i sistema za distribuciju, upravljanje i kontrolu kvaliteta električne energije, čiji razvoj nije usmeren samo na proizvode i usluge, već i na kompletnu organizaciju.

Što se tiče implementacije LEAN proizvodnih principa u navedenoj kompaniji, bitno je napomenuti da su isti vrlo uspešno sprovedeni kroz četiri proizvodne linije, naravno do mere primenjivosti na konkretan proizvodni proces, što naravno ne predstavlja kraj unapređenja. Jedina linija proizvodnje u kojoj nije bilo značajnih unapređenja jeste proizvodnja motor zaštitnih prekidača. Prikazan je konkretan primer **kaizen** događaja toka materijala jednog dela ove proizvodnje.

3.1 Primena metoda na navedenom primeru

Za slučaj koji se obrađuje, tokom perioda praćenja proizvodnog procesa, ustanovljeno je da protočno vreme između pozicija montaža – predpodešavanje bimetal (run in test) – zakivanje (riveting) može biti u mnogome unapređeno ukoliko se navedene operacije uklope u neprekidni tok. Samim tim jasno je da, ukoliko je moguće smanjiti protočno vreme za postojeći kapacitet preraspodelom operacija i definisanjem standarda za svako radno mesto, moguće je i optimizovati broj operatera koji rade na ovim pozicijama. Navedena poboljšanja će sasvim sigurno dovesti i do poboljšanja produktivnosti celokupne proizvodnje. Još jedna stvar koja se morala naći unutar poslovnog slučaja i kao aspekt koji treba unaprediti jeste bezbednost zaposlenih, jer se u prethodnom periodu na radnom mestu dogodila povreda na mašini za automatsko zakivanje, pa samim tim, stavka koja se neizostavno morala naći u poslovnom slučaju, jeste postizanje i održavanje sigurnog radnog okruženja bez povreda na radu.

LEAN metode su primenjene i na još jedan procesni korak uzvodno – predmontaža komponenti, kroz implementaciju proizvodnog **kanbana** – ograničavanje broja komada u kutiji vrlo jednostavnom vizuelizacijom u formi semafora.



Slika 3 **Kanban** komponente: a) stanje pre i b) stanje nakon implementacije

3.2. Implementacija unapređenja

Prvo je bilo potrebno odrediti elemente bitne za kreiranje mape trenutnog stanja:

- Vreme takta na osnovu trenutnog kapaciteta:

$$TT = \frac{\text{Radno _ vreme}}{\text{Zahtev _ kupca}} = \frac{55800 \text{ s / dan}}{2100 \text{ pol / dan}} = 26,6 \text{ s / pol}$$

- Proračun ukupnog protočnog vremena (Lead Time – LT) navedenog procesa sabiranjem svih vremena ciklusa (Cycle Time – CT) i vremenima zastoja (Delay Time – DT):

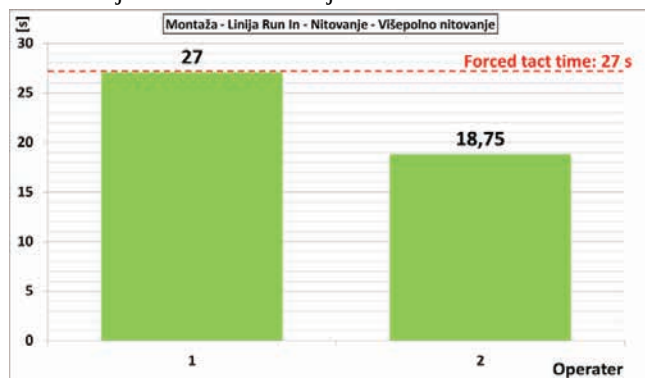
$$LT = CT + DT = 1 \text{ dan } 43 \text{ min } 58 \text{ s}$$

- Ukupna efikasnost procesa:

$$VA_{CS} = \frac{CT}{LT} \times 100 \% = 0,18 \%$$

Uočava se koliki gubitak predstavljaju zalihe koje se generišu između procesnih koraka i kakav uticaj iste imaju na efikasnost procesa. Proces mora teći tako da između navedenih koraka ne bude generisanja zaliha i da na mestima gde je nemoguće implementirati neprekidni tok, mora biti uspostavljen sistem izvlačenja u kojem je zastupljen FIFO princip (First In – First Out), tj. onaj komad koji je prvi ušao u proces, mora iz njega i izaći kao prvi.

Nakon navedenih koraka, pristupilo se određivanju načina premošćivanja razlike u vremenima između procesnih koraka i njihovom usklađivanju sa vremenom takta.



Slika 4. Dijagram balansa operacija montaže i linije predpodešavanje bimetala – jednogpolno nitovanje

Slika 4. prikazuje određenu neuravnoteženost između procesa montaže i linije predpodešavanje bimetala – jednogpolno zakivanje, ali sa dijagrama 4, vrlo se jasno vidi ispunjenost principa poslednjeg operatera – poslednji operater u liniji je dobio mogućnost ispomoći drugim celijama za obavljanje njihovih aktivnosti.

- Kao i kod mape trenutnog stanja i ovde je bilo potrebno odrediti ukupno protočno vreme novonastalog stanja, nakon predstavljanja svih unapređenja:

$$LT = CT + DT = 13 \text{ h } 2 \text{ min } 36 \text{ s}$$

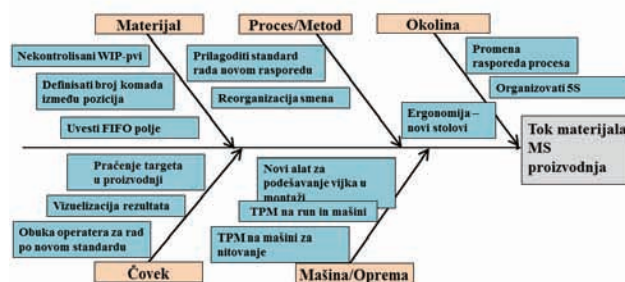
- Ukupna efikasnost procesa:

$$VA_{CS} = \frac{CT}{LT} \times 100 \% = 1,47 \%$$

Drugim rečima, efikasnost je povećana više od 8 puta, a ukupno protočno vreme umanjeno za skoro tri puta, naravno ovo je izvodljivo, jedino ukoliko sve promene (unapređenja) budu implementirane.

3.3. Definisanje akcionog plana

Kao što je rečeno, da bi sve promene bile sprovedene, vrlo je bitno adresirati sve probleme i predloge koji su navedeni tokom događaja (išikava dijagram). Ono što svaka akciona lista mora da sadrži jeste jasno definisan opis akcije, odgovornu osobu za svaku definisanu akciju, kao i vezu (uticaj) akcije sa stavkom iz poslovnog slučaja, uz neizostavnu prioritizaciju istih – tj. rok za njeno izvršenje.



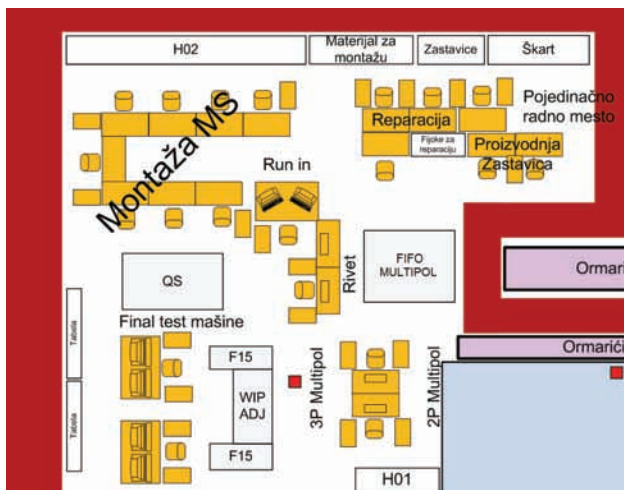
Slika 5. Işikava dijagram za analizirani primer – predlozi za unapređenja i identifikovani potencijalni problemi

Nakon završenog događaja, na zatvaranje istog su došli svi operateri na čiji rad će uticati definisane promene, kako bi im bila prezentovana sva unapređenja procesa

3.4. Aktivnosti unapređenja nakon kaizen događaja

Prvi logičan korak koji je usledio nakon održavanja događaja, kako bi sva navedena unapređenja bila moguća jeste organizovanje 5S **kaizen** događaja – fizički je spojena montaža sa linijom predpodešavanje bimetala – jednogpolno zakivanje (i ubacivanje plastične sponse) – višepolno zakivanje. Takođe, izmeštene su finalne test linije u cilju smanjenja nepotrebnog kretanja.

Nakon inicijalnog čišćenja potrebno je obeležiti i standardizovati (definirati veličinu) mesto za FIFO polje, takođe na svakoj radnoj poziciji je potrebno obeležiti mesta na kojima treba da se nalazi materijal (trake zelene boje), kao i mesta za pripadajući alat radnog mesta (trake plave boje), pri čemu se veoma vodilo računa na optimalne radne pozicije tela operatera (što manje kretanja) i ergonomiju radnog okruženja.



Slika 6. Raspored radnih pozicija unutar proizvodnje motor zaštitnih prekidača nakon implementacije neprekidnog toka i 5S aktivnosti

Nakon definisanja pozicija i rasporeda u pogonu, na osnovu istih su, nakon određenog perioda vremena, putem alata standardizovani rad (*Standardized Work*) kreirane nove radne instrukcije, kao i dijagrami standarda za sve operacije (pozicije).

Jedan od najvažnijih ciljeva svakako predstavlja obezbeđivanje sigurnog radnog mesta, tako da je poslednji, ali nikako najmanje važan korak implementacije unapređenja, podrazumevao postavljanje zaštite na mašinu za automatsko sklapanje (zakivanje) osigurača čeličnim zakovicama u formi totalnog produktivnog održavanja.



Slika 7. Mašina za zakivanje osigurača: a) Mašina sa osnovnim zaštitnim elementom; b) mašina nakon sprovođenja TPM **kaizena** i instalacije dodatnih zaštitnih elemenata

3.5. Validacija ostvarenih unapređenja

Nakon definisanog perioda praćenja, dostignuti rezultati se sa sigurnošću su se mogli kvantifikovati i mogao se izvući definitivni zaključak o nivou ušteda i unapređenja dostignutih primenom navedenih metoda. Efekti unapređenja su:

- Ukupno protočno vreme je skoro tri puta smanjeno u odnosu na početno stanje – što znači da će kupac mnogo brže dobiti proizvod koji je tražio (orjentisanost ka kupcu),
- TPM alat je eliminisao mogućnost povređivanja na radnom mestu zakivanja, a samim tim radnici su uvideli koliki napor kompanija ulaže u očuvanje njihovog zdravlja na poslu – stvaranje sigurnog radnog okruženja bez povreda na radu,

- Smanjenjem rada-u-procesu (WIP-a), kao i kontrolom istih definisanjem FIFO polja došlo je do smanjenja broja operatera koji su potrebni za ovo radno mesto, što je definitivna ušteda u resursima - direktna ušteda optimizacijom broja operatera,
- Sva implementirana unapređenja su dovela, ne samo do održavanja nivoa produktivnosti kompletne MS proizvodnje, već je ista povećana za 2 procenta i na taj način je potpomognuto povećavanje produktivnosti kompletnog proizvodnog sistema (fabrike) uz moto: raditi više sa manje resursa.

4. ZAKLJUČAK

Uslovi u kojima se danas nalazi srpska privreda, iako će to možda zvučati oštro ili do neke mere besmisleno, ne razlikuje se u mnogome od stanja u kojem se našao Japan nakon drugog svetskog rata – visok stepen dekadencije prouzrokovan ratovima, sporim prilivom kapitala, veoma sporim procesom evropskih integracija, nedostatkom novca i dugovima. Samim tim ista predstavlja idelan polazni osnov za implementaciju LEAN koncepta u mala i srednja preduzeća, jer, kao što je napomenuto, LEAN je nastao iz potrebe za smanjenjem troškova, a samim tim i stabilizovanja ekonomske situacije.

Vrlo važno je ovde napomenuti da su sprovedena unapređenja analizirana ovim radom izvršili zaposleni, svojim idejama u okviru svog radnog vremena, tako da su skoro sve promene koje su pomenute u obrađenom primeru organizacionog karaktera, što znači da nisu iziskivale dodatne troškove i velika ulaganja.

Primer analiziran u okviru rada, svojim rezultatima ukazuje na to koliki doprinos LEAN može da donese bilo kom proizvodnom ili logističkom procesu (naravno u onoj meri koliko je isti primenjiv na određeni sistem) primenom njegovih alata na detektovane gubitke unutar jednog sistema (kompanije), a samim tim i razvijanju filozofije kontinualnog unapređenja kompletnog proizvodnog procesa i uopšte celokupnog lanca snabdevanja.

5. LITERATURA

- [1] Milosav Georgijević: Tehnička logistika, FTN - skripta, Univerzitet u Novom Sadu, 2009.
- [2] Jeffrey Liker, David Meier: The Toyota Way Fieldbook, McGraw-Hill Education, September 28, 2005
- [3] Mike Rother: Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA, Lean Enterprise Institute, 2003

Kratka biografija:



Bojan Kostić rođen je u Novom Sadu 1987. god. Diplomski-master rad branio je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva - Mašinske konstrukcije, transportni sistemi i logistika, 2015.god.

O AKUSTIČKOJ LEVITACIJI ON ACOUSTIC LEVITATION

Nemanja Andonovski, Ivana Kovačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se fizičkim i matematičkim modeliranjem fenomena akustičke levitacije. Cilj rada jeste određivanje ponašanja sfernog objekta unutar zvučnog polja stojećeg talasa. Ponašanje se ispituje na osnovu sile akustičkog pritiska na sferu. Određena je granica za veličinu sfere kada je levitacija moguća. Dobijeni su ravnotežni položaji u bestežinskom stanju i u gravitacionom polju, te ispitana njihova stabilnost. Ukazano je i na analogiju koja postoji između ovog ponašanja i oscilacija matematičkog klatna.

Abstract – This study is concerned with physical and mathematical modelling of the phenomenon of acoustic levitation. The goal is to determine the behaviour of a rigid spherical object subjected to a stationary acoustical wave field. The behavior is examined by calculating an acoustic pressure force on the sphere. A theoretical limit for the sphere size for which the levitation is possible is obtained. Equilibrium positions in gravity and gravity-free environments are also determined. Their stability is investigated as well. Finally, the analogy between this behavior and the motion of a mathematical pendulum is pointed out.

Cljučne reči: Akustička levitacija, akustički pritisak, sfera, nelinearne oscilacije

1. UVOD

Akustička levitacija je fenomen da objekat lebdi na određenoj visini unutar zvučnog polja (Slika 1).



Slika 1. Akustička levitacija kuglica od stiropora.

Fenomen koji prethodi akustičkoj levitaciji primetio je 1885. godine nemački fizičar Kundt pri merenju brzine.

NAPOMENA:

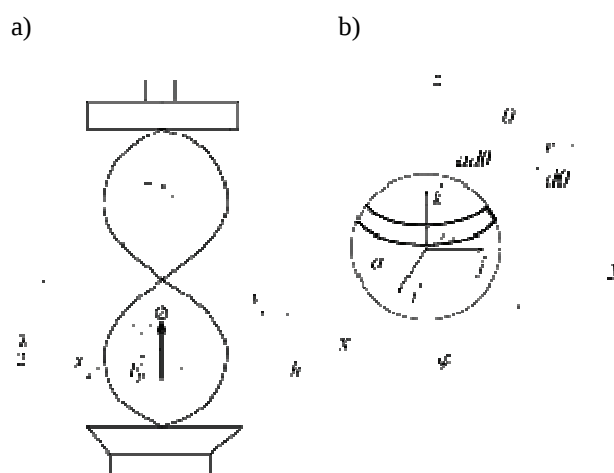
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Ivana Kovačić.

zvuka. Tokom eksperimenta sa horizontalnom Kundtovom cevi, sitne čestice prašine su se grupisale na određenim mestima u stojećem talasu. Matematičku osnovu za objašnjenje ponašanja čestica prašine u Kundtovoj cevi postavio je Rejli [1], koji je takođe dao i doprinos matematičkom opisu zvučnog pritiska koji potiče od akustičkih oscilacija [2]. Objekat u zvučnom polju idealnog fluida izučavao je i King [3], predlažući algoritam određivanja sila koje deluju na krutu sferu u polju ravanskog stojećeg i progresivnog talasa i ukazujući na mogućnost njenog levitiranja u vazduhu. Gorkov je dao opis sile akustičkog pritiska preko energije ravanskog stojećeg talasa [4].

Cilj ovog rada je da, koristeći delom osnove Kingovog pristupa, fizički i matematički opiše ovaj fenomen i odredi karakteristike ponašanja objekta koji akustički levitira.

2. MODELOVANJE

Posmatra se slučaj krute sfere poluprečnika a u stojećem akustičkom talasu (Slika 2a). U centar sfere postavljen je pravougli koordinatni sistem xyz , pri čemu je pravac prostiranja talasa u pravcu vertikalne z -ose. U opštem položaju, sfera je na visini h od čvorne ravni stojećeg talasa kako je prikazano na Slici 2a (kada se govori o čvorovima i trbusima, pojmovi se odnosi na čvorove i trbuhe polja brzine, ako nije drugačije napomenuto). Od interesa za modelovanje je i sferni koordinatni sistem $r\theta\varphi$ u skladu sa Slikom 2b.



Slika 2. (a) Sfera u stojećem zvučnom talasu (puna linija – promena brzine, isprekidana linija – promena pritiska); (b) Sfera sa koordinatnim sistemima.

Intenzitet sile pritiska F_p koja deluje u vertikalnom pravcu može se dobiti uočavanjem elementarne površi sa elementarnim pritiskom δp (Slika 2b), te integracijom:

$$F_p = -2\pi a^2 \int_0^\pi \delta p \cos \theta \sin \theta d\theta, \quad (1)$$

gde je promena pritiska opisana preko razlike u odnosu na atmosferski p_0 , a aproksimativno se dobija preko potencijala brzine ϕ [5]:

$$\delta p = p - p_0 \approx \rho_0 \dot{\phi} - \frac{1}{2} \rho_0 q^2 + \frac{1}{2} \frac{\rho_0}{c^2} \dot{\phi}^2, \quad (2)$$

pri čemu je ρ_0 gustina sredine, q intenzitet brzine strujanja fluida, c brzina prostiranja zvuka, a tačka označava izvod po vremenu t . Potencijal brzine zadovoljava talasnu jednačinu

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} = c^2 \nabla^2 \phi. \quad (3)$$

Kako je već navedeno, koordinatni sistem xyz vezan je za centar sfere koji se kreće brzinom $\vec{v} = \xi \vec{i} + \eta \vec{j} + \zeta \vec{k}$. U zavisnosti od intenziteta ove brzine, razmatraju se dva slučaja: ravnomerno kretanje, kada je ovaj koordinatni sistem inercijalan, i opšti slučaj. Granični uslov na površini sfere u prvom slučaju se dobija na osnovu radialne brzine

$$v_r|_{r=a} = -\left(\frac{\partial \phi}{\partial r}\right)_{r=a} = 0. \quad (4)$$

U drugom slučaju, na osnovu opstrujavanja fluida oko sfere koja se kreće u pravcu z ose brzinom ζ definiše se sledeći granični uslov [5]:

$$v_r|_{r=a} = -\left(\frac{\partial \phi}{\partial r}\right)_{r=a} = \zeta \cos \theta. \quad (5)$$

2.1 Približno rešenje za potencijal brzine

Da bi se dobio analitički oblik za silu pritiska (1), potrebno je najpre naći rešenje za potencijal brzine zbog njihove međusobne veze (2). Rešenje za potencijal brzine se dobija kao aproksimativno, u formi

$$\phi = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{\{F_n \psi_n(kr) - G_n \phi_n(kr)\}}{F_n - iG_n} (kr)^n P_n, \quad (6)$$

gde se koeficijent A_n može izraziti u obliku [5]:

$$A_n = A e^{i\alpha} (2n+1) \cos(kh + \frac{1}{2} n\pi), \quad (7)$$

pri čemu je i kompleksna jedinica, $k=2\pi/\lambda$ fazna konstanta (talasni broj), λ talasna dužina, ω kružna frekvencija akustičkih oscilacija, r radialna koordinata, P_n označava Ležandrove polinome, ψ_n i ϕ_n su sferne talasne funkcije definisane preko razvoja u red:

$$\psi_n(x) = \frac{1}{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2n+1)} \left\{ 1 - \frac{x^2}{2(2n+3)} + \frac{x^4}{2 \cdot 4 \cdot (2n+3)(2n+5)} - \dots \right\},$$

$$\phi_n(x) = \frac{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2n-1)}{x^{2n+1}} \left\{ 1 - \frac{x^2}{2(1-2n)} + \frac{x^4}{2 \cdot 4 \cdot (1-2n)(3-2n)} - \dots \right\}. \quad (8a,b)$$

Funkcije F_n i G_n se izražavaju preko ψ_n i ϕ_n :

$$F_n = \alpha^2 \phi_{n+1}(\alpha) - n \phi_n(\alpha), \quad (9a,b)$$

$$G_n = \alpha^2 \psi_{n+1}(\alpha) - n \psi_n(\alpha).$$

Parametar α je definisan sa $\alpha=ka$, što je umnožak fazne konstante i poluprečnika sfere. Detalji izvođenja rešenja (6-9b) mogu se naći u [5].

2.2 Osrednjena vrednost sile pritiska

Integracijom osrednjene promene pritiska u toku jednog perioda stojećeg talasa uz korišćenje (1)-(9a,b), dobija se osrednjena sila pritiska $\bar{P}$

$$\bar{P} = 2\pi \frac{\bar{E}}{k^2} N \sin(2kh), \quad (10)$$

gde je gustina zvučne energije $\bar{E} = \rho_0 k^2 A^2 / 2$, dok $N \equiv N(\alpha)$ predstavlja tzv. normalizovanu (redukovanu) silu zvučnog pritiska datu sa:

$$N(\alpha) = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \left(\frac{n+1}{\alpha^{2n+3}} \right) \frac{F_n F_{n+1} + G_{n+1} G_n}{[F_n^2 + G_n^2][F_{n+1}^2 + G_{n+1}^2]} \cdot \{\alpha^2 - n(n+2)\}. \quad (11)$$

Za male sfere ($\alpha \ll 1$), čiji je obim mnogo manji od talasne dužine, jednačine (10) i (11) u prvoj aproksimaciji daju

$$\bar{P} \approx \frac{5}{6} \pi \rho_0 A^2 \alpha^3 \sin(2kh). \quad (12)$$

U opštem slučaju, osrednjena vrednost sile pritiska za male sfere je oblika [3]:

$$\bar{P} = 2k\pi^3 \bar{E} R \sin(2kh), \quad (13)$$

gde je $R \equiv R\left(\frac{\rho_0}{\rho_1}\right)$ faktor relativne gustine dat sa

$$R\left(\frac{\rho_0}{\rho_1}\right) = 1 + \frac{2}{3} \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_1} \right) \left(2 + \frac{\rho_0}{\rho_1} \right)^{-1}. \quad (14)$$

2.2.1. Uticaj veličine sfere: teorijski limit

Izjednačavanjem normalizovane sile $N(\alpha)$ sa nulom, dobijaju se vrednosti za koje se sila pritiska anulira, što predstavlja teorijski limit odnosa poluprečnika sfere i talasne dužine stojećeg talasa, tj. daje vrednost α_{max} . U Tabeli 1 su prikazani rezultati za različite materijale sfere u struji helijuma i vazduha.

Materijal sfere	α_{max} za vazduh	α_{max} za helijum
Voda	1,80159	1,80117
Pluta	1,80136	1,79958
Stiropor	1,80067	1,79497

Tabela 1. Maksimalna vrednost parametra α za koje je moguća akustička levitacija.

Iz Tabele 1 se uočava da za sve razmatrane sfere i sredine važi $\alpha_{max} \approx 1,8$. To ukazuje da one imaju veoma mali uticaj na teorijsku granicu za koju je akustička levitacija moguća.

3. ANALIZA PONAŠANJA

3.1. Kretanje u bestežinskom stanju

Koordinata z se redefiniše tako da je početak koordinatnog sistema u najbližoj čvrstoj ravni ispod sfere. U bestežinskom stanju jedina sila koja deluje na sferu je sila pritiska zvučnog polja, pa su na osnovu jednačine (10) položaji ravnoteže definisani sa

$$z_{eq} = \frac{n\pi}{2k} = n \frac{\lambda}{4}. \quad (15)$$

Linearna diferencijalna jednačina poremećaja δz oko ovih položaja glasi

$$\delta \ddot{z} + (-1)^{n+1} \frac{3N(\alpha)}{\alpha^3} \frac{\bar{E} k^2}{\rho_1} \delta z = 0. \quad (16)$$

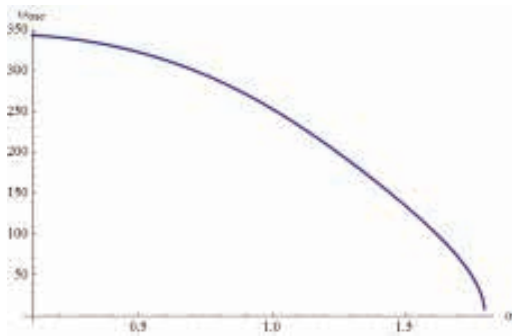
Kada je drugi sabirak u jednačini (16) pozitivnog znaka, ova jednačina odgovara jednačini harmonijskog oscilatora, što se dobija kada je n neparno, dajući stabilne položaje ravnoteže u trbusima polja brzine. Za parne vrednosti n , sfera se nalazi u trbusima polja pritiska koji predstavljaju nestabilne položaje ravnoteže. U slučaju pozitivnog predznaka, koeficijent ispred δz se prepoznaje kao kvadrat kružne frekvencije ω_{osc} , što daje

$$\omega_{osc} = \sqrt{\frac{3N(\alpha)}{\alpha^3} \frac{\bar{E} k^2}{\rho_1}}. \quad (17)$$

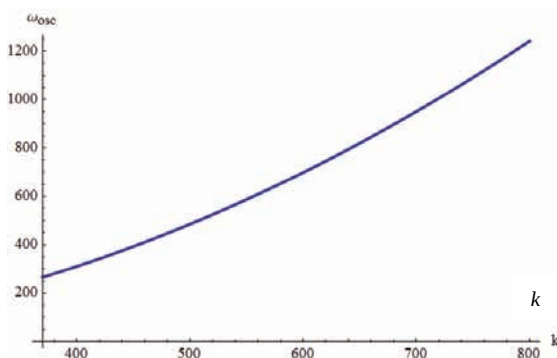
Za male sfere, ovaj izraz se aproksimacijom svodi na

$$\omega_{osc} \approx \sqrt{\frac{5}{2} \frac{\bar{E} k^2}{\rho_1}}. \quad (18)$$

Na Slici 3 data je promena ω_{osc} (17) sa parametrom α do teorijskog limita. Uočava se opadajući karakter ω_{osc} sa porastom α . Slika 4 prikazuje promenu ove veličine sa faznom konstanom za male sfere: ω_{osc} raste sa kvadratom k zbog uticaja $\bar{E}$.



Slika 3. Promena ω_{osc} jednačina (17) sa parametrom α za $k=421,321m^{-1}$, $\rho_1=997kgm^{-3}$, $\bar{E} = 266,267 Jm^{-3}$.



Slika 4. Promena ω_{osc} , jednačina (18), sa k za male sfere za $\rho_1=997kgm^{-3}$, $\bar{E} = 266,267 Jm^{-3}$.

3.2. Kretanje u polju gravitacione sile

U polju gravitacione sile, osim sile pritiska deluje i gravitaciona sila, te razmatranje sume ove dve sile i izjednačavanje sa nulom, dovodi do dva moguća ravnotežna položaja

$$2kz_{eq} = \begin{cases} \arcsin \left[\frac{2}{3} \frac{\alpha^3}{N(\alpha)} \frac{\rho_1 g}{\bar{E} k} \right] & \text{donji,} \\ \pi - \arcsin \left[\frac{2}{3} \frac{\alpha^3}{N(\alpha)} \frac{\rho_1 g}{\bar{E} k} \right] & \text{gornji.} \end{cases} \quad (19)$$

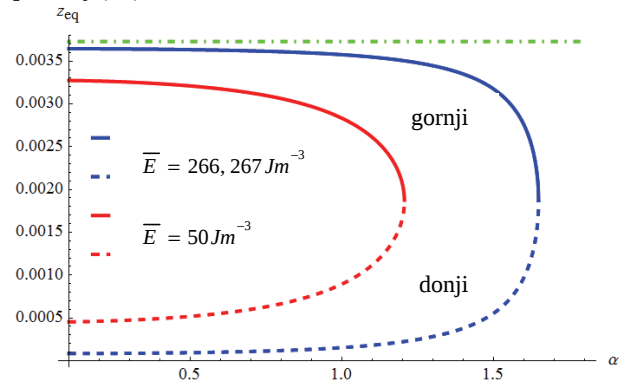
Na osnovu postojanja rešenja jednačine (19), sledi da je minimalna zvučna energija potrebna za akustičku levitaciju u gravitacionom polju data sa

$$\bar{E}_{min} = \frac{2}{3} \frac{\alpha^3}{N(\alpha)} \frac{\rho_1 g}{k}. \quad (20)$$

Za male sfere, ovaj izraz se aproksimira sa

$$\bar{E}_{min} \approx \frac{4}{5} \frac{\rho_1 g}{k}. \quad (21)$$

Slika 5 prikazuje položaje ravnoteže koji slede iz jednačine (19) za dve vrednosti $\bar{E}$, kao i ravnotežni položaj (15).



Slika 5. Položaji ravnoteže, jednačina (19) (puna linija – gornji, isprekidana – donji, crta-tačka – trbuh) za $k=421,321m^{-1}$, $\rho_1=997kgm^{-3}$ i različito $\bar{E}$.

Linearna diferencijalna jednačina poremećaja ima oblik:

$$\delta \ddot{z} \pm 2gk \sqrt{\tilde{E}^2 - 1} \delta z = 0, \quad (22)$$

gde znak plus odgovara gornjem, a znak minus donjem položaju ravnoteže.

Može se zaključiti da je gornji položaj stabilan, a donji položaj nestabilan (bezdimenzijska gustina zvučne energije je obeležena sa $\tilde{E} = \bar{E} / \bar{E}_{min}$).

3.3. Diferencijalna jednačina kretanja za opšti slučaj

Transformacijom koordinata $\Theta = \pi - 2kh$, diferencijalna jednačinu kretanja za opšti slučaj glasi [3]:

$$\ddot{\Theta} + b_\Theta \sin \Theta = 0,$$

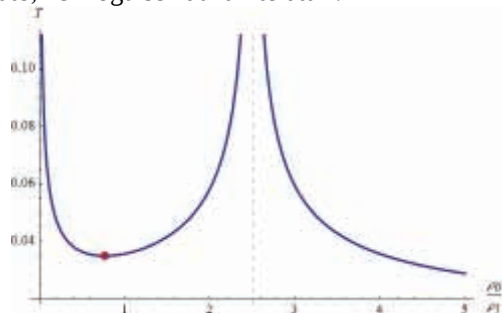
$$b_\Theta = A^2 k^4 \frac{\rho_0}{\rho_1} \left(5 - 2 \frac{\rho_0}{\rho_1} \right) \left(2 + \frac{\rho_0}{\rho_1} \right)^{-2}. \quad (23a,b)$$

Jednačina (23a) ima identičan oblik sa diferencijalnom jednačinom kretanja matematičkog klatna [7], za koju je poznato tačno analitičko rešenje za oscilatorno kretanje oko stabilnog položaja ravnoteže i period oscilovanja. Izraz za tačan period oscilovanja T sadrži eliptički integral prve vrste $K(\kappa)$ i dat je sa

$$T = \frac{4K(\kappa)}{b_\Theta}, \quad (24)$$

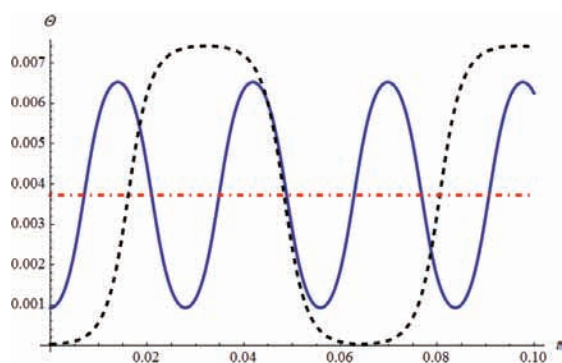
gde je $\kappa = \cos(kh_0)$, pri čemu h_0 definiše početni položaj. Fiksiranjem vrednosti za h_0 , može se ispitati uticaj odnosa gustine sredine i sfere na period oscilovanja

pomoću jednačine (24), što je prikazano na Slici 6. Grafik ima dve grane – levu i desnu. Leva grana grafika odgovara slučaju levitacije gušćih objekata i retkim sredinama, dok desni deo prikazuje obrnuto. Krive imaju vertikalnu asimptotu i teže beskonačnosti za odnos gustina od $5/2$ (isprekidana linija na Slici 6). Uočava se da u oblasti $\rho_0/\rho_1 < 5/2$, period ima minimum za odnos gustina od $10/13$ (Crvena tačka na Slici 6). Ovi rezultati izvedeni na osnovu Slike 6 su novi, i koliko je autorima poznato, ne mogu se naći u literaturi.

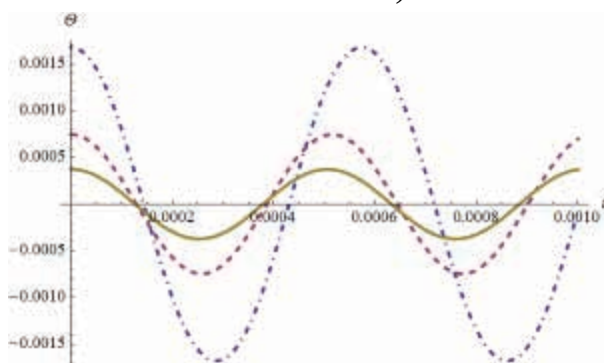


Slika 6. Promena perioda oscilovanja sa odnosom ρ_0/ρ_1 za $k=421,321\text{m}^{-1}$, $A=0,05\text{m}^2\text{s}^{-1}$.

Promena karaktera ponašanja i perioda oscilovanja sa početnom amplitudom uočljiva je i na Slikama 7 i 8, koje su dobijene direktnim numeričkim rešavanjem jednačine (23a,b) za različit početni položaj, dok je početna brzina uvek usvajana kao nulta. Slika 7 ilustruje kretanje oko netrivialnog položaja (trbuha), a Slika 8 oko trivialnog položaja ravnoteže (čvora).



Slika 7. Kretanje dobijeno numerički iz (23a,b), ($k=421,321\text{m}^{-1}$, $A=0,05\text{m}^2\text{s}^{-1}$, $\rho_0=1,2\text{kgm}^{-3}$, $\rho_1=997\text{kgm}^{-3}$, (puna linija – $h_0=0,25\pi/2k$, isprekidana – $h_0=0,01\pi/2k$, crta-tačka – trbuh).



Slika 8. Kretanje dobijeno numerički iz (23a,b) za ($k=421,321\text{m}^{-1}$, $A=0,05\text{m}^2\text{s}^{-1}$, $\rho_0=997\text{kgm}^{-3}$, $\rho_1=1,2\text{kgm}^{-3}$, (puna linija – $h_0=0,1\pi/2k$, isprekidana – $h_0=0,2\pi/2k$, tačka-crta – $h_0=0,45\pi/2k$).

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu razmatrano je ponašanje krute sfere unutar zvučnog polja stojećeg talasa. U zavisnosti od pretpostavke o kretanju i brzini centra sfere, razmatraju se dva slučaja: ravnomerno kretanje centra sfere i opšti slučaj. Na osnovu aproksimativnog rešenja za potencijal brzine i integracije osrednjene varijacije pritiska u toku jednog perioda stojećeg talasa, dobijen je analitički izraz za osrednjenu silu pritiska. Ovaj izraz je poslužio najpre za određivanje ravnotežnih položaja u bestežinskom stanju prvog razmatranog slučaja, dajući stabilne položaje ravnoteže u trbusima polja brzine i nestabilne u trbusima polja pritiska. Za levitiranje sfere u polju gravitacije postoji minimum gustine zvučne energije koju izvor zvuka mora da obezbedi, inače akustička levitacija nije moguća. Ovaj minimum je dobijen i za male sfere čiji je obim mnogo manji od talasne dužine. Takođe, određeni su parovi ravnotežnih položaja pri dejstvu gravitacione sile: gornji - stabilan i donji - nestabilan.

Jednačina kretanja sfere u zvučnom polju stojećeg talasa u opštem slučaju ima isti oblik sa jednačinom kretanja matematičkog klatna, na osnovu čega je moguće odrediti tačan izraz za period oscilovanja preko eliptičnog integrala prve vrste. Zbog nelinearne prirode ovih oscilacija, period oscilovanja zavisi od parametara sistema i od početnih uslova. U radu je pokazana i promena period oscilovanja sa odnosom gustine sredine i sfere.

5. LITERATURA

- [1] Lord Rayleigh, „On the circulation of air observed in Kundt's tubes”, Philosophical Transactions, A175, 1-21, 1884.
- [2] Lord Rayleigh, „On the pressure of vibrations”, Philosophical magazine, Vol. 3, 338, 1902.
- [3] L. V. King, „On the acoustic radiation pressure on spheres”, Proceedings of the Royal Society, Ser. A, Vol. 147, 212-240, 1934.
- [4] L. P. Gorkov, „On the forces acting on a small particle in an acoustical field in an ideal fluid”, Soviet Physics - Doklady, Vol. 6, 773-775, 1962.
- [5] H. Lamb, „Hydrodynamics”, 6th Ed. Cambridge University Press, 1959.
- [6] V. D. Lupi, „The Development of an Acoustic Levitation Test Facility for Cloud Physics Research”, S.B., Massachusetts Institute of Technology, 1989.
- [7] A. H. Nayfeh, D. T. Mook, „Nonlinear Oscillations”, Wiley, 1995.

Kratka biografija:

Nemanja Andonovski rođen je u Zrenjaninu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo – Tehnička mehanika i dizajn u tehnici odbranio je 2015.god.

E-mail adresa: andonovskinemanja@gmail.com

Ivana Kovačić je redovni profesor na Fakultetu tehničkih nauka za UNO Mehanika. Bavi se kvalitativnom i kvantitativnom analizom nelinearnih oscilatornih sistema.

E-mail adresa: ivanakov@uns.ac.rs

KULE ZA HLAĐENJE**COOLING TOWERS**Dragana Petrović, Dušan Gvozdenac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada prikazane su teorijske osnove vezane za kule za hlađenje. Obradivane su kule sa hlađenjem sa suprotnosmernim strujanjem, kao i kule za hlađenje s unakrsnim strujanjem. Za proračun kule za hlađenje sa suprotnosmernim strujanjem korišćen je program Cooling tower. Program je baziran na rešenju četiri problema.

Abstract – In this paper, the theoretical basis related to the cooling towers are elaborated. The Paper deals with cooling towers with counter flow and cooling towers with cross-flow. For the calculation of cooling towers with counterflow program Cooling tower was used. The program is based on solving four problems.

Ključne reči: Counter flow cooling towers, the range of potential, the degree of cooling.

1. UVOD

Poslednjih godina dosta se napora ulaže u proučavanje tradicionalnih načina hlađenja objekata i njihovo unapređenje, odnosno prilagođavanje savremenim standardima. Koji će sistem biti primenjen i u kojoj meri će biti uspešan zavisi pre performansi svega od klimatskih i mikroklimatskih uslova koji vladaju na lokaciji.

U vreme sve veće potražnje za energijom i vodom, inženjeri treba da obrate više pažnje na projektovanje inovativnih energetski efikasnih sistema zajedno sa očuvanjem prirodnih resursa u cilju smanjenja njihovog uticaja na životnu sredinu.

Povećanje temperature vazduha u poslednjim decenijama vodilo je i do povećanja potreba za hlađenjem objekata, posebno javnih zgrada, u letnjim mesecima. Problem hlađenja zgrade rešavan je mehaničkim sistemima hlađenja. Uvođenje ovih sistema pružalo je mogućnost arhitektama da projektuju objekte nezavisno od klimatskih uslova lokacije. Sa druge strane energija potrebna za pokretanje sistema hlađenja povećavala je troškove eksploatacije objekata u toj meri da su se oni u mnogim slučajevima izjednačavali sa troškovima, odnosno energijom potrebnom za grejanje objekata. Problem smanjenja potrebne energije za grejanje postojećih objekata uspešno se rešava uvođenjem odgovarajuće izolacije, dok hlađenje objekta prirodnim putem predstavlja znatno veći problem s obzirom da se prilikom projektovanja nije vodilo računa o faktorima potrebnim za prirodnu ventilaciju.

NAPOMENA:

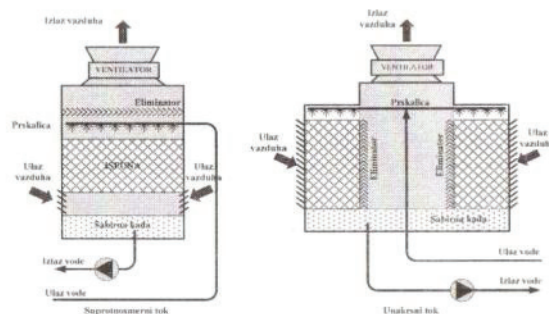
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dušan Gvozdenac, red.prof.

U toplim i vlažnim predelima, značajna količina energije se koristi za hlađenje i odvlaživanje spoljnog vazduha. U odnosu na tipične zgrade kancelarijskog tipa, sistemi KGH u prostorijama kao što su bolnice, laboratorije ili operacione sale mogu da konzumiraju 5–10 puta više energije. Ova povećana potrošnja energije je posledica faktora poput snabdevanja velikim količinama 100% spoljnim vazduhom, neprekidnog rada, stroge kontrole unutrašnjih parametara vazduha, velikog kapaciteta ventilatora, itd. Istovremeno, očito je da postoji neravnoteža između postojeće cene vode i njene stvarne važnosti za društvo i životnu sredinu. Iako prečišćena i širom distribuirana, voda je dostupna po tako niskoj ceni da se vrlo često neracionalno troši, tj. bespovratno rasipa.

U umerenim klimatskim predelima, latentno opterećenje je promenljivo tokom godine, što podrazumeva neusaglašenu proizvodnju kondenzata. Ove fluktuacije onemogućavaju neprestalnu eksploataciju kondenzata tokom godine. S druge strane, u toplim i vlažnim predelima, latentna toplota je dovoljno velika da se proizvede značajna količina kondenzata tokom čitave godine. Pored klimatskih uslova, značajni faktori koji određuju da li je eksploatacija kondenzata isplativ poduhvat, jesu količina potrebnog spoljnog vazduha, kapacitet, broj i pristupačnost, lokacija krajnjeg korisnika kondenzata itd.

2. RASHLADNA KULA SA VENTILATOROM

Unutrašnjost ove vrste kule može biti ispunjen sprejom u obliku kapljica vode iz prskalice ili ispunjen plastičnim ili keramičkim punjenjem u kojem voda teče od vrha prema dnu. U većini slučajeva koristi se kombinacija punjenja sprejom plastike ili keramike. Pre ispuštanja u atmosferu izlazni vazduh prolazi kroz eliminator kapi kojim se vraćaju u kulu vodene kapi prenete sa vazdušnom strujom.



Slika 1. Šematski prikaz suprotnosmerne kule za hlađenje i kule s unakrsnim strujanjem

Suprotnosmerne kule za hlađenje imaju teorijski jednoliku izlaznu temperaturu vlažnog termometra. Kule za

hlađenje sa unakrsnim strujanjem imaju velike varijacije izlazne temperature vlažnog termometra, koji je vodeći faktor gubicima isparavanja. Ove kule se obično postavljaju na krovove zgrada, dok su suprotnosmerne kule manjih dimenzija i bolje se uklapaju u okruženje.

3. PRINCIP RADA KULE ZA HLAĐENJE

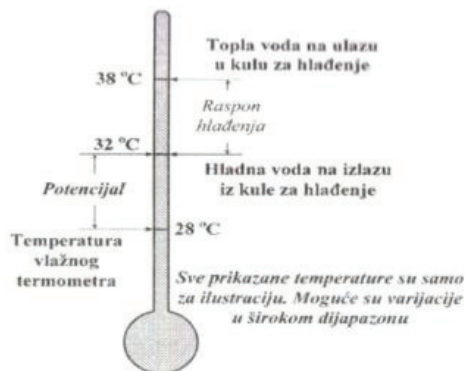
Kula za hlađenje hladi vodu dovodeći je u dodir sa vazduhom, pri čemu deo vode isparava. Jedan ili više aksijalnih ili centrifugalnih ventilatora pokreće vazduh vertikalno prema vrhu kule ili horizontalno kroz kulu. Voda kroz prskalice kvasi ispunu formirajući film koji se sliva prema sabirnoj kadi. Slivanjem niz kulu iz jedne pregrade u drugu postiže se efekat velike površine vode. Ispune i prskalice služe da oforme što veću površinu kontakta između vazduha i vode.

Karakteristike kule za hlađenje često se izražavaju u obliku **temperaturskog raspona** i **potencijala**. **Raspon** je razlika temperature između tople vode koja ulazi u kulu i temperature hladne vode na izlazu iz kule. **Potencijal** je razlika temperature između temperature hladne vode na izlazu kule i temperature vlažnog termometra okolnog vazduha. Temperaturski raspon i potencijal moraju biti veći od nule u normalnom pogonu kule za hlađenje. Najčešće vrednosti oba ova parametra su oko 5°C. Projektanti koriste parametre i geometriju kule za hlađenje da bi postigli ove temperaturske razlike u praksi. Ovi i drugi parametri su tradicionalno zastupljeni u projektantskoj praksi što ne znači da su i najbolji. Njihove vrednosti su jako bitne za dimenzionisanje kule za hlađenje kao i za njenu vrednost. Ekonomski parametri se menjaju tokom vremena. Nema sumnje da postoji optimum, ali ga je vrlo teško pratiti, jer zahteva česte promene u tehnologiji proizvodnje kule za hlađenje. To je ipak, veoma skupo.

U rashladnoj kuli, prenos toplote i mase odvija se od vode ka nezasićenom vazduhu. Dva su osnova pokretača sledećih simulativnih procesa:

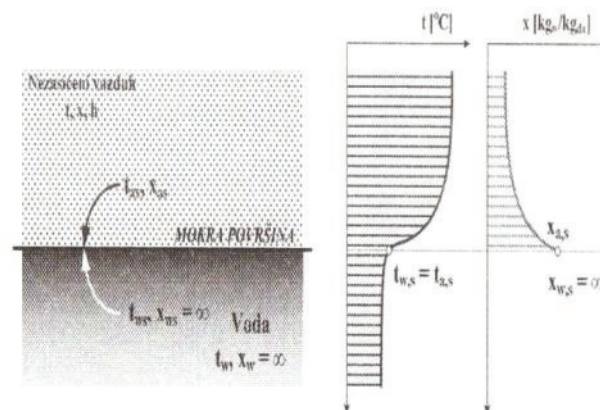
- Razlike u temperature suvog termometra
- Razlike u parcijalnim pritiscima pare na površini vode i u nezasićenom vazduhu

Entalpijski potencijal čine ova dva pokretača zajedno.



Slika 2. Ilustracija definicije pojmova Raspon i Potencijala

Iznad površine tečnosti postoji sloj (tanki film) vazduha u kojem postoji gradijent temperature i pritiska pare. U neposrednoj blizini vlažne površine, vazduh je zasićen pri $t_{a,s}, x_{a,s}$ i $h_{a,s}$. Brzina difuzije vodene pare kroz sloj vazduha biće jednaka brzini kondenzacije ili isparavanja vode na površini. Usled procesa kondenzacije ili isparavanja koji je pojavljuje iznad vlažne površine, postoji razlika entalpija između nezasićenog i zasićenog vazduha ($h - h_{a,s}$). Ovaj proces se definiše kao **entalpijski potencijal**. Glavni je pokretač ukupnog procesa prenosa energije između nezasićenog vazduha i vode.



Slika 3. Jedan od mogućih profila temperature i apsolutne vlažnosti vazduha iznad vlažne površine

4. PRORAČUN I ANALIZA

Teško je odrediti tipove proračuna potrebe za detaljan energetski pregled. Međutim znaju se najčešće korišćeni proračuni. Energetski pregled se zasniva na svakodnevnom merenjima koja provode tehnička lica i koja zapisuju u dnevne pogonske dnevnike ili provođenjem naprednih merenja spremljenih unapred sa posrednim ciljem koji će rezultirati energetskom uštedom.

Korišćenjem **COOLING TOWER** vrši se proračun kule za hlađenje koji nudi rešenje 4 problema za suprotnosmerne kule za hlađenje i za kule sa unakrsnim strujanjem:

1. Određivanje pokazatelja performansi
2. Poređenje pokazatelja performansi kule za hlađenje sa projektovanim vrednostima (test prihvatljivosti)
3. Uticaj promene masenih protoka vazduha i vode
4. Proračun masenog protoka vode za dato opterećenje i temperature vlažnog termometra

Pokazatelji performansi kule za hlađenje su:

1. Broj jedinica prenosa (NTU):

$$NTU = \frac{h_c \cdot A}{c_{p,m}}$$

$c_{p,m}$ – srednja izobarna specifična toplota vlažnog vazduha [$kJ/(kgK)$]

2. Toplotni kapacitet (Q):

$$Q = L \cdot 4,19 \cdot (T_{v,iz} - T_{v,ul}) [kW]$$

3. Raspon (r):

$$r = T_{v,ul} - T_{v,iz} [^{\circ}C]$$

4. Potencijal (a):

$$a = T_{v,iz} - t_{a,mt,ul} [^{\circ}C]$$

5. Stepen hlađenja (η_{CT}):

$$\eta_{CT} = \frac{T_{v,ul} - T_{v,iz}}{T_{v,ul} - t_{a,mt,ul}} [-]$$

5. ZAKLJUČAK

U radu su prikazane teorijske osnove kule za hlađenje. Obradeni su tipovi kule za hlađenje, princip rada kule i proračun. Pored toga proučavana je i praktična analiza kule za hlađenje kao i energetski pregled kule. Veoma značajno za ovaj rad je i prikaz mogućih energetskih ušteda energije. Proračun u radu je baziran na stvarnim vrednostima što je veoma bitno. Obradivane su tri kule za hlađenje koje se nalaze na teritoriji AP Vojvodine i služe za hlađenje pogona jedne uljare.

Ulazni podaci za ove kule su: temperature vlažnog termometra okoline $23^{\circ}C$, ulazna temperature vode $34^{\circ}C$, izlazna temperature vode $28^{\circ}C$, protok vode 55 kg/s, protok vazduha 35 kg/s. U okviru sistema su cirkulaciona i napojna pumpu snaga elektromotora po 75 kW, protoka 10000 l/min i broja obrataja 1475 o/min.

Ubacivanjem ovih podataka u program COOLING TOWER dobiju se ponuđena četiri rešenja ali o tome je već bilo reči u prethodnom delu. Veoma značajan podatak za nas je NTU. Ovaj parameter se dobija primenom problema 1 može se zaključiti da na njega utiče promena relativne vlažnosti i što je relativan vlažnost veća to je NTU veći. Još jedan parameter koji utiče na NTU je protok vazduha. Što je protok vazduha manji to je NTU veći.

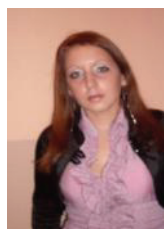
Ukoliko se promeni protok vode takođe će se promeniti NTU. Ako je protok vode veći to je i veća vrednost NTU. Variacijom ulaznih podataka dolazi se do zaključka da na toplotni kapacitet utiču parametri protoka vode i odnos L/G. Kada je protok vode veći dobija se veći rashladni kapacitet i ako je odnos L/G manji tada je takođe rashladni kapacitet veći.

6. LITERATURA

[1] Dušan Gvozdenac, Ištvan Vanjur: Rashladna tehnika, Fakultet Tehničkih nauka (2014)

[2] <http://www.ctdoc.com> (Cooling Tower Doctor)

Kratka biografija:



Dragana Petrović rođena je u Loznici 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Rashladna tehnika odbranila je 2015.god.

**OPTIMIZACIJA PROIZVODNIH I LOGISTIČKIH PROCESA PRIMENOM
SIMULACIJA NA PRIMERU JEDNE MAŠ. RADIONICE****OPTIMIZATION OF PRODUCTION AND LOGISTICS PROCESSES USING
SIMULATION IN THE EVENT OF A MECHANICAL WORKSHOP**

Dušan Đukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj master rad bavi se analizom trenutnog stanja jedne mašinske radionice pomoću simulacionog programa *Enterpryise Dynamics*, nakon čega su predložene određene izmene u cilju postizanja optimizacije proizvodnje, takođe primenom programskog paketa *ED*. U radu su prikazane uvedene izmene kao i rezultati i dijagrami na osnovu kojih možemo zaključiti koji su segmenti proizvodnje poboljšani.

Abstract – This master thesis analyzes the current state of a machine shop using a simulation program *Enterpryise Dynamics*, after which they proposed some amendments in order to achieve optimization of production, also using the software package *ED*. The paper describes the changes introduced and the results and diagrams on the basis of which we can conclude that the production segments improved

Ključne reči: Optimizacija, mašinska radionica, simulacije.

1. UVOD**1.1 OPTIMIZACIJA PROIZVODNJE**

Pojam optimizacije, direktno ili indirektno, povezan je sa troškovima proizvodnje. Pojam optimizacije može se definisati kao skup radnji koje neki zastareli i inertni proces pretvaraju u savremeniji, jeftiniji, brži. Optimizaciji prethodi analiza, kako bi se uočile najslabije tačke u proizvodnji, zatim se prelazi na iznošenje ideja i njihovo vrednovanje. Na kraju se vrši implementacija najboljih ideja u sistem.

1.2 SIMULACIJE KAO METOD OPTIMIZACIJE

Simulacioni model predstavlja uprošćeni prikaz realnog modela. Primenom simulacija može se izvršiti: opis dinamičkog ponašanja modela u realnom vremenu, vršiti različiti eksperimenti nad modelom uz minimalne troškove, utrošeno vreme i bez opasnosti po čoveka ili okolinu (slika 1).

Pre početka izrade simulacionog modela treba da se zapitamo, koji je krajnji cilj koji treba da postignemo? Nisu svi parametri relevantni pri izgradnji modela, veoma je bitno izdvojiti i naglasiti one bitne. Većinu parametara nije moguće uneti kao egzaktnu vrednost već samo kao određeni dijapazon vrednosti u kojem opsegu se nešto očekuje.

NAPOMENA:

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



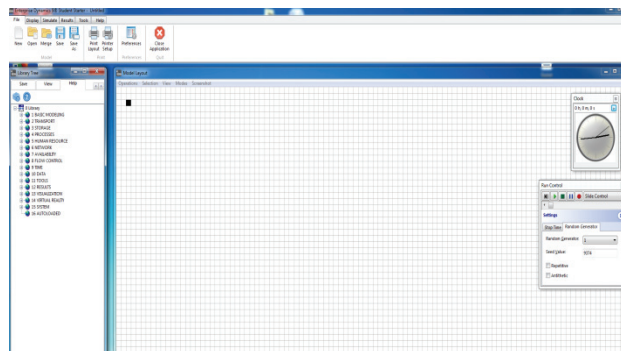
Slika 1. *Можућности симулација и границе*

1.3 ENTERPRYISE DYNAMICS (ED)

Programski paket *Enterpryise Dynamics* namenjen je za simulaciju tokova materijala u proizvodnim linijama, aerodromima, lukama, transportnim sistemima i sl. Model predstavlja računarski prikaz realno sistema. Atom je element sistema kojim se predstavlja funkcionalni deo realnog sistema.

Određen je ulaznim i izlaznim kanalima, kao i parametrima pomoću kojih se dovodi u vezu sa ostalim atomima. Po aktiviranju *ED* na ekranu se pojavljuje prozor sa 3 celine: **tool bar**, **model tree** i **basic layout** (slika 2).

U **tool bar**-u su smeštene ikonice sa atomima kao i alati za rad u softveru. U **library tree** obuhvata listu svih atoma koji mogu biti iskorišćeni pri izgradnji modela. Sastoji se od 16 grupa u okviru kojih su atomi razvrstani prema funkciji. **Library tree** može biti transformisan u **model tree** koji sadrži listu vec upotrebljenih atoma



Slika 2. *Korisnički interfejs ED*

2. SIMULACIONI MODEL MAŠINSKE RADIONICE

2.1. DEFINISANJE ZADATKA

U radu će se posmatrati proizvodnja jedne mašinske radionice koja se bavi izradom poljoprivrednih priključnih mašina špartači i drljače. Razmotriće se trenutno stanje u proizvodnji, uočiti nedostaci, zatim će biti dat predlog unapređenja kao i njegovi rezultati na osnovu kojih može se zaključiti šta je sve postignuto uvedenim izmenama.

2.2. PROSTORNI RASPORED RADIONICE

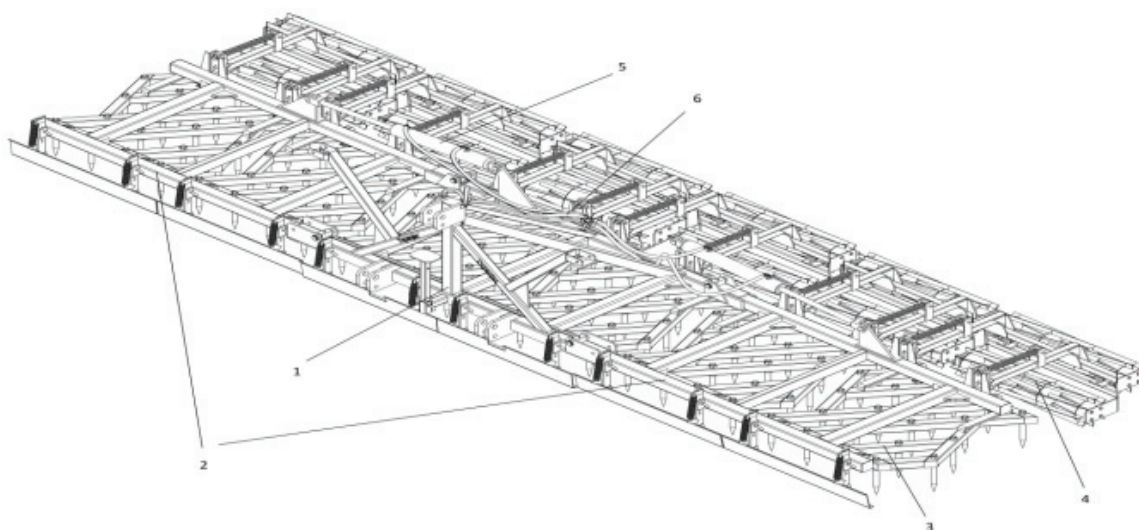
Mašinska radionica sastoji se iz dva objekta (hale). Prva hala je dimenzija 85x30x15m, oblika ćiriličnog slova П,

druga hala je udaljena od prve 2 km i njene dimenzije su 100x50x15m, pravougaonog oblika i potpuno zatvorena. U prvoj hali se obavljaju procesi: zavarivanja, bušenja, glodanja, struganja, sečenja i prosecanja, farbanja i finalnog sklapanja. U hali dva se odvijaju procesi mašinsko sečenja na testeri i sečenje sa plazmom.

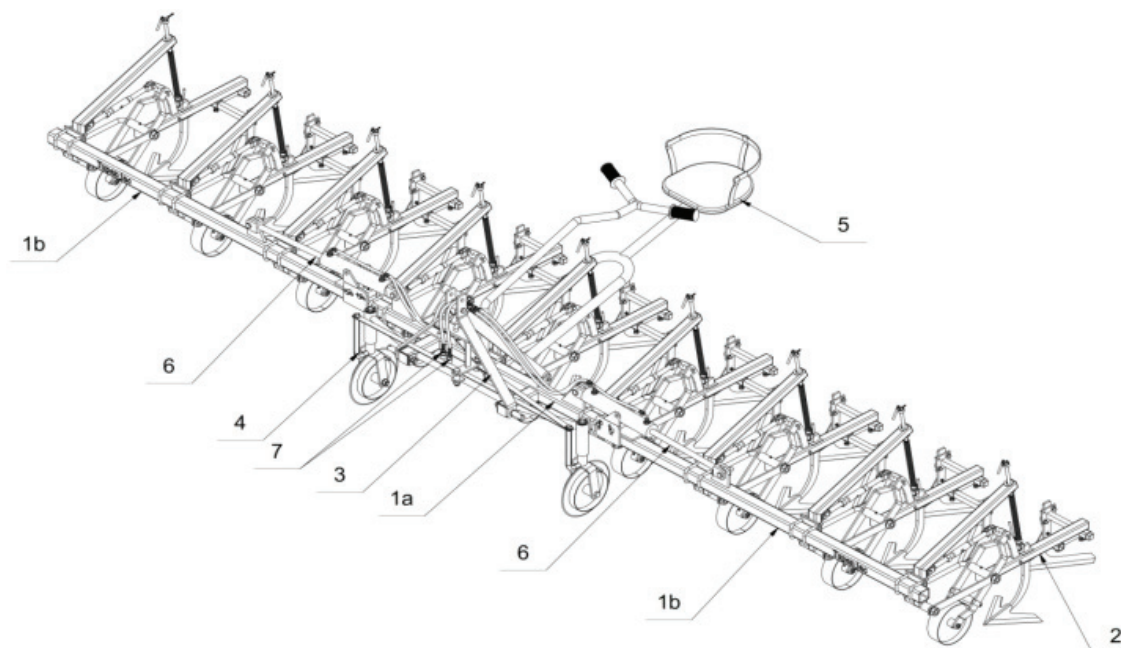
2.3. TOKOVI MATERIJALA U PROIZVODNJI

Drljača - predstavlja priključnu poljoprivrednu mašinu namenjenu za predsetvenu pripremu zemljišta, razbijanje pokorice i usitnjavanje zemljišta (slika 3).

Špartač - predstavlja poljoprivrednu priključnu mašinu za obradu zemljišta širokorednih vrsta (slika 4).



Slika 3. Sklopni crtež drljače: (1) srednja greda, (2) bočne grede, (3) sekcija krila, (4) sekcija rotora, (5) hidraulični cilindri, (6) hidraulična creva



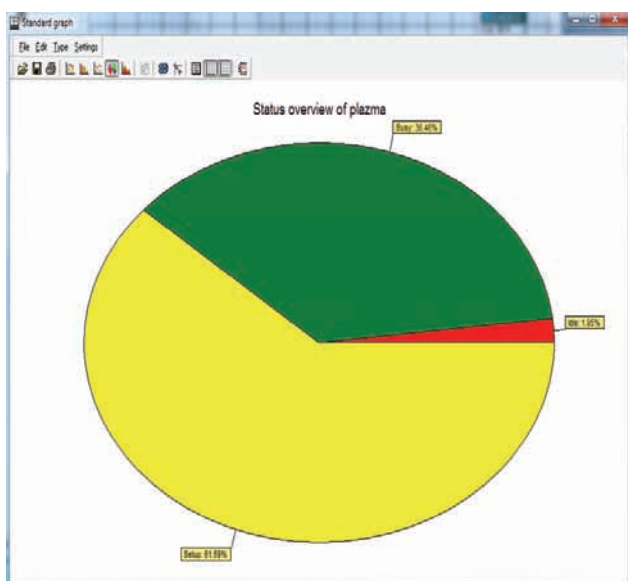
Slika 4. Sklopni crtež špartača: (1a) srednji ram, (1b) bočni ramovi, (2) sekcija, (3) vešanje u 3 tačke, (4) kopirni točak, (5) sedište, (6) hidraulični cilindar, (7) hidraulična creva

2.4 SIMULACIJA TRENUTNOG STANJA

Za uspešno kreiranje modela trenutnog stanja u simulaciju je uvrešteno preko 70 atoma sa svim bitnim parametrima dobijenim na osnovu merenja, posmatranja kao i razgovora sa odgovornim licima u pogonu. Dobijeni rezultati prikazani su pomoću dijagrama.

2.4.1 DIJAGRAMI STANJA

Mašina za sečenje plazmom - efektivno vreme rada iznosi 36,46% ukupnog vremena. Vreme koje se troši na pripremu mašine za rad iznosi 61,59%, od čega 30% se troši na samu pripremu a ostalih 31,59% smatra se izgubljenim vremenom kada radnik odlazi sa mašine da bi prikupio šta mu je potrebno. Vreme kada je mašina neiskorišćena iznosi 1,95%. (slika 5).



Slika 5. Dijagram sečenja na plazmi:
(zelena - busy, žuta - setup, crvena - idle)

2.4.2 ANALIZA REZULTATA

Na osnovu dobijenih rezultata izvedeni su određeni zaključci: mala iskorišćenost mašina, veliko vreme koje se troši na pripremu, pojava vremena kada mašina čeka da bi prikupila sve potrebne elemente kao i vreme kada je blokirana usled pojave uskih grla u proizvodnji. Neiskorišćenost hale 2, gubitci usled transporta iz hale u halu. Preveliki broj međuskладишта, pravljenje velikih zaliha, vreme koje se gubi ns prikupljanje kao i loše osmišljen prostorni raspored samih mašina.

3. PREDLOG UNAPREĐENJA MAŠINSKE RADIONICE

3.1. PREDLOG UNAPREĐENJA PROSTORNOG RAZMEŠTAJA

Ideja za mogući prostorni raspored je zasnovana na pretpostavci da je moguće izmestiti sve mašine u jednu halu. Kako bi se eliminisao transport iz hale u halu i

omogućio neprekidan tok proizvodnje. Takođe isplanirano je kretanje viljuškara tako da je on zaposlen 90% vremena. Kretanje viljuškara je uređeno tako da se kreće po mreži po putanji koja ne ometa kretanje i rad samih radnika u proizvodnji. Smanjen je broj međuskладишта kao i stvaranje samih zaliha. Delimičnom upotrebom LEAN koncepta eliminisano je vreme prikupljanja potrebnih elemenata i samim tim smanjeno i vreme pripreme.

3.2 TOK PROIZVODNJE

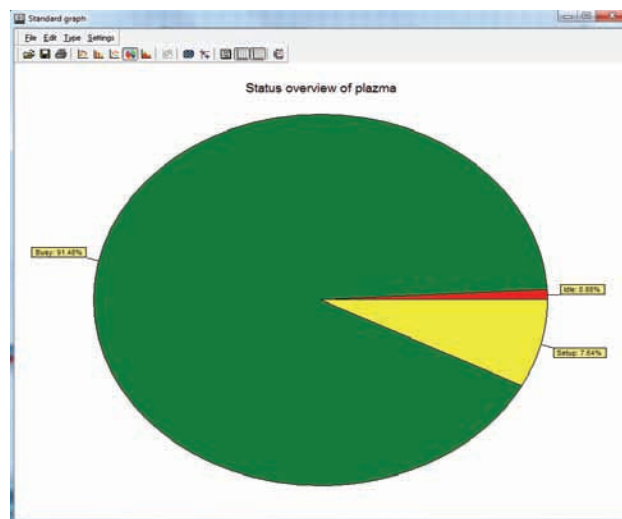
Tok proizvodnje je identičan kao kod trenutnog stanja mainske radionice jer elementi, podsklopovi i sklopovi odlaze istim redosledom na definisane procese obrade.

3.3 SIMULACIJA IDEJNOG REŠENJA

U simulaciji idejnog rešenja korišćen je manji broj atom iz razloga što su: svi elementi premešteni u jednu halu, smanjem broj međuskладишта kao i transportnih jedinica. Nakon puštanja simulacije u rad dobijeni su rezultati na osnovu kojih je kapacitet proizvodnje povećan 2 do 3 puta, što je bio jedan od krajnjih ciljeva. Treba napomenuti da uvedene izmene ne zahtevaju velika ulaganja kako u resursima tako i u vremenu.

3.3.1 DIJAGRAMI STANJA

Mašina za sečenje plazmom - efektivno vreme rada iznosi 91,48% ukupnog vremena. Vreme koje se troši na pripremu iznosi 7,64%. Vreme kada je mašina nezaposlena iznosi 0,88% (slika 6).



Slika 6. Dijagram rada procesa sečenja na plazmi:
(zelena - busy, žuta - setup, crvena - idle)

3.3.2 ANALIZA REZULTATA

Na osnovu simulacije predloženog izmenjenog stanja možemo zaključiti: povećana je iskorišćenost svih mašina, smanjeno vreme pripreme, eliminisan su vremena koja su se trošila na prikupljanje kao i vreme kada je mašina bila blokirana, smanjeno je vreme kada je mašina neiskorišćena, povećana iskorišćenost transportera, eliminisano vreme transporta iz hale u halu, primenom LEAN-a povećano

na produktivnost i efikasnost u proizvodnji, smanjen broj skladišta itd..

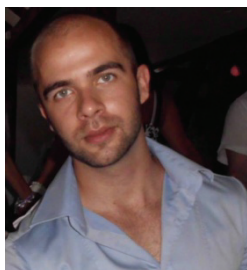
4. ZAKLJUČAK I MOGUĆNOSTI ZA DALJU OPTIMIZACIJU

Za uspešno upravljanje proizvodnjom neophodna je kontinualna optimizacija procesa rada kako bi se održala konkurentnost proizvoda na tržištu. Jedan od alata koji se koristi u svrhu optimizacije jesu simulacije. Simulacije nam omogućavaju analizu postojećih sistema, kao i osmišljanje novih, unapređenih sistema, koji ukoliko se pokažu opravdanim mogu se implementirati u realan sistem. Mogućnosti za dalju optimizaciju: detaljno uređenje međuskladišta (kako njihov prostorni položaj, tako i njihova unutrašnja organizacija), posvetiti više pažnje organizaciji radnika po smenama, ponoljšati ventilaciju u radionicama kako bi se smanjio rizik po zdravlje radnika, moguće uvođenje pokretnih traka i sličnih elemenata, uvođenje JUST IN TIME proizvodnje, potpuna upotreba LEAN koncepta i dr..

5. LITERATURA

- [1] Georgijević Milosav, "Logistika i simulacije", Univerzitet u Novom Sadu, 2001
- [2] Sanja Bojić, Diplomski rad, 2005
- [3] Radanović Rade, "Teorija modeliranja i simulacija", Univerzitet u Novom Sadu, 2005
- [4] M. Stanojević, "Računarska simulacija", Univerzitet u Beogradu, 2007

Kratka biografija:



Dušan Đukić rođen je u Loznici 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo - Logistika i simulacije odbranio je 2015.god.

TOPLITNI MODEL ASINHRONE MAŠINE U PROGRAMSKOM PAKETU MATLAB-SIMULINK**THERMAL MODEL OF ASYNCHRONOUS MACHINE BY MEANS OF THE SOFTWARE PACKAGE MATLAB-SIMULINK**

Svetozar Popov, Veran Vasić, Đura Oros, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad razmatra problematiku toplotnog modelovanja asinhronne mašine (u daljem tekstu AM), realizaciju modela i njegov prikaz pomoću programskog paketa MATLAB – Simulink. Opisan je simulacioni model u celini sa datim očekivanim vrednostima povišenja temperatura posmatranih delova asinhronog motora. Na kraju je dat grafički prikaz promena temperatura razvijenog simulacionog modela tokom prelaznog procesa startovanja asinhronog motora.

Abstract – This paper discusses the problems of thermal modeling of asynchronous machines, the implementation of the thermal model and its representation by means of the software package MATLAB – Simulink. A simulation model as a whole is given in this paper, as well as expected value of the temperature increase of the observed parts of induction motor. A graphical representation of changes in temperature of the developed simulation model during the transition process of starting is given at the end of the paper.

Cljučne reči: Toplotni model AM, simulacioni model, temperaturni porast, MATLAB – Simulink.

1. UVOD

U današnje vreme jedan od glavnih faktora u svetu proizvodnje i eksploatacije električne energije je odnos isplativosti i stepena iskorišćenja samog procesa proizvodnje i transformacije energije.

U procesu razvoja neke električne mašine, značajnu ulogu predstavljaju toplotni procesi i njihove karakteristike. Izvori toplote kod električnih mašina nalaze se uglavnom u elektromagnetno aktivnim delovima, tj. u materijalima koji čine namotaje i gvozdanim delovima statora i rotora.

U ovom radu prikazuje se razvoj jednog toplotnog modela AM. Dizajniranje mehaničkog i električnog dela u procesu kreiranja asinhronne mašine zavisi od poznavanja toka i prenosa toplote unutar same mašine.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio prof. dr Đura Oros.

Analiza toplotnih procesa u električnoj mašini je veoma složena, te se vrlo često primenjuju toplotni modeli koji u zavisnosti od svoje složenosti odslikavaju na bolji ili lošiji način prenošenje toplote i temperaturu pojedinih delova mašine.

2. MREŽNI TOPLITNI MODEL (TNM)

"Lumped-parameter" model, ili češće korišćeni naziv temperaturni mrežni model (TNM) [1], jedan je od najčešće korišćenih toplotnih modela koji se koriste za procenu temperatura i povišenja istih unutar neke posmatrane mašine. Vrednost ovog modela leži u činjenici da mrežni parametri mogu biti izvedeni iz potpunih dimenzionih podataka posmatrane mašine, iz temperaturnih odnosa korišćenih konstrukcionih elemenata pri kreiranju mašine i konstantnih koeficijenata prenosa toplote u mašini. Pored dobre osobine da je predviđanje srednjeg porasta temperature TNM - modelom prilično tačno, veliki nedostatak leži u nemogućnosti predviđanja temperature hot-spot tačke (tačka u mašini sa najvećim porastom temperature). Ovaj model daje dobre rezultate kod srednjih i manjih mašina kao što je ona koja se posmatra u ovom radu. Razvoj "čvor-po-čvor" TNM - modela sprovodi se u sledećim koracima:

- Modelovanje toplotne "mreže" mašine;
- Proračun termalnih otpora i kapacitivnosti;
- Određivanje i proračun gubitaka u mašini;
- Pisanje sistema jednačina za ustaljena i tranzijentna stanja mašine;
- Kompjuterska simulacija termičkog modela;
- Eksperimentalna verifikacija.

U prvom koraku, zahvaljujući analogiji koja postoji između električnog i toplotnog polja, doslovno se formira toplotna mreža posmatrane mašine. Korišćenjem analogije veličinama koje se javljaju u toplotnim procesima dodeljuju se odgovarajuće električne veličine koje ih predstavljaju, sa tim da se ovakva mreža sada posmatra i rešava kao električna. Čvorovi šeme predstavljaju karakteristične temperature posmatranih delova mašine i u njima su smešteni izvori koji simbolišu gubitke koji se razvijaju u tom delu mašine. U toplotnim šemama toplotnoj snazi je analogna električna struja, dok je temperaturi analogan napon. Toplotni kapaciteti se zamenjuju električnim kapacitetima, a koeficijenti

prenosa toplote su analogni sa električnom provodnošću. Sada kada je ovo poznato može se prikazati razvoj modela na jednom asinhronom motoru.

3. TOPLITNI MODEL AM

Posmatra se asinhroni motor Schorch VDE 0530, klase izolacije F, nominalnog napona $U_n = 180 V$ (spoj trougao), nominalne struje $I_n = 18,5 A$, nominalne snage $P_n = 4,8 KW$, nominalne brzine obrtanja $n_n = 1465 rpm$, četvoropolna [2]. Ova mašina se modeluje sa četiri čvora, od kojih je prvim čvorom u razmatranje uzeto gvožđe statora sa kućištem posmatrane mašine, drugim čvorom se modeluje statorski namotaj, trećim čvorom se modeluje rotor u celini, dok je četvrti čvor "fiktivan", tj. predstavlja vazdušni zazor.

Ceo model može se podeliti na dve zavisne zasebne celine, od kojih prvu čini podsistem asinhrona mašine koja se modeluje često korišćenim i dobro poznatim jednačinama [3] i koji ovde neće biti prikazan. Drugu celinu čini toplotni podsistem čiji su ulazni podaci gubici u određenim delovima (čvorovima) mašine (izlazi prvog podsistema). Ovaj podsistem je izmodelovan TNM - modelom čiji su mrežni parametri [2] dati tabelom 1.

Tabela 1. Vrednosti mrežnih parametara [2]

Toplotni kapacitet [$\frac{J}{K}$]	Toplotni otpor [$\frac{K}{W}$]
$C_1 = 22897,175$	$R_{1a} = 0,0416$
$C_2 = 963,308$	$R_{4a} = 0,015$
$C_3 = 3831,132$	$R_{12} = 0,010749$ $R_{24} = 0,16022$
$C_4 = 1006$	$R_{13} = 0,092$ $R_{34} = 0,0948$

Jednačine TNM - modela, u razvijenoj formi, kojima su modelovane promene temperatura u posmatranim čvorovima su:

$$\frac{d\vartheta_1}{dt} = \frac{1}{C_1} \cdot \left(P_1 - \frac{1}{R_{1a}} \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_a) - \frac{1}{R_{12}} \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_2) - \frac{1}{R_{13}} \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_3) \right) \quad (1)$$

$$\frac{d\vartheta_2}{dt} = \frac{1}{C_2} \cdot \left(P_2 - \frac{1}{R_{24}} \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_4) - \frac{1}{R_{21}} \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1) \right) \quad (2)$$

$$\frac{d\vartheta_3}{dt} = \frac{1}{C_3} \cdot \left(P_3 - \frac{1}{R_{31}} \cdot (\vartheta_3 - \vartheta_1) - \frac{1}{R_{34}} \cdot (\vartheta_3 - \vartheta_4) \right) \quad (3)$$

$$\frac{d\vartheta_4}{dt} = \frac{1}{C_4} \cdot \left(P_4 - \frac{1}{R_{4a}} \cdot (\vartheta_4 - \vartheta_a) - \frac{1}{R_{42}} \cdot (\vartheta_4 - \vartheta_2) - \frac{1}{R_{43}} \cdot (\vartheta_4 - \vartheta_3) \right) \quad (4)$$

U ovim jednačinama sa $P_1 \dots P_4$ su označeni gubici u odgovarajućim čvorovima, sa $\vartheta_1 \dots \vartheta_4$ temperature u posmatranim čvorovima, dok je sa ϑ_a data temperatura ambijenta koja je uzeta kao stalna i iznosi $20^\circ C$. Treba

napomenuti da među toplotnim otporima važe sledeće relacije: $R_{12} = R_{21}, R_{13} = R_{31}, R_{24} = R_{42}, R_{34} = R_{43}$. U samom simulacionom modelu toplotnog podsistema koji će biti prikazan na slici 1, i simulacionom modelu u celini na slici 2, predikcije temperatura su obeležene sa $T_1 \dots T_4$.

4. SIMULACIONI MODEL TOPLITNOG PONAŠANJA AM U MATLAB-u

Sada kada su poznati i izmodelovani svi potrebni delovi posmatrana dva podsistema (podsistem AM i toplotni podsistem) prelazi se na simulaciju u programskom paketu MATLAB – Simulink [4]. Cilj simulacije predstavlja dobijanje promena temperatura pojedinih delova posmatrane mašine koji su ranije modelovani i predstavljeni čvorovima 1 do 4. Posmatra se start nominalno opterećene asinhrona mašine. Simulacijom je obuhvaćen period od $t = 3 s$. Kao što je već rečeno, izlazne veličine podsistema AM su:

- Gubici u gvožđu statora; oni predstavljaju ulaznu veličinu za toplotni podsistem, a u ranije navedenim jednačinama su označeni sa P_1 (u ovom radu uzeti su kao konstantni zbog svoje zavisnosti od učestanosti statorskih električnih veličina koja je stalna i jednaka mrežnoj $f = 50 Hz$);
- Gubici u statorskom namotu, koji su takođe ulazna veličina toplotnog podsistema; u gornjim jednačinama obeleženi sa P_2 ;
- Zbir gubitaka u paketu limova rotora i gubitaka u rotorskom namotu; (u gornjim jednačinama obeleženi sa P_3 i kao takvi su ulazna veličina za toplotni podsistem).

Ulaz toplotnog podsistema je takođe temperatura ambijenta koja je u simulacionom modelu i toplotnom podsistemu obeležena sa T_a , a u gornjim jednačinama sa ϑ_a .

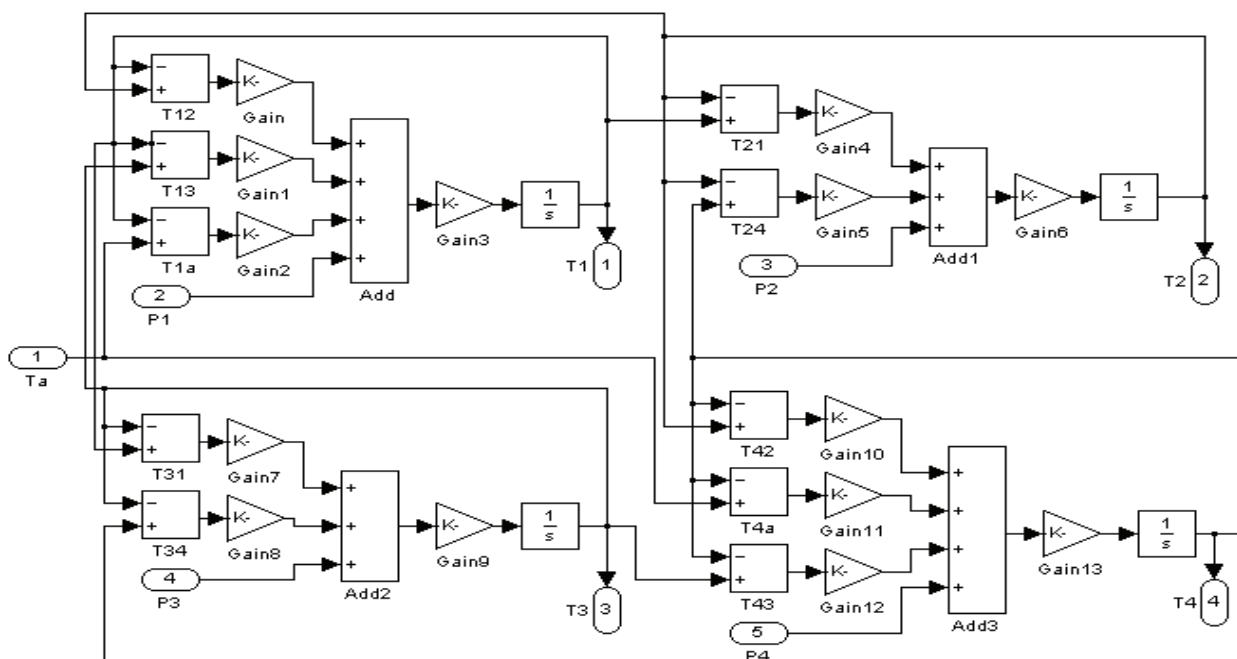
Na slici 1 prikazan je toplotni podsistem razmatranog simulacionog modela u programskom paketu MATLAB – Simulink, dok je na slici 2 dat simulacioni toplotni model posmatrane asinhrona mašine u celosti.

Na slikama se jasno vidi da je data mogućnost praćenja promena statorske struje kao i elektromagnetnog momenta u toku trajanja simulacije.

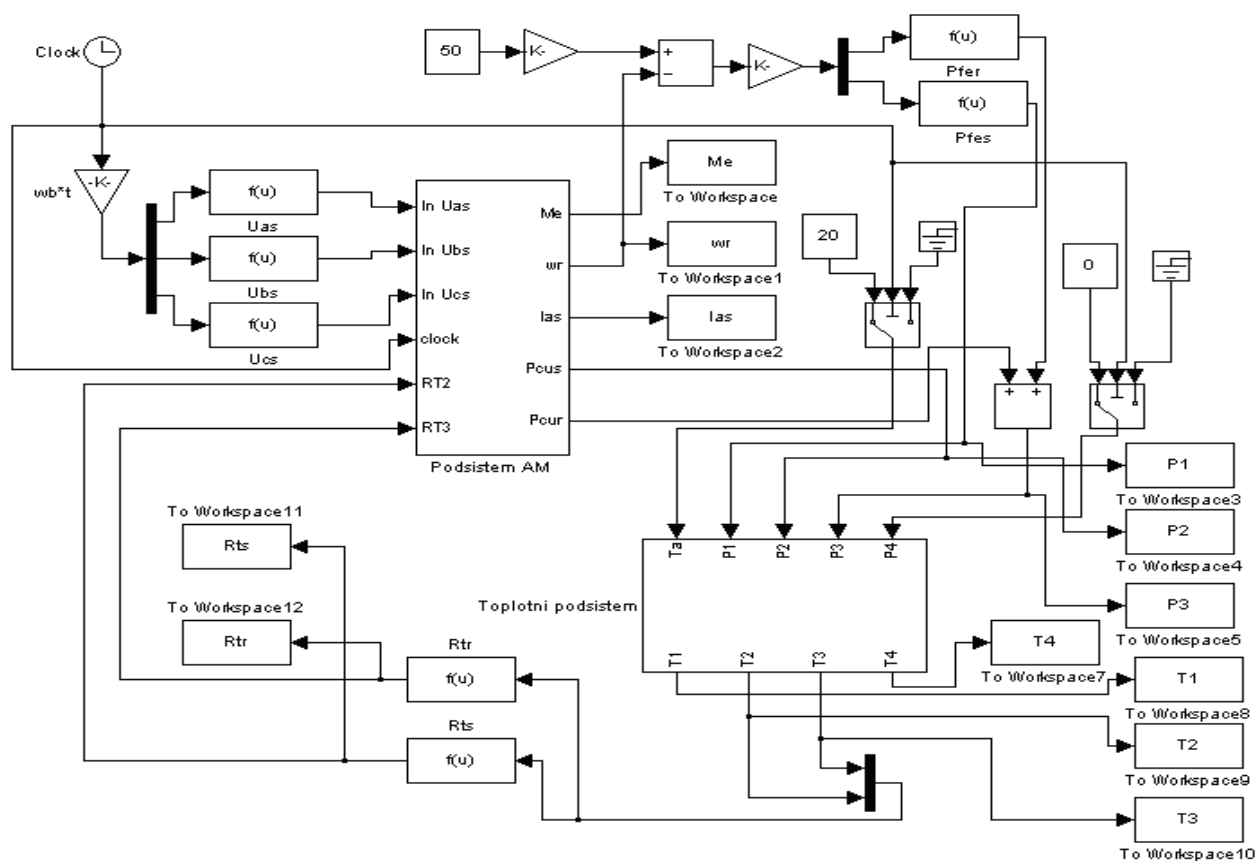
Ovim modelom je uzeta u obzir i zavisnost statorskih i rotorskih otpornosti namotaja od promene temperature tokom rada mašine [2].

Sa prikazanih slika je jasno uočljiva povezanost dva već pomenuta podsistema.

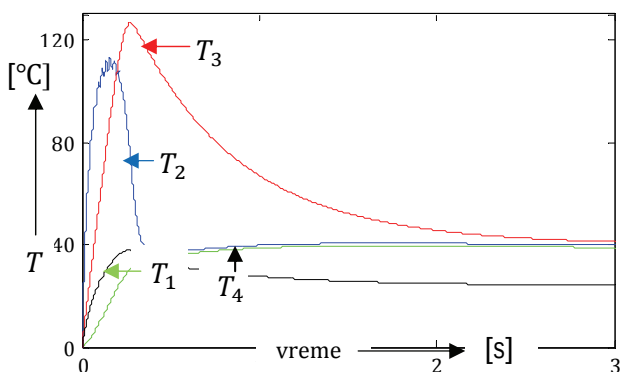
Promene temperature zavise od veličine gubitaka u samoj AM, dok u isto vreme te iste temperature, koje predstavljaju izlaz ovog simulacionog modela, diktiraju promene gubitaka (zbog zavisnosti otpornosti namotaja posmatrane mašine od temperature). Rezultati simulacije su prikazani na slici 3, a vrednosti samih temperatura date su u tabeli 2.



Slika 1. Toplotni podsistem simulacionog modela



Slika 2. Simulacioni toplotni model asinhronne mašine



Slika 3. Rezultati simulacije

Tabela 2. Vrednosti temperatura tokom simulacije

T [°C]	0,5 s	1 s	1,5 s	2 s	2,5 s	3 s
T_1	35,47	38,65	39,52	39,52	39,21	38,83
T_2	36,82	39,69	40,49	40,46	40,15	39,77
T_3	101,5	67,26	52,28	45,58	42,57	41,06
T_4	32,07	27,65	25,71	24,81	24,38	24,15
$T_{t[s]}$	1,74s	0,16s	0,27s	0,26s		
T_{1max}	39,59	—	—	—		
T_{2max}	—	113,4	—	—		
T_{3max}	—	—	126,9	—		
T_{4max}	—	—	—	37,8		

Sa slike 3 i iz tabele 2 se jasno vidi da je najkritičnije povećanje temperature u rotorskom kolu - T_3 , i da ono iznosi 126,9 °C, dok je u isto vreme najsporiya promena temperature (u smislu vremena potrebnog za dostizanje ustaljenih vrednosti) zabeležena u gvožđu statora - T_1 i u rotorskom kolu u celini - T_3 .

5. ZAKLJUČAK

Činjenica je da životni vek svake električne mašine u dobroj meri zavisi od naprezanja u toplotnom smislu, tj. od njenog zagrevanja tokom eksploatacije. Da bi se predvidela njena toplotna naprezanja, u zavisnosti od mesta i procesa u kome se mašina primenjuje, još tokom dizajniranja se može proceniti promena temperature njenih pojedinih delova upotrebom toplotnog modela.

U ovom radu je prikazan način implementacije prikazanog TNM - modela u dinamički model asinhronne mašine. Na taj način je omogućeno praćenje temperature odabranih delova el. mašine u različitim dinamičkim situacijama koje definišu promenu gubitaka unutar delova mašine.

Dobra strana primenjenog TNM - modela jeste lako dolaženje do mrežnih parametara iz poznavanja kompletnih geometrijskih karakteristika mašine i karakteristika materijala korištenih u njenoj izradi, kao i dosta dobra procena srednjeg porasta temperature.

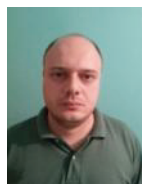
Implementacijom ovog modela u programskom paketu MATLAB – Simulink, kao što je prikazano u ovom radu, dobijaju se grafički prikazi promena temperatura posmatranih delova AM i njihove brojevne vrednosti.

U praksi je pokazano da su ovako dobijene predikcije posmatranih temperatura dosta bliske onima koje se dobijaju eksperimentalnim ogledima, što predstavlja najbolju preporuku za korišćenje TNM – modela u praksi.

6. LITERATURA

- [1] Mellor, P.H; Roberts, D and Turner, D.R: "Lumped parameter thermal model for electrical machines of TEFC design", IEE proc. B Vol. 135 No. 5, 1995, pp.205-218.
- [2] Okoro O.I: "Electrical and thermal analysis of an asynchronous machine for application in wind energy generation". Journal of Energy in Southern Africa, Vol 19 No1, February 2008.
- [3] Okoro O.I: "Dynamic and thermal modelling of induction machine with non-linear effects". Kassel University Press, Kassel, September 2002.
- [4] The MATLAB User's guide, The Mathworks Inc, Natick, 1991.

Kratka biografija:



Svetozar Popov rođen je u Novom Kneževcu, Srbija 23.09.1981 godine. Srednju Tehničku PTT školu završio je u Beogradu 2000 godine, kada upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, smer elektrotehnika i računarstvo.

INDUSTRIJSKI SISTEM SA BEŽIČNOM KOMUNIKACIJOM**INDUSTRIAL WIRELESS MEASUREMENT SYSTEM**Aleksandar Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Tema ovog rada jeste elektronika koja prihvata slabe signale senzora, prenosi ih bežičnim putem i prikazuje na računaru u pogodnom obliku. Mjerenje sile je prikazano kao moguća primena ove komunikacije.

Abstract – This is short description of electronic used to amplify low signals from sensor, transport it over wireless i shows on your computer. The force measurements is shown as possible use of this kind communication.

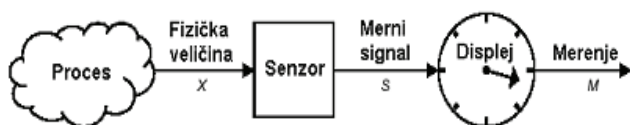
Ključne reči: Bežični prenos podataka, nRF24L01, komunikacija, senzori.

1. UVOD

U današnje vrijeme bežični prijem informacija polako postaje standard. Cilj ovog rada je isprojektovati uređaj koji vrši operaciju mjerenja sile u opsegu od 0kg do 500kg i koji informaciju može da prenese na udaljenost od nekoliko desetina metara. Mjerenje mora biti pouzdano i validno. Uslovi okruženja u kojima se mjeri sila su otežani zbog čega treba posvetiti pažnju mogućim pojavama smetnji. Ovaj sistem može se koristiti sa svim pasivni sensorima koji imaju osjetljivost minimalno 1mV/V u zavisnosti od pobude.

2. SENZORI

Senzori su posebna vrsta uređaja koji ima sposobnost da mijenja neko svoje svojstvo u zavisnosti od spoljašnjih uticaja. Postoji mnogo podjela senzora u zavisnosti od njihove strukture, potrebe za napajanjem, tipa konverzije itd. Osnovni problem kod senzora je što često imaju veoma nizak nivo izlaznog signala zbog čega je potrebno izvršiti pojačanje. Senzori treba da budu što bliže postavljeni pojavi koja se mjeri da bi uticaj sredine bio minimalan.



Slika 1. Senzor u procesu mjerenja

NAPOMENA:

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

Postavljanje senzora u sredinu koja je izložena mnogim drugim uticajima unosi greške i uzrokuje pogrešna očitavanja.

2. 1. Mjerne trake i fizikalni procesi u njima

Mjerne trake koriste se kada je potrebno mjeriti silu, moment sile i pritisak. Primarni efekat koji se manifestuje je mehanička deformacija mjernog elementa. Primjenom sile dolazi do deformacije oblika provodnika i to uzrokuje promjenu električne otpornosti.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad (1)$$

gdje je:

R - električna otpornost

ρ - specifična električna otpornost

L - dužina provodnika

S - površina poprečnog presjeka otpornika

Iz relacije (1) vidi se da je linearna deformacija direktno srazmjerna promjeni električne otpornosti. Pri deformaciji mjernog uzorka dolazi do promjene i poprečnog presjeka provodnika. Ovo je nepoželjan efekat koji dovodi do grešaka jer je ova promjena nelinearna. Veza između deformacije i primjenjene sile predstavlja elastičnost tijela. Sa porastom vanjske sile raste naprezanje pa se i deformacija povećava. Mjerenjima je utvrđeno da neki materijali imaju oblast direktne proporcionalnosti između naprezanja i deformacije u određenom opsegu. Ova relacija (2) predstavlja Hukov zakon.

$$\sigma = E \epsilon \quad (2)$$

gdje je:

σ - naprezanje posmatranog tijela

ϵ - deformacija posmatranog tijela

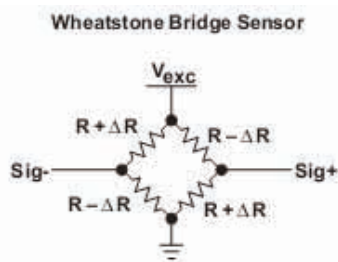
E - Jangov (eng. Young) modul elastičnosti

Mjerne trake mogu se serijski povezivati i na taj način se dobija jači signal na izlazu.

2. 2. Mjerni mostovi

Nezaobilazni su kod otporničkih senzora i koriste se za mjerenje veoma malih promjena otpornosti. Kod mjernih traka mostovi su neophodni jer promjene dužine uzorka

(mehanička diletacija) iznosi manje od 0,002% cijele dužine pri maksimalnom naprežanju. Najčešće se koristi Vitstonov most (prikazan na slici 2.) jer je jednostavan, praktičan i dovoljno precizan.



Slika 2. Vitstonov most

U slučaju industrijskih mjernih mostova radi se o mjernim trakama veoma bliskih vrijednosti otpornosti. Mjerne trake postavljaju se tako da prilikom naprežanja dolazi do istezanja traka koje se nalaze u naspramnim granama mosta i do sabijanja druge dvije mjerne trake. Tako se pojačava osjetljivost senzora i relacija pomoću koje računamo izlazni signal glasi:

$$U_{sig} = V_{sig-} - V_{sig+} = \frac{(R+\Delta R) \cdot V_{exc}}{(R-\Delta R) + (R+\Delta R)} - \frac{(R-\Delta R) \cdot V_{exc}}{(R-\Delta R) + (R+\Delta R)} = \frac{2 \cdot \Delta R \cdot V_{exc}}{R} \quad (3)$$

gdje je:

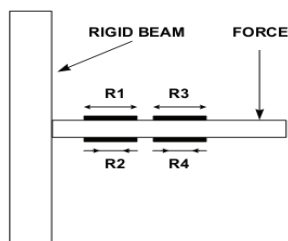
Usig – signal na izlazu senzora.

R – otpornost mjerne trake u nenapregnutom stanju.

ΔR – promjena otpornosti mjerne trake usljed naprežanja.

Vexc- napon pobude mjernog mosta.

Konstrukcija u kojoj su mjerne trake pravilno postavljene prikazan je na slici 3.



Slika 3. Postavljanje mjernih traka

Jačina signala koji se dobija na izlazu mjernih traka srazmjerna je napajanju. Ova osobina koristi se do određene granice jer u protivnom može doći do uništenja mjernih traka usljed prejake struje. Sada se može povezati električni i mehanički domen kod mjernih traka pomoću relacije (4).

$$U_{sig} = V_{exc} \cdot F \cdot S \quad (4)$$

gdje je:

F- sila

S- osjetljivost mjernih traka koje čine mjerni most.

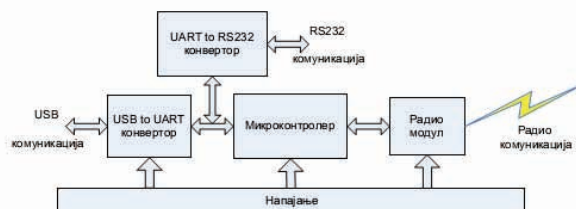
3. IZVEDBA UREĐAJA

Ovaj uređaj realizovan je kao inteligentna jedinica koja ima sposobnost da izvršava mjerenje sile u jednoj tački a zatim tu informaciju prenese u udaljenu tačku. Jasno je da

se uređaj sastoji od dvije cjeline: klijentskog uređaja i bazne stanice.

3. 1. Klijentski uređaj

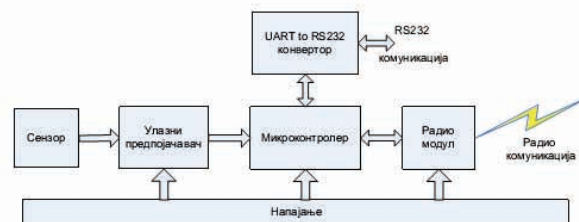
Funkcija ovog hardvera je da prihvati i provjeri podatke, prevede ih u pogodan oblik i isporuči računaru. Na sledećoj slici dat je logički prikaz ovog uređaja.



Slika 4. Blok-dijagram klijentskog uređaja

3. 2. Bazni uređaj

Važno je da signal sa izlaza senzora bude što manje izmjenjen, pa je ubačen predpojačavački sklop. Ovaj uređaj prihvata signal iz senzora, procesira ga i salje preko bežičnog modula. Logička šema data je na slici 5.

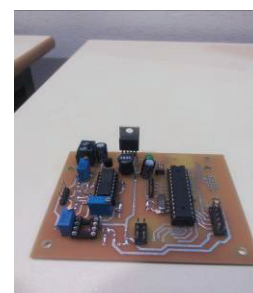


Slika 5. Blok-dijagram baznog uređaja

Na sledećoj slici prikazani su bazni i klijentski uređaj:



a.)



b.)

Slika 6.: a.) Bazni uređaj b.) Klijentski uređaj

4. ANALIZA POJAČAVAČA SIGNALA

Kada se prihvata signal od senzora potrebno je to izvršiti sa što manje izobličenja tj. što manje opteretiti senzor. Ovo se postiže izborom komponente sa što većom ulaznom otpornošću. Takođe, često je signal na izlazu senzora superponiran sa jednosmjernom komponentom. Instrumentacioni pojačavač je idealna komponenta za ovu vrstu mjerenja jer može da pojačava diferencijalni signal.

U sebi sadrži nekoliko operacionih pojačavača i pasivnih komponenti visoke preciznosti.

4. 1. Osnovne karakteristike INA125

Na tržištu postoji veliki izbor instrumentacionih pojačavača. Međutim, INA125 u sebi sadrži nekoliko referentnih izvora napona koji se mogu upotrijebiti prilikom napajanja senzora. Stabilan izvor napajanja je od presudne važnosti za tačne podatke na izlazu senzora. Upotreba ovih pojačavača je veoma jednostavna jer je potrebno svega nekoliko eksternih komponenta za rad. Koeficijent pojačanja podešava se samo jednim otpornikom, a računa se prema relaciji (4).

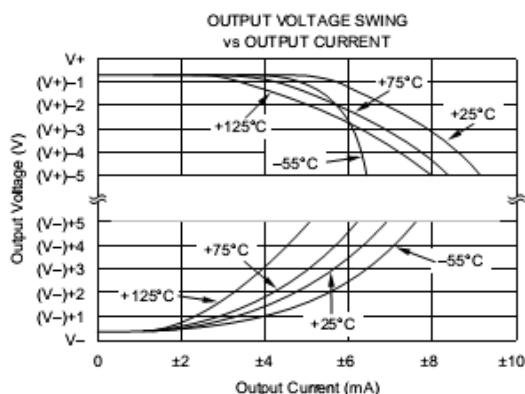
$$G = 4 + \frac{60k\Omega}{R_G} \quad (5)$$

gdje je:

G - otpornost otpornika koji služi za podešavanje

R_G - koeficijent pojačanja

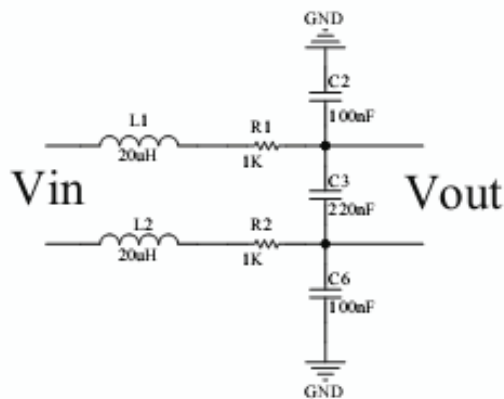
Izbor otpornika koji se koristi za ovu namjenu je veoma važan. Potreban je kvalitetan otpornik koji ima mali temperaturni drift. Vrijednosti na izlazu INA125 moraju se pažljivo očitavati jer se može desiti da instrumentacioni pojačavač ode u zasićenje. Na slici 6. prikazan je dijagram iz dokumentacije ovog čipa na kojoj se može primjetiti ovaj problem.



Slika 6. Veza između maksimalnog izlaznog napona i izlazne struje

4. 1. Zaštita od eksternih smetnji

U realnom okruženju javlja se sve veća količina eksternih smetnji. Ovaj problem je posebno izražen ako su komunikacione linije duge, a signal koji se prenosi slab. Zbog svoje strukture instrumentacioni pojačavač dobro potiskuje smetnje nižih frekvencija. Najsigurnija zaštita pojačavača signala je spriječiti da se smetnje pojave na ulazu u ovaj stepen. Rješenje je koristiti niskopropusni filter koji ima zadatak da priguši smetnje viših frekvencija. U ovom projektu koristi se LRC filter koji je prikazan na slici 7.



Slika 7. Korišteni niskopojasni filter

5. BEŽIČNA KOMUNIKACIJA

Bežična komunikacija rijetko se koristi u industriji. U okruženjima gdje ima raznih motora, elektromehaničkih uređaja i raznih čeličnih konstrukcija nastaju smetnje. Pored smetnji, prisutno je i slabljenje elektromagnetnih signala usljed metalnih predmeta i površina. Ponekad je bežična komunikacija jedino rješenje. Postavlja se pitanje da li odabrati analogni ili digitalni prenos podataka. Kod analognog prenosa signala sistem za prenos je mnogo jednostavniji. Najvažnije je da se uradi modulacija signala koji se očitava i da se pripremi za emitovanje. Osnovni nedostatak kod analognog prenosa je pojava šuma koju prijemnik ne može da detektuje. Kod digitalnog bežičnog prenosa koriste se dosta komplikovaniji transiveri. Potrebna su dodatna integrisana kola koja povećavaju kompleksnost čitavog sistema što direktno utiče na pouzdanost i povećava vjerovatnoću otkaza. Za potrebe ovog rada koristi se digitalni prenos. Glavni razlog zbog kog je izabrana ova komunikacija je pouzdanost prenesenih podataka.

5. 1. nRF24L01 modul

Korišteni modul nRF24L01 ima sledeće osobine:

- Radi na 2.4GHz ISM frequency band
- Korišćenje i konfiguracija realizuju se preko serijske komunikacije
- Radio komunikacija je paketno orjentisana i omogućava različite modove
- Moguće je konfigurisati frekvencijski kanala, izlaznu snagu i kapacitet prekosa

Ovi moduli mogu se povezivati samo sa istim modulima jer koriste svoj poseban protokol. Kod njih nije realizovan tzv. Full-duplex prenos. Ovo znači da svaki modul u jednom trenutku može da bude ili prijemnik ili predajnik. U bilo kom režimu da radi modul ima tri integrisana bafera tipa FIFO u koje se smještaju podaci prihvaćeni preko bežične veze. Ovaj modul posjeduje konfiguracijske registre pomoću kojih se definiše njegov rad. Izgled modula dat je na slici 8.



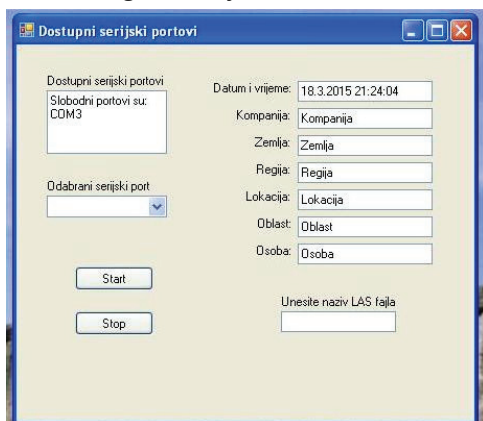
Slika 8. Bežični modul nRF24L01

6. SOFTVER

Cilj ovog projekta je da omogući prenos informacije o intezitetu sile sa mjerenog mjesta u informatički opremljen sistem. U sklopu softvera neophodno je napisati program koji će izvršavati i ispravno delegirati određene zadatke. Pored prikupljanja podataka potrebno je izvršiti i provjeru dobijenih rezultata da bi se izbjegle greške u komunikacionom sistemu. Prilikom definisanja algoritma softver je razdjeljen na logičke cjeline: A/D konvertor, serijska komunikacija UART, serijska komunikacija SPI, prekidne rutine, watchdog rutina. Implementacija funkcija ide sledećim redosljedom:

1. očitavanja nivoa signala na A/D konvertoru
2. slanje podataka preko SPI komunikacije
3. kontrola validnosti prihvaćenih podataka
4. Task scheduler, raspoređivanje i analiza prioriteta zadataka
5. slanje i prihvatanje podataka preko RS232

Drugi dio softvera realizuje se na računaru. Ovaj program prihvata podatke pristigle preko USB porta i prikazuje ih na ekranu. Pored toga, podaci se memorišu u slučaju da su potrebni u nekoj daljoj obradi i analizi. Aplikacija ima mogućnost upisivanja zaglavlja koristeći podatke koji se upisuju i nakon toga obrađuju.



Slika 9. Izgled aplikacije nakon pokretanja

7. ZAKLJUČAK

Tehnika se svakim danom razvija i moraju se prihvatiti unapređenja koja dolaze. Moderni senzori postaju sve više inteligentne jedinice koje mogu da dopreme informaciju u pogodnom obliku za informatičku obradu. Prednost ovog uređaja je što koristi bežičnu komunikaciju u industrijskoj upotrebi. Danas u svakoj kancelari postoji bežični ruter bez obzira o kakvim pogonima se radi. U ovom projektu vođeno je računa o bezbjednosti podataka. Ovo rješenje ima tu prednost da spajajući se na informatički terminal uz pogodan softverski server program daje tabelarne i grafičke podatke. Ovi podaci mogu prikazivati stanje u datom trenutku ili u prethodnih mjesec dana, sa dnevnim maksimalnim preopterećenjima.

8. LITERATURA

- [1] M. Živanov, Elektronika – pojačavačka kola – teorija i zadaci, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu 2001.
- [2] M. Popović, Senzori i mjerenja, zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Srpsko Sarajevo 2004.
- [3] [http://www.analog.com/static/imported-files/design_handbooks/5812756674312778737Complete In Amp.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/design_handbooks/5812756674312778737Complete%20In%20Amp.pdf) – Uputstvo za rad sa instrumentacionim pojačavačima
- [4] http://www.atmel.com/images/atmel-2486-8-bit-avr-microcontroller-atmega8_1_datasheet.pdf - Dokumentacija za mikrokontroler atmega8

Kratka biografija:



Aleksandar Vidaković rođen je u Zavidovićima 1979. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je 2015. god

SEGMENTNO-PIRAMIDALNA METODA REGISTRACIJE RENDGENSKIH SNIMAKA PLUĆA SA DVOJAKIM OZRAČENJEM**COMBINED SEGMENTED-PYRAMIDAL IMAGE REGISTRATION METHOD FOR DUAL ENERGY X-RAY IMAGES OF THE LUNGS**

Boško Mihić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana metoda za deformabilnu registraciju rendgenskih snimaka pluća sa dvojakim ozračenjem. Metoda se zasniva na kombinovanom segmentno-piramidalnom pristupu. Za validaciju dobijenih rezultata korišćena je baza od 7 parova rendgenskih slika snimljenih koristeći različit intenzitet zračenja. Dobijeni rezultati su upoređeni sa rezultatima savremenih metoda registracije, i pojedini od tih rezultata su takođe prikazani. Osnovno okruženje za izvršavanje aplikacije predstavlja MATLAB/Octave.

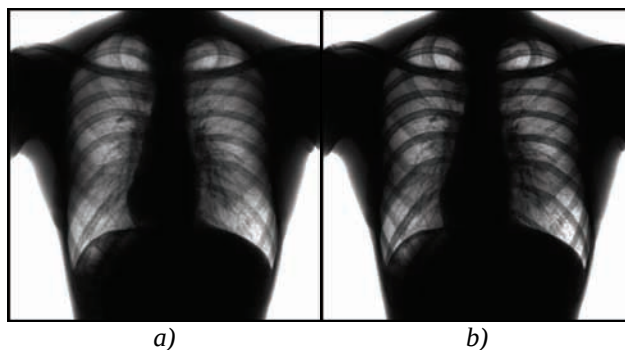
Abstract – The paper describes the method for non-rigid registration of dual energy X-ray images of the lungs. The method is based on combined segmented-pyramidal approach. A set of 7 image pairs taken with different radiation energies has been used for validation of the results. The final results have been compared to the other state-of-the-art algorithms, and some of those results have been shown here. The base environment used for testing was MATLAB/Octave.

Ključne reči: deformabilna registracija, medicinski snimci, MATLAB, OpenCL

1. UVOD

Registracijom snimaka uspostavlja se prostorna korespondencija između objekata istog tipa na dva ili više snimaka. Kod obrade slike u medicini, registracija snimaka ima veoma značajnu ulogu u dijagnostici i pri planiranju terapije. Poređenjem snimaka napravljenih u različitim vremenskim trenucima omogućava se praćenje napretka bolesti ili reakcije na medicinski tretman. Takođe, kombinovanjem više snimaka iste anatomije snimljenih različitim tehnikama ostvaruje se detaljan prikaz željenih struktura čime se omogućava pouzdanija dijagnoza.

Primarni zadatak rada predstavlja pronalaženje optimalne metode registracije rendgenskih snimaka pluća sa dvojakim ozračenjem. Ovakvi snimci nastaju tako što se pacijent izloži zračenju u dva uzastopna trenutka različitim intenzitetima X zraka. Kao rezultat, dobiju se dva snimka, od kojih jedan ostvaruje bolji prikaz mekih tkiva, dok drugi ostvaruje detaljniji prikaz kostiju (Slika 1). Registracijom ovakvih snimaka omogućava se izdvajanje kostiju i mekih tkiva u dva zasebna snimka, što omogućava bolji uvid u promene tkiva nastale u



Slika 1. Snimci nastali koristeći veći (a) i manji (b) intenzitet zračenja, posle skaliranja opsega i primene gama korekcije.

regionima gde se ove strukture preklapaju.

Registraciju snimaka pluća snimljenih sa dvojakim ozračenjem karakteriše delimična multimodalnost ulaznih snimaka, deformabilni pomeraji unutar tela kao i potreba za visokom preciznošću krajnje registracije zbog osetljivosti algoritma za odvajanje snimaka kostiju i mekih tkiva i na najmanja nepoklapanja.

Na samom početku rada biće predstavljen korišćeni pristup za pripremu snimaka, samu registraciju i kasnije procesiranje snimaka radi odvajanja prikaza kostiju i snimaka mekih tkiva iz registrovanih snimaka.

U nastavku, biće predstavljeni uporedni rezultati razvijenog rešenja i alternativnih metoda koje se koriste u slične svrhe.

Na kraju rada, biće sumirani utisci o razvijenoj metodi uz predstavljanje oblasti gde bi se mogao ostvariti napredak u nekom budućem radu.

2. SEGMENTNO-PIRAMIDALNA METODA

Uzevši u obzir karakteristike ulaznih snimaka, zahteve koji se stavljaju pred registraciju kao i željene performanse odabranog pristupa, razvijen je algoritam za registraciju koji kombinuje prednosti i piramidalnog i segmentnog pristupa pri obradi slike. Takođe, algoritam pokriva i prilagođeno pretprocesiranje slike, regulaciju transformacionog polja, podršku za više različitih metoda optimizacije i više različitih metrika.

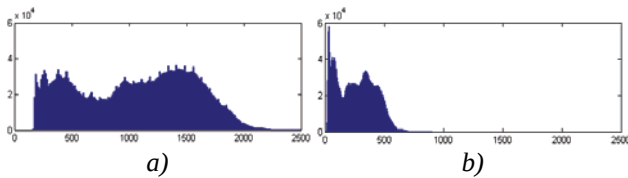
2.1. Normalizacija ulaznih snimaka

Korak koji je potrebno izvršiti pre same registracije predstavlja normalizaciju ulaznih slika. Rendgenski snimci, usled korišćenja dvojakog intenziteta zračenja, poseduju značajno različite opsege vrednosti piksela (Slika 2).

Kao što se vidi na prethodnoj slici, zbog logaritamske prirode slabljenja rendgenskih zraka pri prodiranju kroz

NAPOMENA:

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



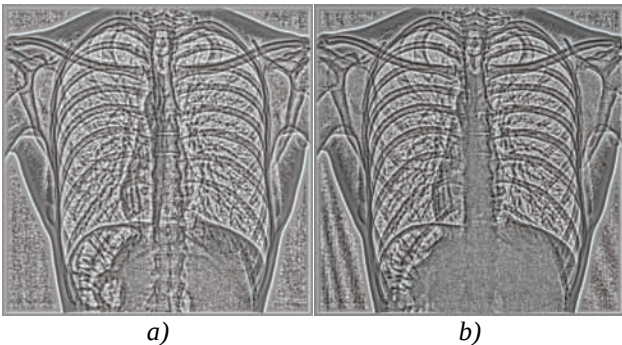
Slika 2. Histogrami snimaka odabrane površine nastalih koristeći veći (a) i manji (b) intenzitet zračenja.

Kao što se vidi na prethodnoj slici, zbog logaritamske prirode slabljenja rendgenskih zraka pri prodiranju kroz tkiva, čije slabljenje pored debljine tkiva zavisi i od njegove gustine, jednostavnim skaliranjem ulaznih snimaka nije moguće ostvariti poklapanje u intenzitetima signala snimaka.

Kao adekvatan postupak za prevazilaženje ovih problema, koristi se Z normalizacija [1]. Ovom normalizacijom se vrednosti piksela umanjuju i skaliraju vrednostima lokalne srednje vrednosti i lokalne standardne devijacije:

$$Z_{x,y} = \frac{I_{x,y} - \tilde{\mu}_{x,y}^k}{\max(\tilde{\sigma}_{x,y}^k, \sigma_{ref})}, \quad (1)$$

čime se postiže slični prikaz detalja u snimku, nezavisno od početne skale. Vrednosti $\tilde{\mu}_{x,y}^k$, $\tilde{\sigma}_{x,y}^k$ i σ_{ref} redom predstavljaju srednju vrednost slike u k -toj okolini piksela $I_{x,y}$, standardnu devijaciju piksela $I_{x,y}$ u istoj tački i faktor maksimalnog pojačanja izlazne slike u slučaju male standardne devijacije. Rezultati normalizacije ulaznih snimaka dati su na slici 3.



Slika 3. Rezultat Z-normalizacije snimaka nastalih koristeći veći (a) i manji (b) intenzitet zračenja.

Nakon obavljene normalizacije ulaznih snimaka, nad njima se prave Gausove piramide i započinje se proces registracije.

2.2. Registracija – korak optimizacije

Usled kombinovanja različitih pristupa, proces pronalaska optimalnog deformabilnog polja može se podeliti na tri nivoa organizacije:

Na najvišem nivou organizacije, proces pronalaska optimalnog pomeraja započinje pronalaženjem optimalnog translatorskog kretanja cele odabrane površine (nulti nivo segmentacije) na osnovu izabrane metrike i regulacione funkcije. Svaki segment karakteriše unutrašnje i spoljašnje dimenzije, gde se pod unutrašnjim dimenzijama podrazumeva region snimka koji pripada samo određenom segmentu, dok spoljašnje dimenzije obezbeđuju blago preklapanje susednih regiona.

Po pronalasku optimalnog pomeraja segmenta na trenutnom nivou, segmenti odabrane površine se usitnjavaju, tako da unutrašnje dimenzije novih segmenata odgovaraju $\frac{1}{2}$ unutrašnjih dimenzija segmenata sa prethodnog nivoa

segmentacije, čime se započinje novi krug registracije segmenata.

Srednji nivo organizacije predstavlja proces pronalaska optimalnog položaja određenog segmenta. Da bi se umanjili regioni pretrage, translatorska registracija dva segmenta vrši se pomoću Gausovih piramida generisanih na osnovu ulaznih snimaka, gde najniži nivo piramide predstavlja ulazni snimak, a svaki sledeći viši nivo predstavlja snimak istog sadržaja kao i na nivou ispod, samo sa dva puta manjom rezolucijom. Na samom početku, granice segmenta koji se procesira propagiraju se na pojedini od viših nivoa piramide (manja rezolucija), i tu se određuje početna procena optimalnog translatorskog pomeraja. Prelaskom na niže nivoe piramide (veća rezolucija), prethodne procene se prenose i vrši se nova pretraga za optimalnom translacijom, sve dok se ne stigne do određenog nivoa piramide koji je definisan kao krajnji za trenutni nivo segmentacije. Za razliku od početne procene pomeraja segmenta, svaka rekalkulacija na nižem nivou piramide znatno je olakšana time što se radijus pretrage umanjuje na osnovu predikcije sa prethodnog nivoa, što značajno doprinosi performansama algoritma.

Najniži nivo organizacije predstavlja proces samog pronalaska optimalnog pomeraja segmenta na određenom nivou piramide. Ovaj proces, vođen izabranom metrikom i regularizacionom funkcijom predstavlja proces optimizacije po ta dva faktora.

Kao optimizacione procedure, korišćena su dva pristupa, zavisno od karakteristika segmenta.

Prvi od njih, korišćen za poravnavanje segmenata snimaka na najvišim nivoima piramide (gde postoji veća mogućnost pojave lokalnih minimuma u optimizacionoj ravni), jeste pretraga grubom silom (*BFS – Brute Force Search*). Ovom procedurom, vrši se detaljna pretraga za minimumom po celoj optimizacionoj ravni unutar zadatih granica. Takvim pristupom, obezbeđuje se efikasno izbegavanje konvergencije ka lokalnom minimumu u slučaju većih pomeraja čime se garantuje optimalno rešenje. Mana ovog pristupa leži u njegovoj računarskoj neefikasnosti, pa je upotreba ovog bloka usko vezana sa podešavanjima algoritma.

Po pronalasku optimalnog pomeraja na početnom nivou piramide, problem redefinisavanja tog pomeraja na nižim nivoima piramide postaje značajno prostiji, pošto se usvaja pretpostavka da će optimalno rešenje da predstavlja lokalni minimum istog ulegnuća u optimizacionoj ravni. Samim tim, za pronalazak optimalnog rešenja moguće je koristiti i pojedine efikasnije metode, poput Polak-Ribiere metode koja je korišćena u ovom radu.

Za pronalazak minimuma po odabranom pravcu i smeru dobijenim u iteracijama Polak-Ribiere metode, korišćen je postepeni pomeraj niz gradijent, posto se taj pristup pokazao kao efikasniji zbog značajno veće verovatnoće da se lokani minimum pronađe u neposrednoj blizini početne tačke.

Obe prethodno opisane metode pretrage koriste istu optimizacionu funkciju koja u sebi kombinuje metriku zasnovanu na razlici intenziteta piksela u snimku (*intensity based*) i regulacionu funkciju koja pomeraj testiranog segmenta iz početnog položaja penalizuje srazmerno položaju segmenta na prethodnom nivou segmentacije. Ova dva faktora se računaju nezavisno, pa optimizaciona funkcija ima sledeći oblik:

$$F_{i,j}^k(t_x, t_y) = D(\dots, t_x, t_y) * R(\dots, t_x, t_y), \quad (2)$$

gde F predstavlja optimizacionu funkciju za (i,j) segment na k -tom nivou segmentacije, D predstavlja funkciju metrike, dok R predstavlja regulacionu funkciju.

2.3. Registracija – metrika

Mera sličnosti testiranih segmenata zasniva se na razlici u vrednostima odgovarajući piksela. Za potrebe ovog rada, iskorišćena je suma apsolutnih razlika (*SAD – Sum of Absolute Differences*). U slučaju da pomeraji između dva testirana segmenta nisu celobrojni, vrši se interpolacija odgovarajućih vrednosti u test segmentu na pozicijama koje odgovaraju celobrojnim pozicijama unutar referentnog snimka.

Značajan korak pri optimizaciji računanja metrike, predstavlja podselekcija piksela koji će učestvovati u njenom računanju. Ovim korakom se broj razmatranih piksela može smanjiti i više od pet puta bez uočljivog uticaja na kvalitet registracije.

Za potrebe ovog rada, razvijena je podselekcija na osnovu gradijenta, kojim se pokušavaju ispuniti dva uslova: da apsolutna suma gradijenata bude maksimalna moguća i da regularna suma gradijenata teži ka nuli.

Prvim uslovom postiže se selekcija najrelevantnijih piksela koji se nalaze na ivicama koje nose najviše informacija potrebnih za registraciju, dok se drugim uslovom postiže robustnost u slučaju dominacije gradijenta u jednom pravcu, koji bi zbog slabog poklapanja segmenata po intenzitetu piksela mogao da dovede do divergencije.

2.4. Registracija – regulacija

S obzirom na to da snimci često sadrže periodične ili ravne strukture, potrebno je definisati i regulacioni mehanizam kako bi se izbegle divergencije pri registraciji pojedinih segmenata nad takvim strukturama.

S obzirom na specifičnost odabranog pristupa, razvijen je poseban pristup regulacije zasnovan na oprugama. Mereći „rastegnutost“ opruga generiše se regulacioni koeficijent koji pomnožen sa vrednošću metrike daje krajnju vrednost optimizacione funkcije.

Proces regulacije može se podeliti na dva koraka koji uključuju početno „merenje“ dužine niti, i proveru njihove istegnutosti pri promeni položaja segmenta. Definisane niti spajaju centar segmenta koji se registruje i četiri centra segmenata na nižem nivou segmentacije koji ga okružuju.

2.5. Post-procesiranje slika

Po dobijanju deformacionog polja, test slika se transformiše u suprotnom smeru tako da se izlaz poklopi sa referentnom slikom. Pomoću ova dva snimka, ulaznog referentnog i registrovanog testnog, započinje se proces izdvajanja kostiju i mekih tkiva u dva odvojena snimka primenom sledećih formula:

$$\log(I_{soft}) = \log(I_{he}) - c_{soft} \log(I_{le}), \quad (3)$$

$$\log(I_{bone}) = \log(I_{le}) - c_{bone} \log(I_{he}), \quad (4)$$

Gde I_{he} , I_{le} , I_{soft} i I_{bone} označavaju redom registrovani snimak sa većom energijom zračenja (*HE – High Energy*), manjom energijom zračenja (*LE – Low energy*), izlaznu sliku koja prikazuje meka tkiva i izlaznu sliku koja prikazuje kosti. Konstante $c_{soft} = 0,4817$ i $c_{bone} =$

0,9926 dobijene su eksperimentalno i mogu se smatrati konstantnim pri primeni istih intenziteta zračenja.

3. REALIZACIJA

Pri razvoju ove metode za registraciju, jedan od postavljenih zadatak predstavljalo je i realizovanje algoritma u jednoj od konkurentnih implementacija.

Za postizanje postavljenih rezultata, razvoj je bio podeljen u tri celine koje su se ciklično menjivale.

Prva celina predstavljala je razvoj referentnog algoritma u MATLAB/Octave okruženju. Značajan doprinos razvoju takođe je doprinela i upotreba gotovih baznih funkcionalnosti unutar *OSM Lab Toolbox-a* [1].

Po ostvarivanju željenih rezultata pomoću MATLAB koda, algoritmi su implementirani i u kodu koji omogućava optimalno iskorišćenje dostupnih računarskih resursa. U tu svrhu, korišćena je kombinacija C++ i OpenCL-a kako bi se omogućilo izvršavanje algoritma i na procesorskoj jedinici za grafičku obradu (*GPU*).

4. REZULTATI

Osnovni pristup pri evaluaciji rezultata dobijenih u ovom radu zasniva se na poređenju rezultata objektivnih metrika dobijenih poređenjem parova snimaka registrovanih pomoću razvijene SP (*Segmentno-Piramidalne*) metode, Afine transformacije kao i primenom B-spline registracije [2] (Tabela 1).

Tabela 1. Rezultati objektivnih metrika.

Snimak	Metrika	Afina	B-Spline	SP
1	NORM1	12,672	14,099	10,055
2		9,822	11,327	7,829
3		9,852	15,678	7,459
4		10,608	13,428	9,870
5		10,681	15,436	8,971
6		11,930	16,964	7,971
7		14,930	15,927	11,607
1	NORM2	128,38	147,57	88,51
2		67,53	91,05	45,84
3		80,81	155,64	47,11
4		121,61	128,29	106,44
5		108,28	163,00	76,06
6		110,92	180,26	50,73
7		189,02	172,74	119,69
1	DSSIM	0,4227	0,4276	0,3826
2		0,3508	0,3734	0,2945
3		0,2999	0,4006	0,2568
4		0,3411	0,3928	0,3317
5		0,3554	0,4210	0,3360
6		0,3625	0,4227	0,3106
7		0,4119	0,4174	0,3813

Objektivne metrike primenjivane su nad odabranim površinama (*ROI – Region of Interest*) normalizovanih snimaka (deo snimka koji pokriva pluća). Prva i druga metrika predstavljaju 1. i 2. normu nad slikom razlike referentne i registrovane slike, a treća metrika predstavlja DSSIM (*Structural Dissimilarity*) metriku zasnovanu na SSIM metrici [3]. Sve tri metrike daju manju povratnu vrednost u slučaju boljeg poklapanja.

Kao što se može videti iz tabele 1, rezultati razvijene metode značajno unapređuju poravnanje u odnosu na druga dva pristupa. Ovakav rezultat je delom i posledica

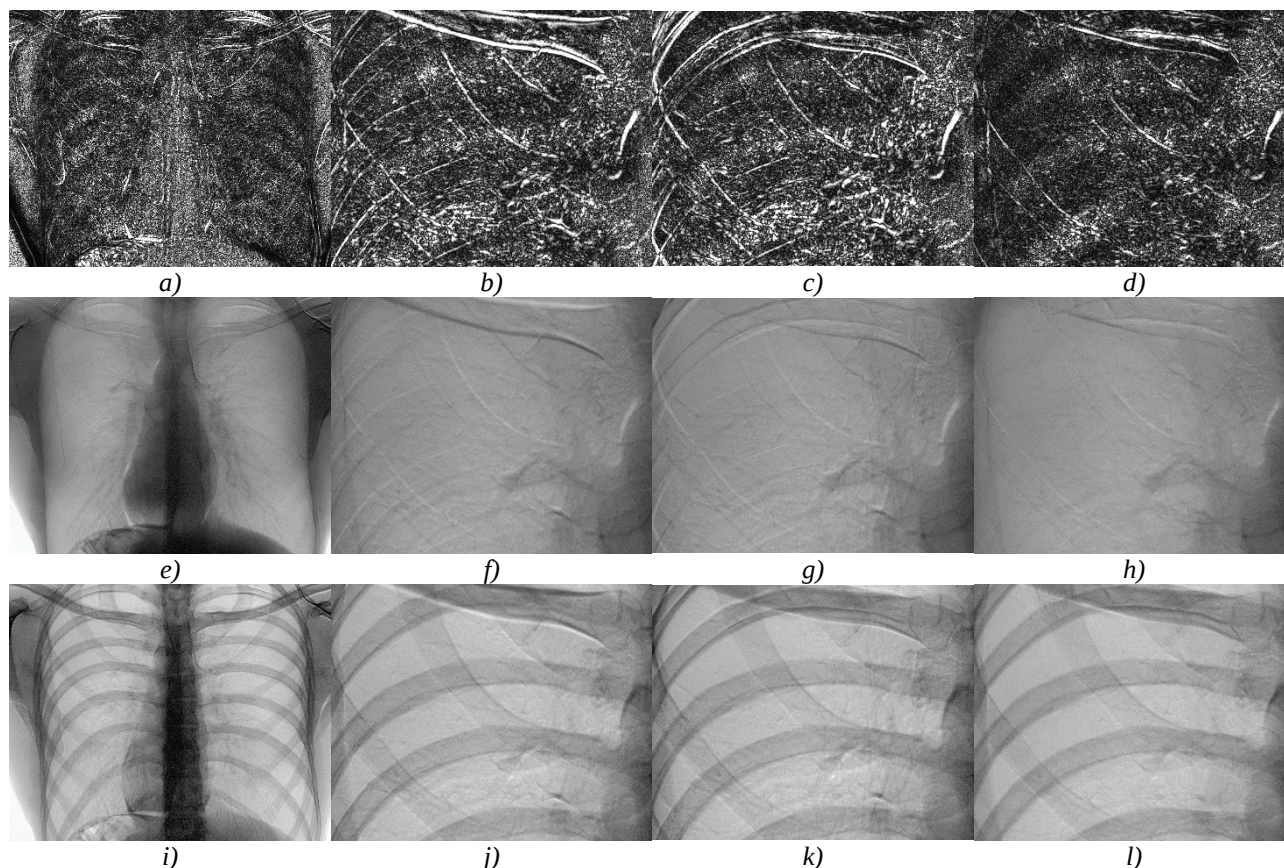
nemogućnosti da se B-spline pristup prilagodi multimodalnosti ulaznih snimaka na adekvatan način, i pored toga što je za metriku odabrana mera uzajamne informacije (*MI - Mutual Information*). Ono gde se algoritam takođe pokazao solidnim jesu performanse izvršavanja. U tabeli 2 date su prosečna vremena procesiranja ulaznih snimaka rezolucije 9Mpx, koristeći MATLAB implementacije sva tri algoritma. Optimalna C++/OpenCL implementacija SP metode u odnosu na

njenu MATLAB implementaciju ostvarivala je ubrzanje i do 100 puta.

Tabela 2. Vremena izvršavanja MATLAB koda.

	Afina	B-spline	SP
Vreme[s]	146	3020	858

Na kraju, slika 4 prikazuje rezultate registracije i izdvajanja snimaka kostiju i mekih tkiva na primeru snimka sa slike 1.



Slika 4. Slike razlika referentnog i registrovanog snimka nakon registracije (a-d), snimci izdvojenih mekih tkiva (e-h), snimci izdvojenih kostiju (i-l), rezultati SP metode (a, e, i), isečak rezultata Afine metode (b, f, j), isečak rezultata B-spline metode (c, g, k) i isečak rezultata SP metode (d, h, l).

5. ZAKLJUČAK

Realizovani algoritam za registraciju uspeo je da ostvari solidne rezultate po pitanju uspešnosti registracije rendgenskih snimaka pluća sa dvojakim ozračenjem, uspevajući da ostvari jedan od glavnih ciljeva ovog rada u vidu prilagođenosti algoritma konkurentnoj realizaciji. Ipak, ostalo je mesta gde bi se mogao ostvariti napredak u nekom budućem radu. Sa algoritamske strane, značajan prostor za unapređenje ostao je po pitanju regulacije deformacija.

Razmatranjem šireg domena deformacionog polja, kao i uzimajući u obzir i strukturnu povezanost snimljenih struktura, moglo bi se ostvariti bolje prilagođenje na pomeraje koji su fizički izvodljivi. Takođe, među deformisanjem (*warping*) test snimka pre svakog prelaska sa jednog nivoa segmentacije na drugi, poboljšala bi se mogućnost bliskog poravnanja i na strukturama koje su pretrpele deformacije poput rotacije.

Sa stanovišta realizacije projekta, značajni problemi koji su iskrslili u pokušajima poravnanja referentnog i konkurentnog koda mogli bi se rešiti boljim definisanjem

funkcionalnih celina, kao i povećanjem pokrivenosti koda sa funkcionalnim testovima.

6. LITERATURA

- [1] V. Petrović, *Nastavni materijali za predmet „Obrada slike u medicini“*, Novi Sad, FTN, 2011.
- [2] Almar Klein, D.J. Kroon, et al, “Multimodal image registration by edge attraction and regularization using B-Spline grid”, *Medical Imaging 2011: Image Processing*, 2011.
- [3] Zhou Wang, Alan Conrad Bovik, et al, “Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity”, *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 13, No. 4, April 2004.

Kratka biografija:



Boško Mihić rođen je u Mostaru 1987. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacioni sistemi i obrada signala odbranio je 2015. godine. Oblast interesovanja su obrada slike i digitalni procesori signala.

PRIMENA MAŠINE SA KONAČNIM BROJEM STANJA U ELEKTROENERGETSKOJ SIMULACIJI**APPLICATION OF FINITE STATE MACHINE TO POWER SIMULATION**Marko Dikić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazana implementacija mašina sa konačnim brojem stanja u okviru simulacionog modela postojećeg komercijalnog sistema. Opisani su šabloni mašina sa konačnim brojem stanja i izmerene su performanse rešenja.

Abstract – The thesis presents implementation of finite state machines within simulation model of existing commercial system. Finite state machine patterns are described and system performances were measured.

Ključne reči: Mašine sa konačnim brojem stanja, automati, elektroenergetska simulacija

1. UVOD

Tehnološki napredak u oblasti mikroelektronike i informacionih tehnologija doveo je do nastanka vrlo pouzdanih digitalnih računara. Njihova mogućnost da izvršavaju različite programe dovela je do razvoja softvera koji je zbog svoje pouzdanosti, pristupačnosti i cene počeo sve više da se upotrebljava i u industriji. Jedan od primera upotrebe je u distribuciji električne energije. S obzirom da je električna energija u današnje vreme jedan od ključnih prirodnih resursa i da se kompletno društvo i privreda oslanjaju na nju, elektrodistribucija spada u kategoriju kritičnih infrastruktura. Samim tim softver koji upravlja distribucijom električne energije treba da bude izuzetno pouzdan (da ima minimalan broj otkaza) i dostupan (da u određenom vremenskom periodu bude što duže raspoloživ). Da bi se ovo postiglo, takav softver treba detaljno testirati.

Takođe, usled činjenice da elektrodistributivni sistem nije moguće kompletno automatizovati i da je ljudsko delovanje u određenom trenutku neophodno, postojanje softverskog simulacionog modela doprinosi boljoj obuci operatera koji nadgledaju rad sistema i praćenje rada sistema prilikom različitih promena u stanju električne mreže. Da bi se takav simulacioni model napravio, neophodno je simulirati električnu mrežu, odnosno njenu opremu. U ovom radu je analizirana i prikazana primena mašina sa konačnim brojem stanja u elektroenergetskoj simulaciji. U drugom poglavlju je data formalna definicija i šabloni za implementacije mašina sa konačnim brojem stanja. U trećem poglavlju je opisano rešenje problema, dok je u četvrtom poglavlju dat kratak pregled urađenog posla i analiza rešenja.

NAPOMENA:

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

2. MAŠINE SA KONAČNIM BROJEM STANJA

Mašine sa konačnim brojem stanja u velikoj meri se koriste u svim oblastima računarskog inženjerstva od samog početka razvoja te naučne oblasti. Razlog za to je što je problem reagovanja na određene događaje, u zavisnosti od trenutnog stanja sistema, prisutan u mnogim aspektima realnog sveta.

2.1 Formalna definicija mašine sa konačnim brojem stanja

Mašine sa konačnim brojem stanja [1] spadaju u grupu apstraktnih mašina (automata). Postoje još i mašine koje teorijski mogu da imaju beskonačan broj stanja, ali nisu od važnosti za ovaj rad, pa se neće razmatrati.

Apstraktni automat se definiše kao uređena šestorka:

$$W=(X, Y, S, \delta, \lambda, S_0)$$

gde je:

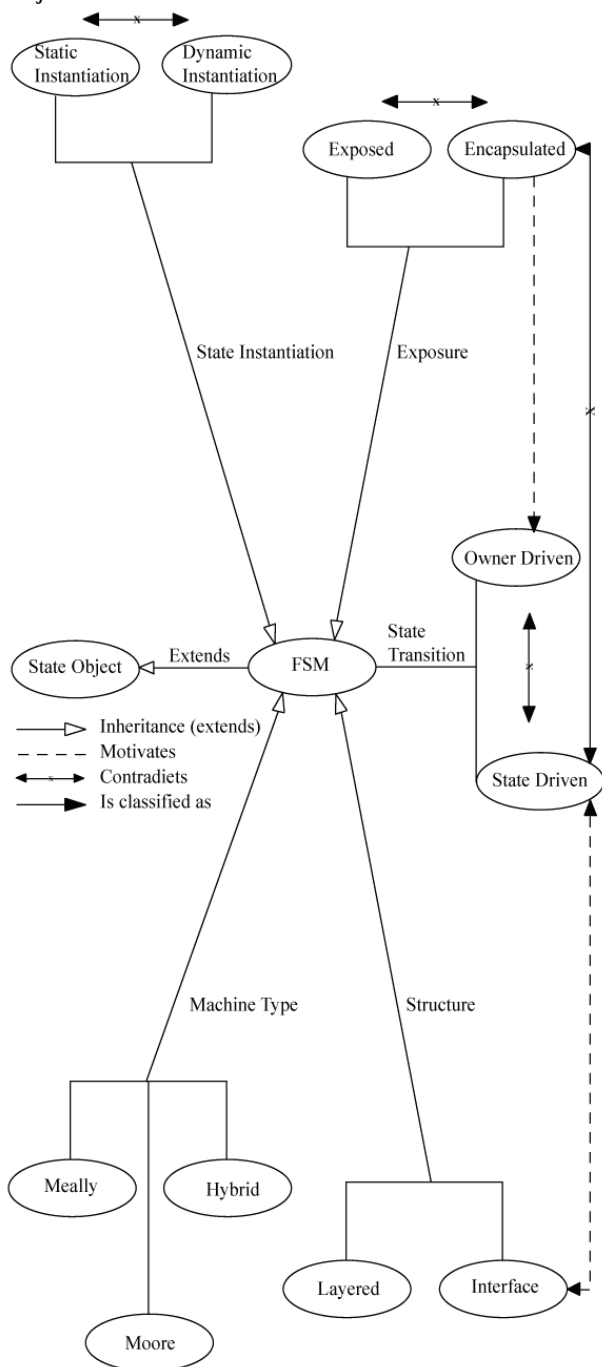
- X – skup ulaznih signala (ulazna azbuka)
- Y – skup izlaznih signala (izlazna azbuka)
- S – skup stanja automata (azbuka stanja)
- δ – funkcija prelaza koja preslikava $S \times X \rightarrow S$
- λ – funkcija izlaza koja preslikava $S \times X \rightarrow Y$
- S_0 – početno stanje

Skup ulaznih signala predstavlja skup svih vrednosti koje mogu da posluže kao ulaz u automat. Skup izlaznih signala predstavlja skup svih vrednosti koje automat može da generiše na svom izlazu. Skup stanja automata predstavlja skup svih stanja u kojima automat može da se nađe, uključujući i početno. Funkcija prelaza određuje koje će biti stanje u narednom trenutku, u zavisnosti od trenutnog stanja i ulaznih signala. Ukoliko funkcija prelaza sadrži elemente koji predstavljaju verovatnoće dobijanja nekih vrednosti, onda se govori o stohastičkim automatima. Međutim, ukoliko se za svako stanje i svaki mogući ulaz može odrediti naredno stanje, tada se govori o determinističkim automatima. Funkcija izlaza predstavlja funkciju koja određuje šta će biti na izlazu automata u zavisnosti od trenutnog stanja i ulaznih signala. Takođe, može da se definiše i skup završnih stanja, koji je podskup skupa S . Automat prestaje sa radom ukoliko se nađe u nekom od tih stanja.

2.2 Tradicionalna implementacija mašine sa konačnim brojem stanja

Tradicionalna rešenja za modelovanje mašina sa konačnim brojem stanja, zasnovana na *switch/case* i *if/else* iskazima, laka su za implementaciju i brza za izvršavanje. Jedna promenljiva se obično koristi za

čuvanje trenutnog stanja i, u zavisnosti od toga i ulaznih podataka, vrši se odgovarajuća obrada i prelaz u naredno stanje.



Slika 1 - FSM šabloni

2.3 Implementacioni šabloni

Ne može se očekivati da implementacija mašina sa konačnim brojem stanja bude savršena [4]. Ona zavisi od konteksta u kojem se mašina primenjuje, ograničenja programskog jezika ili sistemskih ograničenja. U svakom dizajnu rešenja cilj je postići slabu spregu i visoku koheziju između komponenti. Međutim, to nije uvek moguće i potrebno je razlučiti pozitivne i negativne strane dizajna. U ovom potpoglavlju će biti reč o najčešćim šablonima mašina sa konačnim brojem stanja, sličnostima i razlikama između tih šablona, kao i kontekstima u kojima se svaki od njih upotrebljava. Takođe, biće dat i predlog objektivne implementacije tih šablona.

Na slici 1. prikazana je podela šablona mašina sa konačnim brojem stanja po određenim kriterijumima. Ti kriterijumi predstavljaju standardne aspekte sa kojih može da se posmatra mašina sa konačnim brojem stanja. Za svaki kriterijum postoji nekoliko šablona koji mogu da se koriste prilikom implementacije. Upotreba jednog šablona, sa nekog aspekta, ponekad povlači za sobom i upotrebu tačno određenog šablona sa nekog drugog aspekta. Takođe, upotreba jednog šablona, sa nekog aspekta, ponekad izričito zabranjuje upotrebu nekog drugog šablona, sa tog ili nekog drugog aspekta.

U narednim primerima biće pretpostavljeno da svi automati koriste **State pattern**, što znači da je logika ponašanja mašine u određenom stanju izmeštena u zasebnu klasu, koja predstavlja to stanje.

2.3.1 Tranzicije stanja

Svaka mašina sa konačnim brojem stanja treba, pored logike za generisanje izlaznih vrednosti, da sadrži i logiku za tranziciju između stanja, da bi se ostvarilo ponašanje automata. Svaki objekat, koji predstavlja mašinu, sadrži referencu na objekat koji implementira logiku stanja, da bi delegirao događaje tom objektu koji služi i da generiše izlaze iz mašine. Tako bi logika za određivanje narednog stanja mašine mogla da bude implementirana unutar neke metode objekta koji predstavlja mašinu sa konačnim brojem stanja (**owner driven transition**). Međutim ovo dovodi do povećanja kompleksnosti tog objekta, što se kosi sa početnim principom, a to je da se logika ponašanja objekta u određenom stanju izmesti iz njega, da bi se smanjila njegova kompleksnost. Rešenje bi moglo da bude u izmeštanju logike za tranziciju stanja u posebne objekte koji predstavljaju stanja (**state driven transition**) [3]. Na taj način bi logika za generisanje izlaza i logika za određivanje narednog stanja bile smeštene unutar istog objekta. Ovo bi zahtevalo da objekti, koji predstavljaju stanja, mogu da menjaju stanje mašine kojoj pripadaju, što dovodi do velike povezanosti između objekata. Međutim, logika za tranziciju stanja često je analogna sa logikom ponašanja mašine u određenom stanju (zato što i jedna i druga logika često zavise od događaja na koje mašina reaguje), tako da se njihovom kombinovanom upotrebom može izbeći višestruko umnožavanje pojedinih delova koda.

2.3.2 Strukture

Mašine sa konačnim brojem stanja mogu da se koriste kao zasebni objekti koji izvršavaju neki proces. Međutim, u velikom broju slučajeva one se integrišu unutar nekog sistema u kojem su ostale komponente sistema u interakciji sa njima. Logike tranzicije stanja i rukovanja događajima bi trebalo da ostanu sakrivene od ostatka sistema i sakrivene u klasama koje predstavljaju stanja. Dakle, potrebno je definisati interfejs preko kojeg će ostatak sistema da komunicira sa objektom koji predstavlja mašinu (**interface design**).

Već je rečeno da mašine treba da reaguju na određene događaje i da generišu određene izlaze, odnosno akcije. U tom slučaju, ukoliko je moguće, potrebno je događaje (**events**) i akcije (**actions**) definisati kao zasebne klase i njihovu logiku prebaciti iz klasa koje predstavljaju stanja u te zasebne klase. Dizajniranjem mašina na ovakav način

dobija se slojevita struktura (**layered design**) [2] koja se sastoji iz tri sloja:

- sloj koji opisuje ponašanje se sastoji iz akcija i događaja,
- interfejs sloj koji prikazuje kako je mašina viđena od strane ostatka sistema i kako reaguje na spoljne događaje,
- sloj stanja koji opisuje konkretna stanja u kojima mašina može da se nađe.

2.3.3 Tipovi mašina

Prema načinu reagovanja na određene spoljašnje događaje, mašine sa konačnim brojem stanja mogu se podeliti na: Milijeve mašine, Murove mašine i Hibridne mašine [2].

Milijeve mašine su karakteristične po tome što se koriste kada izlazne vrednosti i tranzicija stanja ne zavisi samo od trenutnog stanja, nego i od događaja koji izazivaju reagovanje mašine. Jedan način njihove implementacije bio bi kreiranje posebne klase za svako moguće stanje i u svakoj od tih klasa bi bile dodate metode koje rukuju svim mogućim događajima i generišu odgovarajuće izlaze.

Murove mašine su karakteristične po tome što se koriste kada izlazne vrednosti i tranzicija stanja zavise samo od trenutnog stanja mašine. Jedan način implementacije bio bi kreiranje posebne klase za sva moguća stanja i u svakoj od tih klasa bi bila implementirana metoda koja generiše odgovarajući izlaz.

Hibridne mašine su karakteristične po tome što se koriste kada izlazne vrednosti u nekim slučajevima zavise samo od trenutnog stanja, a nekada i od događaja koji izazivaju reagovanje mašine. Jedan od načina implementacije bio bi kombinacija Milijeve i Murove mašine koje nisu kontradiktorne i mogu se kombinovati.

2.3.4 Enkapsulacija stanja

Problem enkapsulacije stanja se odnosi na to kome je sve dozvoljeno da menja stanja mašine. Ukoliko samo objekat koji predstavlja mašinu sme da menja svoja stanja tako što rukuje događajima, onda je referencu na trenutno stanje potrebno čuvati kao privatni atribut (**encapsulated design**). Međutim, dozvoljavanje spoljnim entitetima da unutar objekta, koji predstavlja mašinu, pristupe referenci koja predstavlja stanje i da ga eventualno promene, omogućuje da se objekat, koji predstavlja mašinu, pojednostavi tako što će se logika za tranziciju stanja izmestiti izvan klase čija je instanca taj objekat (**exposed design**) [3].

2.3.5 Instanciranje stanja

Instanciranje stanja u kojima se nalazi mašina može biti dinamičko (u toku rada mašine) ili statičko (prilikom instanciranja same mašine) [2]. Dinamičko instanciranje podrazumeva brisanje starog i instanciranje novog stanja. Ovo su dve operacije koje potencijalno troše mnogo vremena, ali zato štede memoriju. Kod statičkog instanciranja problem je što, u slučaju velikog broja stanja i velikog broja mašina, dolazi do velike potrošnje memorije. Ovo donekle može da se umani ukoliko objekti, koji predstavljaju mašine, dele međusobno stanja. Takođe, ukoliko je vreme od krucijalnog značaja, ovakav

pristup instanciranju objekata, koji predstavljaju stanja, omogućuje brzu tranziciju između stanja.

3. OPIS REŠENJA PROBLEMA

Odabir implementacije mašine sa konačnim brojem stanja često je uslovljen određenim tehničkim faktorima. Međutim, osim toga potrebno je voditi računa o odnosu cene izrade naspram koristi koji donosi odabrani dizajn, jer, kao što je već rečeno, nijedna implementacija mašina sa konačnim brojem stanja nije savršena. Taj odnos se može posmatrati sa nekoliko aspekata [4]:

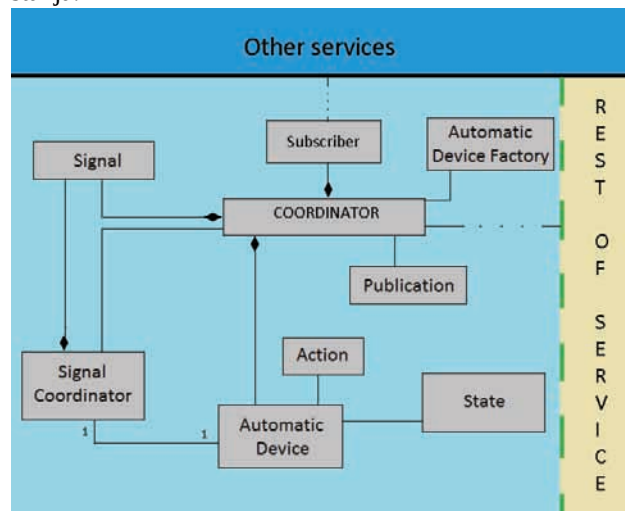
- performanse naspram fleksibilnosti rešenja,
- čitljivost naspram opštosti rešenja,
- jednostavnost početne izrade naspram nadogradivosti rešenja.

3.1 Arhitektura rešenja

U izradi rešenja problema definisana su ograničenja i komandni interfejs, što je rezultiralo pravljenjem mašina sa konačnim brojem stanja čija je opšta generičnost smanjena u cilju povećanja performansi. Arhitektura rešenja prikazana je na slici 2. i zasnovana je kompletno na objektno orijentisanoj paradigmi. Rešenje se sastoji iz dva veća sloja: koordinacioni sloj i sloj automatskih uređaja.

Zadatak koordinacionog sloja je da komunicira sa ostatkom servisa na kojem se nalazi, kao i sa drugim servisima sa kojih dobija podatke.

Sloj automatskih uređaja predstavlja deo automatike u elektroenergetskoj mreži. Njegov zadatak je da prati promene odgovarajućih vrednosti u elektroenergetskoj mreži i, nakon obaveštenja o promenama, da generiše odgovarajuće akcije. Svaki od automatskih uređaja u ovom sloju modelovan je kao mašina sa konačnim brojem stanja.



Slika 2 - Arhitektura rešenja

Koordinator (**Coordinator**) se nalazi u sedištu koordinacionog sloja. Uloga koordinatora je da: vodi evidenciju o pretplatnicima, vodi evidenciju o signalima i uređajima kojima su od interesa, pokrene inicijalizaciju automatskih uređaja, startuje automatske uređaje, obaveštava automatske uređaje o promenama stanja signala, stopira automatske uređaje i rukuje izvršavanjem akcija.

Zadatak pretplatnika (**Subscriber**) jeste da se registruju na servise koji nude obaveštenja o promenama u elektroenergetskoj mreži.

Nakon registracije ti servisi im periodično šalju publikacije o promenama u mreži. Pretplatnici te promene prosleđuju koordinatoru, koji o tome obaveštava automatske uređaje kojima su te promene od interesa.

Zadatak fabrike automatskih uređaja (**Automatic Device Factory**) je da kreira odgovarajuću vrstu automatskih uređaja, u zavisnosti od zahteva koordinatora. Koordinator koristi usluge fabrike prilikom inicijalizacije uređaja.

Signali (**Signal**) predstavljaju vrednosti fizičkih veličina u elektroenergetskoj mreži. Predstavljeni su trenutnim stanjem posmatrane vrednosti, ali i očekivanom vrednošću.

Automatski uređaji (**AutomaticDevice**) predstavljeni su odgovarajućom apstraktnom klasom preko koje koordinator komunicira sa njima.

Stanja (**State**) predstavlja konkretno stanje u kojem se uređaj nalazi. Njihov zadatak je da generišu akcije koje uređaj izdaje na izvršavanje.

Koordinator signala (**SignalCoordinator**) predstavlja deo automatskog uređaja koji je zadužen za registraciju signala koji su od interesa automatskom uređaju kod koordinatora, kao i za ažuriranje vrednosti signala. Takođe, koordinatori signala imaju mogućnost da promene stanje automatskog uređaja, ukoliko se detektuje da su uslovi za to ispunjeni prilikom ažuriranja vrednosti signala.

3.2 Performanse sistema

Poseban akcenat u ovom radu stavljen je na performanse sistema. Uslov da rešenje treba da bude fleksibilno i da poseduje široke perspektive upotrebe, dovelo je do izrade rešenja koje doprinosi održivosti softera na račun performansi celog sistema.

Deo sistema koji je označen kao od značaja za performanse sistema je obrada pristiglih publikacija o promenama u elektroenergetskoj mreži. Ova obrada može nesmetano da se obavlja konkurentno. *.NET* [5] radni okvir nudi svoj bazen niti i TPL [5] radni okvir za olakšan rad sa nitima.

Stoga su merene performanse sistema u zavisnosti od upotrebe jedne od ove dve tehnike za rukovanje nitima. Da bi merenje performansi bilo što relevantnije, razvijena rešenja su upotrebljena u realnom sistemu, dakle integrisana u okviru sistema unutar kojeg treba da se koriste.

S obzirom da automatski uređaji predstavljaju deo jednog procesa koji je deo ukupnog sistema, bilo je potrebno optimizovati njihov rad unutar ograničenih resursa koji su im dodeljeni.

U tabeli 1. dati su prikazi izmerenih metrika: zauzeće procesora, vrhunac potrošnje memorije, kao i vreme potrebno za obradu određenih količina podataka u procesu zaduženom za automatske uređaje, u zavisnosti od broja obrađenih publikacija.

Obrađene publikacije	Vreme izvršavanja (sek)		Upotreba memorije (MB)		Zauzeće procesora (%)	
	TPL	Bazen niti	TPL	Bazen niti	TPL	Bazen niti
500	248.43	243.67	225.47	236.5	22.27	24.68
1000	273.68	262.24	239.2	243.61	13.64	13.34
1500	328.37	296.32	246.26	250.46	11.51	10
3000	438.46	485.88	249.02	259.29	10.26	9.03

Tabela 1 - Izmerene metrike

Zaključak koje se mogao izvesti jeste da rešenje koje koristi TPL troši manje memorije, da mu treba više vremena da obavi obradu podataka, dok za veći broj publikacija procentualno više koristi procesor od rešenja koje koristi bazen niti.

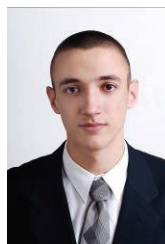
4. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je upotreba mašina sa konačnim brojem stanja u simulaciji automatike u elektroenergetskim sistemima. Rešenje je implementirano u okviru postojećeg komercijalnog sistema. Prethodno rešenje je postalo neodrživo zbog tradicionalne implementacije uslovnim iskazima. Prva faza rada zahtevala je proučavanje elektroenergetskog simulacionog modela na postojećem komercijalnom sistemu. Druga faza rada podrazumevala je izučavanje postojećih rešenja za mašine sa konačnim brojem stanja. Treća faza rada obuhvatala je izučavanje tehnologija potrebnih za implementaciju rešenja. Četvrta faza rada podrazumevala je projektovanje i implementaciju rešenja i njegovu primenu na testnom sistemu. Implementirano rešenje je doprinelo boljoj čitljivosti programskog koda, fleksibilnosti i održivosti sistema. Ipak generičnost ovog rešenja nije dovoljna u smislu da njegova upotreba nije potpuno moguća u drugim delovima sistema.

LITERATURA

- [1] Vladimir Kovačević: Logičko projektovanje računarskih sistema I – projektovanje digitalnih sistema, Univerzitet u Novom Sadu
- [2] Sherif M. Yacoub, Hany H. Ammar: *Finite State Machine Patterns*, West Virginia University, 1998
- [3] Paul Dyson, Bruce Anderson: *State patterns*, 1998
- [4] Paul Adamczyk: *The Anthology of the Finite State Machine Design Patterns*, University of Illinois, 2003
- [5] MSDN, <http://msdn.microsoft.com>

Kratka biografija:



Marko Dikić je rođen 1990. godine u Novom Sadu. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2009. godine i 2013. godine stekao je Bsc diplomu na smeru Računarstvo i automatika.

PRIMENA BRAINBAY SOFTVERA U BIOMEDICINSKIM MERENJIMA APPLICATION OF BRAINBAY SOFTWARE IN BIOMEDICAL MEASUREMENTS

Zorica Kozomora, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Merni hardver koji je korišćen za potrebe ovog rada je ModularEEG uređaj, koji se sastoji od analognog i digitalnog modula. U ovom radu svi primeri su analizirani u softverskom paketu BrainBay. Predstavljani su osnovni primeri primene BrainBay –a u biomedicinskim merenjima. Platforma za razvoj merne instrumentacije se sastoji od ModularEEG uređaja i BrainBay softverskog paketa. Takođe, prikazani su primeri primene BrainBay –a sa ModularEEG uređajem.

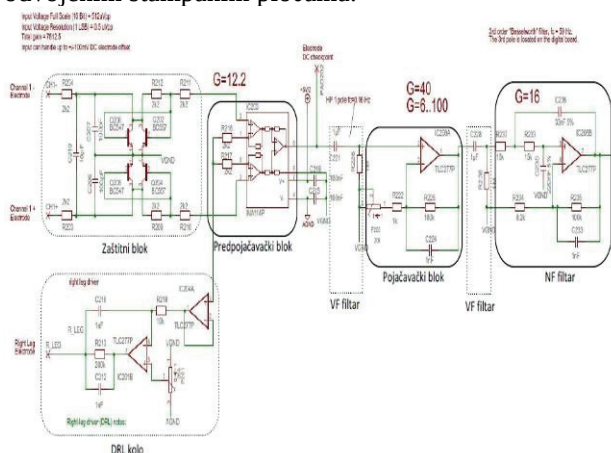
Abstract – Measurement hardware that was used for this study is ModularEEG device, which consists of analog and digital modules. All examples in this paper are analyzed in the software package BrainBay. Main examples of use of BrainBay software in biomedical measurements are featured. Platform for the development of measurement instrumentation consists of ModularEEG device and software package BrainBay. Also, examples of application of BrainBay with ModularEEG device, are shown.

Ključne reči: Merni hardver, Biomedicinska merenja, BrainBay softver, ModularEEG

1. UVOD

1.1. Merni hardver

Merni hardver koji je korišćen za potrebe ovog rada je ModularEEG uređaj projektovan na bazi tzv. OpenEEG dizajna [1]. Sastoji se od analognog (pojačavačkog) (Slika 1) i digitalnog modula, napravljenih na dvema odvojenim štampanim pločama.



Slika 1. Šema analognog (pojačavačkog) kola sa izdvojenim funkcionalnim blokovima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Platon Sovilj, doc.

Analogni (pojačavački) modul se sastoji od:

1. zaštitnog bloka – čija je uloga zaštita pacijenta i uređaja od elektrostatičkih pražnjenja i potiskivanje radiofrekventnog signala.
2. prvi pojačavački blok (prepojačavač) koji čini instrumentacioni pojačavač INA114 zbog potrebe za visokom ulaznom impedansom i potiskivanjem zajedničkog napona.
3. DRL kolo – dodatno potiskuje zajednički napon jer instrumentacioni pojačavač nije dovoljan. Zajednički napon se prenosi do instrumentacionog pojačavača INA114, a odatle se pomoću dva operaciona pojačavača invertuje i dovodi na ručni zglobov ispitanika.
4. drugi i treći pojačavački stepen – na ulazu je postavljen VF filter sa graničnom frekvencijom od 0.16 Hz i njegova uloga je potiskivanje jednosmerne komponente. Prvi pojačavač ovog bloka ima samo ulogu pojačavanja i napravljen je kao neinvertujući pojačavač. Pojačanje ovog pojačavača iznosi $G=40$, ali se potenciometrom može menjati. Na izlazu ovog bloka se nalazi poslednji pojačavački stepen, čije pojačanje iznosi $G=16$ a osim pojačanja on vrši i NF filtriranje. U digitalnom modulu, mikrokontroler koji se koristi je Atmega AT80S4433P (8 –bitni kontroler) sa internim A/D konvertorom. Napajanje je predviđeno ili da bude baterijsko ili da se koristi mrežni adapter.

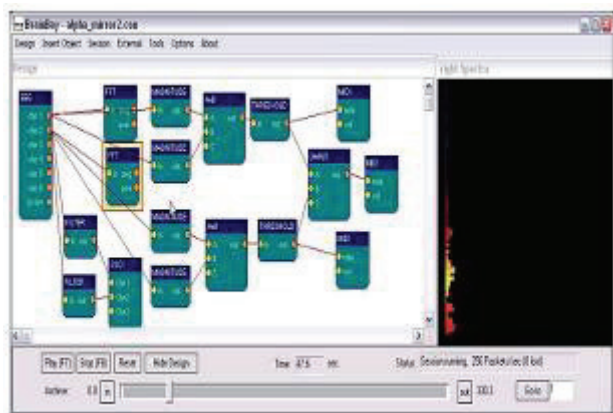
Za komunikaciju se koristi čip MAX232 koji ima funkciju prilagođenja digitalnih naponskih nivoa (sa jedne strane nivo od 5V prema mikrokontroleru, a sa druge strane 12V prema serijskom portu računara).

1.2. BrainBay softver

BrainBay je softver koji omogućava grafički dizajn univerzalnih konfiguracija za akviziciju i obradu u realnom vremenu bioelektričnih signala, vizuelnih informacija (sa web kamere) i drugih senzorskih podataka. Takođe, i njihovo prikazivanje i skladištenje. Osim toga, BrainBay omogućava optičko –akustični biofeedback informacije, kontrolu kursora i generisanje upravljačkih komandi za različite uređaje povezane sa PC –em [2].

BrainBay je deo OpenEEG –projekta. Sa jednim od datih pojačavača (ModularEEG i MonolithEEG) i primenom odgovarajućih elektroda i senzora, BrainBay omogućava merenje sledećih pojava: moždane talase (pomoću EEG), otkucaje srca (pomoću ECG), mišićnu aktivnost (pomoću EMG), pozicija lica, pokreti lica – (pomoću web kamere) itd. U BrainBay –u osnovne celine su jedna vrsta virtuelnih instrumenata za koje se koristi naziv design (dizajn). Svaki dizajn je sačinjen od funkcionalnih jedinica (funkcionalnih elemenata) koji imaju ulogu akvizicije, obrade, feedback –a ili čuvanja

podataka. Ovi funkcionalni elementi i njihove međusobne veze čine konfiguraciju dizajna. Slika 2. prikazuje konfiguraciju koja povezuje 2 signala EEG pojačavača na elemente za obradu i generisanje vizuelne i akustične *feedback* informacije o parametrima signala.

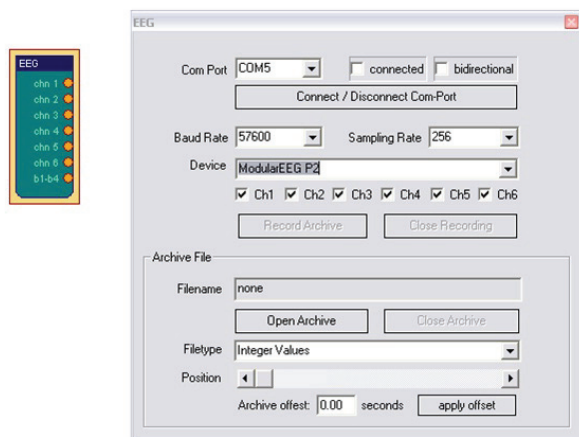


Slika 2. Konfiguracija koja povezuje 2 signala na EEG pojačavaču za obradu i elemente koji omogućuju vizuelni i akustični *feedback* parametara signala.

Osnovne funkcionalnosti BrainBay –a su:

1. digitalni filteri, FFT -prikazi (grafikon sa stupcima, spektrogram, 3D -prikaz).
2. matematički elementi (korelacija, prag, usrednjavanje).
3. multimedijalni *feedback* (Midi, Wav i Avi-playback, prikaz sa stupcima).
4. mrežni prenos (korišćenjem Neuroserver –ovog okvira).
5. čitanje i skladištenje arhivskih fajlova u EDF format.
6. podrška web kamere i detekcija lica (za „glava kao miš” podršku).
7. HCI funkcije (kontrola miša i događaji na tastaturi).

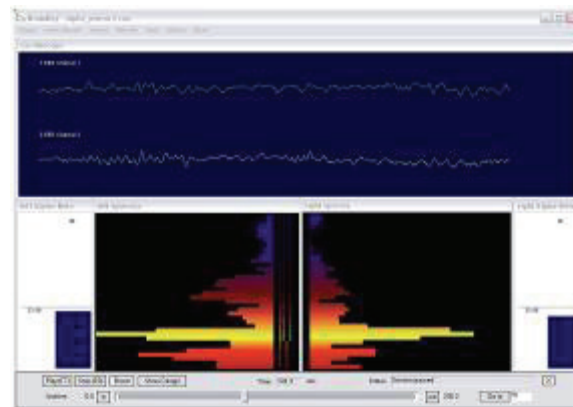
Dizajn elementi (Signal Sources, Signal Targets i Math) su osnovne komponente koje čine konfiguraciju za obradu signala u BrainBayu. Generički pojačavač biosignala/EEG pojačavač je dostupan u podgrupi Signal Sources glavnog menija. Slika 3. prikazuje korisnički dijalog za podešavanje EEG pojačavača [2].



Slika 3. Korisnički dijalog za podešavanje EEG pojačavača

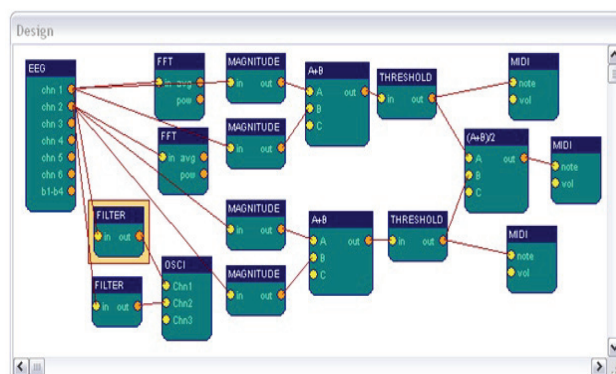
2. OSNOVNI PRIMERI PRIMENE BRAINBAY-A

Osnovni primeri prikazuju primenu BrainBay softverskog paketa u biomedicinskoj instrumentaciji. Prva aplikacija prikazuje Neurofeedback, a druga računa otkucaje srca sa više kanalnog EDF snimka. Prvi primer (Alpha/Beta Neurofeedback) prikazuje obradu u realnom vremenu dvo – kanalnog monopolarnog EEG snimka..



Slika 4. Vizuelni *feedback* u primeru alpha –mirror2

Na slici 4. prozor za osciloskop prikazuje dva kanala EEG signala. Zatim, vizuelni *feedback* je predstavljen pomoću dva spektrograma (FFT spektralna analizatora), koji prikazuju frekvencijske komponente na primeru moždanih talasa koje su prisutne u signalu. Prozor za prikaz trenutne vrednosti signala (kao i gornje i donje granice), omogućen je pomoću Threshold elementa.

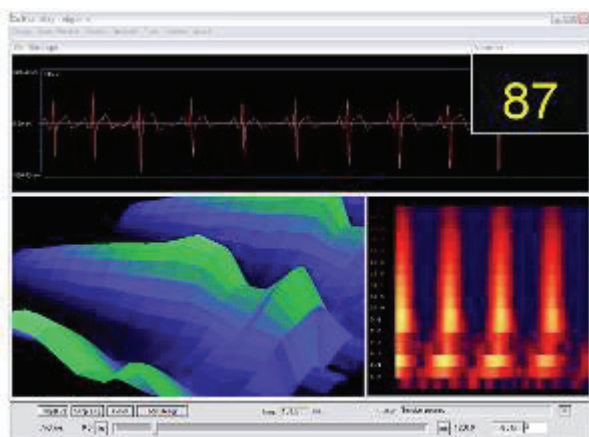


Slika 5. Dizajn primera

Slika 5. prikazuje dizajn konfiguraciju koja povezuje dva signala EEG pojačavača na elemente za generisanje i obradu parametara posmatranog signala. Dva signala sa EEG pojačavača su prvo filtrirana (filter element), pa prikazana na osciloskopu. Elementi koji obezbeđuju vizuelni *feedback* su FFT spektralni analizatori (prikazuju frekvencijski spektar signala). Značajan element za obradu signala je Magnitude, meri frekvenciju u tačno određenom propusnom opsegu (bandpas filter). Ako signla nije u tačno određenim granicama (threshold element), na izlazu elementa će biti nevažeća vrednost. Tri midi generatora obezbeđuju audio *feedback*.

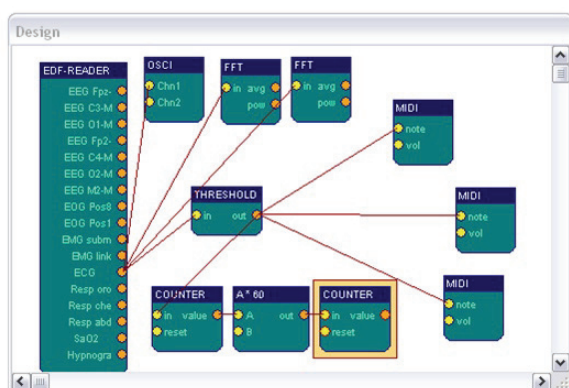
Sledeći primer (Otkucaji srca sa više kanalnog EDF snimka) meri puls sa snimljenog signala sačuvanog u EDF fajlu. Na slici 6. na prozoru za osciloskop je predstavljen EKG signal srca. Vizuelni *feedback* je omogućen sa dva spektralna analizatora, gde su prikazane

frekvencijske promene signala pomoću kojih možemo da računamo puls. Jedan brojač je prikazan, on broji otkucaje srca. Slika 7. prikazuje dizajn konfiguraciju gde su prikazani glavni elementi za obradu, računanje i prikaz pulsa.



Slika 6. Vizuelni feedback –računanje otkucaja srca.

EKG signal sa EDF-Readera je prikazan na osciloskopu. Vizuelni feedback je obezbeđen sa dva FFT analizatora (jedan u 3d –modu, a drugi kao spektrogram). Evaluatorske matematičke funkcije množi sa 60 vrednost sa brojača da bi dobili otkucaje srca u minuti. Za audio feedback su korišćena tri Midi generatora sa istim tipom harmonijske skale. Threshold element detektuje R –talase iz QRS kompleksa.

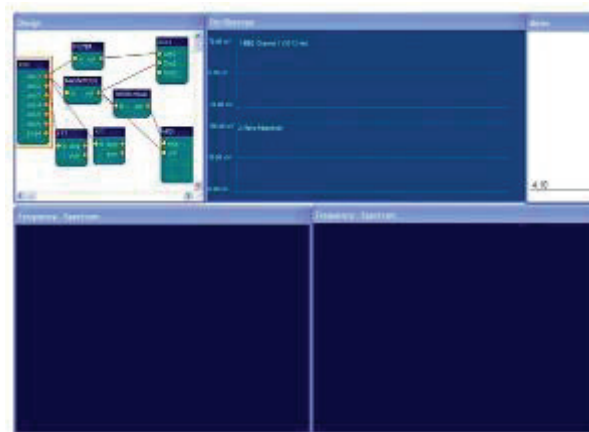


Slika 7. Primer dizajna za računanje pulsa

3. PRIMER PRIMENE BRANBAY-A SA MODULAR EEG UREĐAJEM

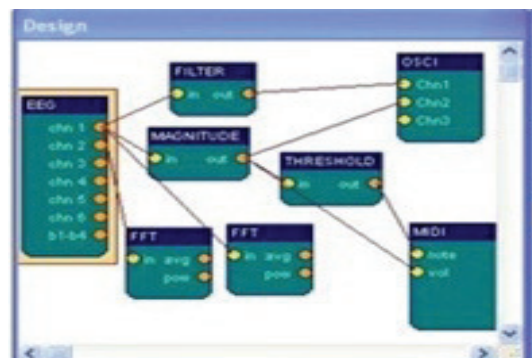
Primer sa ModularEEG uređajem (Alpha –Mirror1 dizajn) prikazuje obradu u realnom vremenu i optičko – akustični feedback aplikacije. Na Slici 8. se nalazi prozor sa osciloskopom gde su prikazani prvi kanal signala sa EEG pojačavača i α –ritam (EEG signala). Alfa ritam (α -ritam) javlja se na učestanosti od 8 do 13 Hz, u opuštenom budnom stanju. Amplitude sa kojima se javlja su od 50 do 100 μ V.

Najprimetniji je u stanju opuštenosti, sa zatvorenim očima. Nestaje otvaranjem očiju u stanju napetosti, mentalnog napora i pospanosti. Sledeći prozor prikazuje trenutnu vrednost posmatranog signala (donju i gornju granicu). Vizuelni feedback je prikazan pomoću dva frekvencijska spektrograma.



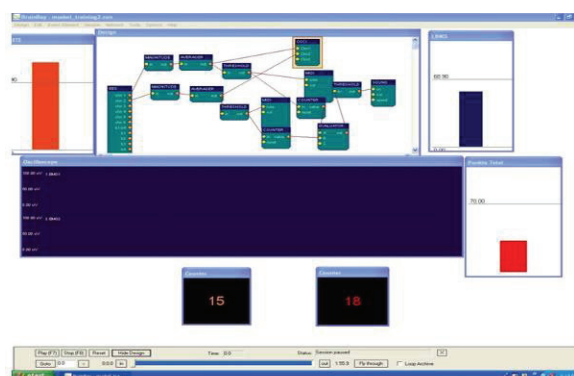
Slika 8. Vizuelni i akustični feedback α –ritma

Slika 9. prikazuje dizajn konfiguraciju koja povezuje 2 signala sa EEG pojačavača, i omogućava dalju obradu i generisanje parametara signala. Konekcija signala na osciloskop za prikaz EEG chn1 i α –ritma. Audio i vizuelni feedback omogućavaju Midi generator i dva FFT analizatora (prikazuje frekvencijske komponente signala). Magnitude element meri frekvenciju u tačno određenom opsegu (Bandstop filter). Threshold element određuje tačno određene granice signala, a ako se signal koji dolazi na njegov ulazni port nalazi van zadatih granica, na izlaznom portu neće postojati vrednost signala.



Slika 9. Primer dizajna α –ritma

Sledeći primer sa ModularEEG uređajem (muscle training2.con) prikazuje merenje EMG signala (Slika 10)

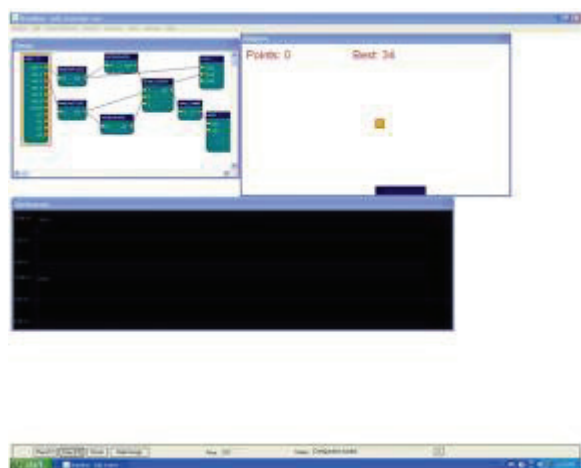


Slika 10. Vizuelni i akustični feedback mišićnog treninga

Ova aplikacija omogućava merenje EMG signala (nožnih) mišića tokom treninga ispitanika. Na osciloskopu su prikazana dva kanala EMG signala. Zatim, dva brojača

koja broje mišićne kontrakcije i tri prozora za prikaz trenutne vrednosti signala i određivanja granica signala. Jedan (Threshold) prozor služi kao indikacija da je postignuta puna mišićna kontrakcija prilikom treninga ispitanika. Dizajn konfiguracija pomenute šeme pored EEG pojačavača sa koga su povezani signali na osciloskop sadrži tri Threshold elementa (indikacija mišićnih kontrakcija). Audio feedback je postignut sa Midi generatorom, i sa Sound playerom (koji može da pusti kratak audio snimak).

Primer (ball –training1.con) je primer vizuelnog feedback –a u vidu kompjuterske igrice (Slika 11).

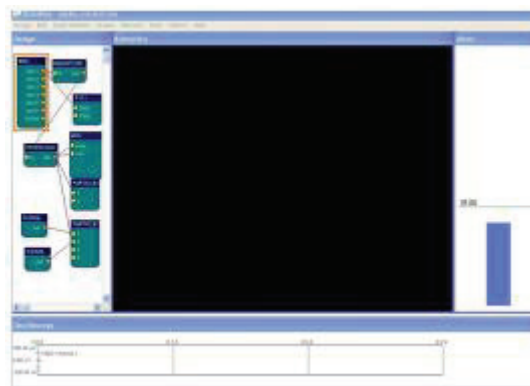


Slika 11. Vizuelni feedback ball –training igrice

Svrha igre je da se uhvati lopta sa pokretnim klizačem. Pozicija klizača se kontroliše sa ulaznog porta Ballgame elementa. Najbolji broj pogodaka loptice je prikazan u prozoru za igru i sačuvan. Dizajn konfiguracija sastoji se od EEG pojačavača čija dva signala su povezana sa integratorom (stalno sabira ulazne vrednosti). Signal sa izlaznog porta evaluatora matematičkih izraza je povezan na ballgame element.

Sledeći primer (alpha –cirles2.con), prikazuje vizuelni feedback (animaciju) izdvajanja α –ritma iz EEG signala. Prikazana aplikacija koristi element Particle animation, koji obezbeđuje grafički sistem (animaciju), i koji se kontroliše sa jednim od ulaznih portova pomenutog elementa. Particle sistem može da proizvede lepe vizuelne efekte u kombinaciji sa signal generatorom. Slika 12. prikazuje prozor za animaciju, prozor u kome je prikazana trenutna vrednost signala (kao i granice pomenutog signala) i vrednost EEG signala na osciloskopu.

Dizajn konfiguracija prikazuje element Magnitude (koji propušta samo određene frekvencije). Zaučajan element za analizu je Threshold element sa čijeg izlaznog porta je povezan signal na element Particle animation. Pored vizuelnog feedback –a obezbeđen je i audio feedback pomoću Midi generatora.



Slika 12. Vizuelni feedback α - ritma

4. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada je bio da se prouče vrste instrumentacije koja se koristi u biomedicinskim merenjima, kao i BrainBay softver i njegova primena u projektovanju biomedicinske merne instrumentacije sa posebnim naglaskom na projektovanje elektrofiziološke merne instrumentacije. Ovaj zadatak je izvršen, svi primeri u ovom radu su analizirani u softverskom paketu BrainBay, a prikazana platforma za razvoj merne instrumentacije se sastoji od ModularEEG uređaja i BrainBay softverskog paketa

5. LITERATURA

- [1] <http://openneeg.sourceforge.net/doc/>
- [2] <http://www.shifz.org/brainbay>

Kratka biografija:



Zorica Kozomora rođena je u Somboru (Republika Srbija) 1990. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti elektrotehnike i računarstva odbranila je 2013.god.

PRIKUPLJANJE PARAMETARA SREDINE ZASNOVANO NA PUBLISH/SUBSCRIBE PROTOKOLU I CLOUD PLATFORMI**ENVIVOMENT PARAMETERS ACQUISITION BASED ON PUBLISH/SUBSCRIBE PROTOCOL AND CLOUD PLATFORM**

Srđan Stanković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO.

Sadržaj – U radu je opisana realizacija elektronskog uređaja koji periodično svakih 30 sekundi ažurira vrednosti temperature, osvetljenosti u prostoriji i ose po kojoj se pomera uređaj. Potom se njihove vrednosti objavljuju na ThingFabric Cloud platformi. Veza sa Cloud platformom se ostvaruje putem Wi-Fi konekcije. Razmena poruka između Cloud-a i uređaja ostvaruje se publish/subscribe protokolom, MQTT. Cloud je server, a uređaj klijent.

Abstract – This thesis describes realization of electronic device which periodically update temperature, brightness and movement of device every 30 seconds. This values are publish on Cloud platform. Communication with Cloud platform goes across wi-fi connection. Exchange of messages are realized on publish/subscribe protocol MQTT. Cloud is a server. Device is a client.

Ključne reči: Davači fizičkih veličina, mikrokontroler, Publish/Subscribe klijent, Internet of Things, Cloud platforma.

1. UVOD

Svojom evolucijom internet unapređuje život ljudi postavljajući svoju funkcionalnost kao veliku podršku u svakodnevnom funkcionisanju čoveka. Kao novi talas razvoja interneta pojavljuju se međusobno povezani uređaji koji mogu da interaguju sa čovekom. Ova oblast razvoja interneta naziva se Internet of Things, IoT.

U ovom radu opisana je realizacija elektronskog uređaja koji prikuplja parametre sredine čovekovog okruženja i objavljuje na Cloud platformi. Uređaj vrši periodično uzorkovanje temperature, osvetljenosti i pomeranja uređaja po jednoj od tri ose svakih 30 sekundi. Prenos ovih parametara ostvaruje se putem Wi-Fi konekcije. Za prenos informacija implementiran je “objavi/pretplati se” protokol MQTT. Uređaj je klijent koji objavljuje podatke na serveru. Thingfabric je Cloud platforma na koju se objavljuju podaci, [1].

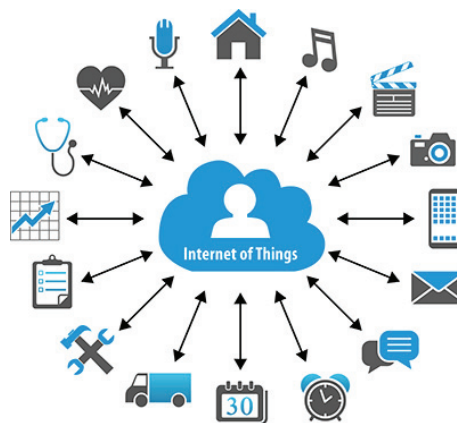
Elektronski uređaj razvijen je na razvojnom sistemu LAUNCH PAD SimpleLink Wi-Fi CC3200. LAUNCH PAD sadrži wireless MCU CC3200 baziran na ARM mikroprocesorskom jezgru i Wi-Fi radio modulu na jednom čipu, [2]. Tokom razvoja uređaja pisan je firmware u programskom jeziku C. Korišteno je nekoliko

periferija MCU-a, za potrebe očitavanja vrednosti sa davača fizičkih veličina. Na uređaju je implementiran MQTT klijent. U firmware-u je implementiran FreeRTOS operativni sistem. Uređaj je koncipiran da se napaja sa baterijskog izvora napajanja, pa je tako lako prenosiv na bilo koje mesto od interesa.

2. TEORIJSKE OSNOVE

Tehnički gledano IoT čine pametni uređaji koji interaguju i komuniciraju sa drugim uređajima, objektima, okruženjem i infrastrukturu rezultujući velikom količinom podataka koje procesuiraju u korisne akcije upravljanja drugim uređajima.

Prevod na srpski jezik jeste “internet stvari”. Ovakav prevod u nekom pogledu i jeste ispravan, jer imenom asocira na svoju funkcionalnost. Stvar može postati bilo šta iz našeg okruženja za šta se pronade način da se virtuelno predstavi kroz neki svoj parametar. Mikrotalasna pećnica ima tajmer, a u pozadini je i tu embedded mikroprocesor koji bi dodatno mogao da javi korisniku na mobilni telefon da je ručak gotov. Za ovu akciju potrebna je konekcija ka internetu. Tako internet postaje “mesto” gde su udaljene stvari dostupne. Dostupne u vidu podataka koji ih reprezentuju. Sl.1. ilustruje ovakav prikaz IoT-a.



Slika 1. Koncept IoT-a

2.1. Arhitektura IoT-a

Arhitektura jedne IoT platforme sastoji se iz, [3]:

- Uređaja koji akvizuju fizičku veličinu od interesa i pretvaraju je u korisne podatke. Ovaj deo sistema naziva se sensing node
- Ožičene i/ili bežične konekcije ka internetu, connectivity nodes

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ivan Mezei, docent.

- Udaljenog servera, Cloud platforma

Uređaj, stvar, sensing node ili device, svi ovi nazivi se mogu sresti u opisu IoT-a u domaćoj literaturi. Svi oni su elektronski uređaji koji se sastoje iz nekoliko davača fizičkih veličina (eng. sensors) čije se vrednosti pretvaraju u podatke koji se potom reprodukuju serveru. Davači fizičkih veličina mogu biti sistemi kamera za obradu slike, merači protoka tečnosti ili prisusnosti gasova za sistem pametne potrošnje energije, RFID čitači za monitoring zaposlenih ili jednostavno termometar koji meri temperaturu ambijenta, [3]. Akvizicija podataka koje uređaj vrši i reprodukuje zavisna je od namene. Najvažniji deo ovih elektronskih uređaja predstavlja mikrokontroler ili mikroprocesor (na dalje u tekstu MCU/MPU) koji obrađuje ove podatke. MCU/MPU moraju da zadovoljavaju neke kriterijume da bi bili idealni za upotrebu na IoT platformama, evo nekih od njih:

- Energetska efikasnost
- Arhitektura sa bogatom softverskom podrškom
- Slojevitost softvera
- Niska cena
- Pouzdanost
- Bezbednost podatka

Ožičena i/ili bežična konekcija ka internetu koja je uređaju potrebna za komunikaciju sa Cloud-om potrebno je da bude male potrošnje energije, kvalitetna, pouzdana i niske cene, i da je prenos podataka putem ove konekcije bezbedan. U današnje vreme je dostupna nekolicina komunikacionih tehnologija. Svaka od njih je svojim karakteristikama, navedenim na početku ovog pasusa, zauzela mesto u jednoj od grana razvoja IoT-a. Tako je Bluetooth Low Energy, BTLE najviše primenjiv u zdravstvenoj industriji u uređajima koji vrše monitoring pacijenta, [3]. Vodi se velika bitka između ZigBee-a i low-power Wi-Fi-a na polju primene u industrijskoj kontroli i kućnoj automatizaciji.

Komunikacija koja se ostvaruje između uređaja i servera deli se na tri nivoa, bez obzira kojom tehnologijom se ostvaruje:

- komunikacija između dva uređaja (device-to-device, D2D),
- komunikacija između uređaja i servera (device-to-server, D2S)
- komunikacija između dva servera (server-to-server S2S)

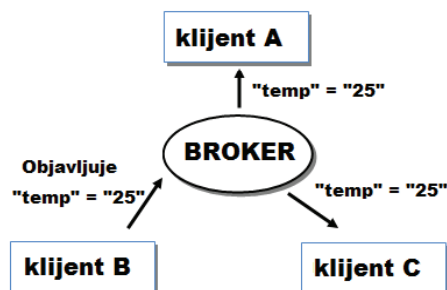
Najčešći protokoli koji se koriste na IoT platformama su MQTT, CoAP i XMPP.

2.2. MQTT

MQTT (Message Queue Telemetry Transport), je niskozahtevan protokol D2D i D2S komunikacije. Namenjen je za implementaciju na uređajima koji objavljuju podatke na ili dobijaju podatke sa Cloud-a. Ovo je "objavi/pretplati se" (eng. publish/subscribe) tip protokola, koji je zasnovan na porukama koje se razmenjuju preko TCP/IP mrežnih slojeva, [4].

Arhitektura MQTT-a se sastoji iz modela klijent/server, gde je svaki elektronski uređaj klijent konektovan na server. Svaka poruka koja se razmenjuje sa severom je preddefinisana određenom dužinom i parametarima, [4]. Poruke se objavljuju na određenu adresu nazvanu tema (eng. topic). Jedan klijent može da se pretplati (eng.

subscribe-uje) na više različitih tema. Svaki klijent koji je pretplaćen na temu dobija svaku poruku koja se na toj temi objavi od strane bilo kog drugog klijenta. Prikaz tri klijenta pretplaćena na istu temu pri čemu jedan klijent objavljuje na istu temu dat je na sl.2. Model "objavi/pretplati se" dozvoljava MQTT klijentu da ostvari komunikaciju jedan na jedna sa drugim uređajem ili da utiče na delovanje grupe uređaja pretplaćenih na istu temu.



Slika 2. Organizacija komunikacije MQTT protokolom

3. ANALIZA REŠENJA

Elektronski uređaji koji prikupljaju parametre sredine moraju biti kompaktnog pakovanja, pouzdani i prenosivi. Njihova prisutnost u prostoriji ne sme da opterećuje korisnika. Korisnikovu pažnju moglo bi da zahteva praćenje baterijskog napajanje uređaja. Potrebno je omogućiti korisniku da što ređe mora menjati ili dopunjavati baterije. Obradom podataka na Cloud-u rasterećuje se uređaj i potrebno je manje vremena da provodi u aktivnom stanju. U periodima između aktivnih stanja e.uređaj bi trebao da redukuje potrošnju na najmanju moguću.

Unutar domova stanovnika osećaj prijatnosti je presudan za boravak. Temperatura ambijenta svakako utiče. Monitoring temperature je nezamisliv na elektronskim uređajima unutar postojećih IoT platformi, tako je da je implementiran i na ovom uređaju.

Problem sigurnosti stanova je prisutan. Način na koji provalnici ulaze u domove je prinudno ovtaranje vrata ili prozora. Detektovanje pomeranja moguće je pomoću akcelometra dobijanjem ubrzanja po jednoj od tri osa.

Kao dodatni parametar koji se uzorkuje usvojeno je merenje osvetljenosti u prostoriji. Jednostavnost hardverske implementacije merenja količine svetlosti sa foto-otpornikom je svakako presudila da se ovaj parametar uzorkuje.

Većina domaćinstava današnjice poseduje žičnu vezu konekcije ka internetu, a unutar domova uspostavljaju se Wi-Fi mreža. Wi-Fi mrežu ukućani koriste za konekciju svojih PC-jeva, laptopova, tableta i mobilnih telefona ka internetu. Tako da će broj onih domaćinstava koji imaju svoju Wi-Fi mrežu vremenom rasti. Elektronski uređaji moraju biti prenosivi, tako da se kao prihvatljivo rešenje za njihovu konekciju ka internetu unutar domova korisnika nameće upravo Wi-Fi mreža.

Kompanija Texas Instruments donela je početkom ove godine na tržište wireless MCU CC3200. Na jednom čipu objedinjeni su wireless mrežni kontroler i mikrokontroler. CC3200 poseduje jedinicu za upravljanje potrošnjom,

ARM Cortex-M4 jezgro, integrisanu AES kriptaciju, nekoliko perifera za serijsku komunikaciju i nisku cenu. Ove karakteristike su sve što je potrebno IoT platformi, pa je CC3200 usvojen kao platforma na kojoj će se razvijati uređaj. Texas Instruments je po izlasku CC3200 omogućio dostupnim na tržištu i razvojni sistem LAUNCH PAD SimpleLink Wi-Fi CC3200 sa ovim wireless MCU-om, [2]. Na LAUNCH PAD-u implementirani su temperaturni davač i akcelerometar.

Cloud platforme u svojoj realizaciji mogu ići do širokih razmera analize ogromnog broja podataka i donošenja kompleksnih odluka na osnovu kretanja vrednosti podataka. Realizacija Cloud platforme zahteva mnogo kompleksnosti i kao takva nije tema realizacije ovog rada. Kompanija 2lemetry pruža svoju Cloud platformu pod nazivom ThingFabric i ona je korišćena za objavu podataka u ovom radu.

3.1. ThingFabric

Thingabric [1] platforma omogućava celokupan proces transformisanja IoT podataka u inteligentne akcije. Može da razmenjuje podatke neprimetno sa bilo kojim sistemom omogućavajući korisniku platforme fleksibilnost u radu i mogućnost editovanja opcija na platformi. ThingFabric može da ostvari podršku od malih jednostavnih koncepta do zahtevnih IoT implementacija. Ostvaruju komunikaciju sa udaljenim uređajima koji šalju podatke bez ikakvih potrebnih promena na platformi, putem Stopm, CoAP ili MQTT protokolom. Pruža setove naprednih alata obrade podataka. Jedina je platforma koji za sada garantuje prenos podataka QoS2 servisom u oba pravca. Identifikacija uređaja na ThingFabric-u se ostvaruje jednostavnim logovanjem na osnovu korisničkog imena i lozinke, bez ikakvog editovanja na platformi. Sa ovakim pristupom vreme utrošeno za ostvarivanje Cloud platforme i funkcionalnosti na njoj opada značajno.

4. REALIZACIJA SISTEMA

Realizovan je elektronski uređaj koji vrši uzorkovanje vrednosti temperature, osvetljenja i pomeranje po jednoj od osa. Objavljivanje ovih vrednosti na Cloud vrši se periodično svakih 30 sekundi.

Prilikom odabira protokola kojim će se odvijati komunikacija sa Cloud-om uređaj je bio ograničen samo na one protokole koje pruža ThingFabric opisan u odeljku 3.1. ThingFabric je namenjen inženjerima koji razvijaju svoje krajnje tačke prikupljanja podataka, elektronske uređaje. Ostvarivanje komunikacije sa ovom platformom moguća je putem MQTT, CoAP i STOMP protokola. MQTT je niskozahtevan protokol čija se komunikacija zasniva na razmeni poruka. Cilj je da se broj bajtova koji se razmenjuje minimizuje ostvarujući pri tome smanjenje aktivnog stanja uređaja koju razmenjuju poruke i omogućavajući smanjenje potrošnje, [4]. Time je MQTT povoljan za implementaciju na platforme sa skromnim resursima, gde je konekcija na mrežu sa malim propusnim opsegom mreže i na MCU-e sa malo raspoložive memorije. Dodatnu pogodnost prilikom odabira protokola čini softverska realizacija ovog protokola data od strane tvoraca napisana u programskom jeziku "C"

namenjena embedded platformama. Komunikacija između uređaja i Cloud platforme zasnovana je na MQTT protokolu. Na uređaju je realizovan MQTT klijent.

4.1. MQTT klijent

Razmena podataka između klijenta i servera vrši se posredstvom tema. Teme su zajedničke "tačke" komunikacije koje vide i server i klijent, opis tema dat je u poglavlju 2.2. Klijentu je potrebno da se pretlati, subscribe-uje, na željenu temu ukoliko želi da dobija podatke sa teme. Ukoliko klijent hoće da pošalje podatak serveru potrebno je da objavi, publish-uje, taj podatak na temu. Pre same objave ili pretplate klijent je potrebno da se identifikuje na serveru. Identifikacije se vrši na osnovu imena i lozinke. Ovi parametri se dobijaju po kreiranju naloga na ThingFabric-u.

Prvom pretplatom na željenu temu na serveru, ta tema se kreira. Ovakva je realizacija na serveru. Klijent mora da se pridržava organizacije teme u tri nivoa koju propisuje server. Tako da ukoliko želi da objavljuje temperaturu u stanju tema bi glasila:

stan/kuhinja/temperatura

Za objavu na temu definisan je format zadavanja parametra. Svaki parametar se definiše imenom i brojnomo vrednošću. Ime se zadaje između dvostrukih navodnika. Zatim sledi dvotačka pa brojna vrednost. Ukoliko se želi objaviti temperatura 23°C navodi se sledeće "temp":23. Dva različita parametra se razdvajaju zarezom. Celokupna poruka koju tumači server sledećeg je sadržaja:

<"Temp":23,"Accel_X":7,"Ambient_Brightness":77>

4.2. Softverska realizacija

Elektronski uređaj po uključenju vrši inicijalizaciju MCU-a, periferija kojima komunicira sa davačima fizičkih veličina, SimpleLink drajvera, kreira Queue-e za komunikaciju task-ova, definiše dva task-a FreeRTOS-a i odabire mod spavanja. U jednom task-u se ostvaruje konekcija ka internetu tako što se prvo traži predefinisana wlan mreža. U ovom task-u program ostaje zaglavljen dokle god se ne ostvari konekcija na mrežu. Po uspostavljanju konekcije prelazi se u drugi task. U njemu se vrši konektovanje na ThingFabric platformu na osnovu imena i lozinke. Potom se vrši "pretlata" na željenu temu. Ovaj task vrši razmenu poruka sa serverom.

Objavljivanje teče unutar ovog task-a gde se vrši akvizicija temperature, pomeraja i osvetljenosti. Njihove vrednosti se pakuju u MQTT poruku i obavljaju na željenu temu. Podaci se objave i dolazi se do provere Queue-a za komunikaciju između task-ova. Ukoliko je Queue prazan završava se komunikacija sa Cloud-om u ovom periodu. Uređaj potom odlazi u mod spavanja i budi se nakon isteka 30 sekundi. Buđenje nastaje na osnovu isteka tajmera.

4.3. Prikupljanje podataka na Cloud

Podaci se skladište na ThingFabric-u i korisniku vizualizuju u vidu grafika. Svakom parametru moguće je dodeliti skup pravila, pa prilikom dostignuća neke kritične vrednosti da se obavesti korisnik.

Prilikom pojave alarmnih vrednosti poruke upozorenja se šalju na korisnikovu e-mail adresu. Alarmna vrednost za temperaturu nastaje kada temperatura poraste iznad 29°C. U trenucima kada osvetljaj pređe vrednost 20, alarmira se da je svetlo ostalo upaljeno u prostoriji. Alarmiranje pomeranja ima smisla samo po jednoj osi ukoliko je uređaj postavljen na vrata sobe, pa je tako alarm aktiviran ukoliko vrednost y ose pređe prag od pet. Sadržaj svakog od alarma je tekstualna poruka koju korisnik unese prilikom kreiranja alarma na ThingFabric-u.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je realizacija elektronskog uređaja koji prikuplja parametre sredine čovekovog okruženja i objavljuje ih na Cloud platformi. Usvojeno je da uređaj vrši periodično uzorkovanje temperature, osvetljenosti i pomeranja uređaja po jednoj od tri ose, svakih 30 sekundi. Prenos ovih parametara do Cloud platforme ostvaruje se putem “objavi/pretplati se” tipa protokola, MQTT. Wi-Fi konekcijom se ostvaruje pristup ka internetu. Uređaj je klijent koji objavljuje podatke na serveru. Thingfabric je Cloud platforma na koju se objavljuju podaci. Istorija podataka na Thingfabric-u je uvek dostupna, a ukoliko se pojave alarmne vrednosti korisnik se obaveštava e-mail-om.

Ovako koncipiran sistem ima nekoliko ograničenja. Ukoliko je potrebno ostvariti konekciju na prozvoljnu wlan mrežu korisnik mora poznavati firmware da bi mogao promeniti parametre mreže. Kao rešenje se može realizovati aplikacioni program namenjen PC-u koji putem serijske komunikacije upisuje parametre mreže koje korisnik unese. Dodatna pogodnost bi predstavljala mogućnost promene vremena objavljivanja od strane korisnika.

6. LITERATURA

- [1] The ThingFabric platform, Authorification page, <https://app.thingfabric.com/#/auth>, Novembar 2014.
- [2] Texas Instruments, CC3200 SimpleLink Wi-Fi and IoT Solution with MCU LaunchPad Hardware, www.ti.com/lit/ug/swru372a/swru372a.pdf, Decembar 2014.
- [3] Freescale Semiconductor, What the Internet of Things (IoT) Needs to Become a Reality, www.freescale.com/files/32bit/doc/white_paper/INTOTHNGSWP.pdf, Decembar 2014.
- [4] Mqtt, News, <http://mqtt.org/>, Decembar 2014.

Kratka biografija:



Srđan Stanković rođen je u Osijeku 1990. god. 2009. godine maturirao je u srednjoj školi “Mihajlo Pupin” u Novom Sadu na temu: “Realizacija audio predpojačavača”. Bachelor tezu na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjena elektornika odbranio je 2013.god na temu “Odziv digitalnih signala na vodovima u prenosima od tačke do tačke”. Iste godine upisuje Master akademske studije.

**PRIMENA ISTRAŽIVANJA I ANALIZE PODATAKA U CILJU FORMIRANJA
NAMENSKE POLISE OSIGURANJA ZA NOVOG KLIJENTA OSIGURAVAJUĆE KUĆE****APPLICATION OF DATA MINING TECHNIQUES IN ORDER TO CREATE
PERSONALISED INSURANCE POLICIES**

Jelena Lazarević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad opisuje primenu različitih metoda istraživanja i analize podataka sa ciljem poboljšanja uspešnosti formiranja najbolje moguće ponude za novog, potencijalnog klijenta osiguravajuće kuće. Kao prvi metodološki korak, primenjena je eksplorativna analiza podataka. Potom su primenjene dve deskriptivne metode: klasterovanje i asocijativna pravila. Za formiranje modela korišćena je tehnika klasifikacije, konkretno modeli: stabla odlučivanja, k-najbližih suseda i naivne Bayesov. Formirana su tri zasebna modela za tri klasna obeležja (ciljna atributa) koji su u kontekstu ponude osiguravajuće kuće: Trajanje osiguranja, Premija i Dinamika (plaćanja). Modeli su testirani na test skupu koji je čini 20% ukupnog skupa podataka. Za atribut trajanje osiguranja i premija modeli dobijeni primenom metode naivnog Bayes-a su dali najbolje rezultate, dok je za atribut dinamika model dobijen primenom metode k-najbližih suseda dao najbolji rezultat. Šabloni i zakonitosti dobijeni pomoću deskriptivnih metoda biće preneti radnicima osiguravajuće kuće kako bi na osnovu njih poboljšali svoje poslovanje.

Abstract – This paper describes the application of data mining techniques in order to create personalised (optimal) policies for a new client of an insurance company. As first methodological step, explorative data analysis has been performed. Clustering and association rule analysis were applied next. Classification was used as predictive technique, the following models were tested: decision tree, k-nearest neighbours and naive Bayes. Three separate models were created considering three important class labels: policy duration, the amount of the insurance premium and payment dynamics. The classifiers were tested on test set comprising 20% of the whole dataset. Naive Bayes model provided the best results in case of the policy duration, the amount of the insurance premium, while payment dynamics were best predicted by the k-nearest neighbours model.

Ključne reči: Istraživanje i analiza podataka, Formiranje namenskih polisa osiguranja, RapidMiner

1. UVOD

Bitnu ulogu u većoj pristupačnosti i boljem upravljanju velikih količina podataka imaju sistemi za istraživanje i analizu podataka (engl. *Data mining*). Osnovna prednost ove tehnologije jeste što ima sposobnost analize takve

količine podataka koja je inače veoma nepraktična za ručno analiziranje. Sirovi podaci se pretvaraju u informacije i znanje i na taj način su od neprocenjive vrednosti za uspešno poslovanje kompanije.

Studija slučaja opisana u ovom radu izvršena je upotrebom procesa za primenu Istraživanja podataka nazvanog *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM). Korišćen je *RapidMiner* 5.3 alat za rudarenje podataka.

Rad je organizovan tako da nakon uvodnog dela sledi poglavlje Faza shvatanja konkretnog problema. Potom sledi sekcija pod nazivom Faza razumevanja i pripreme podataka – Eksplorativna analiza. Četvrto poglavlje, Faza modelovanja i evaluacije, opisuje primenu klasterovanja, asocijativnih pravila i klasifikacije na ulazni set podataka. Poslednje poglavlje zaključuje rad uz komentar na postignute rezultate, uočene nedostatke i pravce daljeg rada.

**2. FAZA SHVATANJA KONKRETNOG
PROBLEMA**

Potrebno je formirati funkciju ili pravilo za predikciju kakvu vrstu ponude predložiti novom klijentu kao i opisati svaki od skupova klijenata i objasniti koji faktori utiču na koji od ishoda. Na formiranje namenske polise osiguranja utiču tri ključna parametra: *trajanje osiguranja* – na koliko dugo vremena se klijent obavezuje da će plaćati premije, *dinamika* – na kom nivou će klijent izvršavati plaćanje (mesečno, kvartalno itd.) i *premija* – iznos koji klijent uplaćuje osiguravajućoj kući. Ova tri parametra predstavljaju ciljne attribute i za svaki od njih biće formiran po jedan model. Greškom se smatra kada je bilo koji od ovih atributa promašen.

**3. FAZA RAZUMEVANJA I PRIPREME
PODATAKA - Eksplorativna analiza podataka**

Eksplorativna ili grafička analiza podataka je pristup analizi podataka koja koristi različite tehnike, uglavnom grafičke, sa ciljem da se pre svega dobije bolji uvid u skup podataka.

3.1. Opis atributa

U ovom radu se obrađuje realan depersonalizovan skup podataka osiguravajuće kuće o njihovim osiguranicima i izabranim polisama osiguranja. Skup se sastoji od 5683 klijenta sa odabranom polisom, sa napomenom da je pre primene eksplorativne analize izvršena podela podataka na *train* – skup podataka za obučavanje i *test* – skup podataka za testiranje. Podela je izvršena u odnosu 80 naspram 20 procenata u korist *train* skupa. Svaki klijent je opisan sa 11 atributa, 4 numeričkih i 7 kategoričkih.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Kovačević, doc.

Tabela 1. Spisak atributa i njihovih značenja

Naziv atributa	Značenje atributa
Godine	Godište klijenta
Pol	Pol klijenta
Zanimanje	Zanimanje klijenta
Težina	Težina klijenta
Visina	Visina klijenta
Adresa	Adresa stanovanja klijenta
Grad	Mesto stanovanja klijenta
Pristupna_dob	Sa koliko godina je klijent potpisao ugovor sa osiguravajućom kućom
Trajanje_osiguranja	Period na koji je potpisan ugovor klijenta sa osiguravajućom kućom
Premija	Iznos premije koju korisnik plaća u konvertibilnim markama
Dinamika	Način na koji klijent izvršava svoje plaćanje

3.2. Rezultati Eksplorativne analize podataka

Kao rezultat ove analize izvučeni su zaključci da mlađi klijenti sa manjom pristupnom dobi i sa malim vrednostima za visinu i težinu u velikoj većini uzimaju polisu osiguranja u trajanju od 10 do 20 godina. Takođe, klijenti koji imaju takvu dinamiku da plaćanje ne izvršavaju mesečno, odnosno da izvršavaju kvartalno, polugodišnje, godišnje ili jednokratno i da uglavnom imaju veći broj godina i veću vrednost za težinu imaju premije preko 200 konvertibilnih maraka. Dalje je izveden i zaključak da klijenti koji plaćaju premiju preko 200 konvertibilnih maraka i uglavnom imaju visoke vrednosti za godine i težinu plaćanje izvršavaju na sve načine osim mesečno.

4. FAZA MODELOVANJA I EVALUACIJE

Prvi korak ove faze je primena tehnika klasterovanja i asocijativnih pravila. Njihovi rezultati utiču na formiranje boljih modela. Pomenuto formiranje modela je izvršeno tehnikom klasifikacije sa metodama: stabla odlučivanja, k-najbližih suseda i naivni Bayes.

4.1 Klasterovanje – teorijske osnove

Klasterovanje se može smatrati za jedan od najvažnijih problema nenadgledanog učenja. Klasterovanje ima za cilj pronalaženje šablona u neobebeženim podacima. Klaster je dakle kolekcija (grupa) objekata koji su “slični” međusobno ali “različiti” od objekata koji pripadaju drugim klasterima.

4.2 Klasterovanje – rezultati

U procesu klasterovanja primenjen je algoritam K-sredina sa optimalnim brojem 10 za vrednost K.

Klaster 0 - Članovi ove grupe pripadaju samo klijenti muškog pola sa izrazito velikom vrednošću za visinu i težinu i u najvećem broju slučajeva su iz Zenice. Što se tiče ciljnih atributa, klijenti ovog klastera uglavnom uzimaju polise osiguranja trajanja od 10 do 20 godina, premiju manju od 50KM i izvršavaju plaćanje na mesečnom nivou.

Klaster 1 – Ovom klasteru pripadaju u relativno jednakom odnosu klijenti muškog i ženskog pola. Članovi

ove grupe su uglavnom iz Tuzle i njihova zanimanja su administracija, trgovci i nastavno osoblje. Klijenti ovog klastera uglavnom uzimaju polise trajanja manjeg od 10 godina, premiju manju od 50KM i u većini slučajeva izvršavaju plaćanje jednokratno ili polugodišnje.

Klaster 2 - Klijenti ovog klastera su uglavnom stariji klijenti iz Tuzle, Zenice ili Visokog, čija zanimanja su administracija, elektro-energetski poslovi i stručno osoblje bolnica, poliklinika a imaju premiju manju od 50KM i izvršavaju plaćanje na kvartalnom nivou.

Klaster 3 - Klijenti ovog klastera su uglavnom iz Tuzle, dok klijenti iz Živinica i Doboja u odnosu na ostale klasteru u najviše slučajeva pripadaju ovom klasteru. Klasteru 3 pripadaju klijenti koji se bave administrativnim poslovima, dok klijenti čije je zanimanje trgovac policijski službenik ili učenik stariji od 14 godina ubedljivo najviše pripadaju ovom klasteru. Klijenti ove grupe korisnika uzimaju polise osiguranja takve da je njeno trajanje manje od 10 godina, premija manja od 50KM a plaćanje se izvršava samo na mesečnom nivou.

Klaster 4 - Klijenti ovog klastera su uglavnom iz Sarajeva sa izrazito visokim vrednostima za visinu i težinu. Njihova zanimanja su vatrogasac, rudar ili im je zanimanje administrativnog tipa. Članovi ove grupe korisnika uzimaju polise osiguranja takve da je njeno trajanje veće od 10 godina, premija manja od 50KM a plaćanje se izvršava na mesečnom nivou.

Klaster 5 - Klijenti ovog klastera su uglavnom iz Sarajeva, Bihaća, Visokog ili Vogošće. Članovi ove grupe su uglavnom klijenti sa izrazito niskim vrednostima za visinu, težinu i pristupnu dob. Klijenti ove grupe korisnika uzimaju polise osiguranja takve da je njeno trajanje isključivo u intervalu od 10 do 20 godina, premija u većini slučajeva manja od 50KM a plaćanje se u velikoj većini slučajeva izvršava na mesečnom nivou.

Klaster 6 - Klijenti ovog klastera su uglavnom iz Ključa, Hadžića ili Ustikoline. Klasteru 6 uglavnom pripadaju učenici stariji od 14 godina ili nezaposlena lica. Članovi ove grupe su uglavnom mlađi klijenti sa relativnom niskom pristupnom dobi i uzimaju polise osiguranja takve da je njeno trajanje uglavnom u intervalima od 10 do 20 godina odnosno od 20 do 30 godina. Premija je uglavnom manja od 50KM a plaćanje se u velikoj većini slučajeva izvršava na mesečnom nivou.

Klaster 7 - Klijenti ovog klastera su isključivo klijenti ženskog pola čija zanimanja su administrativnog tipa, penzioneri ili domaćice. Članovi ove grupe su uglavnom stariji klijenti sa relativnom visokom pristupnom dobi i relativno visokim vrednostima za visinu i težinu. Klijenti ove grupe korisnika uzimaju polise osiguranja takve da je njeno trajanje manje od 10 godina ili u intervalu od 10 do 20 godina, premija manja od 50KM a plaćanje se u velikoj većini slučajeva izvršava na mesečnom nivou.

Klaster 8 - Klijenti ovog klastera su uglavnom iz Mostara, Travnika ili Goražda sa izrazito visokim vrednostima za visinu i težinu. Klijenti koji imaju vrednost Armija -kancel.osoblje,muzičari i sanitet (1) za atribut zanimanje pripadaju isključivo ovom klasteru. Klijenti ove grupe korisnika uzimaju polise osiguranja gde je trajanje manje od 10 godina odnosno u intervalu od 10 do 20 godina. Premija se ili nalazi u intervalu od 100KM do 200KM ili ima vrednost veću od 200KM. Plaćanje se izvršava na svim nivoima osim na mesečnom.

Klaster 9 - Klijenti ovog klastera su uglavnom iz Sarajeva, Tuzle ili Sanskog Mosta i imaju vrednost *Administr.sluzba - kanc.osoblje (1)* ili *Nastavno osoblje-profesori i ucitelji (1)* za atribut *zanimanje*. Članovi ove grupe su uglavnom stariji klijenti sa relativnom višom pristupnom dobi. Klijenti klastera 9 uzimaju polise osiguranja takve da je njeno trajanje uglavnom manje od 10 godina odnosno u intervalu od 10 do 20 godina. Premija je u velikom broju slučajeva manja od 50KM a plaćanje se isključivo izvršava na mesečnom nivou.

4.3 Klasterovanje – diskusija rezultata

Kako bi se potvrdila značajnost novoformiranog atributa *cluster* izvršeno je formiranje uporednih tabela za oznaku klastera i ciljnih atributa. Na osnovu dobijenih rezultata u tabelama izveden je zaključak da pripadnost određenim klasterima može biti dobar indikator za predikciju ciljnih atributa. Iz tog razloga zadržan je atribut oznake klastera.

4.4 Asocijativna pravila – teorijske osnove

Asocijativna pravila predstavljaju postupak pri kojem se identifikuju elementi koji se pojavljuju zajedno u nekom događaju. Drugim rečima, asocijativna pravila su metoda za otkrivanje korelacija u pojavljivanju pojedinih elemenata.

4.5 Asocijativna pravila – rezultati

Pravilo 1 - ako je klijent muškog pola, ima relativno malu vrednost za težinu i živi u Tuzli velika je verovatnoća da će uzeti namensku polisu u trajanju manjem od 10 godina, premije 50KM i dinamike takve da plaćanje izvršava na mesečnom nivou. Ovo pravilo bi bilo 39.1% više pogrešno da ovako formirana namenska polisa ne zavisi od pola, težine i grada u kome klijent živi.

Pravilo 2 - ako znamo da klijent živi u Viskom i ako mu je zanimanje administrativnog tipa povećava se verovatnoća da će taj klijent uzeti namensku polisu takvu da je premija 50KM, trajanje polise manje od 10 godina i plaćanje izvršava na mesečnom nivou.

Pravilo 3 - ako se podrazumeva da je klijent muškog pola, da je uzeo polisu osiguranja u trajanju od 10 do 20 godina i ako je izvršio jednokratno plaćanje velika je verovatnoća da će iznos premije biti preko 200KM.

Pravilo 4 - ako klijent živi u Tuzli, čije je zanimanje administrativnog tipa i ako je uzeo polisu osiguranja u trajanju manjem od 10 godina velika je verovatnoća da će uzeti namensku sa premijom većom od 200KM. *Conviction* za ovo pravilo je 1.089 što znači da bi pravilo bilo 8.9% više pogrešno ovako formirana namenska polisa ne zavisi od zanimanja, grada u kome klijent živi i trajanja osiguranja koje je klijent izabrao.

4.6 Asocijativna pravila – diskusija rezultata

Rezultati primene asocijativnih pravila govore da na kombinaciju ciljnih atributa u najvećem broju slučajeva utiču atributi *pol*, *visina*, *težina*, *grad* i *zanimanje* dok na ciljni atribut *dinamika* pored regularnih veliki uticaj imaju i preostala dva ciljna atributa.

4.7 Klasifikacija

U ovom delu faze modelovanja formiraju se modeli za svaki od sledećih klasifikatora: Stabla odlučivanja (DTREE), *k*-najbližih suseda (KNN) i Naivni Bayes (NB). Takođe je za svaki od njih izvršena optimizacija parametara kao i selekcija osobina. Performanse

klasifikatora evaluirane su na *test* skupu dok je optimizacija parametara i selekcija osobina izvršena na *train* skupu pri čemu se se performanse modela izračunavale pomoću 3-tostruke unakrsne validacije.

4.7.1 Stabla odlučivanje – teorijske osnove

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.

4.7.2 Stabla odlučivanje – rezultati

Trajanje osiguranja – Za ovaj ciljni atribut dobijene su najbolje performanse za kriterijum *gini_index*, gde tačnost iznosi 58.64% a ukupan profit 1,191,950KM.

Premija – Za ovaj ciljni atribut dobijene su najbolje performanse za kriterijum *gain_ratio*, gde tačnost iznosi 85.88% a ukupan profit 1,876,200KM. Izvršenom selekcijom osobina došlo je do poboljšanja performansi pa tačnost iznosi 86.12% a ukupan profit 1,882,400KM.

Dinamika – Za ovaj ciljni atribut dobijene su najbolje performanse za kriterijum *accuracy*, gde tačnost iznosi 93.91% a ukupan profit 2,095,300KM. Izvršenom selekcijom osobina došlo je do poboljšanja performansi pa tačnost iznosi 93.93% a ukupan profit 2,096,700KM.

4.7.3 K-najbližih suseda – teorijske osnove

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.

K-najbližih suseda – rezultati

Trajanje osiguranja – Za ovaj ciljni atribut dobijene su najbolje performanse za *k=3*, gde tačnost iznosi 56.53% a profit 1,482,250KM. Primena optimizacije i selekcije osobina nije dovela do poboljšanja performansi.

Premija – Za ovaj ciljni atribut dobijena je optimalna vrednost za *k* i ona iznosi 8. U tom slučaju tačnost ima vrednost 83.68%, a ukupan profit 1,803,500KM. Izvršenom selekcijom osobina došlo je do poboljšanja performansi pa tačnost iznosi 86.03% a profit 1,886,920KM.

Dinamika – Za ovaj ciljni atribut dobijena je optimalna vrednost za *k* i ona iznosi 8. U tom slučaju tačnost ima vrednost 94.17% a ukupan profit 2,087,550KM. Izvršenom selekcijom osobina došlo je do poboljšanja performansi pa tačnost iznosi 94.72% a profit 2,144,550KM.

4.7.4 Naivni Bayes – teorijske osnove

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.

4.7.5 Naivni Bayes – rezultati

Trajanje osiguranja – Za ovaj ciljni atribut tačnost iznosi 61.48% a profit 1,249,500KM. Primena selekcije osobina nije dovela do poboljšanja performansi.

Premija – Za ovaj ciljni atribut tačnost iznosi 68.10% a profit 1,423,25KM. Izvršenom selekcijom osobina došlo je do poboljšanja performansi pa tačnost iznosi 87.53% a profit 1,928,150KM.

Dinamika – Za ovaj ciljni atribut tačnost iznosi 59.77% a profit 1,171,550KM.

4.7.6 Evaluacija

Pošto je krajnji cilj primena modela zarad povećanja profita potrebno je performanse dovesti u kontekst problema tj. izraziti ih u obliku troška ili zarade. U tu svrhu koriste se matrice troškova formirane za svaki od ciljnih atributa. Evaluacija je izvršena nad prethodno opisanim modelima: stabla odlučivanja, k-najbližih suseda i navni Bayes a rezultati su prikazani u Tabeli 2.

Tabela 2. Rezultati evaluacije

		Tačnost	Profit
Stabla odlučivanja	trajanje_o siguranja	58.64%	205.49KM
	premija	85.88%	378.54KM
	dinamika	86.12%	438.79KM
K-najbližih suseda	trajanje_o siguranja	56.53%	114.64KM
	premija	83.68%	423.79KM
	dinamika	94.72%	450.88KM
Naivni Bayes	trajanje_o siguranja	61.48%	251.72KM
	premija	87.53%	429.46KM
	dinamika	59.77%	-44.89KM

4.8 Diskusija rezultata

Iako su svi modeli za atribut *trajanje_osiguranja* dali pozitivne rezultate - postoji zarada, najbolje rezultate je dala metoda naivnog Bayes-a sa profitom od 251.715KM po klijentu. Međutim, izveden je zaključak da formirani modeli za ovaj atribut nisu dovoljno dobri za realnu upotrebu. Razlog je nedovoljno dobar ulazni set podataka za ovakvu vrstu predikcije. Formirani modeli za atribut *premija* su dali pozitivne rezultate s tim da model naivnog Bayes-a ima najveći profit od 429.464KM po klijentu. Ovi rezultati vode do zaključka da je ulazni set podataka, naročito atributi *adresa* i *dinamika*, dovoljan da se formira zadovoljavajuće i u praksi upotrebljiv model za predikciju iznosa premije koju klijent treba da plaća. Za atribut *dinamika* je drugačija situacija jer jedino model naivnog Bayes-a daje negativne rezultate, a model k-najbližih suseda daje najveći profit u iznosu od 450.88KM po klijentu. Dakle, ulazni set podataka je sasvim dovoljan za formiranje kvalitetnog modela za

predikciju dinamike plaćanja premija. Naročito su bitni atributi: *težina*, *visina*, *pristupna dob*, *adresa*, *trajanje osiguranja* i *premija*, koji su primenom selekcije primećeni kao bitni za formiranje modela.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu dat je prikaz rešenja problema formiranja namenske polise osiguranja za novog klijenta osiguravajuće kuće. Za istraživanje podataka je iskorišćen postupak eksplorativne analiza. Jedan od rezultata ove analize je npr. da mlađi klijenti sa manjom pristupnom dobi i sa malim vrednostima za visinu i težinu u velikoj većini uzimaju polisu osiguranja u trajanju od 10 do 20 godina. Sledeći korak je primena klasterovanja nad skupom podataka koji predstavlja izlaz eksplorativne analize. Nakon primene klasterovanja shvatilo se da je pripadnost određenim klasterima potencijalni dobar indikator za predikciju vrednosti ciljnih atributa. Zatim je izvršena primena asocijativnih pravila. Rezultati primene asocijativnih pravila se ogledaju kroz nekoliko prepoznatih a interesantnih pravila. Na kombinaciju ciljnih atributa u najvećem broju slučajeva utiču atributi *pol*, *visina*, *težina*, *grad* i *zanimanje*. Na ciljni atribut *dinamika* pored regularnih i veliki uticaj imaju i preostala dva ciljna atributa. Što se tiče formiranja modela korišćene su metode klasifikacije stablo odlučivanja, Bayes-ova i k-najbližih suseda. Upotrebna vrednost ovog rada se ogleda u tome što će se sve uočene zakonitosti i veze između atributa proslediti donosiocima odluka osiguravajuće kuće, koji će kasnije na adekvatan način te zaključke u praksi i primeniti. Dalji razvoj ovog rešenja može se kretati u pravcu da se dobijeni modeli uključe u CRM aplikacije osiguravajuće kuće koja će novom korisniku predlagati odgovarajuću namensku polisu osiguranja.

6. LITERATURA

- [1] Desa Marinković, "Metode istraživanja podataka u proceni rizika u bankarstvu", <http://elibrary.matf.bg.ac.rs/bitstream/handle/123456789/1889/Metode%20Istr.pdf?sequence=1>
- [2] "Rapid Miner 5.3, User Guide, Operator Reference, Developer tutorial", www.rapidminer.com
- [3] <http://www.informatika.ftn.ns.ac.yu/SIAP>
- [4] Jason Frand, *Data Mining: What is Data Mining?*, <http://www.anderson.ucla.edu/faculty/jason.frand/teacher/technologies/palace/datamining.htm>

Kratka biografija:



Jelena Lazarević je rođena 27.03.1990. godine u Vlasenici, Bosna i Hercegovina. Osnovnu školu „Vuk Karadžić“ završila je 2005. godine. Gimnaziju u S.Š.C „Milorad Vlačić“ završila je 2009. godine u Vlasenici. Iste godine upisala se na Fakultet tehničkih nauka, osek Računarstvo i automatika u Novom Sadu. Školske 2012/2013. godine upisala se na smer Računarske nauke i informatika. Položila je sve ispite predviđene planom i programom.

IZRADA PROGRAMA ZA PREDVIĐANJE KOLIČINE SUNČEVE SVETLOSTI U PROSTORIJI**DEVELOPMENT OF A SOFTWARE FOR PREDICTION OF SOLAR ILLUMINANCE IN ROOM**

Vanja Segedi, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru rada realizovan je program koji vrši predviđanje količine prirodnog sunčevog osvetljenja u prostoriji. Predviđanje osvetljenja se vrši u 9 tačaka ravnomerno raspoređenih u prostoriji. Program kao promenljive parametre ima dužinu, širinu i visinu prostorije, dimenzije prozora, geografsku širinu i dužinu. Parametri potrebni za proračunavanje uticaja sunčevog zračenja su dobijeni iz matematičkog modela.

Abstract - This paper presents a development of a software for prediction of solar illuminance. Prediction is made for 9 points in the room. Function as parameters gets length, width and height of the room, window width and height, latitude and longitude. Parameters needed to calculate the sunlight are obtained from a mathematical model.

Ključne reči – osvetljenost prostorije, potrošnja energije, Sunčeva energija

1. UVOD

Sunčeva energija predstavlja obnovljiv i neiscrpan energetski resurs koji u energetici zemlje može imati značajno mesto i omogućiti smanjenje potrošnje električne energije. Energija sunčeve radijacije je čista, obnovljiva, i za sada skoro neiskorišćena, a više je nego dovoljna da zadovolji sve veće energetske zahteve u svetu.

Radi što boljeg iskorišćenja sunčeve energije, solarna arhitektura podrazumeva da se velike staklene površine postavljaju na južnu stranu fasade. Sistemi za rasvetu dnevnim svetlom prikupljaju i raspoređuju sunčevu svetlost kako bi se osigurali unutrašnju rasvetu. Ovi sistemi direktno umanjuju upotrebu električne energije, zamenjujući veštačku rasvetu i posredno umanjuju potrošnju električne energije smanjujući potrebu za sistemima za grejanje. Kada su osobine vezane za osvetljenje dnevnim svetlom pravilno upotrebljene, potrošnja energije za rasvetu može se smanjiti za 25%. [1]

2. SUNČEVA ENERGIJA

Sunčeva energija je na neki način primaran izvor energije, jer grejanje i hlađenje atmosfere proizvodi kretanje vazduha pa samim tim vetar i talase, a podržava i fotosintezu biljaka od koji se stvaraju fosilna goriva.

NAPOMENA:

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

Sunce zagreva našu planetu i održava život na njoj. Sunčevo zračenje koje dospeva na površinu Zemlje delimo na direktno, difuzno i odbijeno (reflektovano) [2].

2.1. Osnovni geografski pojmovi

Da bi se odredio tačan položaj Sunca u odnosu na prostoriju koja se posmatra, prvo je potrebno definisati geografske pojmove koji su bitni za opisivanje kretanja Sunca. Geografski pojmovi koji određuju položaj Sunca su geografska širina, geografska dužina, solarni dan, solarno vreme, srednje solarno vreme, lokalno vreme, vremenske zone. Geografska širina, je ugaono rastojanje neke određene tačke na Zemljinoj površini, severno ili južno od ekvatora. Geografska dužina ili Meridijan, je ugaono rastojanje određene tačke na Zemljinoj površini od početnog meridijana. Solarni dan predstavlja vreme koje protekne između dva uzastopna prolaza Sunca kroz posmatrani meridijan. Dan je period od 86.400 sekundi. Solarno vreme se zasniva na prividnom kretanju Sunca po nebu, i jedan je od najstarijih načina merenja vremena. Srednje solarno vreme se zasniva na kretanju zamišljenog Sunca koje se kreće po ekvatoru jednakom brzinom tokom cele godine. Srednje Sunce prolazi kroz određeni meridijan na svaka 24 časa, dok pravo Sunce prolazi kroz isti taj meridijan pre ili posle srednjeg Sunca. Problem vezan za srednje solarno vreme leži u činjenici da dva mesta na različitim geografskim dužinama imaju različito vreme. Zbog toga svako od ovih mesta ima svoje lokalno vreme. Međunarodnim sporazumom Zemlja je podeljena na 24 vremenske zone. Svaka zona je širine 15°. Za početni, nulti meridijan, određen je meridijan koji prolazi kroz Kraljevsku opservatoriju u Griniču. Vremenska zona prostire se na $\pm 7.5^\circ$ istočno, odnosno zapadno, od posmatranog meridijana.

2.2 Položaj Sunca

Pojmovi koji definišu položaj Sunca su udaljenost Zemlje od Sunca, solarna deklinacija, jednačina vremena, prividno Sunčevo vreme, ugao sata, visina Sunca, ugao azimuta Sunca, azimut površine prozora u odnosu na Sunce, upadni ugao direktnog solarnog zračenja i ugao zenita. Solarna deklinacija predstavlja ugao nagiba Zemljine ose i ravni normalne na sunčeve zrake, odnosno ugao između ravni ekvatora i smera sunčevog zračenja. Jednačina vremena predstavlja razliku između solarnog vremena i srednjeg solarnog vremena. Prividno Sunčevo vreme se poistovećuje sa solarnim vremenom, a računa se na osnovu lokalnog vremena, jednačine vremena, geografske dužine i vremenske zone. Ugao sata se definiše kao razlika između lokalnog solarnog vremena i solarnog podneva. Izražava se u stepenima, minutama i

sekundama. Visina Sunca predstavlja ugaonu visinu Sunca u odnosu na horizont. Izražava se u stepenima i kreće se između -90° i 90°.

Azimut predstavlja zamišljenu putanju Sunca po nebu koja je pod određenim uglom u odnosu na horizontalnu ravan tla, i koja ide oko horizonta.

U zavisnosti od toga koja se strana sveta uzme kao referentna, može se u stepenima izmeriti kolika je udaljenost Sunca od referentne tačke. Azimut površine prozora u odnosu na Sunce se dobija prostim oduzimanjem orijentacije prozora od azimuta Sunca, kako bi se dobio azimut Sunca čija je referentna tačka orijentacija prozora.

Upadni ugao direktnog solarnog zračenja predstavlja ugao između solarnog zraka i linije normalne na posmatranu površinu.

Ugao zenita predstavlja ugao između sunčevih zraka i linije normalne na horizontalnu površinu.

3. MODELOVANJE SVETLOSTNE DOBITI

Modelovanje svetlosne dobiti se vrši posebno za oblačan i vedar dan. Pošto se radi o proračunu svetlosne dobiti, sunčevo zračenje je predstavljeno preko pojma osvetljenosti.

3.1 Modelovanje svetlosne dobiti za vedar dan

Svetlost koja pada na prozor, pri vedrom danu, sastoji se od tri komponente zračenja: direktnog, difuznog i reflektovanog. Ukupna osvetljenost na površini prozora dobija se sabiranjem ove tri komponente. [3]

$$E_{clear}^{window} = E_{diffuse}^{clear} + E_{ground}^{clear} + E_{direct}^{clear} \quad (1)$$

Horizontalna osvetljenost se sastoji od difuzne i direktne komponente. Difuzna komponenta horizontalne osvetljenosti se dobija iz izraza: [3]

$$E_{hSky}^{clear} = 800 + 15500 \cdot \sqrt{\sin \alpha} \quad [lx] \quad (2)$$

Direktna komponenta horizontalne osvetljenosti se dobija iz izraza: [3]

$$E_{hSun}^{clear} = E_0 \cdot f \cdot e^{-c \cdot m} \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

gde je E_0 prosečna osvetljenost površine normalne na zrake Sunca, f korelacioni faktor elipsoidne putanje Zemlje oko Sunca, c koeficijent atmosferske emisije, m relativna optička masa vazduha, α visina Sunca.

Sabiranjem direktne i difuzne komponente horizontalne osvetljenosti dobija se ukupna horizontalna osvetljenost E_h^{clear} .

Difuzna komponenta sunčevog zračenja je intezitet difuzne svetlosti koja utiče na osvetljaj posmatranog prozora. Računa se kao proizvod difuzne komponente horizontalnog zračenja E_{hSky}^{clear} i faktora pogleda neba i prozora F_{WS} .

$$E_{diffuse}^{clear} = E_{hSky}^{clear} \cdot F_{WS} \quad [lx] \quad (4)$$

Pošto je posmatrani prozor vertikalno postavljen, faktor pogleda neba i prozora F_{WS} se aproksimira i iznosi 0.5.

Reflektovana komponenta sunčevog zračenja se dobija kao proizvod ukupne horizontalne osvetljenosti E_h^{clear} , koeficijenta refleksije okoline ρ_G i faktora pogleda površine između Zemlje i prozora F_{WS} [3].

$$E_{ground}^{clear} = E_h^{clear} \cdot F_{WS} \cdot \rho_G \quad (5)$$

Direktna komponenta sunčevog zračenja se dobija iz izraza:

$$E_{direct}^{clear} = E_0 \cdot f \cdot e^{-c \cdot m} \cdot \cos \theta \quad [lx] \quad (6)$$

gde je E_0 prosečna osvetljenost površine, f je korelacioni faktor, c koeficijent atmosferske emisije, m relativna optička masa vazduha i θ upadni ugao direktnog zračenja svetlosti.

3.2 Modelovanje svetlosne dobiti za oblačan dan

Model za oblačan dan podrazumeva da direktnog sunčevog zračenja praktično nema. Zbog toga se ukupna osvetljenost površine dobija samo od difuznog i reflektovanog zračenja. [3] Difuzna horizontalna osvetljenost može se definisati kao ukupno zračenje na horizontalnu površinu Zemlje, i računa se izrazom:

$$E_h^{overcast} = 1000 \cdot (0.3 + 21 \cdot \sin \alpha) \quad [lx] \quad (7)$$

Vrednost difuzne osvetljenosti neba koja pada na posmatrani prozor predstavlja proizvod difuzne horizontalne osvetljenosti $E_h^{overcast}$ i faktora pogleda između prozora i neba F_{WS} i data je izrazom:

$$E_{diffuse}^{overcast} = E_h^{overcast} \cdot F_{WS} \quad [lx] \quad (8)$$

Reflektovana osvetljenost se dobija kao proizvod horizontalne osvetljenosti $E_h^{overcast}$, koeficijenta refleksije okoline ρ_G i faktora pogleda površine između prozora i zemlje F_{WS} , i dobija se iz izraza:

$$E_{ground}^{overcast} = E_h^{overcast} \cdot F_{WG} \cdot \rho_G \quad [lx] \quad (9)$$

Ukupna osvetljenost na površini prozora za oblačan dan može se izračunati prostim sabiranjem difuzne i reflektovane osvetljenosti, pomoću izraza:

$$E_{window}^{overcast} = E_{diffuse}^{overcast} + E_{ground}^{overcast} \quad [lx] \quad (10)$$

3.3 Ukupna prirodna osvetljenost prostorije

Ukupna osvetljenost u prostoriji predstavlja maksimalnu vrednost prirodne osvetljenosti prostorije i dobija se kao proizvod ukupnog zračenja na površini prozora i koeficijenta vizuelne propusnosti VT i za vedar dan se dobija iz izraza:

$$E_{clear} = E_{clear}^{window} \cdot VT \quad (11)$$

a za oblačan dan iz izraza:

$$E_{overcast} = E_{overcast}^{window} \cdot VT \quad (12)$$

4. DEFINISANJE I MODELOVANJE PROSTORIJE

Za određivanje osvetljenosti prostorije veoma su bitne njene karakteristike, jer one znatno utiču na promenu osvetljenosti.

Faktori bitni za proračun osvetljenosti su orijentacija, dimenzije prostorije, refleksija površina prostorije, koeficijenti svetlosne dobiti prozora, položaj prozora, kao i njegova udaljenost od plafona, poda i zidova. Bitne karakteristike prostorije date su u tabeli 1.

Tabela 1. Karakteristike prostorije

Karakteristike prozora	Koeficijent svetlosne propusnosti	0.6
Visina radne površine	Visina	0.8
Koeficijenti refleksija površina	Plafona	0.85
	Zidova	0.68
	Poda	0.3
Albedo okoline	Travnata površina	0.2

Podatak za intenzitet svetlosti koja ulazi u prostoriju nije dovoljan, potrebna je osvetljenost u željenim tačkama. Na to, pored intenziteta upadne svetlosti, utiču i dimenzije prostorije, površina zidova i koeficijent refleksije. Faktor pogleda između karakterističnih površina daje predstavu kako određene površine u prostoriji deluju jedna na drugu, odnosno na koji način će se svetlosni zrak odbiti od jedne ka drugoj površini. Definiše se za svake dve površine u prostoriji. U zavisnosti od međusobnih odnosa površina razlikuju se površine koje su normalne i površine koje su paralelne. Odnos svih površina definisan je u matrici faktora pogleda koja ima dimenzije 7x7.

Osvetljenost radne površine se dobija iz izraza:

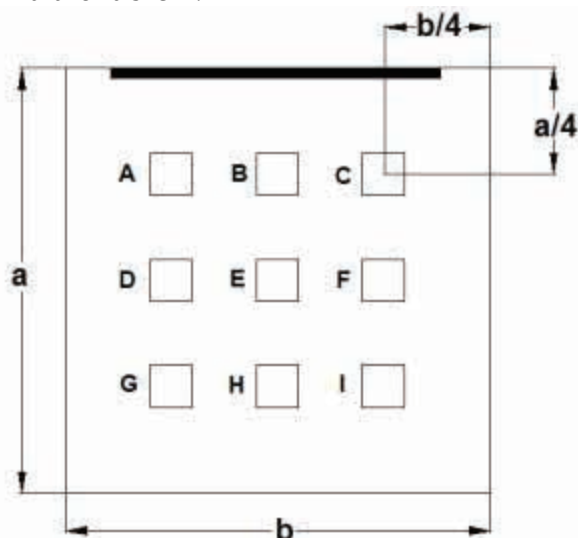
$$E = \sum_{i=1}^7 M(i) \cdot F_{WP}(i) \quad [lx] \quad (13)$$

gde je M finalna matrica osvetljenosti svih površina prostorije a F_{WP} matrica faktora pogleda svih površina na radnu površinu.

5. ANALIZA REZULTATA

5.1 Opis problema

Zadatak ovog rada je napraviti program koji bi na osnovu unetih parametara predviđao količinu prirodnog osvetljenja u prostoriji. Program na osnovu unetih parametara određuje vrednosti prirodnog osvetljenja u 9 tačaka obeleženih sa A, B, C, D, E, F, G, H i I kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Raspored tačaka od interesa u prostoriji

Parametri koji određuju dobijene vrednosti su: geografska širina, geografska dužina, vremenska zona, datum, vreme, širina prostorije, dužina prostorije, visina prostorije, širina prozora, visina prozora, orijentacija prostorije i ugao roletni.

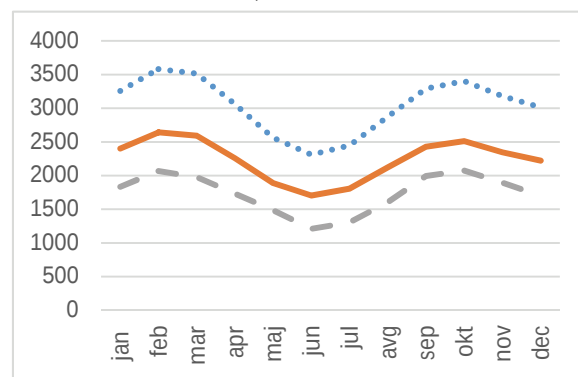
5.2 Rezultati

Simulacija je vršena da bi se prikazala osvetljenost u toku cele godine. Ulazni parametri programa koji su tokom simulacije bili konstantni dati su u tabeli 2.

Tabela 2. Parametri pri simulaciji

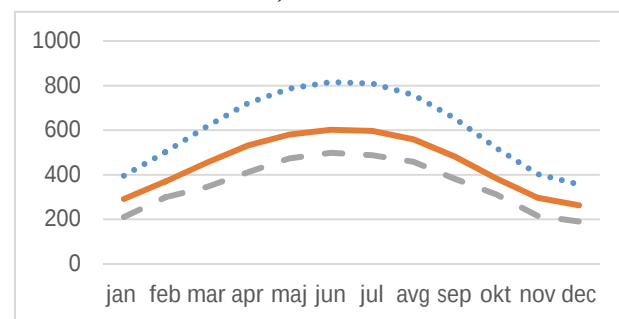
Geografska širina [°]	44.49
Geografska dužina [°]	20.28
Vremenska zona	1
Širina prostorije [m]	30
Dužina prostorije [m]	30
Visina prostorije [m]	3
Širina prozora [m]	20
Visina prozora [m]	2
Vreme merenja [h]	13

Najveće vrednosti osvetljenosti se dobijaju kada je prostorija okrenuta prema jugu, kao što vidimo na slici 2. Na slici su plavom bojom označene vrednosti za tačku B, narandžastom za tačku E, a sivom tačku H.



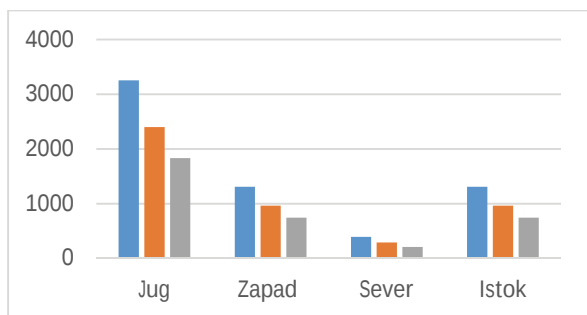
Slika 2. Prirodna osvetljenost prostorije okrenute prema jugu

Vrednosti dobijene kada je prostorija okrenuta prema severu su znatno manje i prikazani su na slici 3. Na slici su plavom bojom označene vrednosti za tačku B, narandžastom za tačku E, a sivom tačku H.

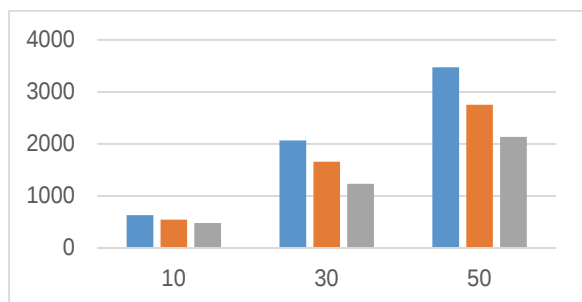


Slika 3. Prirodna osvetljenost prostorije okrenute prema severu

Promena prirodnog osvetljenja u prostoriji 15. januara za različite orijentacije prozora, prikazana je na slici 4. Na slici su plavom bojom označene vrednosti za tačku B, narandžastom za tačku E, a sivom tačku H.



Slika 4. Osvetljenost za različite orijentacije prostorije



Slika 5. Promena osvetljenja u zavisnosti od veličine prozora

Uticaj veličine prozora kada je prostorija okrenuta prema jugu, prikazan je na slici 5, a simulacija je vršena za veličine prozora od 10 m², 30 m² i 50 m². Plavom bojom su označene vrednosti za tačku B, narandžastom za tačku E, a sivom tačku H.

6. ZAKLJUČAK

Tokom poslednje dve decenije širom sveta je poraslo interesovanje za korišćenjem resursa dnevnog svetla pre svega zbog energetske efikasnosti. Danas se na osvetljenje troši 14% od ukupne električne energije koja se proizvede. Jedna od mera koja se može primeniti kako

bi se poboljšala energetska efikasnost rasvete je i primena inteligentnih elemenata upravljanja rasvetom.

Zahvaljujući razvoju elektronike i senzora, moguće je primeniti različite oblike upravljanja a neki od najčešćih su putem detekcije dnevnog svetla, detekcije pokreta, detekcije prisutnosti u prostoriji.

Rezultati dobijeni u ovom radu pokazuju kako se količina sunčeve svetlosti menja u različitim uslovima. Prikazani su rezultati za različite orijentacije prostorije, različite dimenzije prozora, različita godišnja doba.

Najveće količine prirodnog osvetljenja dobijene su u situacijama kada je prostorija okrenuta prema jugu, nezavisno od doba dana ili godine.

7. LITERATURA

- [1] Solarna energija, wikipedia.org
- [2] Energija Sunca, Izvori energije www.izvorienergije.com
- [3] Athanassios Tzempelikos "A methodology for detailed calculation of illuminance levels and light dimming factors in a room with motorized blinds integrated in an advanced window"
- [4] N.Z. Al-Rawahi, Y.H. Zurigat, N.A. Al-Azri "Prediction of Hourly Solar Radiation on Horizontal and Inclined Surfaces for Muscat/Oman"

Kratka biografija:



Vanja Segedi rođen je 1988. godine u Novom Sadu. Diplomski rad na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu odbranio 2013. godine

ANALIZA DETRENDOVANIH FLUKTUACIJA PRIMENJENAA NA SIGNAL SRČANOG RITMA I KRVNOG PRITISKA**DETRENDED FLUCTUATION ANALYSIS APPLIED ON HEART RATE SIGNAL AND BLOOD PRESURE SIGNAL**

Marijana Ferlan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Svrha ovog rada jeste upoznavanje sa analizom detrendovanih fluktuacija uz primenu na RR interval, ekvidistantni RR interval, sistolni krvni pritisak i združeni signal RR intervala i sistolnog krvnog pritiska. U praktičnom delu rada upoređeni su signali zdravih ispitanika i pacijenata obolelih od dijabetesa. Porede se kratkoročni i dugoročni eksponenti, kao i lokalni skalirani eksponent, koji predstavljaju rezultat metode.

Abstract – The study presents detrended fluctuation analysis (DFA) and its application on RR interval, equidistant RR interval, systolic blood pressure and joint dynamic of RR interval and systolic blood pressure. DFA analysis outputs short-term exponent, long-term exponent, and local scaling exponent which are compared in healthy subjects and diabetes patients.

Cljučne reči: srčani ritam, krvni pritisak, detrendovanje fluktuacija, kratkoročni i dugoročni eksponent

1. UVOD

Ponašanje većine sistema u ljudskom organizmu, u koje ubrajamo i kardiovaskularni sistem, jeste nelinearno, a signali koje možemo izdvojiti karakteriše izuzetna kompleksnost. Fluktuacije biomedicinskih signala shodno tome sadrže nelinearnosti. Nelinearnost kod srčanog ritma nastaje pod uticajem hemodinamičkih i elektrofizioloških promena, kao i uticaja autonomnog i centralnog nervnog sistema. Stoga se poslednjih godina razvijaju razne nelinearne metode radi detektovanja fluktuacija u signalima koje uobičajene linearne metode ne razlikuju jer smatraju da velike fluktuacije ne nose značajnu informaciju pa ih svrstavaju u šumove. Biomedicinski signali pokazuju i geometriju nalik fraktalnoj. Za normalni srčani ritam kao signal sa više frekvencija, složenim oblikom, i nepredvidljivim ponašanjem u vremenu, kažemo da je poput fraktala sa osobinom samosličnosti na vremenskoj skali.

Pokazano je da fluktuacije srčanog ritma pokazuju fraktalne osobine korelacije pri korišćenju nelinearnih metoda. Analiza fraktalne dimenzije se često koristi u procesiranju biomedicinskih signala, EEG, HRV itd. Nelinearna metoda koja se primenjuje i u fraktalnoj analizi je analiza detrendovanih fluktuacija, tema ovog rada. Metodom se određuje skalirano ponašanje sistema prilikom estimacije trenda iz podataka koji poseduju ili ne poseduju fraktalne korelacione osobine.

NAPOMENA:

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

Ova metoda predstavlja korisnu mogućnost za razlikovanje RR intervala i sistolnog krvnog pritiska, zdravih ispitanika i pacijenata [1].

2. METODA I MATERIJALI**2.1. DFA**

DFA analiza može se primeniti na biomedicinske signale kao što bi se primenio na samosličan proces, primenom jednostavne integracije radi dobijanja profila slučajnog hoda. Ovaj postupak se obavlja jer je niz ulaznih podataka ograničen, pa se konvertuje u kumulativnu sumu. Ulazni signal $x(k)$ dužine N otkucaja, pomera se za iznos njegove srednje vrednosti.:

$$y(k) = \sum_{i=1}^k (x(i) - m) \quad (1)$$

gde je m

$$m = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \quad (2)$$

Zbog pojave sporopromenljivog trenda, koji nam unosi nestacionarnost u podatke, potrebno je izvršiti detrendovanje kojim se postavlja srednja vrednost trenda na nulu. Izračunatu kumulativnu sumu delimo na prozore jednake dužine trajanja n koji se ne preklapaju. U okviru svakog prozora primenjuje se metoda najmanjih kvadrata čija vrednost predstavlja lokalni trend. [2] Ovim postupkom minimizuje se kvadratna greška u skladu sa odgovarajućim parametrima koji obrazuju polinom. U okviru rada polinomijalna funkcija koja se koristiti je linearna, a za potrebe uklanjanja trenda višeg reda koristimo veće stepene. Nakon toga je potrebno da se od kumulativne sume oduzme lokalni trend $y_0(k)$ radi postupka detrendovanja. Ovim dobijamo fluktuacionu sekvencu odnosno razliku između integrirane sekvence i lokalnog polinomijalnog trenda:

$$e(k; n) = y(k) - y_0(k; n) \quad (3)$$

Za svaki prozor potom je potrebno odrediti koren srednje vrednosti kvadrata fluktuacije (root mean square-RMS), odnosno funkciju koju nazivamo fluktuaciona funkcija $F(n)$ koja nam omogućava grupisanje rezultata u jedinstvenu celinu:

$$F(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (y(k) - y_0(k))^2} \quad (4)$$

Rezultat metode detrendovanih fluktuacija je skalirajući eksponent α . [2] Vrednosti α se kreću u intervalu od 0.5 do 1.5 i opisuju različite osobine vremenskog niza:

- $\alpha < 0.5$ signal je antikorelisan
- $\alpha > 0.5$ signal predstavlja postupak pozitivne korelacije, dugoročne korelacije.
- $\alpha = 0.5$ signal je nekorelisan sekvenca i često se izjednačava sa belim šumom.
- $\alpha = 1$ samosličan je i uporediv sa $1/f$ šumom.
- $\alpha > 1$ korelisan je, ali korelacije nisu u stepenjoj (power-law) formi
- $\alpha = 1.5$ snažno korelisan i upređuje se sa Braunovim šumom.

Uobičajeno je da se skalirajuće osobine vremenskog niza RR intervala računaju u dva odvojena intervala, kratkoročni skalirajući eksponent, α_1 i dugoročni skalirajući eksponent, α_2 [3].

2.2. Ispitanici i primenjeni signali

U okviru analize upotrebljeni su signali jedanaest zdravih osoba kod kojih se nisu pokazale srčane anomalije (5 ženskih osoba i 6 muških osoba), kao i dvanaest signala pacijenata koji pate od dijabetesa (8 ženskih osoba i 4 muške osobe). Povezanost dijabetesa i kardiovaskularnih bolesti je u poslednje vreme u fokusu interesovanja medicinske javnosti. Razlog tome je upravo to što su kardiovaskularne bolesti postale vodeći uzrok mortaliteta u bolesti dijabetesa. Svi ispitanici su tokom snimanja signala imali stabilan sinusni ritam i kod svih je sniman EKG signal, kao i signal arterijskog krvnog pritiska. Iz EKG signala dobijeni su signali srčanog ritma, a iz signala krvnog pritiska izdvojen je sistolni krvni pritisak. Svi artefakti su uklonjeni iz signala. Nakon učitanih signala srčanog ritma i sistolnog krvnog pritiska potrebno je od signala srčanog ritma izdvojiti RR interval koji se koristi u daljoj analizi. Pošto se oslanjamo i na primenu simbolne analize određena je združena simbolna dinamika JSD (eng. joint symbolic dynamics) signala sistolnog krvnog pritiska i RR intervala. [referenca].

$$Sn = \begin{cases} -1: (A_n^{RRI} - A_{n-1}^{RRI}) > l^{RRI} \wedge (A_n^{SBP} - A_{n-1}^{SBP}) > l^{SBP} \\ 1: (A_n^{RRI} - A_{n-1}^{RRI}) < l^{RRI} \wedge (A_n^{SBP} - A_{n-1}^{SBP}) < l^{SBP} \\ 0: else \end{cases} \quad (5)$$

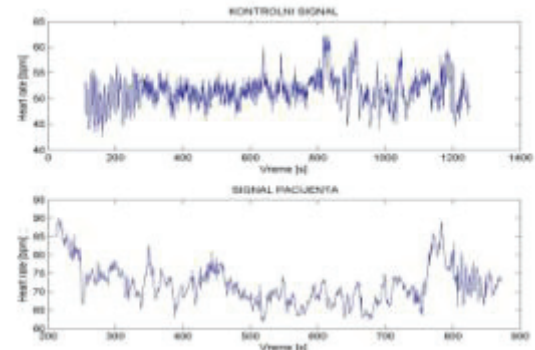
Niz koji pri tom dobijamo predstavlja niz koji se sastoji od tri simbola $\{-1, 0, 1\}$. [4] Niz RR intervala potrebno je transformisati u ekvidistantni niz. Signal RR intervala nema podjednako udaljene vrednosti na vremenskoj skali, stoga je poželjno da se omogući da razlika između stupnjeva skale bude jednaka. Pronađena je srednja vrednost RR intervala za sve kontrole i za sve pacijente i ona je uzeta kao konstanta koja predstavlja vremenski pomeraj između odbiraka signala.

2.3. Statistička analiza

Radi upoređivanja eksponenata α , koristimo nezavisni t-test koji nam omogućava poređenje jedne promenljive. Eksponenti kako kontrolnih, tako i signala pacijenata predstavljeni su u obliku srednje vrednosti i standardne devijacije, odnosno test podrazumeva da su podaci opisani normalnom Gausovom raspodelom. Nezavisni t-test poredi srednje vrednosti 2 grupe ispitanika, kontrolnih signala i pacijenata, pri tom podrazumevajući da su njihove standardne devijacije iste. Uz ovakvu pretpostavku dobijamo na izlazu verovatnoću, pri čemu za malu vrednost verovatnoće možemo smatrati da su naše standardne devijacije veoma različite.

3. IMPLEMENTACIJA I REZULTATI

Implementacija metode urađena je u MATLAB programskom okruženju. Na Slici 1 dat je uporedni prikaz srčanog ritma kontrolnog i signala pacijenta.

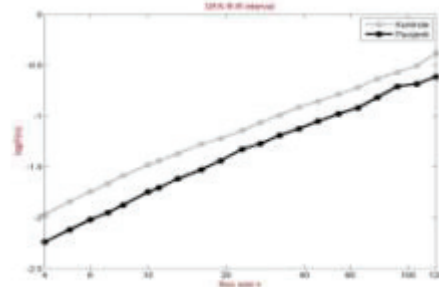


Slika 1. Prikaz HR kontrole i pacijenta

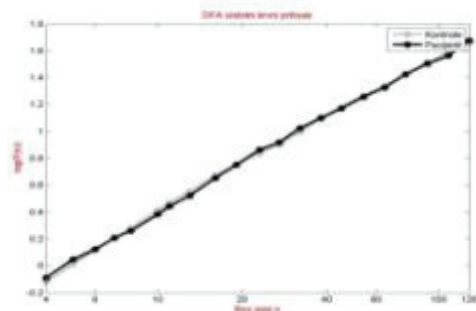
Uočavamo da kontrolni signal sadrži više kompleksnih oblika fluktuacija u odnosu na glatkiji oblik signala pacijenta.

3.1. Fluktuaciona funkcija

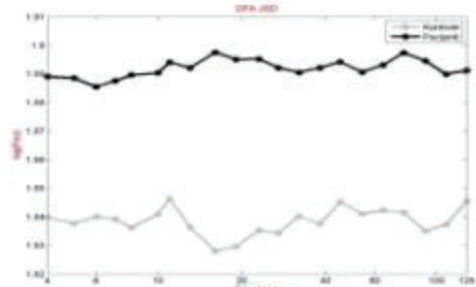
Na narednim slikama prikazane su srednje vrednosti $F(n)$ kontrolnih signala i signala pacijenata dobijenih primenom nad signalima RR intervala, sistolnog krvnog pritiska, JSD, ekvidistantnog RR intervala respektivno.



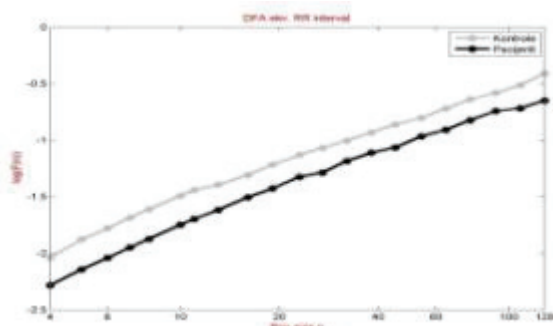
Slika 2. Uporedni prikaz $F(n)$ RR intervala



Slika 3. Uporedni prikaz $F(n)$ sistolnog krvnog pritiska



Slika 4. Uporedni prikaz fluktuacione funkcije JSD



Slika 5. Uporedni prikaz fluktuacione funkcije ekvidistantnog RR intervala

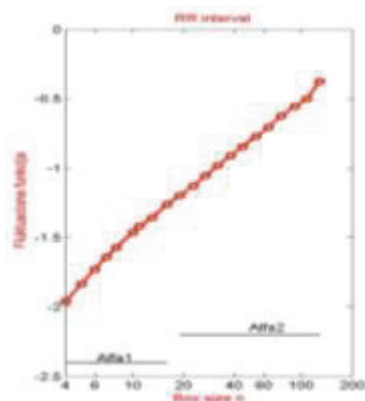
Na prethodnim slikama, gde su prikazane amplitude fluktuacija tokom prozora n , uočavamo da su grafici približno linearni te možemo odrediti α , jer važi $F(n) \sim n^\alpha$. Za manje prozore fluktuaciona funkcija je manja. EkspONENT koji se može odrediti kao nagib je blago strmiji kod pacijenata koji pate od dijabetesa nego kod kontrolnih signala.

3.2. EkspONENT

Rezultat analize detrendovanih fluktuacija je ekspONENT koji nam govori o samosličnosti vremenskog niza.

3.2.1 Provera ispravnosti modela sa dva koeficijenta

Većina ispitivanja rađenih pomoću analize detrendovanih fluktuacija omogućava prikaz rezultata pomoću dva odvojena lokalna skalirana eksponenta α_1 i α_2 . Podaci srčanog ritma omogućavaju razdvajanje kratkoročnog skalirajućeg eksponenta α_1 i dugoročnog α_2 . Stoga je opseg prozora n podeljen na dva dela radi uočavanja ova dva eksponenta.

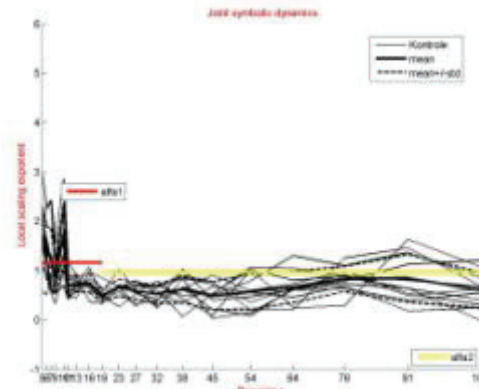


Slika 6. Prikaz local scaling eksponenta zdravog pacijenta i dijabetičara

U rezultatima u logaritamskoj reprezentaciji uočava se prelomna tačka, te tako i dve linearne oblasti. Veličina prozora n za koju je napravljen presek α koeficijenta iznosi $n = 16$. Na Slici 6 uočavamo dva izraženija nagiba $\log F(n)$ upravo za $n = 4$ do $n = 16$ i drugi nagib $n = 19$ do $n = 128$. Opseg eksponenta α_1 se ne može tačno definisati upravo iz razloga što konstantno α_1 ne postoji. Opseg α_2 eksponenta je približno konstantan za veće n uz odstupanje za prozore $n = 108$ i $n = 128$. Ipak opis rezultata pomoću dva eksponenta omogućuje nam prikaz kliničkog značaja ovih signala jer prikazuje promene između simpatičkog i vagalnog signala.

3.2.2 Lokalni skalirani eksponent

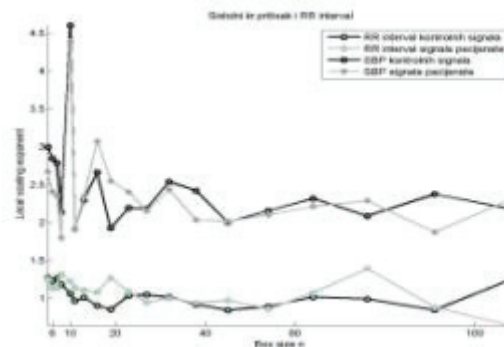
Radi boljeg zapažanja rezultata, jer velika je teškoća zapažanja detalja fraktalne strukture sa grafika logaritamske predstave $F(n)$ i n , posebno što nam na ovaj način nije omogućeno da odredimo tačne vrednosti opsega za α_1 i α_2 . Detalje mnogo bolje uočavamo na $\alpha(n)$ funkciji lokalnog skaliranog eksponenta odnosno na izvodu $\log F(n)$ u odnosu na $\log n$.



Slika 7 Prikaz local scaling eksponenta združene simbolne dinamike

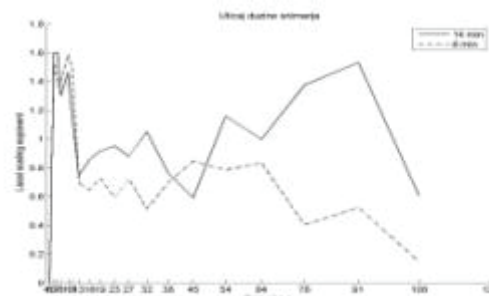
3.3 Razlike u krvnom pritisku i srčanom ritmu

Razliku koju uočavamo između signala RR intervala i sistolnog krvnog pritiska možemo objasniti razlikama između simpatičkog i parasimpatičkog nervnog sistema. Svi ispitanici čiji su signali korišćeni u ovom radu su se nalazili u stanju mirovanja. Ipak objašnjenje razlike u krvnog pritiska i RR intervala je upravo u tome što je pri mirovanju uticaj simpatičkog sistema nizak, dok je vagus signala visok, te se eksponenti naših signala bitno razlikuju. Pri većem opterećenju srca, pritisak i ritam bi bili ujednačeni.



Slika 8 Prikaz local scaling eksponenta RR intervala i SBP signala kontrolnih signala i pacijenata

3.4. Uticaj dužine snimanja



Slika 9 Uticaj dužine snimanja kod kontrolnih signala

Posmatranjem funkcije $\alpha(n)$ signala RR intervala različitog trajanja ne uočavamo bitne razlike zbog dužine snimanja.

U narednoj tabeli su prikazani vrednosti eksponenata.

Poređenje eksponenata kontrolnih signala i signala pacijenata					
eksponent	kontrolni signali		Signali pacijenata		TEST-
	MEAN	STD	MEAN	STD	
$\alpha_1 RR$	1.1485	0.2193	1.1938	0.1894	P=0.5
$\alpha_2 RR$	0.9708	0.1741	0.9952	0.1579	P=0.6536
$\alpha_1 SBP$	1.3171	0.137	1.1994	0.2289	P=0.0624*
$\alpha_2 SBP$	1.114	0.1305	1.0883	0.1755	P=0.6116
$\alpha_1 JSD$	0.543	0.2161	0.4348	0.1069	P=0.0582
$\alpha_2 JSD$	0.3342	0.2276	0.3784	0.1121	P=0.4526
$\alpha_1 ekvRR$	1.2123	0.166	1.2884	0.2004	P=0.2106
$\alpha_2 ekvRR$	0.9471	0.168	0.948	0.1626	P=0.9867

Kada je reč o signalima RR intervala i ekvidistantnog RR intervala rezultati skaliranih eksponenata su slični. Ne uočavaju se drastične razlike. Signali pacijenata imaju nešto uglaćeniji oblik RR intervala pa je njihova fluktuaciona funkcija takva da formira kratkoročni eksponent koji je ne znatno veći, odnosno bliži vrednosti braon šuma (1,5). Kod signala jednog pacijenata dobijamo kratkoročni eksponent koji ima vrednost 1.5 ipak srednja vrednost za sve pacijente je manja te se ova vrednost može smatrati ekstremnim slučajem. U slučaju dugoročnog eksponenta ne uočavamo razliku, te oba eksponenta imaju takvu vrednost da pokazuju korelisanost ponašanje uz osobinu samosličnosti (fraktalno ponašanje). Kod sistolnog krvnog pritiska javlja se manja diskriminacija između eksponenata, što nam i statistička analiza pokazuje. Vrednost α_1 i α_2 kod kontrolnih signala pokazuje nam korelisanost, a kod signala pacijenata korelisanost uz naginjanje ka osobini samosličnosti. Verovatnoća $P = 0.0624$ za kratkoročni eksponent α_1 je male vrednosti što nam sugeriše da su naše vrednosti različite. Srednja vrednost dugoročnog eksponenta je veća od 1 te kažemo da je sistolni krvni pritisak predstavlja korelisan niz, ali nema power-law ponašanje. Združena simbolna dinamika nam daje eksponent koji je nešto nižih vrednosti u odnosu na eksponente ostalih signala. Vrednost α_1 i α_2 kod kontrolnih signala pokazuje nam korelisanost, a kod signala pacijenata. Nagib pri manjim prozorima n , koji je opisan kratkoročnim eksponentnom α_1 , je veći u odnosu na nagib pri većim prozorima α_2 . Kod kontrolnih signala vrednost kratkoročnog eksponenta je 0.54, što sugeriše prisustvo dugoročnih korelacija u podacima. Simbolna dinamika koja je primenjena se oslanja na prethodno opisanu barorefleksnu osetljivost. Postupak detektovanja baroreceptora, slanja informacije centralnom nervnom sistemu i regulisanja pritiska traje svega nekoliko sekundi. Ovakav postupak bi u simbolima veličine prozora n formirao dugoročne korelacije. Kod pacijenata α_1 koeficijent iznosi 0.43, manji je od 0.5 te smatramo da je signal antikorelisan. Razlog ovakvog rezultata možda leži u mogućoj srčanoj slabosti i visokom pritisku pacijenata koji pate od dijabetesa. Dugoročni koeficijent kod kontrolnih signala i pacijenata je približno slične vrednosti, a vrednosti su manje od 0.5 te uočavamo antikorelisanost u tim podacima. Jedan od mogućih

rešenja je možda povećan broj simbola kojim bismo opisali ove podatke.

4. ZAKLJUČAK

Jedan od razloga korišćenja DFA metode je da bismo izbegli pogrešne detekcije korelacije koje predstavljaju artefakte nestacionarnosti srčanog ritma tokom vremena. Radi utvrđivanja korelacije na dužim vremenskim skalama, ne možemo podeliti podatke na kratke stacionarne segmente. Moramo analizirati duge, nestacionarne podatke. Zato se ponašanje korelacije ne može odrediti skaliranjem autokorelacione funkcije ili spektra snage, jer su obe pod uticajem artefakata izazvanih nestacionarnošću. Ako se skalirano ponašanje na velikim vremenskim skalama ne analizira, vreme se može podeliti u kraće, kvazistacionarne segmente, a snaga u frekvencijskim opsezima može se izračunati iz snage spektra. Ispitivanja koja su obavljena da bi se otkrila povezanost srčanog ritma pokazala su da aparatom za merenje varijabiliteta srčanog ritma (HRV) je moguće otkriti početak bolesti dijabetesa, pre pojave samih simptoma. Razvojem medicine i tehnike dolazi se do novih metoda koje bi nam pomogne u otkrivanju srčanih bolesti koje su postale vodeći uzrok mortaliteta pa i pri dijabetesu.

5. LITERATURA

- [1] Blinowska K., Zygierec J., „Practical Biomedical Signal Analysis Using MATLAB”, (Series in Medical Physics and Biomedical Engineering), CRC Press, Boca Raton, FL 33487-2742, USA, 2012, ISBN: 13: 978-1-4398-1203-7 (eBook - PDF); 978-1-4398-1202-0
- [2] Castiglioni P., Parati G., Civijian A., Quintin L., Di Rienzo M., “Local Scaling Exponents of Blood Pressure and Heart Rate Variability by Detrended Fluctuation Analysis: Effects of Posture Exercise and Aging”, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 56, no. 3, March 2009.
- [3] Zhi Chen, Plamen Ch Ivanov, Kun Hu, H Eugene Stanley.” Effect of nonstationarities on detrended fluctuation analysis”, Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys, 65(4 Pt 1):041107, April 2002.
- [4] Baumert M., VicoBaier, Truebner S., Schirdewan A., Voss A., “Short- and Long-Term Joint Symbolic Dynamics of Heart Rate and Blood Pressure in Dilated Cardiomyopathy”, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 52, no. 12, december 2005

Kratka biografija:

Marijana Ferlan rođena je u Nišu 1989. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Komunikacione tehnologije i obrada signala odbranila je 2013. god. Zaposlena u Beogradu u TOC-u, kao viši istraživač za elektronske sisteme, na zadacima ispitivanja elektromagnetske kompatibilnosti, kriptozastite i uređaja veze.

VOIP TEHNOLOGIJA**VOIP TECHNOLOGY**

Nenad Bojić, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je VoIP tehnologija. VoIP je tehnologija koja omogućava prenos glasa preko računarske mreže. Rad se bavi njenim načinom funkcionisanja, problemima i prednostima u odnosu na klasičnu telefoniju. VoIP tehnologija može da koristi već postojeću mrežnu infrastrukturu. Opisani su protokoli, postupci kodovanja, načini uspostave telefonske veze preko IP mreža, iskorišćenje već postojeće infrastrukture u korist VoIP-a kao i sve prednosti i mane koje ova tehnologija donosi.

Abstract – In this paper VoIP technology is described. This technology allows carrying of voice over the computer network. The paper deals with the way it functions, problems and benefits compared to traditional telephony. VoIP technology can use an existing network infrastructure. Protocols, procedures of coding, ways of establishing telephone connection across IP network, using the old infrastructure in favour of VoIP and all advantages and defects that this technology brings are described.

Ključne reči: VoIP tehnologija, IP mreža, protokoli, postupci kodovanja.

1. UVOD

VoIP je tehnologija koja omogućava prenos glasa preko računarske mreže. Prvi pokušaji uvođenja počeli su 70-tih godina 20. veka. Upotrebom ovog standarda, uz upotrebu računarske infrastrukture, hardvera i programske podrške, internet postaje medij za prenošenje telefonskih poziva. Prilikom poziva sa PC-a plaća se samo veza sa internet provajderom i nadoknada kompaniji koja omogućava datu uslugu po minutu razgovora. Funkciju centrala preuzimaju računari, poziv se inicira klikom miša, razgovori se mogu lako snimiti i organizovati. Sistem je moguće programirati za različite varijante automatske distribucije poziva, automatske telefonske sekretarice, faks uređaje i sl.

Prednost nad klasičnim telefonskim sistemom više je nego očigledna. Konkretno, VoIP omogućava obavljanje telefonskog razgovora upotrebom već postojeće internet veze, kao zamenu za standardnu telefoniju, kako u lokalnom i međugradskom saobraćaju, tako i u međunarodnom. Sve veća popularnost u svetu među telekomunikacionim kompanijama nije slučajna. Velika prednost jeste i mogućnost pozivanja mobilnih i fiksnih pretplatnika i ostvarivanje međunarodnih poziva po izuzetno povoljnim cenama.

NAPOMENA:

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

2. NAČIN FUNKCIONISANJA VOIP-A

Voice over IP [2] je metodologija i skup tehnologija za isporuku glasovne komunikacije i multimedijalnih sesija preko Internet protokola (IP) mreže, kao što je Internet.

Tehnologija Voice over IP (VoIP), bazira se na TCP/IP modelu prenosa podataka. U zavisnosti od potrebe za kvalitetom, glas se prvo digitalizuje različitim metodama, zatim se pakuje naprednim algoritmima za kodovanje korišćenjem nekih od kodeka. Tako kodovan paket secka se na mnogo malih paketa. Veličina paketa zavisi od kodeka i protokola koji se koristi za slanje paketa, (SIP G711 ~ 160 bajta na svakih 20 milisekundi). Korišćenjem RTP protokola (*Real-time Transport Protokol*), mali paketi se šalju drugoj strani preko UDP (*User Datagram Profile*) protokola 4 sloja TCP/IP modela. Prijemna strana može biti krajnji korisnik, ili gateway koji treba da prosledi ili na neki način konvertuje te pakete i prosledi glas krajnjem korisniku. Kada paket pristigne, on se odmah dekodira i reprodukuje.

Glavnu prednost VoIP sistema predstavlja to što jedan poziv, nikada, ne zauzima ceo link, već se kroz isti link mogu slati paketi više različitih korisnika. Ukoliko ipak, samo jedan korisnik ima potrebu za korišćenjem linka, koristiće ga samo onoliko dugo koliko je potrebno za prenos njegovih paketa.

3. USPOSTAVLJANJE POZIVA U VOIP MREŽI

Prva varijanta prenosa govora preko IP mreža podrazumevala je da se PC računar opremljen multimedijalnom karticom, mikrofonom i slušalicama, koristi kao VoIP terminal. Ova varijanta je i danas prisutna u praksi, posebno kod rezidencijalnih korisnika. Da bi se PC koristio kao VoIP terminal, neophodno je da je povezan na IP mrežu i da ima instaliran softver koji omogućava prihvatanje govornog signala i njegovu konverziju u IP pakete, kao i uspostavljanje veze sa određivim računarom. Najpopularniji softver za ovakav oblik komunikacije jeste skype.

Korisnici su se navikli na korišćenje telefonskog aparata za ostvarivanje servisa telefonije i zbog toga postoji potreba da se klasični telefoni prilagode za korišćenje u VoIP mrežama. Ovo se može ostvariti na više načina, u zavisnosti od broja telefonskih uređaja koje treba priključiti i od finansijskog aspekta sistema.

U novije vreme na tržištu se pojavljuje sve veći broj telefonskih aparata, koji se nazivaju IP ili VoIP telefoni. Ovi telefoni se direktno, bez posrednika ili konvertora, preko Ethernet interfejsa povezuju na IP mrežu. Sam uređaj vrši kompletnu obradu govornog signala i generiše IP pakete koje direktno šalje u IP mrežu. Obrada signala vrši se hardverski i zbog toga je ova varijanta mnogo brža

od prethodnih. Korišćenje ovog telefona slično je korišćenju klasičnog telefona, jedino što se umesto telefonskog broja ukucava IP adresa destinacije koja se poziva. Sve više proizvođača proizvodi IP telefone i njihova cena opada iz dana u dan. Slika 1. prikazuje paletu IP telefona proizvođača Cisco koji je jedan od lidera u svetu u proizvodnji VoIP opreme.

Postoji više varijanti pozivanja u VoIP sistemima. Prva varijanta ne razlikuje se uopšte od klasičnog načina ili se razlikuje u smislu što se za svaki poziv mora ukucavati i kod države i međumesni kod zbog toga što ITSP ne zna fizičku lokaciju korisnika koji se poziva, odnosno svaki korisnik se mora jednoznačno adresirati.

Na primer, ukoliko pozivalac iz Beograda poziva korisnika koji se nalazi u Beogradu, ukucava recimo broj xx 381 11 123456.



Slika 1. Paleta cisco IP telefona

Prefiks xx je izlazni kod koji određuju telekom operatori i ITSP-i, 381 je međunarodni kod države Srbije, 11 je međumesni kod Beograda, a 123456 je broj pozvanog korisnika.

Druga varijanta podrazumeva da pozivalac poznaje IP adresu IP telefona kojeg želi da pozove i tu adresu ukucava u svoj IP telefon (umesto IP telefona može se koristiti i PC računar sa definisanom IP adresom). Postoje i druge varijante koje omogućavaju da se umesto IP adrese ukucava adresa u formi web adrese ili e-mail adrese.

Postoji i mogućnost da se korišćenjem telefonskog imenika koji se nalazi na internetu korisnik poziva direktno ukucavanjem imena i prezimena osobe [1].

4. PROTOKOLI

Svrha povezivanja računara jeste prenos korisničkih informacija sa jednog na drugi kraj veze. Da bi se to uradilo neophodno je ustanoviti način i pravila prenosa, odnosno ustanoviti protokole. Protokoli koji predstavljaju osnovu za uvođenje VoIP tehnologije jesu TCP/IP, UDP i RTP. U VoIP komunikacijama se najviše koriste H.323, SIP i sl.

Preovlađuje VoIP model prenosa koji postavlja koncept gde signalizacija i glas mogu putovati različitim putanjama. Među VoIP protokolima mogu se razlikovati protokoli za signalizaciju i protokoli za prenos glasa. Detaljni opis svih protokola koji se koriste na internetu nalazi se u formi RFC (Request For Comment).

IP protokol je protokol trećeg sloja OSI referentnog modela (sloja mreže). Sadrži informacije o adresiranju, čime se postiže da svaki mrežni uređaj (računar, server, radna stanica, interfejs rutera) koji je povezan na internet

ima jedinstvenu adresu i može se lako identifikovati u celoj internet mreži, a isto tako sadrži kontrolne informacije koje omogućuju paketima da budu prosleđeni (rutirani) na osnovu poznatih IP adresa.

UDP (*User Datagram Protocol*) predstavlja jednostavan protokol koji služi za slanje pojedinačnih datagrama (termin datagram koristi se za UDP i IP poruke, zbog velike sličnosti ova dva protokola). Ne obezbeđuje pouzdanost i ne beleži se koji su datagrami poslani, niti se očekuje potvrda prijema datagrama. Nikakvi dodatni mehanizmi se ne uvode, u odnosu na IP, koji bi obezbeđivali pouzdanost. Omogućeno je slanje datagrama većem broju računara istovremeno, tj. multicasting i broadcasting.

The Real - Time Transport Protocol (RTP) koristi se za prenos korisničkih podataka, tj. prenos audio, video i multimedijalnih podataka. Postoji posebna RTP sesija za audio i posebna za video podatke. U tom smislu učesnik može da bira koje podatke će da prima. Sa druge strane, ne postoji veza na RTP nivou između ovih sesija, osim kanoničkog imena učesnika koje mora biti isto za obe sesije.

TCP/IP protokol stek (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) je naziv za skup protokola koji se koriste za povezivanje računarskih mreža. U okviru ovog protokola postoji veći broj protokola ali su TCP i IP najzastupljeniji pa se cela familija protokola naziva TCP/IP.

Sip protokol dizajniran je tako da omogućava jednostavnu implementaciju, dobru skalabilnost i fleksibilnost. Upravo zbog ovih osobina SIP i dominira u VoIP mrežama u odnosu na H.323 protokol.

H.323 protokol je postavila ITU organizacija i predstavlja prvi signalni protokol koji je komercijalno predstavljen i prihvaćen. U okviru ovog protokola razvili su se drugi podprotokoli koji definišu rad H.323 protokola. Tako, npr. H.225.0 definišu konstrukciju paketa za pozivanje, ukazivanje da li je video ili običan poziv i sl.

5. KVALITET SERVISA U VOIP MREŽAMA

Osnovnih šest parametara kvaliteta servisa su kašnjenje, džiter, propusni opseg, gubitak paketa, pouzdanost, sigurnost i eho.

Postoje različita rešenja koja se odnose na poboljšavanje kvaliteta servisa u VoIP mrežama koja rešavanju problema pristupaju iz različitih uglova.

Jedan pristup jeste da se pre uspostave poziva rezervišu resursi u mreži koji će garantovati određeni kvalitet. Ovaj pristup podrazumeva da se rezervišu određeni propusni opseg i sličan je pristupu koji se koristi u PSTN mrežama. Drugi pristup vrši kategorizaciju saobraćaja i deli ga na klase servisa kojima dodeljuje određene prioritete. Na primer, govorni paketi imaju pravo prvenstva nad paketima koji prenose elektronsku poštu. Ovaj pristup je možda jednostavniji za implementaciju, ali nije bez mana. Na primer, jedan servis kao što je telefonija, može da uguši ostale servise i zbog toga treba obratiti pažnju na pravilnu raspodelu resursa mreže koja se koristi za istovremeni prenos govora i podataka.

Postoji i pristup koji je možda i najprisutniji u praksi, a to je predimenzionisanje mreže. Ovaj pristup podrazumeva da se u mreži obezbede propusni opsezi koji nadmašuju

stvarne potrebe, jer se pokazalo da je upravo propusni opseg najčešći razlog kašnjenja i gubitka paketa.

Predimenzionisanje propusnog opsega predstavlja možda najjednostavniji pristup postvarivanju kvaliteta servisa, ali je i najskuplji. Mreža se projektuje tako da može da podrži sav saobraćaj u trenucima najvećeg opterećenja (par sati u doba radnog vremena). Većinu vremena tokom dana mreža ostaje neiskorišćena.

Postavlja se pitanje koliko je ovaj pristup isplativ provajderu usluga. Na sreću provajdera, a i korisnika usluga, tehnološki razvoj u oblasti telekomunikacija doprineo je da je cena jedinice propusnog opsega iz dana u dan sve manja. Recimo, DSL modemi (*Digital Subscriber Line*) zamenili su klasične analogne modeme po veoma pristupačnim cenama, DWDM tehnika (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) je umnogostručila propusni opseg optičkih kablova. Sa druge strane, širenje interneta i razvoj novih aplikacija koje obezbeđuju nove usluge korisnicima zahtevaju sve više propusnog opsega. Iako je dodatni propusni opseg od ključnog značaja za multiservisne mreže, on sam po sebi ne može biti rešenje problema kvaliteta servisa. Potrebno je implementirati i mehanizme koji će upravljati dostupnim propusnim opsegom kako bi se on što efikasnije koristio u cilju ostvarivanja servisa koji se nude korisnicima [1].

6. ZAKLJUČAK

Kod nas još uvek VoIP tehnologija nije zaživela u tolikoj meri koliko je u svetu zastupljena i popularna. U narednih nekoliko godina, očekuje se da će se i to promeniti. Zasad, VoIP je u upotrebi samo u pojedinim preduzećima. Zapravo, preduzeća i mogu imati najveće beneficije primenom VoIP tehnologije.

VoIP tehnologija uveliko može uticati na informacionu konkurentnost jednog preduzeća. Osim što snižava troškove upotrebe klasične telefonije, na adekvatan način povećava eksploataciju postojećih Internet instalacija u firmi, koje preduzeće ne koristi u potpunosti zbog objektivnih razloga. Ovako, firma je u mogućnosti da u potpunosti koristi sve kapacitete kadrova koje ima u radnom odnosu bez obzira gde se radnici nalaze.

Štaviše, preduzeće može koristiti znanje "pozajmljenih" kadrova iz bilo kog dela planete uz niske troškove komunikacije. Uz pomoć jeftinih Web kamera, u mogućnosti je da održava sastanke sa partnerima ili klijentima, štedeći na troškovima reprezentacije (put, smeštaj i sl.). U najmanju ruku, preduzeće može organizovati komunikaciju između organizacionih jedinica u preduzeću koristeći već postojeću mrežnu instalaciju računara štedeći na kupovini skupih telefonskih instalacija i centrala.

Osim navedene uštede, preduzeće smanjuje troškove amortizacije koju bi imala upotrebom navedene opreme, i ujedno, troškovi održavanja se lokalizuju na postojeće troškove održavanja informacionog i mrežnog sistema u firmi.

Sa jedne strane VoIP predstavlja veliku pretnju telekom operatorima koji poslovanje zasnivaju na PSTN tehnologiji, dok sa druge strane, VoIP nudi velike poslovne mogućnosti novim operatorima.

Ocena da je mreža koja ima implementiran VoIP i podržava milione korisnika manje pouzdana od postojeće mreže predstavlja argument u prilog održavanju klasične TDM mreže.

Sa druge strane, za provajdere internet servisa, VoIP predstavlja sredstvo koje će im omogućiti da uđu na novo tržište. Pored pristupa internetu, korisnicima mogu ponuditi i prenos govora i tako uvećati profit. Naravno, u tom slučaju telekom operatori bi izgubili deo tržišta i zbog toga i oni moraju ozbiljno da razmotre kako da odgovore na ovu pretnju. Jedno od rešenja kojem telekom operatori sve više pribegavaju jeste da i oni korisnicima ponude VoIP.

Zaključak koji proizilazi iz svega jeste da VoIP tehnologija donosi mnogo prednosti i da kroz dalje usavršavanje predstavlja budućnost mrežne govorne komunikacije između ljudi.

7. LITERATURA

[1] dr Vojin Šenk, „Tehnologija VoIP sistema“, decembar 2006. godine.

[2] http://en.wikipedia.org/wiki/Voice_over_IP, posećeno decembra 2014. godine.

[3] Andrew S. Tanenbaum, Computer networks, fourth edition, Prentice Hall, New Jersey, 2003.godina

[5] <http://www.voip-info.com>, posećeno u decembru 2014. godine.

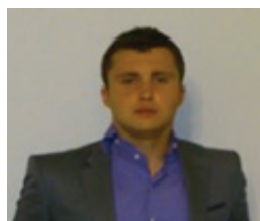
[6] <http://www.cisco.com>, posećeno u decembru 2014. godine.

[7] <http://www.iptelephony.org>, posećeno u decembru 2014. godine.

[8] <http://www.iptel.org>, posećeno u januaru 2015. godine.

[9] http://www.gov.pe.ca/photos/original/IPEI_ebiz_VoIP.pdf, preuzeto u januaru 2015. godine.

Kratka biografija:



Nenad Bojić rođen je u Loznici 1990. godine. Diplomski-master rad odbranio je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti elektrotehnika i računarstvo – telekomunikacije.

PERZISTENCIJA I PRIKAZ SISTEMSKIH/APLIKATIVNIH DOGAĐAJA U REALNOM VREMENU BEZ DOSTUPNOSTI BAZE PODATAKA**PERSISTENCE AND DISPLAY OF SYSTEM/APPLICATION EVENTS IT REAL TIME WITHOUT AVAILABILITY OF DATABASE**

Nikola Dragoljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazan razvoj servisne aplikacije koja omogućava prikaz i perzistenciju sistemskih i aplikativnih događaja u situaciji kada je baza podataka nedostupna.

Abstract – This paper describes the development of a service application used for persistence and display of system and application events without availability of database.

Ključne reči: Prikaz događaja, perzistencija događaja, nedostupnost baze podataka

1. UVOD

Problem kojim se bavi ovaj rad je specifičan za arhitekturu velikih distribuiranih sistema i programsku podršku koja tim sistemima upravlja, jer ovi sistemi u određenim uslovima generišu ogroman broj događaja koji opisuju bitne i manje bitne promene u njima. Jedan primer takvog sistema je elektroenergetski distributivni sistem (DMS). Najčešće postoji zahtev da se operaterima, čiji je posao nadgledanje tih sistema iz kontrolne sobe i adekvatno reagovanje na promene, omogući veoma brz i efikasan pregled pristiglih događaja sa terena kako bi i njihova reakcija bila brža.

2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA

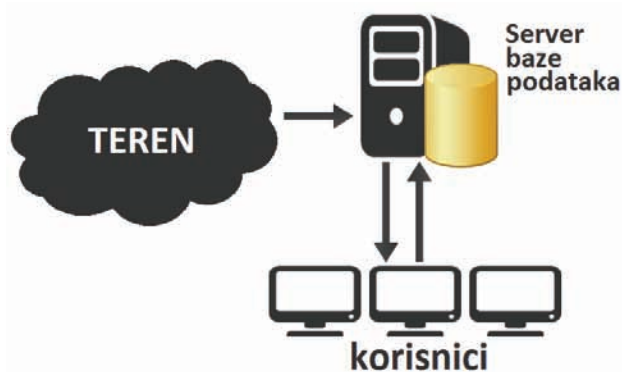
Standardna arhitektura rešenja datog problema je prikazana na Slici 1 i oslanja se na bazu podataka u kojoj se skladište događaji koji pristižu sa terena. Korisnici bazi šalju upit i dobijaju odgovor, na osnovu koga se formira prikaz događaja u korisničkoj aplikaciji.

Ovakvo rešenje ima manu, a ogleda se u tome da u situaciji, kada je baza podataka nedostupna usled prekida veze ili kvara servera, dolazi do potencijalnog gubitka svih događaja koji pristižu u tom intervalu i nemogućnosti da se korisnicima obezbedi njihov pregled, ali i pregled događaja koji su ranije pohranjeni u bazi. To je veliki problem, jer je realna mogućnost sistema da generiše i po nekoliko hiljada događaja u sekundi. Druga mana je brzina, jer su baze podataka smeštene na velikom broju hard diskova, čija je brzina pristupa znatno manja od brzine pristupa operativne memorije računara.

Zahtevi koji su postavljeni pre početka izrade ovog rada su se odnosili na unapređenje raspoloživosti i brzine sistema.

Zadaci koje podsistem treba da izvršava su sledeći:

- Prihvatanje događaja koji stižu sa terena,
- Omogućavanje pregleda događaja, pristiglih u poslednja 24 časa bez obzira da li je baza podataka dostupna ili ne,
- Prosleđivanje pristiglih događaja bazi podataka kada postane dostupna.



Slika 1. Standardna arhitektura rešenja

3. OPIS REŠENJA PROBLEMA

U cilju unapređenja postojećeg rešenja odlučeno je da se u arhitekturu sistema doda nova komponenta, tj. podsistem. Podsistem je realizovan kao servisna aplikacija, zasnovana na WCF tehnologiji, sa ugrađenom bazom podataka. Pod ugrađenom bazom podataka se smatra baza podataka koja je u potpunosti smeštena u operativnoj memoriji računara.

Poredeći brzinu pristupa hard diska i operativne memorije dolazimo do zaključka da je pristup operativnoj memoriji od nekoliko stotina do nekoliko hiljada puta brži od pristupa hard disku. Međutim, zbog znatno veće cene modula RAM memorije i praktično neostvarivog zahteva da kompletna baza podataka bude smeštena u njoj, odlučeno je da rešenje bude kompromisno i da se u operativnoj memoriji čuvaju samo događaji pristigli u prethodna 24 časa, što ne bi trebalo da predstavlja problem, jer su na tržištu serverske mašine sa nekoliko stotina gigabajta RAM memorije odavno dostupne.

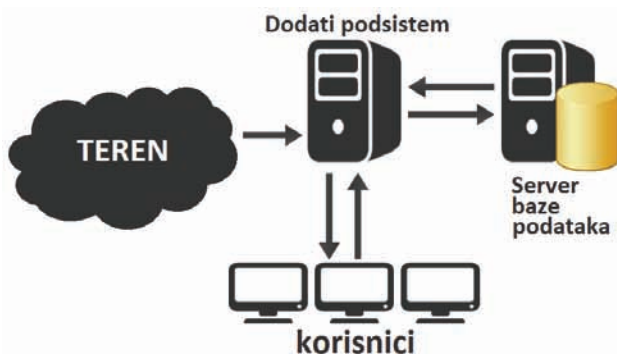
Na Slici 2 je prikazana arhitektura sistema sa dodatim podsistemom. Uočava se nekoliko promena. Prva je da događaji sa terena pristižu na dodati podsistem za razliku od prethodnog rešenja gde su pristizali u bazu podataka. Druga izmena je vezana za korisnike, koji više ne šalju upite direktno bazi podataka, nego komuniciraju sa podsistemom.

U daljem tekstu baza podataka, koja se nalazi u operativnoj memoriji, će se označavati kao *in-memory* baza podataka. Baza podataka, koja se nalazi na hard

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, red.prof.

disku računara na kom se izvršava servis, će se označavati kao lokalna baza podataka, a server baze podataka kao eksterna baza podataka.



Slika 2. Arhitektura rešenja sa dodatim podsistemom

3.1. Događaj

Događaj predstavlja opis neke promene ili upozorenja, koje se generiše na terenu. Pod terenom se smatra SCADA sistem, tj. akviziciono upravljački sistem i još nekoliko podsistema. Osnovni cilj SCADA sistema je obezbeđenje efikasnog nadzora i upravljanja nad proizvoljnim fizičkim procesom, korišćenjem digitalnih računarskih komponenti. Dakle, promena stanja određenog uređaja, detekcija njegove neispravnosti, detekcija nepravilnog rada sistema i dr. se mogu predstaviti događajem. U ovom projektu događaj je opisan klasom *Event*. Klasa *Event* sadrži samo najosnovnije podatke, ali sasvim dovoljne da se omoguće ključne funkcionalnosti aplikacije, kao što je prikaz događaja po određenom kriterijumu. U realnom sistemu se događaj opisuje sa više parametara, što proporcionalno povećava konzumaciju operativne memorije od strane servisne aplikacije.

Klasa *Event* sadrži globalni identifikator, tj. osmobjatnu celobrojnu vrednost, koja jednoznačno označava svaki entitet unutar sistema (GID), pa tako i događaj, vreme nastanka događaja (*Time*), njegovu vrstu odnosno tip (*Type*), broj koji govori kojeg prioriteta je događaj (*Severity*), tekstualni opis događaja (*Message*), naziv procesa i naziv uređaja koji su generisali događaj (*Process*, *Host*).

3.2. Servisna aplikacija

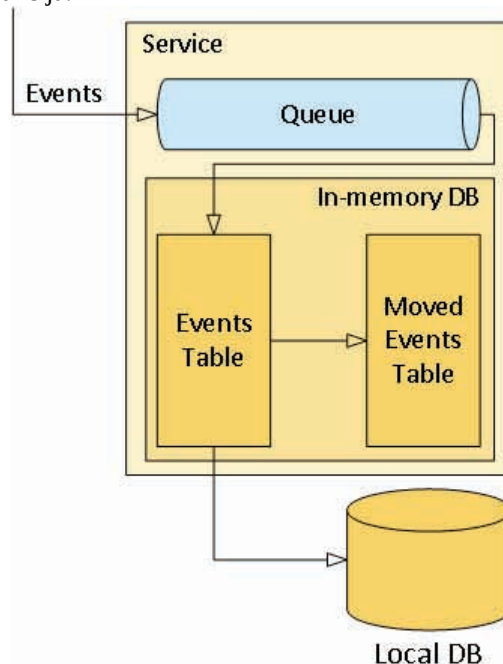
Prilikom pokretanja servisna aplikacija kreira *SQLite* [1] bazu podataka u operativnoj memoriji. Baza podataka sadrži dve tabele: *Events* i *MovedEvents*. Te dve tabele su identične, tj. imaju iste kolone i indeksiraju se na isti način. Ove tabele sadrže sledeće kolone: GID, *Time*, *Type*, *Severity*, *Process*, *Host* i *Message*, a indeksiraju se kolone GID i *Time*. Indeksiranje samo te dve kolone, koje se najčešće koriste, je optimalno rešenje, jer bi se indeksiranjem svih kolona prostor, koji zauzima baza podataka udvostručio. Pošto je ona pohranjena u operativnoj memoriji, takvo rešenje je poželjno izbeći. Postojanje većeg broja indeksa utiče negativno i na brzinu upisa novih podataka.

Sledeći korak servisne aplikacije je uvoz događaja koji su pristigli u poslednja 24 časa u servis odnosno u tabelu *MovedEvents*. Uvoz se vrši iz lokalne baze podataka. Ta baza podataka je uvedena zbog *perzistencije* podataka. U situaciji kada eksterna baza podataka nije dostupna, postoji rizik od gubitka događaja iz radne memorije, ako se sruši servis. Postoji više različitih razloga koji mogu

dovesti do toga: prestanak rada računara koji pokreće servis, zbog nestanka napajanja ili kvara na fizičkim komponentama, pad operativnog sistema i pad procesa samog servisa. U svakom od tih slučajeva podaci iz operativne memorije su izgubljeni. Iz tog razloga servis je dizajniran da mu prioritet bude čuvanje događaja na hard disku računara na kojem je pokrenut, kako bi podaci bili što sigurniji.

Poslednji korak pri startovanju servisa je pokretanje više niti.

Na Slici 3 je ilustrovana arhitektura servisa. Događaji pristižu u prihvatni red (*Queue*). Prihvatanje pojedinačnih događaja u red je znatno brže od njihovog direktnog smeštanja u tabelu baze podataka. Time dobijamo i veću raspoloživost servisa i manji rizik od njegovog pada. Zatim se događaji iz reda unose u tabelu *Events* in-memory baze podataka. Unos je implementiran kao transakcija.



Slika 3. Arhitektura servisne aplikacije

Čim se događaj nađe u *Events* tabeli, postaje dostupan korisnicima koji vrše pregled događaja, ali i dalje nije obezbeđena perzistencija. Perzistencija je obezbeđena kada se događaj iz *Events* tabele transakcijom kopira u lokalnu bazu podataka. Pomenuti događaj se kopira i u *Events* tabele u *MovedEvents* tabelu, pa se zatim briše iz *Events* tabele. Iako je jedna tabela sasvim dovoljna, utvrđeno je da servis radi brže sa dve. U slučaju jedne tabele bilo bi neophodno dodati još jednu kolonu, koja bi označavala da li je događaj prosleđen serveru baze podataka ili ne. Kada postoje dve tabele, pouzdano znamo da događaji iz prve tabele sigurno nisu prosleđeni, a iz druge jesu. Prilikom izbora grupe događaja iz *Events* tabele, koji će se transakcijom prebaciti na server baze podataka, ne mora da se vodi računa o proveru da li su događaji već prosleđeni ili ne, nego se biraju *SELECT* instrukcijom, bez postavljanja drugih uslova osim ograničenja broja elemenata. Izbegnuto je gubljenje memorije na dodatnu kolonu i njeno indeksiranje. Izbegnuto je i *UPDATE* komanda, koja vrlo često može da uzrokuje loše performanse, a koriste se komande

INSERT za unos u *MovedEvents* tabelu i *DELETE* za brisanje prebačenih događaja iz *Events* tabele.

Događaji se u eksternu bazu podataka prebacuju iz lokalne baze podataka sa hard diska, a ne iz *in-memory* baze, kako bi servis bio manje opterećen i imao brži odziv na korisničke upite. Lokalna baza podataka ima samo jednu tabelu, koja sadrži sve kolone kao i tabele iz *in-memory* baze, ali je dodata nova kolona, koja označava da li je događaj prosleđen eksternoj bazi podataka. Posebna programska nit kopira događaje iz lokalne baze podataka u eksternu bazu podataka.

3.3. Sprega

Servisna aplikacija je u mogućnosti da izvršava komande koje stižu iz drugih komponenti sistema. Lista komandi, tj. metoda koje servis izvršava po nalogu drugih komponenti, je definisana unutar interfejsa, što je standardni način implementacije WCF aplikacije. Trenutna implementacija sadrži dve metode *SendEvent* i *GetPage*. *SendEvent* metoda služi da prihvati događaj na servisu i da ga ubaci u prihvatni red. Metoda *GetPage* vrši filtriranje događaja po određenom kriterijumu i vraća rezultat korisniku. Servis je konfigurisan tako da se pokreće u *InstanceContextMode.PerCall* režimu, što znači da svaki poziv neke metode pravi novu instancu servisa, čime se dobija veća skalabilnost.

3.4. Prikaz događaja

Pored perzistencije, prikaz događaja je druga funkcionalnost koja je bila predmet ovog rada. Korisnik, pomoću jednostavne korisničke aplikacije, namenski razvijene za ovaj projekat, zahteva od servisa prikaz određenog broja događaja. Iniciranje zahteva može da bude automatsko ili korisničko. Zahtev se generiše automatski, kada je uključena opcija periodičnog osvežavanja prikaza, i tada se prikaz događaja osvežava svakih 10 sekundi. Korisničko iniciranje zahteva se dešava, kada korisnik klikne na dugme Filter. Klikom na to dugme pokreće se procedura generisanja objekta tipa *Filter*, koji sadrži sve relevantne parametre, na osnovu kojih će se filtrirati događaji na servisu. Korisnička aplikacija omogućava korisniku da definiše kriterijum za filtriranje, koji uključuje sve attribute događaja, osim atributa *Message*.

Zahtev se šalje servisu metodom *GetPage* sa parametrima koji opisuju filter, identitet korisnika aplikacije, redni broj tražene stranice i oznaku da li se radi o osvežavanju prikaza ili potpuno novom filtriranju. Servis prvo proverava identitet korisnika, tj. da li se korisnik već nalazi u bazi korisnika unutar servisa. Kada korisnik prvi put pristupa servisu, servis ga dodaje u bazu korisnika, implementiranu kao jednostavna struktura, koja sadrži informacije o imenu korisnika, poslednjem filteru koji je korišćen, broju stranica, broju događaja u *in-memory* bazi podataka, trenutku u kom je izvršeno poslednje filtriranje, keširane stranice i dr. Nakon toga se proverava da li je filter identičan prethodno korišćenom od istog korisnika i da li je zahtev upućen zbog osvežavanja prikaza ili promene stranice. Ukoliko je filter identičan prethodnom, proverava se da li je tražena stranica keširana na servisu, pošto je servis implementiran da čuva 20 stranica za svakog korisnika, pa se može desiti da nije potrebno da servis uopšte gubi vreme na slanje upita bazama podataka i čekanje odgovora, nego u najkraćem vremenu vrati

korisniku zahtevanu stranicu. Keširanje stranica na servisu ima svoje prednosti i nedostatke, stoga je i ugrađena mogućnost uključivanja i isključivanja ove opcije. Prednost je svakako brzina odziva na korisnički zahtev i rasterećenje baza podataka kao deljenih resursa usled manjeg broja upita, a mana je dodatno trošenje operativne memorije, koje može biti problematično u sistemu koji generiše veliki broj događaja, a istovremeno postoji i veliki broj korisnika. Keširanje se odvija svaki put kada korisnik vrši filtriranje sa izmenjenim filterom ili kada zahteva stranicu čiji je redni broj na granici opsega keširanih stranica. U prvom slučaju se keširaju stranice od jedan do dvadeset, a u drugom se briše prvih ili poslednjih deset, u zavisnosti da li je tražena stranica na početku ili na kraju opsega keširanih stranica. Zatim se u keš dodaje još deset stranica. Ako korisnik zahteva prikaz stranice koja nije keširana ili je opcija keširanja isključena, servis događaje traži unutar *in-memory* baze podataka. Prvo se dobavljaju vremena prvog i poslednjeg unosa. Prvi, tj. najstariji unos služi kao vremenska oznaka, koja se koristi kao graničnik prilikom filtriranja na eksternoj bazi podataka, ako postoji potreba za tim, tako što će se poslati upit za dobavljanjem događaja nastalih pre datog trenutka, kako se ne bi prikazivali duplirani rezultati već dobijeni iz *in-memory* baze. Poslednji, tj. najnoviji unos takođe predstavlja vremensku oznaku, ali služi da, ukoliko se ne radi o osvežavanju stranice, ne dozvoljava prikaz novijih događaja, kako bi korisnik, prilikom pregleda, uvek imao konzistentan prikaz. Najnoviji događaji iz *in-memory* baze se ne prikazuju, zato što je moguće da nekoliko trenutaka nakon filtriranja pristigne još događaja, nastalih u istom vremenskom trenutku, koji bi svojim uključivanjem u rezultate filtriranja poremetili prikaz na korisničkoj strani. Najstariji se prikazuju, ali se njihovi GID identifikatori beleže u posebnoj listi, kako bi bili isključeni iz pretrage na eksternoj bazi podataka. Nakon pronalaženja najstarijih i najnovijih događaja, poziva se metoda, koja, na osnovu objekta tipa *Filter* prosleđenog od korisnika, kreira tekstualni filter, koji se koristi kao SQL upit *in-memory* bazi.

Ukoliko je broj događaja, dobijenih na osnovu SQL upita, jednak broju događaja koji mogu da stanu na jednu stranicu prikaza, tada se korisničkoj aplikaciji vraća rezultat. Povratna poruka, tj. odgovor koji se šalje korisniku, se sastoji od sadržaja stranice i broja stranica na servisu. Broj stranica se određuje kada se prikaz osvežava ili kad se primenjuje novi filter. U drugim slučajevima se koristi već dobijena vrednost, sačuvana u bazi korisnika. Ako broj događaja nije dovoljan da popuni kapacitet stranice, servis se obraća eksternoj bazi podataka i zahteva onoliko događaja koliko je potrebno da se stranica popuni.

3.5. Konkurentnost

Da bi se obezbedio višekorisnički pristup servisu, ali i ispravan rad samog servisa, bilo je potrebno omogućiti konkurentan pristup deljenim resursima, a to su *in-memory* baza podataka i baza korisničkih podataka.

SQLite baza podataka je tako implementirana da ne omogućuje izvršavanje dve operacije upisa istovremeno, jer, pri svakom upisu, zaključava celu bazu. Ali je moguće paralelno izvršiti neograničen broj operacija čitanja [2]. Iz tog razloga nije potrebno mnogo voditi računa o upisu, ali je veoma važno sinhronizovati čitanje i

brisanje u situaciji kada se izvršava korisnički zahtev. Tada se u nekoliko navrata vrše upiti nad *in-memory* i lokalnom bazom podataka i neophodno je obezbediti da se do trenutka završetka obrade zahteva ne obriše nijedan događaj. Prostim mehanizmom zaključavanja, koje nudi programski jezik C#, tj. kreiranjem atomske sekcije pomoću metode *lock*, se rešava ovaj problem. Međutim tada se stvara drugi problem, koji se ogleda u tome da je onemogućeno paralelno čitanje iz baze, iako to sama baza dozvoljava, pa se korisnički zahtevi izvršavaju sekvencijalno. Rešenje tog problema je upotreba *ReaderWriterLockSlim* klase, koja dozvoljava više paralelnih čitanja, a samo jedan upis. Upis je isključiva operacija, i kada je jedna nit u režimu pisanja, nijedna druga nit ne može da uđe u bilo koju vrstu zaključane sekcije, što u konkretnom slučaju znači da ne mogu da se izvršavaju korisnički zahtevi, kada je aktivna programska nit, koja briše događaje iz *in-memory* i lokalne baze podataka.

Korisnička baza je implementirana kao objekat klase *ConcurrentDictionary* i samim tim što data klasa garantuje bezbednost u okruženju sa više niti, nema potrebe da se uvode dodatne zaštite.

4. PERFORMANSE I TESTIRANJE REŠENJA

Merenja su vršena na računaru sa 4 gigabajta operativne memorije i sa procesorom *Intel i5-2430M*, koji radi na frekvenciji od 2,4GHz. Procesor ima dva jezgra, a podržane su tehnologije *Hyper-Threading* i *Turbo Boost*. U Tabeli 1 su prikazani rezultati merenja nad pojedinačnim komponentama servisne aplikacije i pokazuju kapacitet, tj. broj događaja koje te komponente mogu da prime u jednoj sekundi.

Komponenta servisne aplikacije	Broj primljenih događaja u jednoj sekundi
Prihvatni red	10864
<i>In-memory</i> baza	37547
Lokalna baza	9395
Eksterna baza	3585

Tabela 1. Rezultati testiranja

Testiranje brzine izvršavanja SQL upita nad *in-memory* i eksternom bazom podataka pokazuje da je *in-memory* baza brža između četrdeset i šezdeset procenata u zavisnosti od kompleksnosti filtera. Iako je možda očekivana veća razlika u brzini izvršenja SQL upita nad date dve baze podataka, postignuti rezultati su unutar granica razlika dobijenih na drugim projektima pronađenim na internetu prilikom istraživačkog rada.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je razvoj servisne aplikacije čiji je zadatak da omogući perzistenciju i prikaz sistemskih i aplikativnih događaja, generisanih unutar kompleksnih sistema u situaciji kada je nedostupna baza podataka. Dakle, cilj razvoja aplikacije je bio da obezbedi što brži prijem događaja, njihovo skladištenje, prosleđivanje bazi podataka kada je dostupna i filtriranje po kriterijumu koji zadaje korisnik. Rešenje je realizovano korišćenjem *SQLite in-memory* baze podataka, čije su performanse bolje od baza podataka, čiji je sadržaj pohranjen na hard disku. Razlika u brzini izvršavanja upita nad date dve vrste baza podataka nije proporcionalna razlici u brzinama pristupa operativnoj memoriji i hard disku, ali je ipak dovoljna da opravda korišćenje *in-memory* baze u sistemima za koje je aplikacija namenjena.

Implementirano rešenje ispunjava sve postavljene funkcionalne zahteve, pa se može reći da je uspešno realizovano. Prostor za unapređenje svakako postoji u oblasti optimizacije upita koji se šalju bazi podataka na izvršavanje. Uklanjanjem određenih mogućnosti aplikacije, koje nisu ključne za korisnika, bi se moglo postići dodatno ubrzanje rada servisa.

6. LITERATURA

- [1] *SQLite*, <http://www.sqlite.org>
- [2] *Mike Owens: The definitive guide to SQLite*, Apress, 2006

Kratka biografija:



Nikola Dragoljević rođen je u Novom Sadu 1990. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Računarska tehnika i računarske komunikacije odbranio je 2013.god.

JEDINIČNO TESTIRANJE PROCEDURALNOG KODA NA SERVERU BAZE PODATKA A UNIT TESTING OF DATABASE SERVER PROCEDURAL CODE

Dragan Maljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisani su procesi validacije i verifikacije softvera kao i proces jediničnog testiranja softvera. Takođe, analizirana su okruženja za jedinično testiranje proceduralnog koda na serveru baze podatka. Odlučeno je da se koristi tSQLt okruženje. Uz pomoć odabranog okruženja razvijen je model jediničnog testiranja proceduralnog koda.

Abstract– In the paper we describe the process of validation and verification and the process of unit testing of software. We have analyzed the environments for unit testing of a database server procedural code. We have selected the tSQLt environment for unit testing. On the basis of this environment, a unit testing model is developed for unit testing of the procedural code.

Ključne reči: Jedinični testovi, proceduralni kod

1. UVOD

Kvalitet softvera je jedna od njegovih najvažnijih osobina. Zbog toga se sve više pažnje i vremena posvećuje kvalitetu softverskog proizvoda. Za potvrđivanje kvaliteta softvera koriste se procesi validacije i verifikacije koji predstavljaju važan deo u životnom ciklusu razvoja softvera. Zbog toga testiranje, koje se koristi kao tehnika u procesima validacije i verifikacije, predstavlja sastavni deo svake faze u razvoju softvera. Jedinično testiranje, kao jedna vrsta testiranja softvera, predstavlja predmet ovog rada.

Proceduralni kod koji se nalazi na serveru baze podatka je čest deo softverskih proizvoda koji je najmanje pokriven jediničnim testovima. Kompanija u kojoj se realizuje praktični deo ovog rada razvija jedno od softverskih rešenja iz oblasti distribuiranih upravljačkih sistema. Zbog toga se javila potreba da se razvije praktično primenljiv model jediničnog testiranja koji će biti prilagođen proceduralnom kodu koji se razvija u okviru kompanije. Jediničnim testovima obuhvaćene su procedure, funkcije i trigeri na serveru baze podatka.

Cilj ovog rada je da se razvije model jediničnog testiranja koji će biti prilagođen proceduralnom kodu posmatranog softvera. Da bi odgovarajući model bio razvijen, u radu su proučeni koncepti validacije i verifikacije kao i proces testiranja. Pošto je softver koji je razmatran u ovom radu kompleksan, potrebno je bilo proučiti okruženje u kojem se izvršava testiranje sa ciljem da se razvijeni model jediničnog testiranja uklopi u to okruženje.

Jedan od zadataka ovog master rada je da budu određene specifične grupe sličnih procedura, funkcija i trigera i da se prema tim grupama naprave modeli jediničnog

testiranja. Taj model se koristi u cilju pojednostavljenja postupka razvoja jediničnih testova za mnogobrojne procedure, funkcije i trigere koji se nalaze na serveru baze podatka.

Očekivani rezultat ovog rada jeste da razvijeni model jediničnog testiranja olakša pisanje jediničnih testova za proceduralni kod. To će omogućiti efikasnije pisanje jediničnih testova sa ciljem da se poveća pokrivenost proceduralnog koda jediničnim testovima. Veća pokrivenost koda jediničnim testovima omogućuje otkrivanje eventualnih grešaka u ranoj fazi razvoja softvera.

Pored uvoda i zaključka, rad sadrži još četiri poglavlja. U drugom poglavlju opisani su koncepti validacije i verifikacije. U trećem poglavlju opisan je proces jediničnog testiranja u okviru kontinualne integracije. Analiza postojećih okruženja za jedinično testiranje izvršena je u četvrtom poglavlju. Peto poglavlje prikazuje implementaciju razvijenog modela jediničnog testiranja.

2. VERIFIKACIJA I VALIDACIJA

Verifikacija predstavlja proces ocenjivanja sistema ili komponente kako bi se utvrdilo da li softverski proizvod zadovoljava zahteve definisane od strane korisnika. Validacija predstavlja ocenu sistema ili komponente kako bi se utvrdilo da li softverski proizvod korektno realizuje određenu funkciju.

U agilnim pristupima razvoju softvera, softver se razvija kroz niz iteracija, pri čemu se iteracije nazivaju i rečju sprint. [1,2] Funkcionalnosti se dele u manje celine i kroz svaku iteraciju se implementira određena grupa funkcionalnosti koja čini celinu. *User story* predstavlja primarnu formu za definisanje određene funkcionalnosti. Svaka *user story* predstavlja kratak iskaz o tome šta korisnik očekuje od sistema. *User story* su dimenzionisane tako da mogu biti iskodirane i testirane u okviru jedne iteracije. Da bi se osiguralo da svaka nova *user story* funkcioniše kako je planirano, potrebno je da se obave tri koraka:

- implementacija *user story* kroz programski kod i smeštanje koda na određeni repozitorijum,
- implementacija jediničnih testova i njihovo smeštanje u repozitorijum i
- izvršavanje testova prihvatljivosti (*Story Acceptance test*) kao "*BlackBox*" funkcionalno testiranje implementirane *user story*.

Iako su funkcionalnosti implemenirane realizacijom *story*, koje su prošle testove prihvatljivosti, one moraju biti samostalno testirane. Za svaku novu funkcionalnost kreiraju se testovi prihvatljivosti (eng. *Feature*

NAPOMENA:

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

Acceptance Test). Kompletno izvršavanje ovih testova predstavlja sastavni deo celokupne validacije sistema. Deo celokupne validacije sistema predstavlja i kompletno izvršavanje *System Qualities Tests*. Ovi testovi služe da bi se utvrdilo da li je sistem u skladu sa specificiranim nefunkcionalnim zahtevima prema sistemu.

3. PROCES JEDINIČNOG TESTIRANJA U OKVIRU KONTINUALNE INTEGRACIJE

Softver, koji je predmet testiranja u ovom radu, razvija se uz primenu postupaka kontinualne integracije. Kontinualna integracija predstavlja praksu prilikom razvoja softvera gde razvojni inženjeri na dnevnom nivou integrišu programski kod u zajednički repozitorijum. Repozitorijumi mogu biti timski i centralni. Na timski repozitorijum se smeštaju promene koda koje su nastale u okviru jednog tima. Centralni repozitorijum služi za integraciju timskih repozitorijuma. Svaka integracija se proverava tzv. automatskim bildom (*build*) i testiranjem. Nakon bilda i testiranja izveštaji se šalju na sistem za izveštaje (*Reporting System*). S ovim se postiže da se eventualne greške brzo detektuju i poprave. U okviru kompanije koja razvija posmatrani softver, koristi se *Nightbuild* sistem za proveru integracija. *Nightbuild* se automatski izvršava tokom noći kada nema puno promena na repozitorijumu, zato što je potrebno dosta vremena da se svi procesi u okviru *Nightbuild* izvrše.

Jedinično testiranje se u okviru kontinualne integracije izvršava tri puta. Prvi put se izvršava prilikom realizacije određene funkcionalnosti i izvršava ga razvojni inženjer. Razvojni inženjer vrši dodavanje delova programskog koda kako bi realizovao određenu funkcionalnost. Za novonastali programski kod, razvojni inženjer piše jedinične testove. Ukoliko se svi jedinični testovi uspešno izvrše, novonastali kod se integriše u timski repozitorijum. Takođe, zajedno sa kodom, integrišu se i svi jedinični testovi.

Nakon što je razvojni inženjer integrisao novonastali kod i jedinične testove na timski repozitorijum, izvršava se *Nightbuild* proces. U okviru ovog procesa, drugi i treći put se izvršavaju svi jedinični testovi koji se nalaze na repozitorijumu. *Nightbuild* proces se izvršava nad timskim i nad centralni repozitorijumom. Izvršavanje *Nightbuild* procesa nad timskim i centralnim repozitorijumom je ekvivalentno.

4. ANALIZA POSTOJEĆIH OKRUŽENJA ZA JEDINIČNO TESTIRANJE PROCEDURALNOG KODA

Da bi bilo izabrano odgovarajuće okruženje za jedinično testiranje posmatranog proceduralnog koda, potrebno je izvršiti analizu postojećih okruženja. To su okruženja *Microsoft Visual Studio* [3], *NUnit* [4] i *tSQLt* [5]. Analiza je izvršena na osnovu glavnih očekivanih karakteristika koje okruženje treba da poseduje. Očekivane karakteristike su:

- besplatno okruženje,
- mogućnost testiranja proceduralnog koda u kojem pojavljuju korisnički definisani tipovi,

- programski jezik kojim se pišu jedinični testovi treba da bude isti kao i jezik kojim je pisan proceduralni kod,
- veliki broj ugrađenih funkcija i test uslova pomoću kojih se vrši testiranje,
- dobra izolacija koda koji je predmet testiranja i
- mogućnost generisanja izveštaja.

Cena okruženja je bitna, jer sa cenom rastu i troškovi razvoja softvera u okviru kompanije. Zato je potrebno da okruženje bude besplatno. Okruženja *NUnit* i *tSQLt* su besplatna, dok je za korišćenje *Microsoft Visual Studio* potrebna licenca koja se naplaćuje.

Mogućnost testiranja proceduralnog koda u kojem se pojavljuju korisnički definisani tipovi je važna zbog toga što se u okviru posmatranog proceduralnog koda pojavljuje veliki broj korisnički definisanih tipova. Ni jedno od spomenuta tri okruženja ne podržava testiranje koda gde se pojavljuju korisnički definisani tipovi. *tSQLt* okruženje je softver "otvorenog" koda (*open source*) i zbog toga je moguća nadogradnja za podršku korisnički definisanih tipova. *NUnit* i *Microsoft Visual Studio* nisu *open source* i nije moguća nadogradnja.

U cilju lakšeg i bržeg izvršavanja procesa jediničnog testiranja, potrebno je da programski jezik kojim se pišu testovi bude isti kao i jezik kojim je pisan proceduralni kod. Proceduralni kod je pisan u *tSQL* programskom jeziku. U okruženjima *Microsoft Visual Studio* i *tSQLt* testovi se pišu u *tSQL* programskom jeziku, dok u *NUnit* okruženju za tu namenu koristi se jezik *C#*.

Najmanji broj ugrađenih funkcija i test uslova pomoću kojih se vrši testiranje ima okruženje *Microsoft Visual Studio*. Nešto više ugrađenih funkcija i test uslova ima okruženje *tSQLt*, dok *NUnit* pruža najviše mogućnosti što se tiče ugrađenih funkcija i test uslova.

Prilikom jediničnog testiranja proceduralnog koda bitno je da se deo koda koji se testira izoluje od ostatka sistema jer ima dosta povezanosti između tabela putem referencijalnog integriteta ili nekog drugog ograničenja. *tSQLt* nudi metode kojima se izolacija koda vrši na jednostavan način. U *Microsoft Visual Studio* i *NUnit* okruženju ne postoje metode koje vrše izolaciju dela koda. Kod ovih okruženja potrebno je koristiti dodatne alate i uložiti dodatni napor kako bi se testirani kod izolovao.

Generisanja izveštaja izvršavanja jediničnih testova je bitno kako bi se uspešno mogao izvršiti proces jediničnog testiranja. U izveštaju se prikazuje koji testovi su se uspešno a koji neuspešno izvršili. Na osnovu izveštaja preduzimaju se neophodne akcije. Sva tri spomenuta okruženja podržavaju generisanje izveštaja u različitim formatima.

Na osnovu izvršene analize ova tri okruženja za jedinično testiranje, odlučeno je da se u ovom radu koristi *tSQLt*. Ovo okruženje je izabrano jer poseduje najveći broj očekivanih karakteristika.

5. IMPLEMENTACIJA RAZVIJENOG MODELA JEDINIČNOG TESTIRANJA PROCEDURALNOG KODA

Prilikom implementacije razvijenog modela izvršena je podela procedura, funkcija i trigera prema njihovim specifičnostima i za svaku grupu je opisan način na koji se vrši jedinično testiranje.

5.1 Jedinično testiranje uskladištenih procedura

U okviru posmatranog softvera postoji veliki broj uskladištenih procedura. Da bi uspešno bilo izvršeno jedinično testiranje potrebno je te procedure grupisati prema određenim karakteristikama. U ovom radu postoje tri grupe procedura: procedure koje izvršavaju jednu operaciju (*SELECT* ili *DML* operaciju), kompleksne procedure u okviru kojih se izvršava više operacija i procedure koje pozivaju druge uskladištene procedure.

5.1.1 Jedinično testiranje procedura koje izvršavaju jednu operaciju

Ove procedure izvršavaju jednu *SELECT* ili *DML* (*insert*, *update*, *delete*) operaciju. One predstavljaju osnovu za jedinično testiranje kompleksnijih procedura.

Prvi korak jediničnog testiranja je kreiranje test klase. U okviru test klase nalaziće se sve test procedure napisane za proceduru koja se testira. Naziv test procedure mora početi sa "test", a ostatak naziva sadrži ime testirane procedure, zbog lakšeg upravljanja testovima.

Priprema test podataka i podešavanje okruženja za izvršavanje testova vrši se putem posebne procedure koja se poziva na početku test procedure. Test podatke potrebno je izgenerisati za sve tabele koje su predmet obrade u posmatranoj proceduri. Potrebno je analizirati upit i utvrditi za koje tabele je potrebno kreirati test podatke. Prilikom generisanja podataka prave se lažne (*fake*) tabele, koje imaju strukturu kao i originalne tabele, ali one nemaju bilo kakva ograničenja. To je posebno bitno kod kompleksnih šema baza podataka, kada jedna tabela zavisi od ostalih, tj. postoje ograničenja referencijalnog integriteta između tabela. Lažnim tabelama vrši se izolacija dela sistema koji se testira, što i jeste jedan od ciljeva jediničnog testiranja.

U okviru test procedure potrebno je kreirati dve tabele uz pomoć kojih će se vršiti testiranje. Prva tabela je tabela aktuelnih vrednosti. U tabelu aktuelnih vrednosti smešće se podaci koji su rezultat izvršavanja testirane procedure. Druga tabela koja se kreira je tabela očekivanih vrednosti i ona je identična po strukturi kao prva tabela. U tabelu očekivanih vrednosti ručno se dodaju podaci koji predstavljaju očekivane rezultate izvršavanja testirane procedure za zadate parametre.

Da bi se utvrdilo da testirana procedura realizuje očekivanu funkcionalnost, potrebno je uporediti aktuelne i očekivane vrednosti. Aktuelne i očekivane vrednosti upoređuju se više puta s različitim test podacima u test proceduri, s ciljem da se utvrdi da testirana procedura vraća očekivane podatke za različite parametre koji joj se proslede.

5.1.2 Jedinično testiranje procedura koje izvršavaju više operacija

U okviru posmatranog softvera, većina procedura su kompleksne i uglavnom izvršavaju više od jedne operacije. Operacije mogu biti *SELECT* ili *DML* naredbe. Svaku od tih operacija procedure potrebno je testirati. Testiranje ovih procedura zasniva se na modelu koji je opisan u odeljku 5.1.1, sa određenim dodacima.

Da bi se testirala kompletna funkcionalnost procedure, potrebno je proceduru dekomponovati na zasebne operacije koje se izvršavaju u okviru procedure. Potrebno je izvršiti analizu koje operacije treba, a koje ne treba testirati. Kada je procedura dekomponovana na jednostavne potprocedure, na svaku od njih se primenjuje model jediničnog testiranja prikazan u odeljku 5.1.1.

5.1.3 Jedinično testiranje procedura koje pozivaju druge procedure

Procedure koje u okviru svog izvršavanja pozivaju druge procedure spadaju u grupu kompleksnih procedura. One pored poziva drugih procedura izvršavaju jednu ili više operacija, kao i procedure iz prethodnih poglavlja. Da bi se uspešno izvršilo jedinično testiranje potrebno je detaljno analizirati sve procedure koje se direktno ili indirektno pozivaju iz glavne procedure. Sve procedure koje su obuhvaćene analizom potrebno je testirati. Jedinično testiranje ovih procedura oslanja se na razvijene modele u odeljcima 5.1.1 i 5.1.2.

Procedura koja se poziva u okviru glavne procedure pripada jednoj od grupa koje su definisane u odeljku 5.1. Ukoliko ta procedura ne poziva drugu proceduru, njeno jedinično testiranje se zasniva na modelima razvijenim u odeljcima 5.1.1 i 5.1.2.

Nakon što su napisani jedinični testovi za pozivane procedure, potrebno je utvrditi da li se u te procedure korektno prosleđuju parametri i sa tim se kompletira testiranje pozivane procedure. Testiranje prenosa parametara realizuje se pomoću tzv. lažnih procedura (*SpyProcedure*).

Kada se završi testiranje pozivane procedure i prenosa parametara, potrebno je testirati ostatak glavne procedure. Ona, pored poziva druge procedure, obavlja i druge operacije koje je potrebno testirati. U zavisnosti od toga koliko operacija obavlja procedura, ona se testira prema modelima razvijenim u odeljcima 5.1.1 i 5.1.2.

Izvršavanjem glavne procedure može se indirektno pozivati više procedura. U tom slučaju se izvršavanje koraka testiranja rekurzivno izvršava sve dok se ne dođe do procedure koja ne poziva ni jednu drugu proceduru.

5.2 Jedinično testiranje funkcija

Prvi korak jediničnog testiranja funkcije je kreiranje test klase. U okviru nje će se izvršavati test procedure napisane za funkciju. Nakon toga, potrebno je podesiti okruženje tako da se posmatrana funkcija izoluje od ostatka sistema. Takođe, potrebno je izgenerisati test podatke. Podešavanje okruženja i generisanje test podataka se vrši kao kod uskladištenih procedura.

Za generisanje aktuelnih i očekivanih vrednosti koriste se dva pristupa. Prvi je kada funkcija vraća skalarnu vrednost. Tom prilikom generišu se dve skalarne promenljive. Prva predstavlja očekivanu povratnu vrednost izvršavanja funkcije dok je druga aktuelna povratna vrednost izvršavanja funkcije. Drugi pristup važi u slučaju da je rezultat izvršavanja funkcije tabela. U tom slučaju generišu se dve tabele. Jedna za očekivanu, a druga za aktuelnu povratnu vrednost izvršavanja funkcije. Nakon toga, vrši se upoređivanje aktuelne i očekivane vrednosti.

5.3 Jedinično testiranje trigera

U *Microsoft SQL Server* postoje dve vrste trigera: trigeri koji se izvršavaju posle akcija dodavanja, izmene ili brisanja (*After Triggers*) i trigeri koji se izvršavaju neposredno pre akcija dodavanja, izmene ili brisanja (*Before Triggers*).

Prilikom podešavanja okruženja i generisanja test podataka potrebno je kreirati lažne tabele. Lažne tabele se kreiraju za sve tabele koje su obuhvaćene izvršavanjem trigera. Mora se kreirati najmanje jedna lažna tabela, jer trigger mora biti vezan za određenu tabelu. Kreiranjem lažne tabele ignorišu se sva ograničenja i trigeri vezani za tu tabelu. Da bi se uspešno izvršilo testiranje trigera, potrebno je na lažnu tabelu primeniti trigger koji se testira pomoću komande *tSQLt.ApplyTrigger*.

Kako postoje dve grupe trigera, priprema aktuelnih i očekivanih vrednosti izvršavanja trigera različita je za svaku grupu. Trigeri koji se izvršavaju nakon određenih operacija uglavnom služe za izvršavanje dodatnih operacija. Jediničnim testiranjem potrebno je utvrditi da se dodatne operacije, koje se izvršavaju u okviru trigera, korektno izvršavaju. Za to je potrebno generisati aktuelne i očekivane vrednosti izvršavanja operacije koja se poziva u okviru trigera. Trigeri koji se izvršavaju neposredno pre neke operacije uglavnom služe za proveru da li je dozvoljeno izvršavanje te operacije nad tabelom. Ukoliko izvršavanje nije dozvoljeno, korisniku se šalje poruka o grešci i prekida se izvršavanje operacije. Prilikom jediničnog testiranja trigera potrebno je proveriti da li je izazvana odgovarajuća greška, ukoliko operacija nije dozvoljena. Ukoliko operacija može da se izvrši, potrebno je uporediti aktuelne i očekivane vrednosti izvršavanja operacije.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu razvijen je model jediničnog testiranja prilagođen posmatranom proceduralnom kodu. Model testiranja razvijen je u okviru *tSQLt* okruženja za jedinično testiranje. Ovim modelom obuhvaćene su procedure, funkcije i trigeri. Izvršena je opširna analiza posmatranog proceduralnog koda u cilju utvrđivanja karakterističnih grupa procedura, funkcija ili trigera. Procedure su podeljene u tri karakteristične grupe. Za svaku grupu razvijen je model prema kojem bi trebalo da se vrši jedinično testiranje. Funkcije u okviru proceduralnog koda svrstane su u više grupa. U ovom radu uzete su u obzir funkcije koje vraćaju tabelarnu ili skalarnu vrednost i za njih je razvijen model prema kojem bi trebalo da se vrši jedinično testiranje. U okviru sistema za upravljanje bazama podataka *Microsoft SQL Server*

postoje dve vrste trigera. Prva vrsta su trigeri koji se izvršavaju pre neke operacije, a drugu čine oni koji se izvršavaju posle operacije. Razvijen je model jediničnog testiranja kojim su obuhvaćene obe vrste trigera.

Razvijeni model jediničnog testiranja omogućava efikasno pisanje jediničnih testova za proceduralni kod. Takođe, primenom razvijenog modela pokriva se većina proceduralnog koda jediničnim testovima. Veća pokrivenost koda predstavlja krajnji cilj razvoja modela jediničnog testiranja. Što je veća pokrivenost koda jediničnim testovima, to je veća mogućnost otkrivanja grešaka u ranoj fazi razvoja softvera. Primenom razvijenog modela u okviru kompanije ostvaruje se veća produktivnost prilikom pisanja jediničnih testova. Razvojnog inženjeru, za razvoj jediničnih testova, potrebno je manje vremena nego što je to slučaj bio do sad. To dovodi do izvesnog ubrzanja razvoja softvera. Pored uštede vremena, povećava se i broj jediničnih testova kojima se pokriva proceduralni kod, što utiče na smanjivanje grešaka u produkciji i troškova održavanja softvera.

Jedan pravac daljeg razvoja i istraživanja jediničnog testiranja proceduralnog koda bio bi da se razvije određeni alat koji bi vršio procenu pokrivenosti koda jediničnim testovima. Ovakvi alati već postoje za druge vrste koda, dok za proceduralni kod ne postoje. Ovim alatom bi se još više poboljšalo jedinično testiranje, jer bi se moglo videti koji delovi koda su pokriveni jediničnim testovima a koji delovi nisu. Drugi pravac daljeg razvoja i istraživanja je mogućnost razvoja određenih alata koji bi imali "pametne" funkcije. "Pametne" funkcije bi tumačile izlazne rezultate testova i na osnovu njih bile u stanju da upute razvojnog inženjera ili projektanta šta treba da urade, u slučaju da su se testovi neuspešno izvršili.

7. LITERATURA

- [1] D. Leffingwell, *Agile Software Development with Verification and Validation in High Assurance and Regulated Environments*, 2011.
- [2] Scrum Alliance, *Agile Testing: Key Points for Unlearning*, <https://www.scrumalliance.org/community/articles/2012/january/agile-testing-key-points-for-unlearning>
- [3] Verifying Database With Unit Test ,[http://msdn.microsoft.com/en-US/library/aa833233\(v=vs.80\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-US/library/aa833233(v=vs.80).aspx)
- [4] NUnit documentation, <http://www.nunit.org/index.php?p=docHome&r=2.5>
- [5] tSQLt User Guide, <http://tsqlt.org/user-guide/>

Kratka biografija:



Dragan Maljković je rođen 5. maja 1990. Godine u Somboru, Republika Srbija. Školske 2009/2010 se upisao na Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Računarstvo i Automatika, usmerenje. Bečelov rad iz oblasti Primenjene računarske nauke i informatika odbranio 2013. god. Master rad iz oblasti Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo odbranio 2015. god.

**OBAVEŠTAVANJE KORISNIKA U SISTEMU ZA KONTINUALNU INTEGRACIJU
SOFTVERA****NOTIFICATION OF USERS IN SOFTWARE CONTINUOUS INTEGRATION SYSTEM**Viktor Bašić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su opisani postupak kontinualne integracije softvera i sistem za kontinualnu integraciju softvera. Razmotreni su načini obaveštavanja korisnika u sistemu za kontinualnu integraciju softvera. Opisan je realizovani mehanizam obaveštavanja korisnika u sistemu za kontinualnu integraciju softvera.

Abstract – In this paper procedure of continuous software integration and system for continuous software integration have been described. Different means of notifying users in continuous integration system have been considered. Implemented mechanism for notifying users in continuous software integration system has been described.

Cljučne reči: kontinualna integracija softvera, obaveštavanje korisnika

1. UVOD

Razvoj softvera predstavlja složen proces kreiranja i održavanja aplikacija i sistema, pogotovo kada se radi o velikim softverskim projektima. Timovi koji rade na razvijanju nekog softvera susreću se sa raznim problemima koje moraju prevazići kako bi uspešno odradili svoj posao. U tu svrhu je, tokom godina, razvijen veliki broj alata i metodologija koji služe da proces razvoja softvera učine lakšim i jednostavnijim. Jedan od glavnih problema sa velikim softverskim projektima je uvek bila integracija, a praksa, koja je u današnje vreme popularna u rešavanju problema do kojih može doći prilikom integracije softvera, je kontinualna integracija softvera.

Kontinualna integracija softvera predstavlja praksu koju obično primenjuju razvojni timovi prilikom rada na velikim projektima čiji razvoj i održavanje dugo traju i ne prestaju dok god postoji potreba za softverom koji se razvija.

Ona podrazumeva centralizovani sistem u kome se paralelno radi na različitim funkcionalnostima koje se ugrađuju u isti proizvod. Jedan ovakav sistem predstavlja dinamično okruženje u kome se softver neprestano menja, kreiraju se nove verzije softvera koji se testira nakon svake izmene i učesnicima razvoja se pruža transparentna slika procesa koji se odvija. Za omogućavanje ove transparentnosti, kao i za stvaranje što efikasnijeg procesa, veoma su bitne informacije u sistemu

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, red.prof.

kontinualne integracije. To se odnosi na dostavljanje povratnih informacija učesnicima u procesu kontinualne integracije, koje će dovesti do akcija, koje doprinose povećanju kvaliteta softvera i unapređenju procesa integracije. U ovom radu biće opisano jedno rešenje koje predstavlja sistem za notifikaciju korisnika u okviru sistema kontinualne integracije softvera.

2. KONTINUALNA INTEGRACIJA SOFTVERA

Pojam "kontinualna integracija softvera" se prvi put pojavio kao deo metodologije razvoja softvera pod imenom "ekstremno programiranje". Kontinualna integracija softvera je praksa u razvoju softvera gde članovi tima često integrišu svoje module, obično bar jednom dnevno – što dovodi do više integracija u toku jednog dana. Svaka integracija se verifikuje automatizovanim **build**-om (uključujući i testiranje), da bi se što pre otkrile greške u integraciji. Mnogo timova smatra da ovaj pristup vodi do značajnog smanjenja integracionih problema i da omogućuje timu da brže razvija kohezivan softver [1].

Važno je naglasiti da je kontinualna integracija softvera samo praksa u razvoju softvera i ne podrazumeva upotrebu specifičnih alata da bi se primenjivala. Međutim, da bi se primenjivala na najbolji način, potreban je sistem za kontrolu verzija, a čitav proces se može dodatno olakšati upotrebom namenskog servera za kontinualnu integraciju softvera.

Primena kontinualne integracije softvera se može opisati kroz proces dodavanja nove funkcionalnosti postojećem softveru. Jedan takav proces započinje tako što programer preuzima poslednju verziju integrisanog koda sa centralnog repozitorijuma. Potom, on radi na zadatku koji ima, što podrazumeva izmenu produkcionog koda, ali i izmenu i eventualno dodavanje automatizovanih testova. Kada završi sa izmenama, pokreće se lokalni **build** sa automatizovanim testovima i ako sve prođe bez greške, **build** se smatra uspešnim. Sada je potrebno da se izmene primene na centralni repozitorijum. Međutim, obično se dešava da neko drugi u međuvremenu izmeni kod na centralnom repozitorijumu. Zato je potrebno da se prvo povuku te novonastale izmene i da se ažurira lokalna kopija, nakon čega se ponovo pokreće lokalni build. Ako u ovoj fazi **build** ili testovi ne završe uspešno, to znači da je došlo do konflikta između novog lokalnog i novog koda sa centralnog repozitorijuma. Dužnost programera je da reši nastale probleme i da ponovo pokrene **build**. Tek kada **build** i testovi budu uspešno završeni, programer može da primeni izmene na centralni repozitorijum. Međutim, tu se posao ne završava, nego se pokreće **build** i

na integracionoj mašini za slučaj da je programeru nešto promaklo. To se može vršiti ručno ili automatski i tek kada taj **build** prođe uspešno, posao je gotov.

2.1. Prakse kontinualne integracije softvera

Kontinualna integracija softvera podrazumeva da se softverski razvoj inkrementalno integriše u sklopu tima, tako što se **build** proces izvršava kad god se dese promene u radu. Pri tome se proces sastoji od kompajliranja, automatizovanog testiranja, statičke analize i distribucije [2]. Kontinualna integracija se zasniva na ideji da svi integrišu kod što češće, kako bi integracija postala usputni proces i kako bi se izbegao tzv. “integracioni pakao”. To je pojava do koje dolazi kada se integracija radi jako retko, svi programeri rade na svojim radnim kopijama i razlike između radnih kopija i koda na centralnom repozitorijumu postanu jako velike. Zbog toga, kada se počne sa integracijom svih izmena, integracija postane veliki i komplikovani događaj za čije izvršenje može biti potrebno i više vremena nego što je bilo potrebno da se izmene naprave. Da bi se ovakvi problemi izbegli, definisan je skup praksi koje se primenjuju u procesu kontinualne integracije [3]:

- Upotreba sistema za kontrolu verzija – Preporuka je da se na centralnom repozitorijumu čuva sve što je potrebno za izvršavanje **build**-a.
- Automatizacija **build**-a – Potrebno je kreirati skripte koje će automatski izvršavati razne aktivnosti **build** procesa, kao što su kompajliranje, premeštanje fajlova, učitavanje šema baze podataka i sl.
- **Build** treba da se “sam testira” - Kada se izvrši **build**, potrebno je i da se izvrše svi automatski testovi, kako bi se potvrdilo da sistem radi kao što se očekuje.
- Svi komituju svaki dan – Redovnim komitovanjem se može smanjiti broj konflikata u izmenama.
- Svaki komit pokreće izvršavanje **build**-a – Izvršavanje lokalnih **build**-ova pre komitovanja nije uvek dovoljno, nego je potrebno da se **build** izvrši i na integracionoj mašini.
- Izvršavanje **build**-a treba da bude brzo – **Build** treba da se izvrši što pre, kako bi se eventualne greške u integraciji brzo otkrile i uklonile.
- Testiranje u kloniranom produkcionom okruženju – Razlike između testnog i produkcionog okruženja trebaju biti što manje.
- Dostupnost izvršnih fajlova – Izvršni fajlovi treba da budu lako dostupni, da bi se mogli koristiti za demonstracije, testiranje ili jednostavno da se prate izmene.
- Svi mogu da vide šta se dešava – Informacije o uspešnosti **build**-a, kao i detaljnije informacije o njegovom izvršavanju treba da budu lako dostupne.
- Automatizacija isporuke – Po završetku **build**-a, aplikacija se može automatski isporučiti na test server, kome svi mogu pristupiti.

2.2. Važnost notifikacija u procesu kontinualne integracije softvera

Povratne informacije su veoma bitan deo procesa kontinualne integracije softvera i bez njih svi ostali aspekti kontinualne integracije gube na značaju. Razlog zašto su potrebni brzi **build**-ovi i zašto je poželjno da se neuspešno izvršenje **build**-a brzo detektuje su upravo

povratne informacije. Jedan od osnovnih principa kontinualne integracije je otkrivanje i otklanjanje grešaka čim one nastanu, tako da, ako se informacije o neuspešnim **build**-ovima ili testovima dobiju satima nakon njihovog izvršenja, čitav proces gubi smisao, jer se greška, koja je nastala pre nekoliko sati, mogla propagirati na razne načine, što može biti opasno po proces integracije, imajući u vidu potencijalne probleme koji mogu nastati.

Svrha povratnih informacija je da se kreira obaveštenje koje će na najbrži i najprecizniji način dovesti do odgovarajućih akcija. Da bi se to ostvarilo, potrebno je da se pošalju prave informacije, pravim ljudima u pravo vreme i na pravi način. To znači da je potrebno odrediti tip informacija koje se šalju, kao i osigurati da su informacije tačne i precizne. Zatim, mora se tačno znati ko, zašto i kad prima te informacije. Na kraju, potrebno je pronaći odgovarajući način na koji će se informacije preneti do korisnika u okviru sistema kontinualne integracije.

2.3. Mehanizmi dostave povratnih informacija

U zavisnosti koji je tip informacija i koje osobe ih primaju, koriste se različiti mehanizmi dostave povratnih informacija. Neki mehanizmi su pogodni za brzo obaveštavanje o nekom statusu, dok su neki pogodniji za detaljnije izveštaje kod kojih brzina nije kritična. Postoje različiti mehanizmi za dostavu povratnih informacija, a najčešće korišćeni su [4]:

- Elektronska pošta – Omogućava da se detaljne informacije asinhrono dostave odgovarajućim ljudima. Predstavlja jedan od najčešćih oblika povratnih informacija.
- Tekstualne poruke – Mehanizam sličan elektronskoj pošti u tome da omogućava asinhronu notifikacije. Prednost u odnosu na elektronsku poštu je ta da korisnici ne moraju imati pristup internetu da bi primili notifikaciju. Međutim, na ovaj način se može dostaviti samo mala količina informacija.
- Svetleće kugle – Svetleće kugle su vizuelni uređaji koji se mogu postaviti u radno okruženje projektnog tima i koje reflektuju trenutno stanje **build**-a. Mogu se postaviti bilo gde i neke vrste ne moraju biti ni priključene na računar, a omogućavaju članovima tima da na pogled saznaju trenutno stanje **build**-a.
- Zvučni signali – Kao i svetleće kugle, zvukovi se mogu koristiti za obaveštavanje članova tima o stanju **build**-a. Mogu se koristiti namenski zvukovi kao što je alarm da bi se obavestilo o neuspešnom izvršavanju ili različite zvučne poruke, koje bi prenele neke detaljnije informacije.
- Grafički izveštaji – Svrha grafičkih izveštaja je prikazivanje detaljnih informacija i izveštaja koji se automatski ažuriraju. Grafički izveštaji predstavljaju **real-time** korisničke interfejse, lake za čitanje i tumačenje, koji su obično prikazani na jednoj stranici. Sadrže grafičke prezentacije trenutnog stanja, ali i istorijske trendove različitih indikatora performansi u vidu binarnih informacija o uspešnosti, grafikona i tabela o sumarnoj uspešnosti, filtriranih po različitim kriterijumima, statistika i sl. Najčešći načini za prikazivanje ovakvih izveštaja su veliki monitori i veb aplikacije.

- **Windows taskbar monitor** – Aplikacija, obično deo nekog većeg softvera, koja prikazuje notifikacije iz **Windows taskbar**-a. Prednost ovog mehanizma je što nudi nenametljiv način dostavljanja informacija korisnicima, jer se prikazuju diskretne notifikacije koje sadrže malu količinu bitnih informacija.

3. OPIS IMPLEMENTIRANOG REŠENJA

Sistem za notifikaciju korisnika predstavlja pomoćni sistem namenjen internoj upotrebi u okviru kompanijskog razvojnog tima. Klijentske aplikacije ovog sistema pokreću se na mašinama članova tog tima, a potrebni servisi i baze nalaze se na serverskim mašinama, koje se koriste u tom timu. Arhitektura sistema za notifikaciju korisnika, koja je prikazana na slici 1, sastoji se od pet glavnih komponenti:

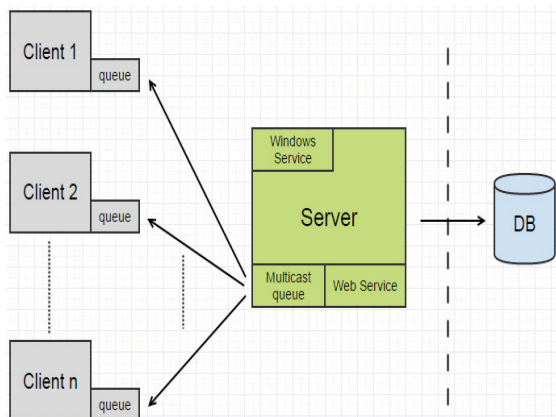
1. Postojeća **PostgreSQL** baza podataka, gde se čuvaju podaci bitni za sistem kontinualne integracije. Tabele koje su bitne za sistem za notifikaciju su: **nightbuild**, **installbuild**, **unittest**, **smarttest** i **stylecheck**. Za ovaj projekat bitan je upis novih redova u ove tabele, što za korisnika znači npr. “Završeno je **build**-ovanje neke instalacije”. Namena implementiranog projekta je da se korisnici obaveštavaju o ovim događajima, sa težnjom ka **real-time** obaveštenjima.

2. **Windows** servis koji služi kao **proxy** za praćenje promena u bazi. U okviru ovog servisa hostovana je serverska aplikacija koja predstavlja centralnu tačku sistema, kao i **WCF** server koji služi za komunikaciju klijentske i veb aplikacije sa serverom.

3. **Microsoft Message Queue** koji služi za razmenu asinhronih poruka između servera i klijentskih aplikacija. Koristi se za slanje poruka o novim događajima u okviru sistema kontinualne integracije, konfiguracionih poruka i važnih obaveštenja.

4. Klijentske aplikacije koje prikazuju poruke krajnjim korisnicima i omogućavaju korisnicima konfigurisanje korisničkog dela sistema za notifikaciju.

5. Veb servis sa korisničkim interfejsom koji služi za upravljanje **Windows** servisom, konfigurisanje serverske aplikacije i slanje obaveštenja korisnicima.



Slika 1. Arhitektura sistema

3.1. Server

Centralni deo sistema implementiran je kao **Windows** servis. Logički se sastoji od tri dela: deo za komunikaciju sa bazom i praćenje promena u bazi, deo za slanje

asinhronih poruka klijentskim aplikacijama i deo za sinhronu komunikaciju sa klijentskim aplikacijama i veb servisom.

Prilikom startovanja servisa počinje praćenje stanja u bazi. Na svakih nekoliko minuta, zavisno od konfigurisanog intervala, šalju se upiti u bazu, koji proveravaju da li je došlo do nekih promena značajnih za sistem. Konkretno, prati se da li je došlo do kreiranja novog **build**-a jedne od pet glavnih stavki posmatranog sistema kontinualne integracije.

Za svaku od tabela se na serveru čuvaju podaci o poslednjem događaju. Prilikom obraćanja bazi, zatečeno stanje se upoređuje sa poslednjim poznatim stanjem i na taj način se utvrđuje da li se u međuvremenu desio novi događaj. Ukoliko je došlo do novog događaja, potrebno je da se odgovarajuće obaveštenje prosledi korisnicima. To se radi tako što se kreira objekat poruke i popunjava odgovarajućim podacima, vezanim za događaj. Ovako formirana poruka se prosleđuje delu sistema za slanje asinhronih poruka, gde se prosleđuje klijentskim aplikacijama. Na serveru se čuvaju poruke za događaje čija su izvršenja u toku. Prilikom obraćanja bazi dodatno se proverava da li su se neka od ovih izvršenja završila. Ukoliko se ustanovi da to jeste slučaj, odgovarajuća poruka se vadi iz liste poruka za događaje čija su izvršenja u toku. Iz baze se dobija status izvršenja, odnosno da li je izvršenje uspešno ili neuspešno i odgovarajuća informacija se zapisuje u poruku. Nakon toga poruka se prosleđuje delu sistemu za slanje asinhronih poruka, koji je opet prosleđuje klijentskim aplikacijama. Pored ove dve provere u bazi, potrebno je da se prover i da li je došlo do promene liste verzija softvera. Sva izvršenja koja se pokreću u okviru sistema kontinualne integracije su vezana za neku verziju softvera, tako da je korisniku, pored obaveštenja koji tip događaja se desio, potrebna i informacija za koju verziju softvera je događaj vezan.

3.2 Veb aplikacija

Veb aplikacija omogućava administratorima i drugim autorizovanim korisnicima konfigurisanje serverske aplikacije, kao i slanje važnih obaveštenja korisnicima ovog sistema. Služi za upravljanje Windows servisom na kome je hostovana serverska aplikacija, podešavanje konfiguracije, koja se tiče posmatranog dela procesa kontinualne integracije, kao i konfiguracije, koja se odnosi na rad same serverske aplikacije.

Korisnički interfejs veb aplikacije se sastoji od jedne glavne stranice unutar koje se prikazuju veb forme za pojedine njene delove. Na glavnoj stranici se nalazi meni koji sadrži linkove za sledeće stranice:

- **Home** – Početna stranica aplikacije, na kojoj se nalaze kontrole koje omogućavaju korisniku upravljanje servisom na kome je hostovana serverska aplikacija.

- **Config** – Stranica za podešavanje konfiguracionih parametara serverske aplikacije, kao što su konekcioni string za povezivanje na bazu i vremenski intervali rada različitih delova aplikacije.

- **Tables** – Stranica za podešavanje parametara, koji se tiču tabela u kojima se čuvaju podaci o događajima, koji se prate u sistemu za notifikaciju korisnika. Tu spadaju ime tabele, kratko ime i upit koji se šalje u bazu.

• **Notifications** – Stranica za slanje notifikacija korisnicima. Ovu formu mogu koristiti administratori i drugi autorizovani korisnici za slanje važnih obaveštenja, vezanih za sistem kontinualne integracije.

• **About** – Stranica na kojoj su prikazane osnovne informacije o veb aplikaciji.

3.3. Klijentska aplikacija

Klijentska aplikacija omogućuje preuzimanje poruka poslanih sa servera preko **MSMQ**-a, prikazivanje poruka u vidu notifikacija, čuvanje i prikazivanje poruka veće važnosti, kao i konfigurisanje same klijentske aplikacije.

Da bi se pojednostavila komunikacija između delova sistema za notifikaciju, definisan je format poruka, koje se šalju putem reda poruka. Poruke se pakuju u **XML** format sa određenom strukturom, koja, osim tela poruke, sadrži i neke meta podatke, koji opisuju poruku. Korišteni format poruke ima sledeće elemente:

- **Tip** – Tip poruke koja se šalje.
- **Akcija** – Akcija koja se poziva na klijentskoj aplikaciji za obradu poruke.
- **Verzija/Branch** – Verzija softvera sa kojom je poruka povezana.
- **Timestamp** – Vreme kreiranja poruke.
- **Important** – Oznaka da li je poruka veće važnosti.
- **Sadržaj** – Sadržaj poruke koja se šalje.

Postoje tri tipa poruke:

- **Novi događaj** - Osnovni tip poruke, koji se razmenjuje unutar sistema za notifikaciju korisnika. Odnosi se na događaje početka i završetka izvršavanja neke od stavki u okviru posmatranog ciklusa kontinualne integracije softvera.
- **Konfiguraciona poruka** - Ovaj tip poruke koristi se za slanje konfiguracionih poruka klijentskim aplikacijama sa servera. One se koriste kako bi se liste aktivnih verzija i tabela od interesa u posmatranom sistemu održavale ažurnim na klijentskim aplikacijama.
- **Poruka obaveštenja** – Ovaj tip poruke se koristi prilikom slanja kratkih i važnih obaveštenja sa veb servisa sistema za notifikaciju korisnika.

Kada poruka stigne u lokalni red, zavisno od akcije poruke, poziva se odgovarajuća metoda klijentske aplikacije koja će obraditi poruku. Ako je u pitanju **notify** akcija, poziva se metoda za prikazivanje poruke o novom događaju. Prvo se atributi poruke porede sa konfiguracijom, kako bi se utvrdilo da li je omogućeno prikazivanje poruke sa datim podacima. Ukoliko to jeste slučaj, poruka se formatira i notifikacija se prikazuje korisniku. Ako se radi o **configUpdate** akciji, poruka se prosleđuje metodi za ažuriranje korisničke konfiguracije. Zavisno od toga da li se radi o listi verzija ili listi tabela, odgovarajuća lista će biti ažurirana u lokalnoj korisničkoj konfiguraciji. Poruke sa akcijom **display** su najjednostavniji tip poruka. Sadržaj ovakvih poruka je samo tekst poruke koji se prosleđuje metodi koja prikazuje grafičku notifikaciju.

Klijentska aplikacija ima jednostavan grafički interfejs. Polazna tačka aplikacije je ikonica koja se smešta u **Tray** kada se aplikacija pokrene. Ikonica je iskorišćena za davanje korisniku povratnih informacija, tako što različitom bojom obaveštava korisnika o različitom stanju aplikacije, a brojem, koji se prikazuje u okviru ikonice,

daje korisniku informaciju o broju poruka u redu koje se trebaju preuzeti ili broju dostupnih važnih poruka, zavisno od stanja. Desnim klikom miša na ikonice prikazuje se kontekstni meni koji sadrži tri opcije: **Exit**, **Config** i **Important messages**. Klikom na opciju **Exit** se zatvara aplikacija. Klikom na opciju **Config** prikazuje se **Windows** forma za podešavanje korisničke konfiguracije. Klikom na opciju **Important messages** prikazuje se **Windows** forma, koja sadrži dostupne važne poruke, koje se čuvaju na serveru.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljena je važnost kontinualne integracije softvera u procesu razvoja softvera. Opisani su problemi sa kojima se razvojni timovi susreću prilikom integracije i prakse kontinualne integracije koje doprinose smanjenju, pa čak i eliminaciji nekih od ovih problema. Takođe, predstavljena je važnost notifikacija u jednom sistemu u kome se primenjuju prakse kontinualne integracije, sa pregledom načina i strategija za distribuiranje korisnih informacija učesnicima jednog takvog sistema.

Kao jedno rešenje za slanje informacija, u ovom radu je opisan podsistem za notifikaciju korisnika, koji doprinosi lakšem praćenju događaja koji se dešavaju u procesu kontinualne integracije softvera. U daljem razvoju rešenja, proširice se skup događaja koji se prate, kako bi se korisnicima mogla predstaviti šira slika dešavanja. Dodatno, povećace se i količina informacija koja će se moći dostavljati korisnicima, kako bi oni mogli dobiti detaljnije informacije o nekom događaju. Što se tiče same implementacije, u daljem razvoju bi trebalo razmisliti o traženju alternative za **MSMQ**, koje ne zahteva dodatna podešavanja reda poruka na klijentskim mašinama.

5. LITERATURA

- [1] Fowler Martin, "Continuous Integration", <http://www.martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html>, autorski članak o kontinualnoj integraciji
- [2] K. Oto, H. Tamagawa, L. Wang, *Patterns to introduce Continuous Integration to organizations*, http://patterns-wg.fuka.info.waseda.ac.jp/asianplop/proceedings2014/asianplop2014_submission_17.pdf, 17.02.2014
- [3] Fowler Martin, "Practices of Continuous Integration", <http://www.martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html>, autorski članak o praksama kontinualne integracije
- [4] Paul M. Duvall, "Continuous Integration: Improving Software Quality and Reducing Risks", Addison-Wesley, 2007

Kratka biografija:



Viktor Bašić je rođen 02.03.1990. godine u Derventi, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina. Završio je gimnaziju u srednjoj školi "Mihajlo Pupin" u Derventi 2008. godine. Završio je osnovni akademski studij Elektrotehnika i računarstvo na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Master studije na smeru Primenjene računarske nauke i informatika završio je na istom fakultetu 2015. godine.

PREGLED BDD ALATA NA PRIMJERU ELEKTROENERGETSKOG SOFTVERA

OVERVIEW OF BDD TOOLS ON POWER SOFTWARE EXAMPLE

Tea Tasovac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su razmatrani alati za praktikovanje BDD agilne metodologije u programskom jeziku C# sa stanovišta izbora najpodesnijeg alata za razvoj elektroenergetskog softvera.

Abstract – This thesis contains description of tools for practicing BDD agile methodology in programming language C# from the standpoint of choosing of the most suitable tool for developing power software.

Ključne reči: BDD, software testing, SpecFlow

1. UVOD

Razvoj zasnovan na ponašanju (eng. *Behavior Driven Development*), ili skraćeno BDD [1], je agilna metodologija koja olakšava komunikaciju korisnika i programera u ciklusu nastanka i usavršavanja softvera. U ovom procesu proizvodnje softvera, u kom se rješenja informacionih tehnologija (IT) direktno susreću sa poslovnim zahtjevima, BDD koristi prirodan jezik, koji je lako razumljiv, kako korisnicima tako i programerima, da bi se izbjegle potencijalne greške i poteškoće u saradnji. Nastao je kao odgovor na poteškoće sa kojima se susretao Dan North tokom podučavanja TDD-ja (*Test Driven Development*) [2].

Da bi se izabrao najpogodniji alat u skladu sa potrebama za praktikovanje BDD-ja, potrebno je poznavati prednosti i nedostatke ovakvih alata.

U drugom poglavlju će se navesti ideja BDD-ja. U trećem poglavlju će biti predstavljeni i pojedinačno opisani alati koji su na raspolaganju za praktikovanje BDD-ja, i donijeće se odluka koji je alat najpogodniji za upotrebu. Poglavlje 4 sadrži zaključak i daje neke smjernice za dalji razvoj.

2. OPIS RJEŠAVANOG PROBLEMA

2.1. Korisničke priče

Korisničke priče [3] se sastoje iz 3 aspekta [4]: tekstualnog opisa, razgovora o priči i testova. Opis priče se ponekad naziva i kartica (eng. *story card*) i predstavlja kratak tekst koji se koristi da identifikuje priču. Razgovor o priči uključuje verbalnu komunikaciju sa klijentom, umjesto pisane forme, da bi se razjasnili i utvrdili detalji. Korisničke priče treba da posjeduju sljedeće karakteristike: nezavisnost, mogućnost razgovora o njima, korisničku vrijednost, mogućnost procjene i mogućnost testiranja.

Osobina nezavisnosti korisničkih priča predstavlja

nezavisnost posmatrane priče od neke druge priče.

Mogućnost razgovora o korisničkim pričama je bitna karakteristika zato što kartice ne sadrže sve detaljne informacije.

Korisnička vrijednost korisničkih priča predstavlja vrijednost koje one imaju za korisnike ili klijente.

Mogućnost procjene korisničkih priča se ogleda u sposobnosti inženjera da procjene napor koji je potreban da se te korisničke priče transformišu u kod.

Mogućnost testiranja se ogleda u mogućnosti pisanja automatskih testova za svaku korisničku priču.

2.2. Jedinično testiranje

Jedinično testiranje (eng. *unit testing*) je softverski proces razvoja u kome se najmanji dijelovi aplikacije, koje je moguće testirati, individualno i nezavisno ispituju za određenu operaciju. Pomoću jediničnog testiranja se verifikuje da funkcije rade kao što je očekivano. Jedinično testiranje uključuje samo one karakteristike koje su bitne za performanse jedinice koja se testira. Jedinično testiranje može biti dugotrajno i naporno. Zahtijeva strpljenje, upornost i održavanje dokumentacije.

2.3. Razvoj zasnovan na testiranju

Razvoj zasnovan na testiranju, ili skraćeno TDD je metoda razvoja softvera koja praktikuje pisanje jediničnih testova prije nego što postoji funkcionalan kod. Nakon svakog izvršavanja testa, kod se refaktoriše i testiranje se opet izvršava sa istim ili prilagođenim testovima. Ovaj proces se ponavlja onoliko puta koliko je potrebno, dok sve jedinice softvera ne funkcionišu onako kako se očekuje.

Ograničenje TDD-ja predstavlja mogućnost neispravno napisanih ili primijenjenih testova, koji se dijagnostikuju u realnom okruženju.

2.4. Testovi prihvatljivosti

Testovi prihvatljivosti (eng. *acceptance tests*) su poznati i kao funkcionalni testovi (eng. *functional tests*) i klijentski testovi (eng. *customer tests*). Kreiraju se iz korisničkih priča. Klijent specificira scenarije koji se testiraju kad je korisnička priča pravilno implementirana. Korisnička priča može imati jedan ili više testova prihvatljivosti.

Testovi prihvatljivosti su mjesto gdje su smješteni rezultati komunikacije klijentske i inženjerske strane, koja počinje prije nego što se korisničke priče implementiraju. Iz ovoga proističe da testovi prihvatljivosti nastaju prije početka samog kodiranja, što obezbjeđuje smanjen rizik od nesporazuma u komunikaciji, koji vode do neodgovarajućih funkcionalnosti, koje nisu u skladu sa specifikacijama.

2.5. Razvoj zasnovan na testiranju prihvatljivosti

Razvoj zasnovan na testiranju prihvatljivosti (eng. *Acceptance Test Driven Development*) [5], ili skraćeno

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, red.prof.

ATDD je poput TDD-ja, pristup u kome testovi dizajniraju razvoj softvera. Međutim, ovdje se radi o testovima prihvatljivosti, koji obuhvataju diskusiju o kriterijumima, bolje razumijevanje zahtjeva i razjašnjavanje nedoumica.

2.6. Razvoj zasnovan na ponašanju

Razvoj zasnovan na ponašanju, ili skraćeno BDD, kombinuje tehnike i principe TDD-ja sa pristupom dizajna zasnovanog na domenu (eng. *Domain Driven Design*) ili skraćeno DDD-ja.

BDD se praktikuje jezikom koji je veoma sličan govornom engleskom jeziku, što omogućava razumljivost implementacije. Taj jezik je definisan u *GIVEN WHEN & THEN* formatu, ili skraćeno GWT formatu.

BDD se fokusira na aspekt ponašanja sistema, umjesto na aspekt implementacije, poput TDD-ja.

Uz praktikovanje BDD-ja, poboljšava se saradnja između biznis analitičara, razvojnih i test inženjera. Ovaj pristup se naziva „3 drugara” (eng. *The Three Amigos*). Biznis analitičar razgovara sa razvojnim inženjerom i test inženjerom u cilju dogovora oko kriterijuma prihvatljivosti novih funkcija ili korisničke priče, prije njihove realizacije. Iz ove saradnje proizilaze precizne odluke o tome koji testovi će biti potrebni i gdje će se implementirati, u cilju potvrde da je potrebna funkcionalnost kompletirana. Ove odluke se zapisuju u vidu scenarija.

3. OPIS KORIŠĆENIH TEHNOLOGIJA I ALATA

U ovom radu će se razmatrati alati za praktikovanje BDD-ja za .NET okruženje u integrisanom razvojnom okruženju *Microsoft Visual Studio Professional 2013* za *Windows*. Najpopularniji alati za praktikovanje BDD-ja u .NET programskom okruženju su *StoryQ*, *NSpec* (varijacija alata *RSpec* za .NET), *Fittesse* i *SpecFlow* (varijacija alata *Cucumber* za .NET).

Po stilu praktikovanja BDD-ja, može se napraviti sljedeća podjela: na *xBehave* i *xSpec* stil okruženja. *xBehave* ima formu pisanja korisničkih priča koja je pristupačna za sve vrste korisnika, od klijenata, razvojnih inženjera do test inženjera.

xSpec okruženja su namijenjena razvojnim inženjerima koji pišu testove. Ovi testovi su orijentisani i na ponašanje i na funkcionalnost i veoma podsjećaju na jedinične testove.

Za izbor alata je presudna dostupnost dokumentacije. Primjena BDD-ja treba da bude brza i ne previše zahtjevana.

Pored primjene BDD-ja kao metodologije, bitna su i svojstva već spomenutih alata koji ga podržavaju. Pod tim se misli na utrošeno vrijeme i na nivo kompleksnosti instalacije samog alata.

Značajan faktor predstavlja i sintaksa alata, kako njena jednostavnost tako i veličina koda, te podložnost greškama i mogućnost dibagovanja.

S obzirom da je automatsko testiranje temelj BDD-ja, preglednost i intuitivnost rezultata testova, kao i generisanje izvještaja igraju bitnu ulogu.

3.1. StoryQ

StoryQ [6] je BDD alat za .NET. Koristi alat, koji korisnik izabere za izvršavanje testova, i pomaže da njihovi rezultati budu što intuitivniji i razumljiviji.

Razvojni put softvera treba da počinje od korisničkih priča, ali ovaj alat ne sadrži direktnu transformaciju običnog jezika u kod, zbog čega se može podvesti pod *xSpec* stil. *StoryQ* je jednostavan alat za integraciju. Dovoljno je dodati njegovu biblioteku u projekat i kreirati novi Test projekat.

U test klasi se potom instancira novi objekat, tipa *Story*, koristeći *StoryQ* biblioteku. Pomoću metoda *InOrderTo*(*String* str), *AsA*(*String* str), *IWant*(*String* str) se opisuje kontekst scenarija. Sa metodom *WithScenario*(*String* str), tipa *Scenario*, se započinje pisanje scenarija, a parametar koji se prosljeđuje ovoj metodi predstavlja naslov scenarija. Nakon ove metode¹ pišu se metode *Given*(*Action* a), tipa *Condition*, *When*(*Action* a), tipa *Operation*, i *Then*(*Action* a), tipa *Outcome*, koje postavljaju inicijalno stanje, opisuju akcije koje se izvršavaju tokom testa i ponašanje sistema. Te akcije su zapravo metode koje se implementiraju i nemaju povratnu vrijednost. Pozivom metoda *Execute*() ili *ExecuteWithReport*() se ovi testovi izvršavaju.

U *StoryQ*-u je moguće refaktorisanje koda. Postojeći jedinični testovi se mogu lako iskoristiti za kreiranje BDD testova.

StoryQ ima *Windows Presentation Foundation* aplikaciju, ili skraćeno WPF aplikaciju, koja ima ulogu konvertera. On pretvara tekst iz *Gherkin* jezika (domenski specifičnog jezika, namijenjenog za opise ponašanja) u *story* test metodu (sa ili bez implementacije metoda) i u test klasu. Kod se može kopirati u *Visual Studio* (VS) i iskoristiti za dalji razvoj.

Iako je *StoryQ* WPF aplikacija intuitivna i za korisnika bez iskustva u razvoju softvera, smatram da su *story*-ji, koji se pišu i razvijaju korištenjem *StoryQ* alata, namijenjeni isključivo radu programera, zbog zavisnosti od VS-a. Takođe, u poređenju sa drugim alatima, primjeti se opširnost klasa po broju linija koda.

3.2. NSpec

NSpec [7] je veoma popularan BDD alat *xSpec* tipa. On je, takođe, alat koji se jednostavno integriše u VS.

NSpec koristi C# lambda ekspresiju u velikoj mjeri. Lambda izrazi su anonimne funkcije koje se najčešće koriste za kreiranje delegata. Operator *=>* se koristi da indikuje lambda i može da se čita sa „*goes to*”. Sa lijeve strane ovog izraza se nalaze parametri, a sa desne izvršni kod.

Pri kreiranju specifikacija se u *NSpec*-u koriste *it* blokovi ili instanca *specify* tipa *Expression<Action>*. U *NSpec*-u se sa *before* postavljaju stanja ili preduslovi koji treba da važe prije izvršavanja specifikacija. Za opis zajedničkog ponašanja se koristi termin *act*, koji se izvršava poslije svih *before*-a određene specifikacije, a prije nje same. U ovom okruženju se javlja i pojam *context*-a, koji se sastoji od *before*-a i specifikacija. *Context* je jako značajan za grupisanje i razdvajanje specifikacija i njihovih preduslova.

Ukoliko neka specifikacija nije gotova, i korisnik ne želi da se testira njena funkcionalnost, onda se to implementira tako što se *it* bloku dodjeljuje *todo* metoda

¹ Pored metoda *Given*, *When*, *Then*, koje prosljeđuju po jedan parametar, postoje i istoimene metode koje prosljeđuju po više parametara.

ili se ispred *it* bloka dodaje *x* i koristi *xit* blok. Takve specifikacije se u testu označavaju sa *pending*.

NSpec koristi svoj alat *NSpecRunner* za izvršavanje testova. Iako se, izostankom klasičnih test atributa, dobija manji kod, ovim se i onemogućava korištenje drugih test alata poput *MSTest*-a ili *NUnit*-a. Takođe, ukoliko se ne vodi računa o određenim konvencijama koje su isključivo vezane za *NSpec*, testovi neće biti ispravno prepoznati ni izvršeni.

NSpec pruža podršku za dibagovanje, zahvaljujući klasi *DebuggerShim.cs*. Dostupan je i *SpecWatchr* alat za kontinuirano testiranje sa *NSpec*-om.

Ukoliko korisnik nema iskustva sa lambda ekspresijama ili *RSpec*-om, potrebno je vrijeme da se upozna sa njihovim osnovama, prije nego što krene u rad sa *NSpec* alatom. Inače je ovaj alat jednostavan, lak i brz za korištenje. Nepodržavanje upotrebe najrasprostranjenijih alata za testiranje, *NUnit*-a i *MSTest*-a, je još jedna stavka koja se zamjera *NSpec*-u.

3.3. FitNesse

FitNesse [8] [9] je automatizovano okruženje koje je namijenjeno za potrebe testiranja softvera. *FitNesse* se ne može svrstati ni u jedan stil okruženja, jer on dolazi u vidu *wiki* sajta. Kao takav potpomaže saradnju u razvoju softvera između klijenata, test inženjera i programera, ne vezujući se ni u jednom trenutku pisanja testova za platformu ili razvojni jezik softvera.

Struktura ove aplikacije se sastoji iz 4 komponente, a to su: *Wiki* server, test podrška, sistem koji se testira i podrška za izvještavanje. *FitNesse* podržava dvije vrste test podrške, a to su *Framework for Integrated Test* (FIT) i *Simple List Invocation Method* (SLIM). Zavisno od toga za koju test podršku se korisnik odluči, postoje bitne razlike u upotrebi ovog alata.

FitNesse sa FIT-om

Testiranje pomoću alata *FitNesse* sa FIT-om, obuhvata četiri komponente za svaki test, a to su:

1. *Wiki* stranica koja predstavlja test kao tabelu odlučivanja.
2. Test podrška koja prevodi *wiki* stranicu.
3. Test *fixture* koji je iniciran od strane test podrške i koji poziva sistem koji se testira.
4. Sistem koji se testira (*System Under Test-SUT*).

Veza između *wiki* stranica i sistema koji se testira, u alatu *FitNesse* sa FIT-om se ostvaruje pomoću koda, nazvanog *fixture*, koji može biti pisan u različitim jezicima (*Java*, *C#*, *Ruby*...). Svaki put kad se *wiki* test izvršava, *fixture* pozove sistem koji se testira i proslijedi mu određene parametre, nakon čega se izvrši tražena biznis logika testiranog sistema i rezultat vrati nazad na *wiki* stranicu.

Mapiranje između *wiki* stranica i kodova *fixture* se vrši direktnim *CamelCase*² konvertovanjem. Ovo mapiranje se primjenjuje na sva začelja tabela i koristi se za prepoznavanje klasa i metoda koda *fixture*. Pri pisanju *wiki* stranica, potrebno je navesti da li *Fitnesse* koristi FIT servis ili SLIM.

FitNesse sa SLIM-om

SLIM je optimizovanija verzija FIT protokola. Jedan od ciljeva SLIM-a je da se na lak način prenesu implementacije na različite jezike. Za razliku od FIT-a, SLIM ne zahtijeva nikakve zavisnosti od *FitNesse* okruženja u *fixture* kodu, što čini da se *fixture* kodovi pišu mnogo lakše i jednostavnije.

Izvršavanje testova sa podrškom SLIM-a je brže nego sa podrškom FIT-a. Ta razlika se primjeti kod velikih sistema i velikog broja testova. Takođe, sa SLIM-om je jednostavnija implementacija i testiranje između različitih programskih jezika, uslijed nezavisnosti od *fixture* kodova.

Uprkos brojnim prednostima alata *FitNesse*, njegova integracija u radno okruženje za korištenje BDD-ja može biti problematična, kako iz tehničkih razloga, tako i zbog značajnog utroška vremena na učenje pisanja *fixture* kodova. Takođe, osobe, koje ne posjeduju softversko znanje, mogu imati ozbiljne poteškoće.

Veliki nedostatak predstavlja i to što testovi ne mogu biti parametrizovani, kao kod drugih alata. Ova osobina nameće ponavljanje istih testova, ukoliko se testira velika količina ulaznih podataka.

3.4. SpecFlow

Cucumber [10] [11] je *Ruby* alat pomoću koga se specificira ponašanje jednostavnim, skoro svakodnevnim engleskim jezikom. To se postiže „*Given, When, Then*” rečeničnim fragmentima, koji su sastavni dio *Gherkin* jezika [12]. Tekstualni fajl, koji sadrži set scenarija pisanih u *Gherkin*-u i ima ekstenziju *.feature*, se naziva *feature* fajl.

Feature fajl se sastoji iz tri dijela: naslova, opisnog dijela i testova prihvatljivosti.

Naslov se piše u prvoj liniji fajla, poslije ključne riječi *Feature*. On treba jasno i precizno da odredi šta se testira u tom *feature* fajlu.

Tekst, koji slijedi nakon naslova, je opisnog karaktera. On treba da bude kratak i da opisuje kontekst, uloge, akcije i svrhu ovog fajla.

Testovi prihvatljivosti su najveći i najvažniji dio ovih fajlova. Sastoje se od proizvoljnog broja scenarija, od kojih svaki opisuje prolaz kroz određenu aktivnost. Scenario se sastoji od linija koda koji se nazivaju koraci. Koraci počinju sa nekom od sljedećih riječi: *Given, When, Then, And i But*.

Da bi *Cucumber* znao da izvrši ove scenarije, on mora da zna šta da radi kad naiđe na svaki od pomenutih koraka. Definicije ovih koraka se nalaze u posebnim fajlovima, koji se nalaze uz *feature* fajlove. U ovim fajlovima se nalaze dodijeljene akcije ovim koracima, definicije koraka, koje se pišu u programskom jeziku koji je podržan, a po želji korisnika (ne mora biti u *Ruby*-ju, u kom je pisan *Cucumber*). Potom se izvršavaju metode ili procedure, koje su propisane tim definicijama koraka.

SpecFlow [13] je jako popularan BDD alat *xBehave* tipa. On je ustvari varijacija alata *Cucumber* za .NET i integriše se u VS.

SpecFlow nudi 3 vrste fajlova koji se mogu dodati u projekat. Prvi je *SpecFlow Feature* fajl, zatim *SpecFlow Hooks* i *SpecFlow Step Definitions*.

Dodavanjem *SpecFlow Feature* fajla, se dodaje *feature* fajl u projekat, koji sadrži već napisan scenario kao primjer.

² *CamelCase* je konvencija pisanja složenica ili fraza na taj način da svaka sljedeća riječ počinje s velikim slovom.

Dodavanjem *SpecFlow Hooks* se dodaje klasa koja omogućava dodatnu automatizaciju na specifične događaje, poput okidača prije i poslije izvršavanja scenarija, selekcije scenarija koji se izvršavaju i sl. Pozadina (eng. *background*) predstavlja zajedničke predušlove za sve scenarije u *feature* fajlu. Ona sadrži jedan ili više koraka scenarija i izvršava se prije konkretnih scenarija u tom *feature* fajlu. Zahvaljujući ovoj odlici alata *SpecFlow*, izbjegava se ponavljanje istih koraka i omogućava pripremanje uslova za izvršavanje scenarija. *SpecFlow* nudi jednostavan mehanizam za generisanje skeletona definicija koraka. Potrebno je samo iz kontekst menija odabrati opciju *Generate Step Definitions*. Nakon odabira opcije *Generate Step Definitions*, *SpecFlow* ponudi skeletone za sve metode, koje nemaju definicije koraka. Sa svakim *feature* fajlom dolazi i automatski generisana klasa, koju korisnik ne treba da mijenja. To je *feature designer file* i ima ekstenziju *feature.cs*. On služi test alatu kao pokazivač za klase i testove koje treba da izvršava.

SpecFlow podržava korištenje alata *NUnit*, kao i *MSTest*, *xUnit.net* alata za testiranje. U zavisnosti od toga koji alat za testiranje se koristi, odabiraju se i komande koje se zadaju za generisanje izvještaja.

3.5. Izbor alata i očekivani rezultati

Praktikovanjem BDD-ja se softver dostavlja 31% brže nego u slučaju klasičnog pristupa. Pored ubrzane isporuke softvera, smatra se da je isporučeni softver kvalitetniji i da ima 4 puta manje defekata, što direktno utiče na zadovoljstvo korisnika, ali i na smanjene troškove održavanja nakon isporuke [14].

Ono što ističe *Cucumber*, to jest *SpecFlow*, je što je njegov akcenat na testovima prihvatljivosti, koje svaki član tima može lako čitati i pisati. Takođe, upoznavanje sa ovim alatom je prilično jednostavno i pokriveno dobro napisanom dokumentacijom. Interfejs *feature* fajlova je intuitivan i prilagođen korisniku, kao i podrška u implementaciji definicija koraka i automatskom generisanju stubova metoda. Mogućnost izbora alata za izvršavanje testova je još jedna osobina koja favorizuje *SpecFlow*. Ukoliko BDD alat nameće ili ograničava korisnika u izboru alata za izvršavanje testova, to otežava njegovu upotrebu. *SpecFlow* testovi posjeduju karakteristiku tradicionalnih dokumenata specifikacije, koji se mogu izvršavati i automatizovati, ali i mijenjati i održavati.

SpecFlow se značajno ističe među istovrsnim alatima zbog pobrojanih kvaliteta.

4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio upoznavanje sa BDD metodologijom, kao i analiza i poređenje alata za njeno praktikovanje. Pojam BDD-ja i njegovi osnovni koncepti su sažeto prikazani.

Problemi u saradnji između članova tima, kao i problemi u razumijevanju korisničkih zahtjeva predstavljaju prepreku i poteškoću za uspješnu isporuku proizvoda klijentima.

Objašnjena je BDD metodologija i njen način prevazilaženja ovih problema, kao i prednost nad drugim agilnim metodologijama. Danas postoji više dostupnih alata koji omogućavaju praktikovanje BDD metodologije.

Svaki od njih ima sopstvene odlike i način na koji podržava BDD, pa tako i mane i vrline sa kojima se korisnik susreće tokom njegovog korištenja. Ovi alati su prodiskutovani. U skladu sa potrebama koje se smatraju relevantnim u ovom radu, navedeni su i njihove prednosti i nedostaci.

Kao i svaka razvojna tehnika, i BDD alat *Cucumber* ima svoje prednosti i nedostatke. Scenariji su veoma opisni i jasni, ali to istovremeno rezultira obimnom količinom koda. Ukoliko u razvojnom softverskom okruženju korisnici ne moraju da razumiju i dolaze u dodir sa testovima prihvatljivosti, neka druga agilna metodologija i odgovarajući alat bi utrošili manje vremena i napora u pisanju testova prihvatljivosti.

Mogući pravci daljeg istraživanja su *web* automatizacija, testiranje UI-a pomoću alata *SpecFlow* i korišćenja *SpecFlow* dodataka, koji pružaju napredne mogućnosti pri korištenju ovog alata.

5. LITERATURA

- [1] *Behavior-driven development*, http://en.wikipedia.org/wiki/Behavior-driven_development
- [2] *Test-driven development*, http://en.wikipedia.org/wiki/Test-driven_development
- [3] Mike Cohn. *User Stories Applied: For Agile Software Development*. Addison-Wesley Professional, USA, 2004. ISBN-13: 978-0321205681
- [4] Ron Jeffries. *Essential XP: Card, Conversation, and Confirmation*. XP Magazine, 2001.
- [5] *Acceptance test driven development*, http://en.wikipedia.org/wiki/Acceptance_test-driven_development
- [6] *StoryQ*, <http://storyq.codeplex.com>
- [7] *NSpec*, <http://nspec.org>
- [8] *FitNesse*, <http://www.fitnessse.org>
- [9] Adžić Gojko. *Test Driven .NET Development with FitNesse*. Neuri Ltd, UK, 2008. ISBN 978-0-955-68360-2
- [10] *Cucumber*, <http://cukes.info>
- [11] Matt Wynne, Aslak Hellesoy. *The Cucumber Book: Behaviour-Driven Development for Testers and Developers (Pragmatic Programmers)*. Pragmatic Bookshelf, USA, 2012. ISBN-13: 978-1-934356-80-7
- [12] *Gherkin*, <https://github.com/cucumber/cucumber/wiki/Gherkin>
- [13] *SpecFlow*, <http://www.specflow.org/>
- [14] *Does ATDD really save you time?*, <https://weblogs.java.net/blog/johnsmart/archive/2012/09/12/does-atdd-really-save-you-time>

Kratka biografija:



Tea Tasovac rođena je 1989. godine u Zadru. Završila je gimnaziju „Jovan Dučić” u Trebinju 2008. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisala 2008. godine. Ispunila je sve obaveze i položila je sve ispite predviđene studentskim programom.

PRIMENA THIC ALGORITMA U REŠAVANJU PROBLEMA ODVLAŽIVANJA U POSLOVNIM OBJEKTIMA**SOLUTION OF THE DEHUMIDIFICATION PROBLEM IN COMMERCIAL BUILDINGS USING THIC ALGORITHM**

Vesna Ilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**2. KVALITET VAZDUHA**

Kratak sadržaj – U ovom radu rešen je problem odvlaživanja vazduha u pametnim poslovnim objektima primenom THIC algoritma. Primenom ovog algoritma omogućena je nezavisna regulacija vlažnosti i temperature vazduha pri čemu je stvarna regulacija temperature vazduha prepuštena fan coil sistemu. U radu je takođe opisan problem odvlaživanja, različiti uzroci njegovog nastanka kao i moguće posledice ukoliko se taj problem ne reši.

Abstract – In this paper, the problem of dehumidification in smart business buildings is solved by using the THIC algorithm. By using this algorithm, it is possible to independently control humidity and air temperature while the actual temperature control is performed by fan coil system. The paper also describes dehumidification problem, different causes of its occurrence and possible consequences if the problem is not solved.

Ključne reči: Pametni poslovni objekti, THIC algoritam, odvlaživanje, klima komore

1. UVOD

Automatizacija parametara poslovnih objekata pre svega utiče na produktivnost i zadovoljstvo zaposlenih. U cilju toga projektuje se kompletan BMS sistem (*eng. Building Management Systems*) jedne organizacione strukture koji podrazumeva regulaciju osvetljenja, vlažnosti vazduha, održavanja temperature vazduha i koncentracije CO₂ u prihvatljivim granicama.

Prilikom regulacije željenih parametara poslovnih objekata potrebno je posebnu pažnju posvetiti regulaciji vlažnosti vazduha.

Konkretno, ovo se odnosi na pojam odvlaživanja vazduha u slučaju da su pojedini parametri van opsega dozvoljenih vrednosti. Pošto je u pitanju vlažnost vazduha, njen opseg iznosi 40% - 60%.

U ovom radu, kao rešenje problema odvlaživanja vazduha u poslovnim objektima predložen je THIC (*eng. Temperature and Humidity Independent Control*) algoritam. Osmišljen je tako da omogućava nezavisnu regulaciju vlažnosti i temperature vazduha, pri čemu je stvarna regulacija temperature prepuštena fan coil sistemu u samoj zoni, što doprinosi većoj efikasnosti.

NAPOMENA:

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

Danas većina ljudi provodi više od 80% vremena u zatvorenim prostorijama kao što su kuće, škole, bolnice, kancelarije, itd. Zbog toga je od velikog značaja obezbediti dobar komfor u klimatizovanom prostoru kako bi se stvorili prijatni i zdravi uslovi za život i rad. Važan parametar za dobar komfor u klimatizovanom prostoru jeste kvalitet unutrašnjeg vazduha. Dobar kvalitet unutrašnjeg vazduha jeste kombinacija faktora kao što su nivo kiseonika, vlažnost, temperatura vazduha, odsustvo mirisa, zagađenja, kao i odsustvo bakterija i virusa. Mnogo energije troši se za pripremu vazduha potrebnog kvaliteta.

2.1 Pojam odvlaživanja vazduha

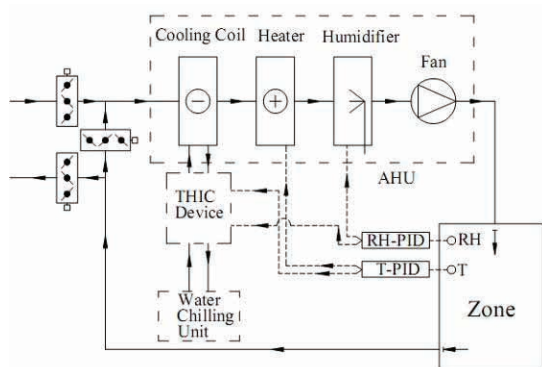
Odvlaživanje vazduha je postupak oduzimanja vode (vodene pare) iz vazduha i jedan je od najjednostavnijih (i najjeftinijih) načina sprečavanja posledica visoke vlažnosti prostora i zidova. Pojava kondenzacije i plesni na zidovima može biti uzrokovana hladnim zidovima ali ako vazduhu u prostoriji oduzmemo vlagu – nema se šta kondenzovati pa nema niti problema kondenzacije i plesni.

Bitna osobina vazduha jeste da izvesnu količinu vlage može da primi i zadrži. Ova osobina vazduha izražava se u postocima (%) kao relativna vlažnost vazduha, i meri se higrometrom.

Ukoliko je relativna vlažnost vazduha 100%, tj. ako je dostignuta takozvana tačka zasićenja, to znači da vazduh nije u stanju da dalje prima vodenu paru. U zimskom periodu, do kondenzacije vodene pare u zatvorenom prostoru dolazi kada je relativna vlažnost vazduha iznad 65%. Primenom sistema za odvlaživanje, na jednostavan način može se održavati vrednost vlažnosti od 50-55% i niže, koja je idealna za ljudski organizam. Samo grejanjem zapravo povećavamo problem jer topli vazduh upija još više vlage, te je odnosi u hladnije delove stana ili zgrade. Visoka temperatura dodatno doprinosi razvoju mikroorganizama.

3. THIC SISTEM

THIC sistem omogućava nezavisnu regulaciju vlažnosti i temperature vazduha, pri čemu je stvarna regulacija temperature prepuštena fan coil sistemu u samoj zoni, što doprinosi većoj efikasnosti. Razlika između željene vrednosti temperature u zoni i temperature povratnog vazduha u klima komori može biti posledica različitih željenih vrednosti ako ima više zona, ali je generalno mala. Šema sistema je data na sledećoj slici (Slika 3.1):

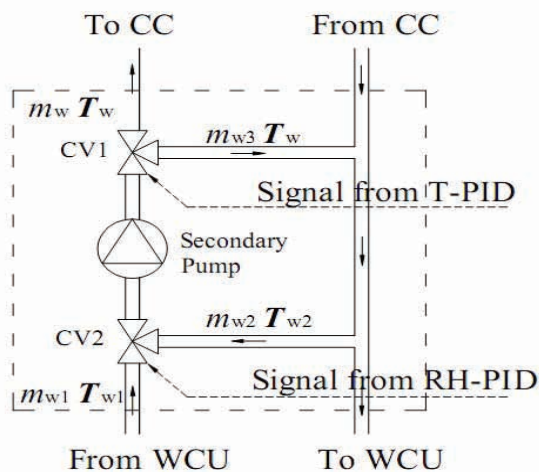


Slika 3.1 Sistem za nezavisno održavanje vlažnosti i temperature

Sistem istovremeno upravlja izmenjivačem za hlađenje vazduha, izmenjivačem za grejanje vazduha i odvlaživačem. Prednost je u mogućnosti razdvajanja regulacije vlažnosti od regulacije temperature. U konvencionalnim sistemima teško je održavati konstantnu temperaturu i vlažnost vazduha zbog povezanosti smanjivanja vlažnosti i hlađenja koje se javlja u izmenjivaču za hlađenje. [1]

U toplim i vlažnim uslovima, vazduh može biti preterano ohlađen zbog potreba smanjenja vlažnosti, pa je potrebno ponovo povećavati temperaturu. U toplim i suvim uslovima, vazduh je potrebno dodatno ovlažiti da bi bilo moguće efikasno smanjenje temperatura, pa je zatim ponovno potrebno povećavati vlažnost. U oba slučaja plaća se velika cena u vidu smanjene energetske efikasnosti. [2]

THIC sistem koji je prikazan na šemi moguće je lako implementirati korišćenjem već postojećih izmenjivača za hlađenje i zagrevanje. Prikaz THIC sistema dat je na sledećoj slici (Slika 3.2):



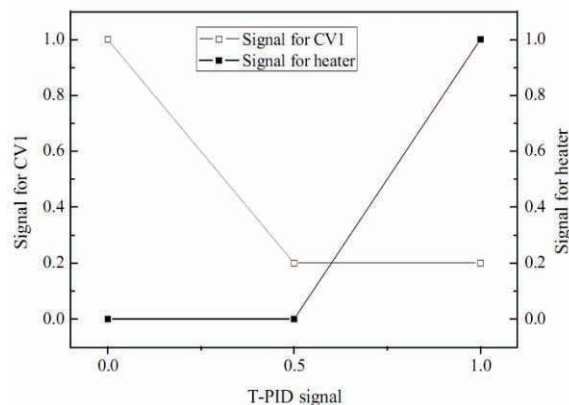
Slika 3.2 Šematski prikaz THIC uređaja

Princip rada je sledeći: izmenjivač toplote istovremeno služi za rashlađivanje i smanjivanje vlažnosti vazduha; aktivne komponente su trokraki ventili CV1 i CV2 i mala pumpa koja radi konstantnim intenzitetom. WCU je dovod fluida za rashlađivanje (u našem slučaju iz čilera). CV1 služi da reguliše maseni protok rashladnog fluida (m_w), a time i intenzitet hlađenja, CV2 reguliše temperaturu rashladnog fluida (T_w) na taj način što menja udeo fluida koji potiče od čilera, dok je drugi deo povratni fluid na višoj temperaturi. Upravljački signal koji dolazi od T-PID

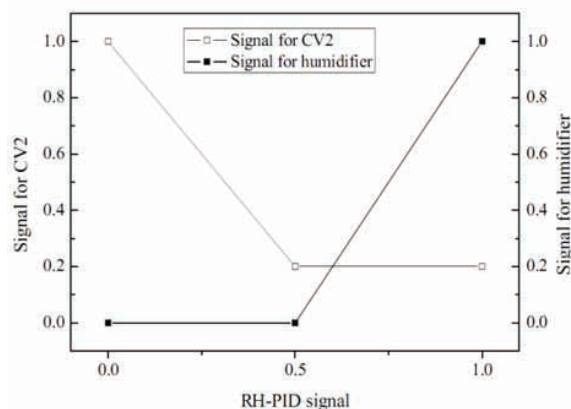
regulatora podeljen je na 2 segmenta, čime se isključuje situacija kad se vazduh istovremeno greje i hladi. Može se pokazati da kod odvojenog upravljanja može doći do ovakve situacije, pa se na ovaj način ostvaruje najveća ušteda. [1]

Na slikama 3.3 i 3.4 dati su upravljački izlazi servo-ventila i izmenjivača, kao funkcije izlaznog signala RH-PID (PID regulator za upravljanje unutrašnjom relativnom vlažnošću) i T-PID (temperaturni PID regulator). Izlazni signal iz T-PID regulatora razdvojen je na dva dela. Prvi deo se odnosi na upravljanje CV1 ventilom a drugi na upravljanje grejačem. Kada je izlazni signal iz T-PID regulatora između 0 i 0.5, tada je upravljački signal za otvaranje CV1 između 0.2 i 1.0, dok grejač ostaje isključen. Minimalni protok ohlađene vode koje će ući u izmenjivač za hlađenje vazduha i time obezbediti potrebne radne uslove niske temperature i visoke vlažnosti desiće se jedino u slučaju kada upravljački signal za otvaranje CV1 padne na vrednosti ispod 0.2.

Kada je izlazni signal iz T-PID regulatora između 0.5 i 1.0 tada će vrednosti signala za otvaranje CV1 ostati na 0.2 ali će signal za upravljanje grejačem biti između 0 i 1.0. Kod RH-PID regulatora veći izlazni upravljački signal značiće i veće snabdevanje vazduha relativnom vlažnošću. Ukoliko je izlazni upravljački signal iz RH-PID regulatora između 0.5 i 1.0, tada signal za otvaranje CV2 biće na vrednosti 0.2 što je takođe podešeno kao minimalni protok ohlađene vode iz čilera čime bi se obezbedili potrebni radni uslovi visoke temperature i niske vlažnosti, dok bi se signal za upravljanje odvlaživačem povećavao s 0 na 1.0.

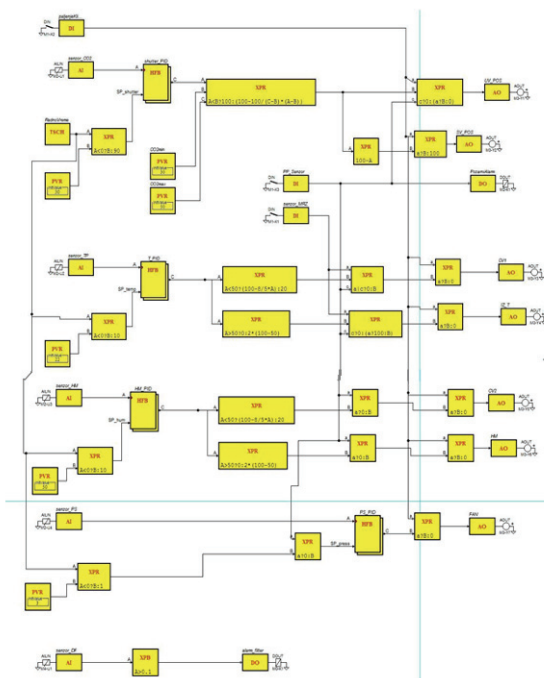


Slika 3.3 Upravljanje CV1 i grejačem



Slika 3.4 Upravljanje CV2 i odvlaživačem

4. SOFTVERSKO REŠENJE



Slika 4.1 FBD dijagram klima komore

Na slici 4.1 prikazan je FBD dijagram klima komore (*Menta file*) u kom je predstavljen jedan od načina za rešavanje problema odvlaživanja vazduha u pametnim poslovnim objektima. Primenjen je *THIC* algoritam kod koga je osnovna prednost razdvajanje regulacije vlažnosti vazduha od regulacije temperature vazduha. Osnovni zadatak ovako realizovane klima komore jeste održavanje promenljivog protoka vazduha uz regulaciju vlažnosti vazduha.

Grejanje/hlađenje vazduha ostvareno je preko *fan coil* sistema. Upravljački signali statičkog pritiska i protoka vazduha zajedno definišu upravljanje ventilatorom i žaluzinama.

Realizacija ovakve klima komore omogućava sledeće:

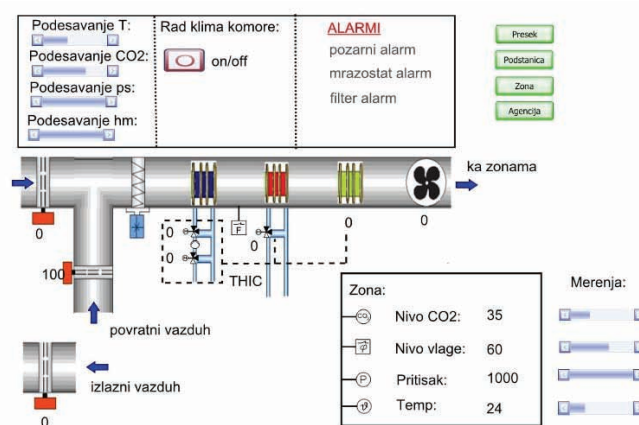
- Upravljanje žaluzinama spoljašnjeg i unutrašnjeg vazduha u zavisnosti od signala kojeg dobijamo sa PID regulatora
- Uključivanje/isključivanje klima komore
- Upravljanje ventilima CV1 i CV2 u zavisnosti nivoa vlage
- Regulacija temperature u izmenjivačima toplote i vazduha
- Upravljanje ventilatorom u zavisnosti od statičkog pritiska (Zadatak ventilatora jeste održavanje konstantnog pritiska u zoni tj. željene vrednosti pritiska).

Posmatrani parametri zone:

- Temperatura u zoni
- Koncentracija CO₂
- Nivo vlage
- Vazdušni pritisak

Željene vrednosti navedenih parametara zone:

- Temperatura zone: 22°C
- Nivo ugljen dioksida tj. CO₂: 30%
- Vazdušni pritisak: 1005 mbar
- Nivo vlage: 50% Rh



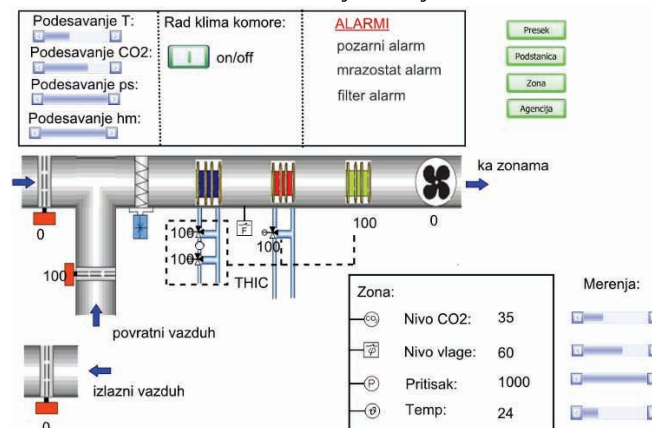
Slika 4.2 SCADA klima komore

Na slici 4.2 prikazan je SCADA (*eng. Supervisory Control And Data Acquisition*) sistem klima komore u trenutku kada je isključena. Parametri zone su optimalni i nema potrebe za uključivanjem klima komore. Omogućeno je i podešavanje željenih vrednosti pomoću SCADA-e.

4.1 REZULTATI I DISKUSIJA

4.1.1 Primer 1

Klima komora je uključena i radi u skladu sa željenim vrednostima parametara jedne zone. U ovom slučaju, zbog optimalnih vrednosti parametara zone, nema potrebe za otvaranjem žaluzina spoljašnjeg vazduha, otvorenošću ventila CV1 i CV2, kao i za uključivanjem ventilatora.



Slika 4.1.1 Primer 1.

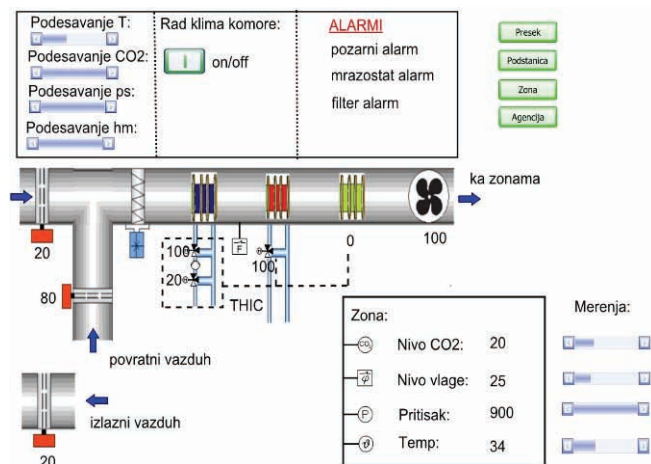
4.1.2 Primer 2

Vrednosti parametara zone su promenjene:

- Temperatura zone: 34°C
- Nivo ugljen dioksida tj. CO₂: 20%
- Vazdušni pritisak: 900 mbar
- Nivo vlage: 25% Rh

U ovom slučaju, usled velike razlike između željenih vrednosti i stvarnih vrednosti parametara zone, aktiviraće se *THIC* algoritam. Zapravo dešava se sledeće: ventil CV1 u jednom trenutku biće zatvoren dok ventil CV2 otvoren oko 20% jer upravo taj ventil reguliše temperaturu rashladnog fluida; otvoriće se žaluzine spoljnog vazduha 20%, a žaluzine unutrašnjeg vazduha na 80%; uključiće

se i ventilator zbog pada statičkog pritiska u zoni (svoj rad započne od vrednosti 27% i zaustavi se kada dođe do vrednosti 100%, pa nastavi s normalnim radom).



Slika 4.1.2 Primer 2.

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovoga rada je regulacija željenih parametara poslovnih objekata koji znatno utiču na kvalitet rada zaposlenih. Posebna pažnja posvećuje se regulaciji vlažnosti vazduha. Zapravo, to se odnosi na odvlaživanje vazduha u slučaju kada je vlažnost vazduha van opsega dozvoljenih vrednosti koji iznosi 40% - 60%.

Kao rešenje ovog problema, upotrebljen je THIC algoritam. Sistem koji se koristi u te svrhe sastoji se iz: dva trokraka ventila CV1 i CV2 i jedne pumpe koja radi konstantnim intenzitetom. Fluid za rashlađivanje se dovodi iz čilera. Trokraki ventil CV1 služi za regulaciju

masenog protoka rashladnog fluida a samim time reguliše i intenzitet hlađenja, dok trokraki ventil CV2 reguliše temperaturu rashladnog fluida na taj način što menja udeo koji potiče od čilera, dok je drugi deo povratni fluid na višoj temperaturi.

Iako je u pitanju odvojeno upravljanje vlažnošću vazduha od upravljanja temperaturom, ipak se može desiti da se vazduh istovremeno i greje i hladi.

Efikasnost THIC algoritma nije upoređena sa drugim rešenjima za isti navedeni problem, ali i ovako rešenje moguće je primeniti u praksi.

6. LITERATURA

- [1] X. J. Zhang, F. Xiao, S. Li, "Performance study of a constant temperature and humidity air-conditioning system with temperature and humidity independent control device", *Energy and Buildings* (2010)
- [2] Драган Марковић, *Процесна и енергетска ефикасност*, Београд 2010

Kratka biografija:



Vesna Ilić rođena je u Bijeljini 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranila je 2015. god.

PRORAČUN TOKOVA SNAGA ZASNOVAN NA METODU KONTURNIH STRUJA LOAD FLOW CALCULATION BASED ON LOOP CURRENT ALGORITHM

Stanko Jović, Predrag Vidović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast-ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - U okviru ovog rada opisan je proračun tokova snaga u distributivnim mrežama. Za proračun su korišćena dva algoritma, algoritam konturnih struja i algoritam sumiranja struja i korekcija napona. Prikazani su rezultati proračuna i poređenje ovih algoritama.

Abstract – In this paper distribution network load flow calculation is presented. Two algorithms are used for this calculation, loop current algorithm and back/forward sweep algorithm. These two algorithms are compared and results of this comparison are given.

Ključne riječi - tokovi snaga, distributivna mreža, konturne struje, sumiranje struja, korekcija napona, nesimetričnost, uravnoteženost

1. UVOD

Pouzdanost i sigurnost napajanja potrošača su osnovni ciljevi elektroenergetskih sistema. Da bi se ti ciljevi postigli, ali i iz ekonomskih razloga, koristi se veliki broj energetskih proračuna. Jedan od osnovnih proračuna u elektroenergetici jeste proračun tokova snaga. Značaj funkcije tokova snaga je u tome što se najveći dio ostalih energetskih funkcija zasniva na rezultatima proračuna tokova snaga. Tokovi snaga se koriste u prenosnim i distributivnim mrežama.

Proračun tokova snaga predstavlja proračun promjenljivih stanja distributivne, odnosno prenosne mreže, na osnovu poznatog napona izvora mreže i poznatih potrošnji u svim čvorovima mreže.

1.1 Prenosne mreže

Za proračun tokova snaga u prenosnim mrežama koristi se veliki broj matematičkih postupaka. Newton/Raphson-ov iterativni metod pokazao se bazičnim za rješenje problema tokova snaga prenosnih mreža, odnosno varijanta tog metoda u vidu *brzog raspregnutog metoda za proračun tokova snaga*. Posebnu snagu proračunima tokova snaga daju primjena tehnike rijetkih matrica i optimalna numeracija čvorova mreže, kao i primjena jednokratne implicitne inverzije – *LU faktORIZACIJE*.

1.2 Distributivne mreže

Pokušaji direktne primjene algoritama koji su razvijeni u prenosnom okruženju za proračune u distributivnim mrežama su propali zbog različite prirode distributivnih i prenosnih mreža.

NAPOMENA:

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

Prenosne mreže su s velikim brojem kontura, s jakom vezom svakog čvora sa susjedima, a distributivne mreže su radijalne, s malim brojem kontura, pri čemu za režim jednog čvora od presudnog je značaja samo režim čvora i grane preko kojih se on napaja. Odnosi rezistansi i reaktansi vodova su dosta veći kod distributivnih mreža. Tokovi aktivnih i reaktivnih snaga u distributivnim mrežama isključivo zavise od rasporeda potrošnje i njene topologije. Da bi se ovi problemi prevazišli razvijeni su specijalizovani algoritmi za proračun tokova snaga u distributivnim mrežama.

Algoritmi za proračun tokova snaga u distributivnim mrežama mogu se podijeliti u četiri grupe:

- Algoritam sumiranja struja;
- Algoritam sumiranja snaga;
- Algoritam sumiranja admitansi;
- Kombinovani algoritam.

2. EKVIVALENTNE ŠEME I MATEMATIČKI MODEL TROFAZNE DISTRIBUTIVNE MREŽE

U ovoj glavi obrađeni su modeli potrošača – dio 2.1, model sekcije voda – dio 2.2, modeli transformatora – dio 2.3 i model mreže – dio 2.4.

2.1 Modeli potrošača

Potrošačima u distributivnoj mreži mogu se smatrati individualni potrošači i potrošačke oblasti. Potrošnja individualnih potrošača se značajno mijenja u toku dana. Posmatrajući potrošačku oblast kao skup individualnih potrošača, može se utvrditi da se ostvarena potrošnja za dva dana neznatno razlikuje. Potrošnja potrošačkih oblasti zavisi od vrste individualnih potrošača. Mogu se razlikovati: industrijske potrošnje, domaćinstva, komercijalne potrošnje itd. Postoji veliki broj pokazatelja potrošnje kojima se do određene mjere potrošnja potrošača može aproksimirati.

Generalni oblik zavisnosti potrošnje od napona dat je sledećom funkcijom, za definiciju kompleksne snage –

$$\hat{S}(U) = \hat{U}^* \hat{I} : \\ \hat{S}_x(U_x) = k_{spx} P_x^{spec} - j k_{sqx} Q_x^{spec} + \\ k_{ipx} P_x^{spec} \left(\frac{U_x}{U_{nNN}} \right) - j k_{iqx} Q_x^{spec} \left(\frac{U_x}{U_{nNN}} \right) + \\ k_{ypx} P_x^{spec} \left(\frac{U_x}{U_{nNN}} \right)^2 - j k_{yqx} Q_x^{spec} \left(\frac{U_x}{U_{nNN}} \right)^2, \quad (2.1)$$

pri čemu oznake k_{spx} , k_{sqx} , k_{ipx} , k_{iqx} , k_{ypx} , k_{yqx} predstavljaju koeficijente učešća dijelova fazne aktivne i

reaktivne snage potrošnje potrošača, koje su nezavisne od napona, linearno zavisne od napona, odnosno koje su zavisne od kvadrata napona, respektivno.

Za koeficijente učešća važe sledeće relacije:

$$\begin{aligned} k_{spx} + k_{ipx} + k_{ypx} &= 1, & x \in \{a, b, c\} \\ k_{sqx} + k_{iqx} + k_{yqx} &= 1, & x \in \{a, b, c\} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Pored opšteg slučaja, kada su svi koeficijenti iz relacija (2.2) različiti od nule, potrošnja potrošača se često pojednostavljuje specijalnim izborom vrijednosti koeficijenata učešća.

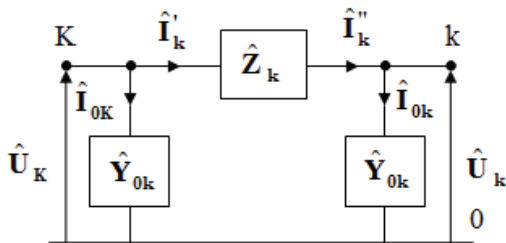
2.2 Model sekcije voda

Sekcije vodova mogu biti nadzemne i podzemne, sa izolovanim i neizolovanim provodnicima. Upotreba jednih ili drugih zavisi od više faktora (urbanost sredine, potrebne pouzdanosti napajanja, prirodnih uslova itd.).

Kablovska mreža upotrebljava se u urbanim sredinama gdje postoji problem sa prostorom za izgradnju nadzemne mreže, kao i na mjestima koja zahtevaju izolovanost (voda, zapaljivi materijali itd.). Kablovske mreže su pouzdanije od nadzemnih posmatrajući učestanost kvarova. Kablovi se postavljaju u zemlju, cijevi ili beton u zavisnosti od sredine u kojoj se nalaze.

Nadzemne mreže najčešće se grade u ruralnim sredinama. U poređenju sa kablovskom mrežom dugovječnije su i zahtevaju manje troškove izgradnje i održavanja.

Načelna šema sekcije trofaznog voda, kao elementa radijalne distributivne mreže, prikazana je na slici 1. Trofazni čvorovi K i k jesu početak i kraj sekcije.



Slika 1. Načelna šema trofazne sekcije
Matematički model sekcije glasi:

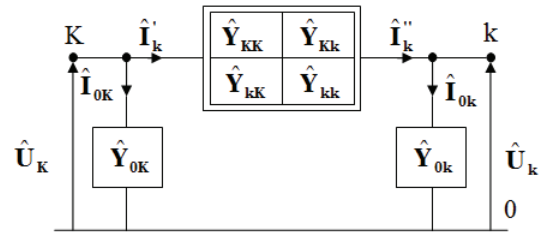
$$\begin{aligned} \hat{I}'_k &= \hat{I}''_k, \\ \hat{I}_{0k} &= \hat{Y}_{0k} \hat{U}_K, \quad \hat{I}_{0k} = \hat{Y}_{0k} \hat{U}_k, \\ \hat{U}_k &= \hat{U}_K - \hat{Z}_k \hat{I}'_k. \end{aligned} \quad (2.3)$$

2.3 Modeli transformatora

Transformatori su statički uređaji koji rade na principu elektromagnetne indukcije s ciljem da transformišu napon i struju između dva ili više namotaja pri istoj frekvenciji. Pri tome potrebno je da se prenjeta snaga između namotaja što manje degradira.

Transformator u pogledu konstrukcije sastoji se od: magnetnog kola, namotaja, izolacije, kućišta, dodatne opreme (izolatori, konzervatori, sistem za hlađenje itd.).

Načelna šema trofaznog transformatora, s bilo kojom od četiri osnovne sprege – Yy, Dy, Yd i Dd, kao elementa radijalne distributivne mreže, prikazana je na slici 2.

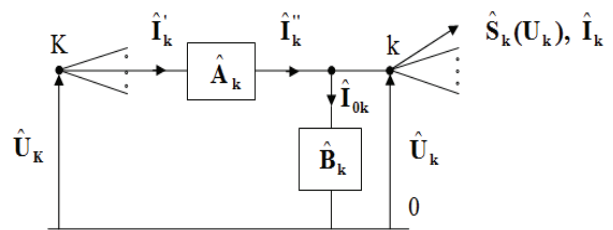


Slika 2. Načelna šema trofaznog transformatora
Matematički model transformatora glasi:

$$\begin{aligned} \hat{I}_{0K} &= \hat{Y}_{0K} \hat{U}_K, \quad \hat{I}_{0k} = \hat{Y}_{0k} \hat{U}_k \\ \hat{I}'_k &= \hat{Y}_{KK} \hat{U}_K + \hat{Y}_{Kk} \hat{U}_k, \\ -\hat{I}''_k &= \hat{Y}_{kK} \hat{U}_K + \hat{Y}_{kk} \hat{U}_k. \end{aligned} \quad (2.4)$$

2.4 Model mreže

Saglasno s modelima potrošača, sekcija (vodova) i transformatora, model trofazne radijalne distributivne mreže može da se konstituiše koristeći se isključivo trofaznim segmentima prikazanim na slici 3. Svaki segment je asociiran jednoj grani mreže (sekciji voda ili transformatoru).



Slika 3. Segment Γ_k trofazne radijalne distributivne mreže

Raspolažući s matematičkim modelima elemenata distributivne mreže (potrošači, sekcije, transformatori), odnosno sa ekvivalentnim šemama sekcija i transformatora, raspolaže se i sa matematičkim modelima, odnosno ekvivalentnim šemama svakog Γ segmenta mreže. Sintezom tih modela (ekvivalentnih šema) dobija se matematički model mreže.

3. PRORAČUN TOKOVA SNAGA ZASNOVAN NA SUMIRANJU STRUJA I KOREKCIJI NAPONA

Razmatra se radijalna, trofazna, (ne)uravnotežena SN distributivna mreža, sa n trofaznih čvorova i $(n-1)$ granom, $n \geq 2$. Mrežu čine SN sekcije i distributivni – SN/NN transformatori. Dakle, ona može da se prikaže radijalnim rasporedom $(n-1)$ Γ segmenata. Čvorovi, pa tako i Γ segmenti, numerisani su po slojevima. Prvi čvor je korjen mreže – balansni čvor, sa specificiranim (ne)simetričnim trofaznim naponom. Potrošači mogu da budu priključeni na NN stranama distributivnih transformatora, ali i direktno na SN mrežu. Najmanje radi napona korjena, režim mreže nije simetričan. Neka su primjenom generalizovanog sistema relativnih vrijednosti eliminisani svi idealni transformatori realnih i

kompleksnih odnosa transformacije u ekvivalentnim šemama svih transformatora.

Proračun se vrši iterativno i u svakoj iteraciji se određuju injektirane struje u čvorovima, struje po granama i naponi svih čvorova u mreži.

Injektirane struje se sastoje od struja potrošnji potrošača priključenih u čvorove i od struja otočnih admitansi elemenata. Proračun struja po granama se izvodi za svaku granu, počevši od grana u posljednjem lejeru. Struju grane čine injektirana struja u čvor koji je na udaljenijem kraju grane od izvora mreže i suma struja svih grana koje su incidentne tom čvoru.

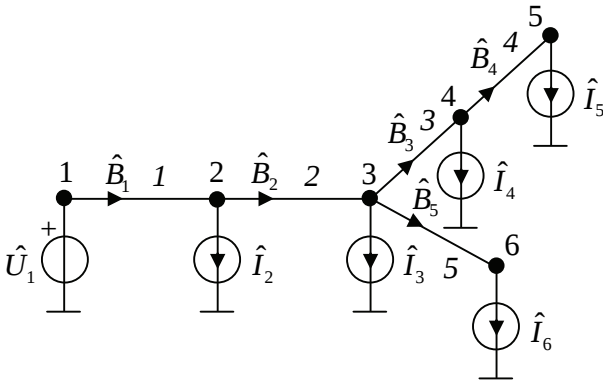
Proračun napona u čvorovima se vrši kretanjem od izvora mreže korišćenjem izraza:

$$\hat{U}_k = \hat{U}_K - \hat{A}_k \hat{I}_k, \quad (3.1)$$

gdje je K oznaka za čvor koji je bliži korjenu mreže.

4. PRORAČUN TOKOVA SNAGA ZASNOVAN NA METODU KONTURNIH STRUJA

Razmatra se radijalna, trofazna, (ne)uravnotežena SN distributivna mreža, sa n trofaznih čvorova i $(n-1)$ granom, $n \geq 2$. Korijen mreže (trofazni čvor sekundarnih sabirnica napojne transformatorske stanice) predstavlja balansni čvor. U njemu su poznati naponi sve tri faze. Proračun se zasniva na dvije izvedene matrice i strujama potrošača. Prva matrica predstavlja vezu između struja potrošača i struja rednih grana, a druga matrica predstavlja vezu između struja rednih grana i napona čvorova. Postupak će biti objašnjen na primjeru radijalne distributivne mreže sa 6 čvorova – slika 4.



Slika 4. Radijalna distributivna mreža

Struja potrošača priključenog u čvoru i računa se na sledeći način:

$$\hat{I}_i = \left(\frac{\hat{S}_i}{\hat{U}_i} \right)^* = \left(\frac{P_i + jQ_i}{\hat{U}_i} \right)^*, \quad i = 2, 3, \dots, 6, \quad (4.1)$$

Idealnim strujnim izvorom u čvoru i ($i = 2, 3, \dots, 6$) na slici 4 supstituiše se zbir struje potrošnje čvora i i struje otočnih admitansi (koje su na strani grane do čvora i) grana koje se stiču u čvoru i . Na osnovu slike 4 veza struja rednih grana i struja strujnih izvora može da se napiše na sledeći način:

$$\begin{aligned} \hat{B}_1 &= \hat{I}_2 + \hat{I}_3 + \hat{I}_4 + \hat{I}_5 + \hat{I}_6, \\ \hat{B}_2 &= \hat{I}_3 + \hat{I}_4 + \hat{I}_5 + \hat{I}_6, \\ \hat{B}_3 &= \hat{I}_4 + \hat{I}_5, \\ \hat{B}_4 &= \hat{I}_5, \\ \hat{B}_5 &= \hat{I}_6. \end{aligned} \quad (4.2)$$

Prethodne relacije mogu se predstaviti u matričnom obliku na sledeći način:

$$\hat{\mathbf{B}} = \mathbf{BIBC} \times \hat{\mathbf{I}}. \quad (4.3)$$

Matrica **BIBC** predstavlja vezu između struja potrošnji i struja rednih grana. Matrica je gornja trougaona matrica koja ima samo vrijednosti 0 i 1.

Na osnovu slike 4 naponi u čvorovima mogu da se odrede na sledeći način:

$$\begin{aligned} \hat{U}_2 &= \hat{U}_1 - \hat{Z}_{12} \hat{B}_1, \\ \hat{U}_3 &= \hat{U}_2 - \hat{Z}_{23} \hat{B}_2, \\ \hat{U}_4 &= \hat{U}_3 - \hat{Z}_{34} \hat{B}_3, \\ \hat{U}_5 &= \hat{U}_4 - \hat{Z}_{45} \hat{B}_4, \\ \hat{U}_6 &= \hat{U}_5 - \hat{Z}_{56} \hat{B}_5. \end{aligned} \quad (4.4)$$

Sređivanjem prethodnih relacija dobija se matrična jednačina:

$$\Delta \hat{\mathbf{U}} = \mathbf{BCBV} \times \hat{\mathbf{B}}. \quad (4.5)$$

Kompleksna matrica **BCBV** predstavlja vezu između struja rednih grana i napona čvorova.

Ako se relacija (4.3) uvrsti u relaciju (4.5) dobija se sledeća relacija:

$$\Delta \hat{\mathbf{U}} = \mathbf{BCBV} \times \mathbf{BIBC} \times \hat{\mathbf{I}} = \mathbf{DLF} \times \hat{\mathbf{I}}. \quad (4.6)$$

Množenjem matrica **BCBV** i **BIBC** dobija se matrica **DLF** i ona se koristi tokom proračuna tokova snaga.

5. VERIFIKACIJA MATEMATIČKOG MODELA

Numerička verifikacija proračuna nesimetričnih tokova snaga u distributivnim mrežama vršena je u programskom jeziku Fortran. Izvršen je proračun nesimetričnih tokova snaga na distributivnoj mreži zasnovan na korišćenju sledećih postupaka:

- postupak zasnovan na metodu konturnih struja.
- postupak zasnovan na metodu sumiranju struja i korekcija napona.

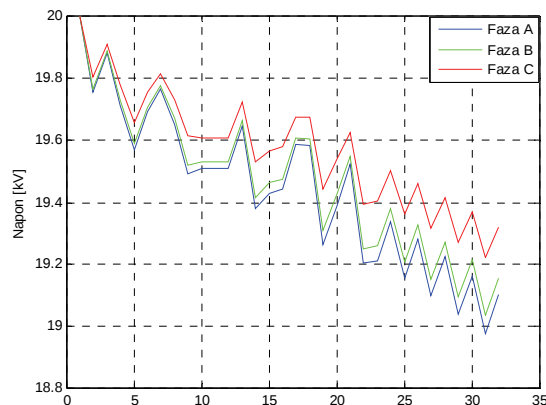
Proračun je vršen na radijalnoj distributivnoj mreži koja je uravnotežena. Mreža se sastoji od korjena mreže i tri izvoda. Potrošnje potrošača su nesimetrične po fazama što utiče na nesimetrično opterećenje faza vodova.

Proračun tokova snaga je vršen za dva opisana algoritma i za četiri različita tipa potrošnje potrošača. Rezultati proračuna oba algoritma su identični.

Na slici 5 prikazane su vrijednost faznih napona u svim čvorovima mreže pri čemu je potrošač modelovan

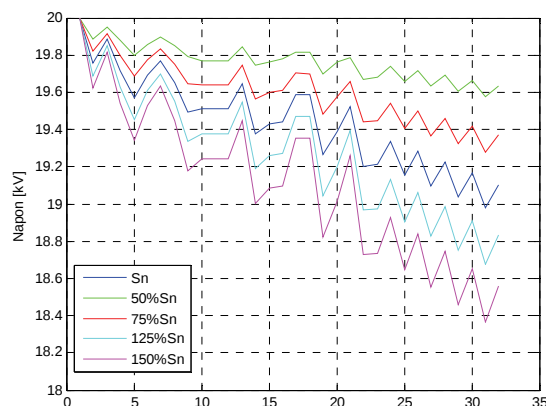
kombinacijom tri tipa potrošnje izborom koeficijenata:

$$k_{spx} = k_{sqx} = 0.3, \quad k_{ipx} = k_{iqx} = 0.3, \quad k_{ypx} = k_{yqx} = 0.4.$$



Slika 5. Vrijednosti napona u čvorovima mreže

Sa slike 5 vidimo da je najveći pad napona u fazi A, što je i očekivano s obzirom da je ta faza najviše opterećena.



Slika 6. Vrijednosti napona u čvorovima mreže u zavisnosti od opterećenja potrošača

Na slici 6 prikazane su vrijednosti napona u čvorovima mreže u zavisnosti od opterećenja potrošača. Sa slike 6 vidimo da povećanjem opterećenja raste i pad napona, odnosno smanjenjem opterećenja smanjuje se pad napona u čvorovima mreže.

Tabela 1 – Vrijednost broja iteracija potrebnih za konvergenciju proračuna u zavisnosti od opterećenja potrošača.

Opterećenje potrošača	Broj iteracija
50%	5
75%	5
100%	6
125%	6
150%	7

Pored pada napona promjenom opterećenja potrošača, mijenja se i brzina konvergencije iterativnog postupka. U tabeli 1 prikazan je broj iteracija potrebnih za konvergenciju postupka.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu objašnjena su dva postupka za proračun tokova snaga u nesimetričnom režimu distributivne mreže. Rezultati proračuna, kao i broj iteracija identični su za oba postupka. Broj iteracija neophodnih za konvergenciju proračuna zavisi od opterećenja mreže, ali i od tipa potrošnje. Povećanjem opterećenja povećava se broj iteracija potrebnih za konvergenciju, što je i očekivano jer su pri većim opterećenjima veći padovi napona na sekcijama. Modelovanjem potrošnje različitim tipovima potrošača uočeno je da se proračun najbrže završava ako se potrošnja predstavi potrošačem konstantne impedance (admitanse).

Na osnovu proračuna može se zaključiti da algoritam zasnovan na metodi konturnih struja daje veoma precizne rezultate. Prednost ovog algoritma je u tome što se matrica **DLF** formira na početku proračuna i ne mijenja se do kraja proračuna. Međutim, ovaj algoritam ima nekoliko veoma značajnih nedostataka kao što su:

- formiranje dvije matrice **BIBC** i **BCBV** koje mogu da budu velikih dimenzija i nakon njihovog formiranja potrebno ih je pomnožiti, što je za velike dimenzije vrlo zahtjevno;
- postupak je originalno razvijen samo za mreže sa sekcijama, bez transformatora;
- jednostavnost formiranja matrice **BCBV** narušavaju međusobno spregnuti elementi.

7. LITERATURA

- [1] P.Vidović: *Nesimetrični tokovi snaga distributivnih mreža*, magistarska teza, Fakultet Tehničkih Nauka Novi Sad, novembar 2008.
- [2] D.Popović, D.Bekut, V.Dabić: *Specijalizovani DMS algoritmi*, Novi Sad, 2011.
- [3] J.H.Teng: *A Direct Approach for Distribution System Load Flow Solutions*, IEEE Transactions on PD, Vol.18, No. 3, pp. 882-887, July,2003.

Kratka biografija:



Stanko Jović, rođen je 1989. godine u Loznici. Godine 2008. upisao je Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, gdje je 2013. godine diplomirao iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi.



Predrag Vidović rođen je u Vlasenici, Bosna i Hercegovina, 1981. Godine. Diplomirao je, magistrirao i doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi 2005., 2008., odnosno 2015. godine, respektivno.

OKRUŽENJE ZA KREIRANJE, KOMPOZICIJU I SINHRONIZACIJU RAČUNARSKE ANIMACIJE U REALNOM VREMENU**ENVIRONMENT FOR CONTENT CREATION, COMPOSITING AND SYNCHRONIZING REAL-TIME COMPUTER ANIMATIONS**Ištvan Jung, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste implementiranje okruženja za kreiranje, kompoziciju i sinhronizaciju animiranih 3D scena u realnom vremenu. Okruženje je realizovano pomoću OpenGL biblioteke i njenog šejder jezika. Razvijen Editor generiše i prikazuje trenutni frejm animacije u realnom vremenu.

Abstract – The goal of this work was to implement an environment for creation, composition and synchronizing of animated 3D scenes, in real-time. The developed Editor was achieved with the OpenGL library and it's shader language. The Editor generates and displays the animation's actual frame in real-time.

Ključne reči: Grafika, Animacija, OpenGL, Shader, Editor, realno vreme

1. UVOD

Posmatranjem postojećih komercijalnih i besplatnih rešenja na tržištu, zaključeno je da ne postoji softversko rešenje za računarsku animaciju koji generiše frejm animacije potpuno u realnom vremenu, odnosno proces *render*-a traje dugo.

Realtime rendering tehnike se koriste kada treba generisati frejm onom brzinom kojom će biti konzumiran, a sliku treba generisati u najkraćem mogućem vremenu. Dakle, *realtime rendering* se koristi za interaktivne grafičke aplikacije (najpoznatiji primer su računarske igre). Zahvaljujući sve moćnijim grafičkim procesorima kvalitet slike dobijene *realtime* postupcima je sve bolji, današnjim tehnikama *realtime rendering*-a moguće je dobiti visokokvalitetnu sliku, koja se po kvalitetu približava *raytracing*-u.

Cilj rada je razvoj grafičkog editora za trodimenzionalne računarske animacije (Editor) koristeći *realtime* tehnike za prikaz scena. Potrebno je i omogućiti reprodukciju gotove animacije bez mogućnosti modifikacija (Plejer).

2. KOMPONENTE ANIMACIJE I EDITORA

Editor treba da omogući korisniku formiranje animacije, snimanje i učitavanje rezultata rada.

NAPOMENA:

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

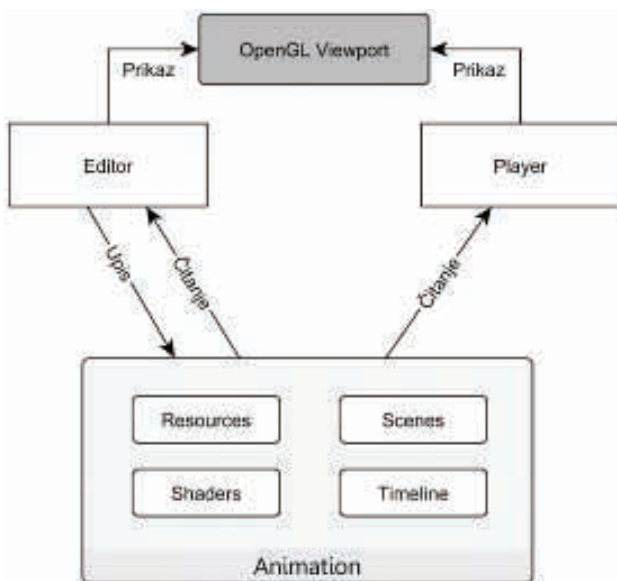
Animacija je definisana redosledom pojavljivanja scena i efekata naknadne obrade (*postprocessing*) na vremenskoj osi. U strukturi animacije bitna je i audio komponenta, jer ona predstavlja vremensku osu u finalnoj verziji animacije.

Pod pojmom „scene“ podrazumeva se tip objekta koji može da sadrži u sebi niz objekata. Objekti u sceni mogu biti tipa kamere, instance postojećeg 3D *mesh* modela, svetla, sistema čestica (*particle system*). Korisniku treba omogućiti nameštanje scene; dodavanje i uklanjanje objekata, podešavanje svetlosnih izvora, podešavanje kamere, i obezbediti mogućnost izbora materijala. Isto tako, treba realizovati mehanizam za rukovanje korisničkim osobinama objekata (u daljem tekstu atributi objekata), zajedno sa njihovim korisničkim interfejsom koji na neki način vizuelizuje attribute i omogućuje korisniku izmene istih. Treba omogućiti i animiranje objekata i obezbediti mogućnost da pojedine osobine objekata budu vremenski promenljive. Editor podržava multiplikaciju objekata unutar zadate scene.

Poželjno je implementirati mogućnost zadavanja redosleda pojavljivanja scena na vremenskoj osi (*timeline*). Vremenska osa definiše hronološki redosled iscrtavanja cele animacije. Objekti na vremenskoj osi služe za iscrtavanje prethodno nameštene scene, za realizaciju razne vrste *postprocessing* efekata, označavanje poslednjeg trenutka (trajanje) animacije i pokretanje muzike (audio komponente). Vremenska osa se zasniva na konceptu lejera (*layer*). Program generiše trenutnu sliku na osnovu sadržaja vremenske ose i proteklog vremena od početka animacije.

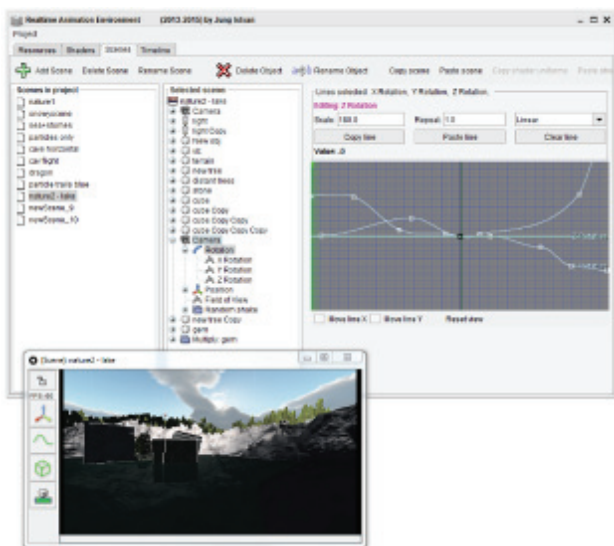
Animacija je logička celina, zasniva se na referencama komponenta animacije. Objektni model animacije opisuje strukturu, klase, interfejse, metode sa njihovim implementacijama, način serijalizacije i deserijalizacije (skladištenje i učitavanje) cele animacije.

Najbitniji delovi objektnog modela animacije su: resursi, šejderi, scene, vremenska osa. **Slika 1** prikazuje prethodno nabrojane komponente i veze ključnih komponenta animacionog okruženja: Editor čita podatke iz modela projekta i vraća podatke ukoliko su izmenjeni, dok Plejer samo čita podatke iz projekt fajla. Sama struktura animacije je tako implementirana da bude nezavisna od Editora kada je reč o reprodukciji animacije. Ovako postaje moguće reprodukovati animaciju u drugim projektima - u aplikaciji *Player* je primer. Pomoću nje je moguće otvoriti zadati projekat i izvršiti njegovu reprodukciju od početka do kraja.



Slika 1 – Komponente animacionog okruženja

Pokretanjem editora pojavljuju se *viewport* prozor i prozor sa korisničkim interfejsom editora (Slika 2). Rad sa editorom započinje učitavanjem postojeće animacije (izbor *Project* datoteke), ili kreiranjem nove animacije (što počinje sa učitavanjem potrebnih resursa – *mesh* modela i tekstura). Nakon uvoza, instance modela se postavljaju na scenama, sa mapiranim teksturama. Editor poseduje četiri *tab*-a: *resources* – za rukovanje resursima, *shaders* – sa ugrađenim šejder editorom za organizaciju i pisanje šejder programa, *scenes* – za nameštanje scena i *timeline* za postavljanje scena, audio komponente i *postprocessing* efekata u cilju formiranja krajnje verzije animacije.



Slika 2 – Korisnički interfejs Editora zajedno sa *viewport* prozorom

Editor podržava uvoz 3D modela *Wavefront* OBJ formata i uvoz slike (teksture) iz poznatih rasterskih formata (PNG, JPG, BMP, TGA, GIF). Učitani resursi se nalaze u listi tekstura ili u listi modela. Uređivanje scene je omogućeno postavljanjem objekata na sceni. Tipovi objekata mogu biti: instanca modela, svetlosni izvor,

kamera, sistem čestica, itd. Geometrijski sadržaj scene čine instance modela i sistemi čestica. Sistemi čestica vizuelno mnogo pomažu u kreiranju „žive“ vizuelne sredine bogate detaljima.

U okviru Editora su implementirana dva tipa sistema čestica: sistem koji vizualizuje čestice (sistem čestice) i sistem koji vizuelizuje putanju čestica (sistem čestičnih putanji).

Sistem čestičnih putanji prikazuje samo putanju čestice, linijom, dok sistem čestice vizuelno prikazuje česticu sa četvorouglokom na kojem se mapira tekstura. Sistemima čestica se simulira skup čestica i fizičke sile koje deluju na njih angažovanjem *Monte Carlo* numeričkog algoritma.

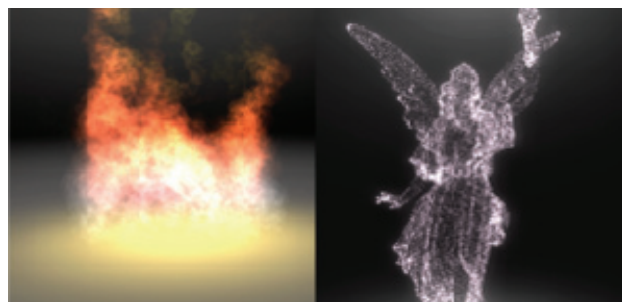
Sistemi čestice emituju čestice iz emitera, a čestica će se reciklirati kad joj se završi životni vek. Kod oba tipa sistema čestice emiter određuje poziciju čestice: ako je izabran *mesh* model kao emiter, onda će nove čestice nastati na površini modela, a ukoliko nije izabran *mesh* model onda će se čestice pojaviti unutar kocke koja je određena pozicijom i veličinom emitera.

Kod emisije čestica važnu ulogu igra slučajnost jer nove čestice će se pojaviti na slučajnom mestu, a emiter definiše domen pojavljivanja.

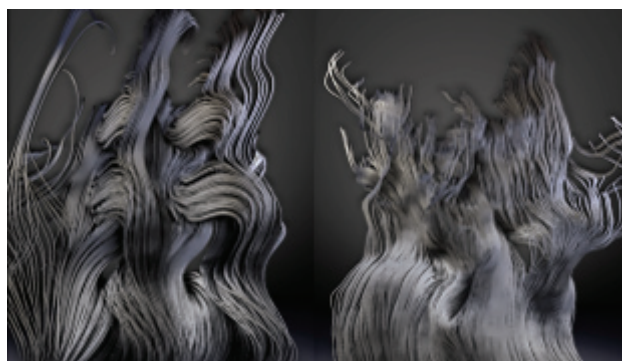
Slika 3 prikazuje sisteme čestica sa običnom emiterom i sa *mesh-based* emiterom.

Sistem čestičnih putanji se razlikuje od običnog ne samo u vizuelizaciji, nego i u načinu izračunavanja sledećeg i početnog stanja čestica. Kod ovakvog tipa sistema, čestica ne poseduje „život“, nego je uvek aktivna.

Kod sisteme čestica korisnik može definisati način i parametre rasejanje odnosno *displacement*-a (pomeranje čestice na osnovu njenog položaja u prostoru). Implementirani su dva tipa *displacement*-a: baziran na Perlinovom šumu i sinusoidni (Slika 4).



Slika 3 – Sistemi čestica:
levo: efekat vatre, desno: *mesh-based* emitter



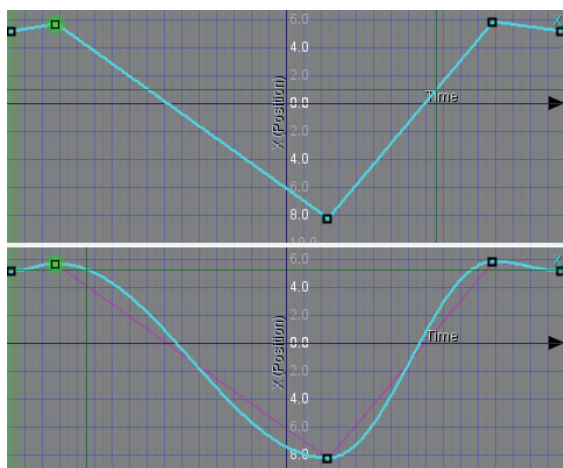
Slika 4 – Sistem čestičnih putanji:
levo: sistem sa sinusoidnim rasejanjem,
desno: rasejanje pomoću Perlinovog šuma.

Podešavanje osobina objekata (tj. korisnikove akcije sa GUI strane) i animiranje se vrši sa istim unificiranim postupkom - mehanizmom korisničkih atributa. Uvođenje korisničkih atributa je prilično olakšalo implementaciju grafičkog korisničkog interfejsa: podešavanje neke osobine objekta ili animiranje iste se svodi na modifikaciju korisničkih atributa.

Drugim rečima, Editor „poznaje“ atribut kojeg korisnik želi da promeni, dok tip objekata (da li je u pitanju kamera, instanca modela ili sistem čestica) je potpuno nebitan. Zahvaljujući korisničkim atributima razvoj novih tipova objekata (što predstavlja sadržaj scene) i novih tipova atributa je znatno olakšan.

Najbitniji tip atributa objekata je linija kojim se definišu sva kretanja i sve što se promeni u funkciji vremena – dinamika animacije. Svaka instanca ovakve linije opisuje posebnu funkciju oblika $y = f(t)$, a korisnik može sam da definiše funkciju $f(t)$.

Funkcija se realizuje kao interpolacija diskretnih vrednosti skupa tačaka. Editor podržava nekoliko tipa interpolacije: linearnu, sinusoidnu, Lagranžovu, Catmul-Clark-ovu i „nearest“ tipa. **Slika 5** prikazuje istu liniju sa linearnom i sinusoidnom interpolacijom (prikazan sa strane korisničkog interfejsa Editora).



Slika 5 – gore: linearna interpolacija, dole: sinusoidna interpolacija vremenski promenljivog atributa

U računarskoj grafici, materijal modeluje osobine fizičkog materijala od kojeg je objekat sačinjen. Editor podržava postupke za simulaciju izgleda materijala: mapiranje teksture (*texture mapping*), različiti načini generisanja UV koordinate (npr. *environment mapping*), transparentnost (*alpha blending*) i korišćenje šejder programa koji implementira sofisticovanije modele senčenja. **Slika 6** prikazuje isti *mesh* model sa različitim materijalima postignut sa Editorom pomoću različitih tehnika.

Vremenski raspored pojavljivanja scena se reprezentuje vremenskom osom. Na vremenskoj osi se nalazi niz objekata koji definišu sadržaj vremenske ose. Ti objekti mogu biti reprodukcija (instancija) scene ili neki od *postprocessing* efekata. Rukovanje entitetima vremenske ose se vrši slično kao i kod sadržaja scene, preko korisničkih atributa.



Slika 6 – Izgled nekoliko materijala dobijenih Editorom korišćenjem različitih tehnika

Editorom je moguće menjati samo korisničke attribute nekog entiteta, korisnički atributi objekta su izolovani od internih varijabli i algoritma (enkapsulirana je interna logika). Ovo je ubrzalo postupak uvođenja novih *postprocessing* efekata tokom implementacije.

Mogući entiteti na vremenskoj osi su: instanca scene, radijalno mućenje (*radial blur*), zamućenje pomoću šejdera, dva tipa *depth of field*-a, zamućenje površine (*surface blur*), efekat magle (*fog*), entitet za podešavanje kontrasta i osvetljenosti slike (*brightness / contrast*), entitet za promenu vrednosti boje slike, hromatska aberacija (*chromatic aberration*), simuliranje prašine na sočivu (*lens dirt*), brisanje sadržaja *viewport*-a, kopiranje sadržaja *viewport* prozora u teksturu i tzv. *shader effect* entitet koji omogućava korisnicima kreiranje novih *postprocessing* efekata pomoću šejder programa. Audio komponenta se takođe ponaša kao entitet na vremenskoj osi, igra ključnu ulogu u vremenskoj sinhronizaciji animacije. Ona pruža mogućnost izbora audio datoteke tipa: *mp3*, *ogg*, *wav* i drugih „*streaming*“ audio formata podržan sa strane BASS biblioteke.



Slika 7 – SSAO efekat - gore: slika scene, dole: difuzne senke scene

Instanca scene omogućava dobijanje poznatog SSAO efekta - metodu simuliranja difuznih senki. Korisniku je omogućeno da prilagodi SSAO efekta pomoću nekoliko

parametra (intenzitet, mućenje i način formiranja difuznih senki), pored toga je u mogućnosti da uključi ili isključi pojedine *render pass*-ove (*color map*, *normal map*, *depth map* i *SSAO map*). **Slika 7** prikazuje frejm jedne scene iz animacije (gore) i vizuelizaciju samo difuznih senki (dole).

3. ZAKLJUČAK

Tokom implementacije Editora poseban izazov bilo je kreiranje skupa modela materijala kojima raspolaže Editor, tako da oni budu jednostavni, laki za upotrebu i da ne zahtevaju previše specifičnog znanja. Korisniku je omogućeno prilagođavanje materijala pomoću OpenGL-a ali i daleko efikasnijim šejder opisom pomoću GLSL jezika.

Drugi veći izazov je bila izrada i prilagođavanje korisničkog interfejsa, jer u slučaju ovakvih editora interfejs se sastoji od većeg broja sličnih komponenti i pored toga neki delovi interfejsa moraju biti dinamični. Tokom implementacije posebna pažnja je bila posvećena performansi Editora, jer slika treba da se dobija konstantno brzo, tj. proces *render*-a treba da traje što kraće.

Pored toga, izazov je bio ne samo implementacija novih efekata nego i optimizacija u cilju zauzimanja što manjeg procesorskog vremena i memorijskog prostora.

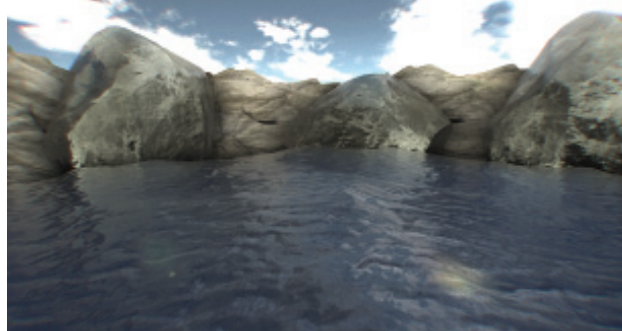
Tokom razvoja Editora eksperimentisano je sa mogućnostima razvijenog sistema za animiranje, kao rezultat toga kreirana je animacija koja pokazuje nekoliko mogućnosti Editora. **Slika 8** prikazuje nekoliko frejmova ove animacije.

Problemi koji su se pojavili tokom razvoja Editora predstavljaju motivaciju za nadogradnju sistema animacije. Najbitnije unapređenje bi bilo prelaženje na tzv. odloženo iscrtavanje (*deferred rendering*) i sa time izrada boljeg sistema za definisanje materijala, poboljšanje korisničkog interfejsa i premeštanje računanja stanja sistema čestica na grafički hardver.

Pored toga, uvođenje novih mogućnosti kao što su podržavanje više formata *mesh* modela, mogućnost uvoza animiranog modela i mogućnost snimanja video fajlova bi znatno unapredili ovaj softver. U budućnosti, ovo okruženja bi bilo moguće koristiti u komercijalne svrhe (reklame, prezentacije i slično), zatim za edukativne svrhe, za razumevanje principa rada OpenGL-a i njegovog šejder jezika.

Ovaj sistem animacije reprodukuje sliku na sličan način kao što je reprodukuju i računarske igre, što znači da bi s manjim modifikacijama sistema bilo moguće koristiti ga kao *rendering engine* u razvoju video igara.

Drugi alternativni smer budućeg razvoja predstavlja uvođenje interaktivnih komponentata u strukturi animacije tako da sa Editorom bude moguće kreiranje interaktivne grafičke aplikacije – prezentacije, edukativnih programa, računarske igre i sličnog.



Slika 8 – Frejmovi animacije za ilustraciju mogućnosti Editora

4. LITERATURA

- [1] Khronos Group, “OpenGL Shading Language”, <https://www.opengl.org/documentation/glsl/>.
- [2] Khronos Group, “Open Graphics Library”, <https://www.khronos.org/opengl/>
- [3] Randima Fernando, “*GPU Gems: Programming Techniques, Tips and Tricks for Real-Time Graphics*”, Pearson Higher Education, 2004.
- [4] Matt Pharr, Randima Fernando, “*GPU Gems 2: Programming Techniques For High-Performance Graphics And General-Purpose Computation*”, Pearson Addison Wesley Prof, 2005.

Kratka biografija:



Ištvan Jung rođen je u Novom Sadu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Procesi razvoja računarskih igara, odbranio je 2015.god.

AKTUELNO STANJE U IPTV TEHNOLOGIJI**PRESENT DAY IPTV TECHNOLOGY**

Dušan Tomić, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – IPTV je jedno od novijih dostignuća iz oblasti primene telekomunikacija u televizijske svrhe. Kao što sama reč kaže, to je zapravo prenos TV signala preko IP strukture. Razvojem telekomunikacija, a posebno tehnika prenosa došlo je do mogućnosti da se preko standardnih telefonskih struktura prenosi veliki broj podataka. Tako je razvijen i ADSL, koji je iskorišćen kao IP struktura za prenos IPTV-a. Na ovaj način dobijamo mogućnost prenosa digitalnog TV signala u velikom broju domaćinstava preko telefonske parice, što ranije nije bilo moguće.

Abstract –IPTV is one of the latest developments in the area of telecommunications in the television purposes. Just as the word says, it's actually a transmission of TV signal over the IP structure. With the development of telecommunications, especially technology transfer, there was a possibility for data transmission over the standard telephone structures. In this way the ADSL was developed which is used as IP transmission structure for IPTV. Thus we get the ability to transfer digital TV signals to a large number of households over the telephone wires, which previously was not possible..

Ključne reči: IPTV, Digitalna televizija, Proces digitalizacije, Internet protokol

1. UVOD

IPTV opisuje mehanizam za prenos strima video sadržaja putem mreže koja koristi mrežni internet protokol. Omogućava fleksibilnost u upravljanju sadržajima i olakšava direktnu interakciju sa izvorom sadržaja pružajući povratnu informaciju korisniku i mogućnost budućih planiranja. Korisniku je obezbeđena daleko bolja kontrola nad tipom sadržaja koji mu je trenutno dostupan kao i dvosmerna komunikacija sa provajderima sadržaja. IPTV tehnologija se izuzetno uspešno pokazala, omogućivši telekomunikacionim kompanijama razvoj naprednih servisa kao što su visoko kvalitetni multikast IPTV kanali, IP zasnovana televizija visoke rezolucije (HDTV) i slično. Naravno pored velikog broja prednosti koje nudi IPTV postoje i negativne strane ove telekomunikacione usluge. IPTV je praktično fuzija servisa za prenos glasa, slike i podataka. Rezultati se ogledaju u veoma velikom protoku i veoma brzom Internet pristupu –HSI (*High Speed Internet*).

NAPOMENA:

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

2. PROCES DIGITALIZACIJE I INTERNET PROTOKOL

Televizija kao odavno poznat medij, oblikovala je društveni i kulturni život u poslednjih šezdeset godina. U prvoj polovini prošlog veka, prvim televizijskim emitovanjem otpočela je i revolucija.

U početku je sistem prenosa televizijskog programa bio analogni. Značajne promene u razvoju TV industrije počele suprelaskom sa crno-belih televizora na televizore u boji.

Međutim, najznačajniji napredak u televizijskoj tehnologiji jeste digitalna televizija. Digitalna televizija nudi korisnicima bolji izbor i kvalitet. Danas, televizijska industrija prolazi kroz duboku tranziciju migrirajući od tradicionalne televizije ka novoj eri digitalne tehnologije. Digitalna televizija zasniva se na prenosu video i audio podataka u digitalnom formatu. U zavisnosti od medijuma za transmisiju signala, postoje tri osnovna standarda:

- DVB-T (*Terrestrial*)
- DVB-C (*Cable*)
- DVB-S (*Sattelite*)

Osnovne razlike između pomenutih standarda ogledaju se u izboru modulacije i kodova za korekciju grešaka.

Internet protokol sadrži informacije o adresiranju, čime se postiže da svaki mrežni uređaj koji je povezan na internet ima jedinstvenu adresu imože se lako identifikovati u celoj internet mreži, a isto tako sadrži kontrolne informacije koje omogućuju paketima da budu prosledeni na osnovu poznatih IP adresa.

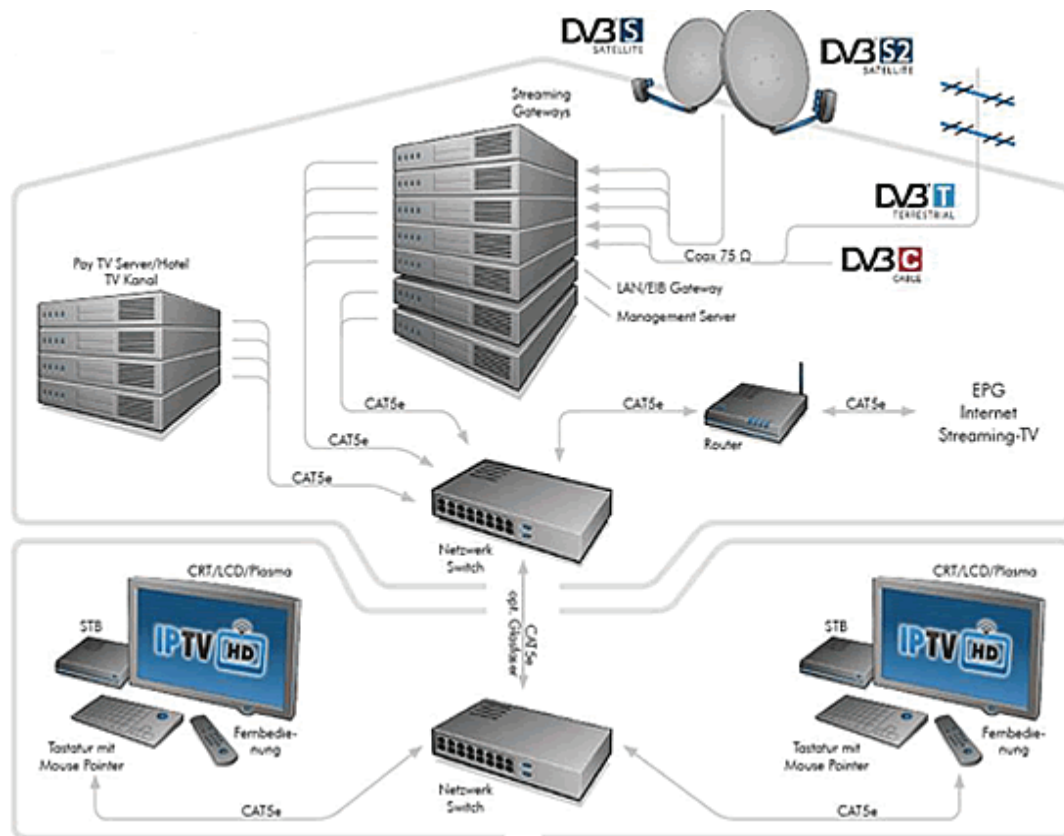
Osnovne funkcije IP jesu:

- Adresiranje (definiše način dodele internet adresa), Internet moduli koriste adrese koje paketi nose u IP zaglavlju kako bi ih prosledili dalje ka destinaciji.
- Rutiranje saobraćaja kroz mrežu - pronalaženje optimalnog puta od izvora do odredišta. Da bi se ovaj process obavio na adekvatan način bilo je neophodno uvođenje sistema adresiranja koji definiše jedinstvene adrese učesnika u komunikaciji.
- Fragmentacija podataka - različite mreže tolerišu različite veličine podataka. Na mestima spajanja mreža različitih veličina paketa neophodno je velike pakete podeliti na više manjih. Maksimalna veličina tih paketa ne sme biti veća od maksimalne veličine paketa mreže sa manjom maksimalnom veličinom paketa.

3. RAZVOJ IPTV-a

IPTV odnosno Internet protokol televizija, poznata i kao Telco TV ili širokopojasna TV, predstavlja zaštićeno i sigurno emitovanje visoko kvalitetne televizije i/ili videa na zahtev i audio sadržaja putem širokopojasne mreže. Termin IPTV obično se odnosi na predaju IPTV odnosno Internet protokol televizija, poznata i kao Telco TV ili

širokopojasna TV, predstavlja zaštićeno i sigurno emitovanje visoko kvalitetne televizije i/ili videa na zahtev i audio sadržaja putem širokopojasne mreže. Termin IPTV obično se odnosi na predaju. Iz perspektive servis provajdera, IPTV obuhvata prijem, obradu i zaštićeno emitovanje video sadržaja putem IP zasnovane mrežne infrastrukture kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. IPTV platforma

Postoji mnogo faktora koji su uticali na razvoj IPTV . Jedan od najvećih svakako predstavlja prelazak sa analogne na digitalnu platformu.

Pored toga takođe značajni su:

Napredak tehnike komprimovanja koji se ogleda u tome što je kvalitet video strimovanja bio prilično loš zbog limitiranog protoka.

Povećan broj korisnika doveo je do poboljšanja tehnike komprimovanja samim tim i do poboljšanja internet konekcije.

Komeričijalni faktori - Rast konkurencije i pad prihoda primorali su telekomunikacione kompanije da povećaju asortiman usluga i kvaliteta. Ovo je jedan od glavnih razloga za uvođenje IPTV usluga.

Migracije sa televizije standardne rezolucije (SDTV) na televiziju visoke rezolucije (HDTV). HDTV je konačno realnost i predviđanja su da će ostati u upotrebi i u budućnosti.

Dostavljanje HDTV preko IP širokopojasne mreže predstavlja neizbežnu opciju telekomunikacionih provajdera.

4. OSOBINE IPTV SISTEMA I RAZLIČITOSTI OD INTERNET TELEVIZIJE

Podrška za interaktivnu televiziju - dvosmerna komunikacija unutar IPTV sistema omogućava servis provajderima da prenose mnoge interaktivne TV aplikacije. Tipovi servisa ostvareni preko IPTV sistema uključuju standardnu televiziju, televiziju visoke rezolucije, interaktivne igre i brzu internet pretragu.

Odloženo gledanje - IPTV u kombinaciji sa digitalnim video rekorderom dozvoljava vremensko pomeranje programskog sadržaja odnosno snimanje i skladištenje IPTV sadržaja za kasnije gledanje.

Personalizacija - celokupni IPTV sistem s kraja na kraj zasnovan je na dvosmernoj komunikaciji i omogućava krajnjim korisnicima da personalizuju svoje navike gledanja televizije omogućavajući im da odluče šta žele da gledaju i kad to žele da gledaju.

Zahteva mali propusni opseg - umesto emitovanja svakog kanala do svakog korisnika IPTV tehnologija omogućava servis provajderu da emituje samo TV kanal koj je krajnji korisnik zahtevao. Ova primamljiva osobina

dozvoljava mrežnim operaterima da čuvaju propusni opseg na svojim mrežama.

Pristupačan na više uređaja - gledanje IPTV sadržaja nije ograničeno samo televizijski. Korisnik može koristiti svoj PC ili mobilni uređaj da bi pristupio IPTV servisima.

IPTV je ponekad pomešana sa emitovanjem Internet televizije. Mada se oba okruženja oslanjaju na slične osnove tehnologija, njihovi pristupi u prenosu videa zasnovanog na IP-u razlikuju se na sledeće načine:

- Različite platforme
- Geografija mreža
- Vlasništvo mrežne infrastrukture
- Pristupni mehanizmi
- Troškovi

5. PRINCIP RADA IPTV-a

Ključni korak u pružanju IPTV usluga jeste pretvaranje analognog audio i video signala u digitalni oblik, a onda kompresija digitalizovanih informacija u efikasniji oblik.

Digitalizacija jeste pretvaranje analognih signala (kontinualno varirajućih signala) u digitalni oblik (signale koji imaju samo dva nivoa). Kako bi se analogni signal prebacio u digitalni oblik, signal se odabira i digitalizuje putem "analogno digitalnog" konvertera (A/D konverter).

Sledeći korak predstavlja kompresija digitalnih medija. Kompresija digitalnih medija jeste proces analize digitalnog signala (digitalizovanog videa ili audija) i upotreba dobijenih informacija za pretvaranje brzih digitalnih signala koji predstavljaju stvarni oblik signala u sporije digitalne signale koji zapravo predstavljaju sadržaj (kao što su pokretna slika ili ljudski glas).

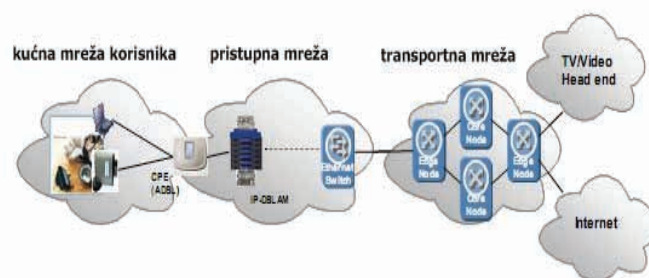
Zatim sledi slanje paketa - slanje paketa putem Interneta podrazumeva njihovo rutiranje kroz mrežu i upravljanje gubitkom paketa kada oni ne mogu da stignu do svog odredišta.

Poslednji korak jeste transmisija IP televizijskih kanala koja predstavlja proces slanja televizijskog medija sa media servera ka krajnjem korisniku. Transmisija IP televizijskih kanala može se slati, posebnom gledaocu (*Unicast*) ili se može kopirati i biti poslata većem broju korisnika u isto vreme (*Multicast*).

6. MREŽNA ARHITEKTURA IPTV SISTEMA

Arhitektura koju će razviti telekom provajderi da bi obezbedili video servise zavisi od samog telekom provajdera.

Međutim u nekom opštem slučaju arhitektura se može predstaviti kao na slici 2. Video arhitektura se sastoji od Headend-a, Middleware-a, transportne mreže i mreže za pristup i korisničke opreme.



Slika 2. Mrežna arhitektura IPTV

Headend je preuzet iz kablovskog sistema i predstavlja mesto u kome se prikupljaju televizijski signali. U Headendu se nalaze prijemnici svih TV kanala, VoD sistem, t-commerce portal.

Middleware predstavlja srce sistema koje objedinjuje sve komponente IPTV sadržaja. Određuje izgled grafičkog prikaza, odnosno interfejsa na TV ekranu, zadužen je za autorizaciju korisnika, za realizaciju zahteva za promenu kanala, kao i zahteva za VoD sadržaj. Ova platforma takođe daje podatke neophodne za sistem za naplatu.

Transportna mreža - Uloga transportne mreže jeste da obezbedi prenos video sadržaja od Headend-a do odgovarajućih DSLAM-ova ili svičeva i rutera koji su na njih povezani i koji se nalaze u pristupnoj mreži. Mreža mora da prenosi dva specifična tipa saobraćaja: *multicast* i *unicast*.

7. KVALITET IPTV SERVISA

Televizijske mreže pružaju vrlo visok nivo kvaliteta usluge svojim korisnicima i da bi bila uspešna, IP televizijska usluga mora imati sličan kvalitet kao standardni televizijski sistemi. Jedan od osnovnih zahteva u multiservisnim mrežama jeste izbor odgovarajuće arhitekture i pravilno dimenzionisanje mreže, tako da se postigne zahtevani QoS (Quality of Service) za sve tipove usluga. Jedan od nosećih u ovakvim mrežama je IPTV.

Kvalitet video signala koji korisnik opaža QoE (Quality of Experience) zavisi od velikog broja parametara. IPTV provajderi u prvoj fazi koduju i komprimuju video program koderima MPEG-2 / MPEG-4 / WM9/VC-1 nastojeći da postignu optimalni kompromis između stepena redukcije zahtevanog protoka i kvaliteta video materijala. Nakon kodovanja, video je spreman za transport IP mrežom primenom UDP (User Datagram Protocol) protokola malog kašnjenja. Na odredištu rezidencijalnog korisnika video strim se dekoduje u STB i prikazuje na TV ekranu.

Kvalitet zvuka jeste sposobnost sistema da ponovo reprodukuje karakteristike originalnog audio signala. Na kvalitet zvuka mogu uticati različiti faktori kao što su loša audio kompresija, transmisioni sistemi i ograničenja u propusnom opsegu.

Kompresija - što se zvuk više komprimuje, to je manji kvalitet zvuka. U poslednje vreme, inovacije u tehnologiji

audio kompresije pružaju sličan kvalitet zvuka pri mnogo manjoj brzini.

Transmisioni sistemi - Simptomi lošeg transmisionog sistema sadrže izobličenje zvuka koje nastaje usled gubitka paketa ili grešaka u paketima. Gubitak paketa (*packet loss*) je nemogućnost mreže da dostavi paket na njegovo odredište u određenom vremenskom period.

8. ZAKLJUČAK

Razvoj IPTV-a i propratnih tehnologija nije ni približno završen. Nužno je potrebno doraditi sve segmente mreže kako bi sam servis i njegovo korišćenje bili što sličniji tradicionalnoj TV usluzi na kakvu su krajnji korisnici navikli. Zbog toga je za pružanje IPTV usluga neophodno premanentno praćenje rada mreže i samog servisa za šta postoje i automatizovana rešenja.

Takođe i operateri kablovske TV idu sve više u digitalizaciju svojih mreža pa postaju sve jača konkurencija IPTV ponudama telekom operatora koji trenutno imaju određenu prednost s obzirom na veliku bazu korisnika koji već poseduju telefon tj imaju pristup većem domaćinstava. IPTV je usluga koja svima uključenim u lanac isporuke donosi zlatan porast prihoda i koja osigurava potencijal za snažan poslovni rast. Tehnološke barijere nisu nesavladive. Ekonomski aspekti uvođenja IPTV rešenja od ključnog su značaja za provajdere. Situacija na tržištu je takva da su kablovski operateri sve više okrenuti ka uvođenju telefonije u svoj postojeći portfolio usluga, s obzirom da već nude video servise i internet.

Danas kada su cene korišćenja širokopojasnog pristupa internet u opadanju i kada su prihodi od telefonskih usluga sve manji, IPTV postaje glavni servis oko koga se vodi borba između telefonskih i kablovskih operatera u cilju očuvanja pozicije na tržištu, uvećanja prosečnog mesečnog prihoda po pretplatniku i očuvanja postojeće baze korisnika.

Uzevši u obzir navedene podatke sasvim je izvesno da IPTV servisu predstoji veoma dinamična budućnost, kako na globalnom, tako i na domaćem tržištu.

9. LITERATURA

- [1] K.R.Rao, Z.Bojković, D.Milovanović, *Wireless multimedia communications*, CRC Press 2008.
- [2] Milan Bjelica i Zoran Petrovic: „Kvalitet servisa u telekomunikacionim mrežama”
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/IPTV>
- [4] <http://studenti.rs/skripte/telekomunikacije/iptv-i-adsl/>
- [5] [http://postel.sf.bg.ac.rs/downloads/simpozijumi/POSTEL2008/RADOVI%20PDF/\(4\)%20%20MULTIMEDIJA%20TEHNOLOGIJE/5 Andreja](http://postel.sf.bg.ac.rs/downloads/simpozijumi/POSTEL2008/RADOVI%20PDF/(4)%20%20MULTIMEDIJA%20TEHNOLOGIJE/5 Andreja)
- [6] http://www.ericsson.com/hr/etk/revija/Br_1_2008/tv_i_ptv.pdf
- [7] FTN Biblioteka
- [8] dr Vojin Šenk, „Tehnologija VoIP sistema“
- [9] http://www.saga.rs/fileadmin/Content/saga.rs/Downloads/Zivko_Bojovic-IPTV.pdf

Kratka biografija:



Dušan Tomić, rođen u Šapcu. Diplomirao je 2015. sa zvanjem Master inženjera računarstva i elektrotehnike

ETHERNET KONTROLER SA PROBLEMATIKOM ELEKTROMAGNETNE KOMPATIBILNOSTI

ETHERNET CONTROLLER WITH ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY PROBLEMS

Strahinja Golić, Miloš Živanov, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisan razvoj Ethernet kontrolera sa 4 digitalna ulaza i 4 digitalna izlaza, od čega su 2 relejna i 2 tranzistorska. Uređaj mora biti elektromagnetno kompatibilan kako bi zadovoljio standarde proizvodnje, pa je obraćena pažnja na problematiku elektromagnetne kompatibilnosti uređaja.

Abstract – This paper describes development of Ethernet controller with 4 digital inputs and 4 digital outputs. Outputs are designed as 2 relay outputs and 2 transistor outputs. Device must be electromagnetic compatible so it can satisfy production standard, therefore special attention is given to problems of device's electromagnetic compatibility.

Ključne reči : Ethernet (Ethernet), Elektromagnetna kompatibilnost, EMC, EMI

1. UVOD

Početak devedesetih godina i pojava globalne mreže (World Wide Web), označava početak komercijalnog korišćenja interneta, koji time postaje dostupan i privatnim korisnicima. Od tada, sa razvojem računarske tehnike, uporedo se razvijao i širio Internet. U nastojanju da se širok spektar uređaja poveže na globalnu mrežu, u cilju olakšavanja životnih obaveza modernog čoveka, nastaje koncept „Internet of Things”. Većina modernih uređaja poseduje u sebi komunikacioni modul koji služi za povezivanje na Internet, međutim, oni koji nemaju ovakav modul mogu se vezivati na Ethernet ili Wi-Fi kontrolere. Jedan ovakav uređaj, projektovan za firmu „ARS Embedded Systems”, upravo je tema ovog rada.

2. ETHERNET

Svrha ovog poglavlja je pružanje teorijskih osnova u telekomunikacione procese u cilju razumevanja načina na koji umreženi uređaji mogu međusobno komunicirati.

2.1. Gradivni elementi interneta

Internet, u opštem smislu, predstavlja kompaktnu celinu međusobno povezanih uređaja, medijuma za prenos signala, protokola komunikacije i sadržaja. Krajnji uređaji, na kojima se izvršavaju mrežne aplikacije, nazivaju se „Host”-ovi.

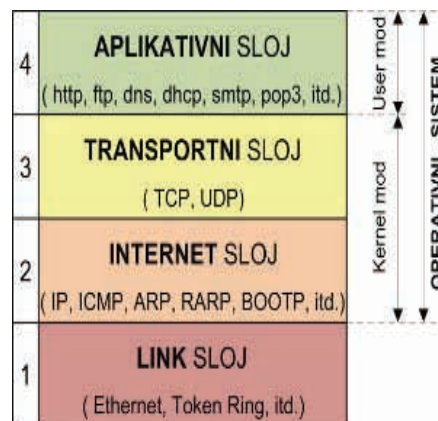
NAPOMENA:

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

Komunikacioni linkovi predstavljaju fizičke medijume kojima se prenosi signal. Elektronski uređaji koji prosleđuju pakete na mreži i biraju njihove putanje, nazivaju se ruteri [1].

2.2 Slojevi komunikacije i njihovi protokoli

Zbog složenosti mreže i činjenice da je sastavljena iz velikog broja različitih celina, ustanovljena je podela mreže na slojeve komunikacije. Najčešće korišćen model, koji je korišćen u ovom projektu, naziva se TCP/IP Stek. Njegova struktura je prikazana na slici 2.1.



Slika 1: Struktura TCP/IP Steka [2]

U određenoj literaturi se ispod sloja linka može naći i fizički sloj koji je zadužen za karakteristike fizičkog prenosa bita kroz medijum.

Aplikativni sloj je sloj koji je najbliži korisnicima, tj. njegove komponente direktno pokreće korisnik. Neki od protokola koje koristi ovaj sloj su: HTTP, FTP, SMTP, DHCP, DNS, TELNET i drugi [2].

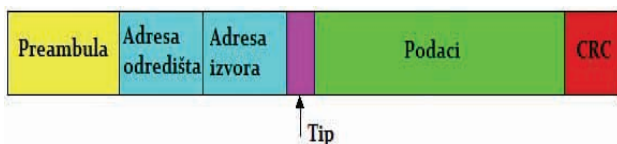
Glavna funkcija transportnog sloja je garantovanje isporuke paketa. Na ovom sloju se nalaze dva protokola: TCP i UDP [2].

Internet sloj je isključivo zadužen za logičko adresiranje podataka. Protokoli ovog sloja su: IP, ICMP, ARP, RARP i drugi [2].

Link sloj opisuje način transportovanja podataka kroz fizičku mrežu. Protokoli ovog sloja su Ethernet, Token Ring, WPA [2]...

2.3 Ethernet protokol

Ethernet se smatra dominantnim protokolom ožičene LAN tehnologije. Predajni adapter upisuje IP datagram (ili datagram nekog drugog protokola) u Ethernet ram. Struktura ovog rama je data na slici 2.2.



Slika 2: *Struktura Ethernet rama*

Preambula sadrži 7 bajtova sadržaja „10101010” i jedan bajt sadržaja „10101011”. Svrha preambule je sinhronizacija taktnih impulsa prijemnika i predajnika.

U podacima se nalazi upisan paket mrežnog protokola (IP datagram). Njegova dužina je ograničena na opseg od 46 do 1500 bajtova. Ako je manji od 46 bajtova, dopunjava se nula karakterima. Ako je veći od 1500 karaktera, vrši se fragmentacija.

Adresa odredišta i Adresa izvora imaju dužinu 6 bajtova. Ako adapter primi ram sa svojom adresom, ili „broadcast” adresom, prosleđuje podatke sadržane u IP datagramu, u suprotnom, odbacuje ram.

Tip je sačinjen od 2 bajta i sadrži informacije o protokolu višeg sloja kome treba isporučiti sadržaj rama.

Polje CRC se sastoji iz 4 bajta u koja se smeštaju podaci za proveru. Provera se vrši na prijemu, ako se detektuje greška, ram se odbacuje [1].

Ethernet protokol vrši razmenu podataka bez prethodne uspostave veze između prijemne i predajne mrežne kartice. Emitovanje se ne najavljuje, a prijemna mrežna kartica ne šalje potvrde predajnoj kartici.

3. ELEKTROMAGNETNA KOMPATIBILNOST

Elektromagnetne smetnje (Electromagnetic Interference, u daljem tekstu EMI) su ozbiljan i rastući problem zagađenja životne sredine. Prostiranje EMI se kontroliše usvajanjem prakse elektromagnetne kompatibilnosti (Electromagnetic Compatibility, u daljem tekstu EMC). Dakle, EMC možemo definisati kao sposobnost uređaja, opreme ili sistema da zadovoljavajuće funkcionišu u elektromagnetnoj sredini bez unosa netolerantnih elektromagnetnih smetnji u bilo šta u toj sredini [3].

3.1. Elektromagnetno polje

Svaki kabel ili vod na štampanoj ploči prenosi određenu komponentu vremenski promenljive struje. Ova struja indukuje kombinacije električnog i magnetnog polja, koje zajedno čine elektromagnetno polje. Ovakvo polje indukuje smetnje u drugim vodovima ili kablovima, koje mogu dovesti do mnogobrojnih poteškoća u radu uređaja. Isto tako, moguće je da polje zrači u okolnu sredinu preko otvora na kućištu ili loših kontakata sa spoljnim kablovima. Sa druge strane, strano elektromagnetno polje može da prodre unutar kućišta i izazove smetnje, ili čak otkaz nekih komponenata [4].

3.2. Zračenje elektromagnetnog polja u okolinu

Ova pojava je najčešći uzrok loših rezultata na testiranjima u EMC laboratorijama. S obzirom na velike brzine rada današnjih uređaja, postaje lako da harmonici taktnog signala indukuju elektromagnetno polje, koje jednostavno može napustiti prostor kućišta uređaja kroz otvore ili loše spojeve kablova sa kućištem. Dakle, zračenje se najčešće javlja usled rada oscilatora, ali i prekidačka napajanja mogu biti uzrok ove pojave.

3.3. Provođenje elektromagnetnih smetnji u okolinu

U većini slučajeva provođenje smetnji se lakše otklanja od zračenja, međutim i dalje je problem i potrebno je otkloniti ga. Najčešće se javlja usled prekidačkih napajanja, koja stvaraju promenljive struje na vodovima. Ove smetnje, u koliko se ne reše, mogu lako dospeti do gradske električne mreže ili drugih komponenata, čime „prljaju” mrežu i utiču na rad, kako sopstvenog uređaja, tako i uređaja iz okoline [3].

3.4. Imunitet od elektromagnetnih zračenja

Pomenuto je kako je danas, usled velikog broja elektronskih uređaja, životna sredina uveliko zagađena elektromagnetnim zračenjima. Ukoliko uređaj ne poseduje adekvatno kućište, ove smetnje na vodovima i komponentama indukuju vremenski promenljive struje koje mogu imati niz posledica od, npr. „pucketanja” u zvučnicima, do pogrešnih očitavanja parametara.

3.5. Imunitet od elektromagnetnih smetnji provedenih iz okoline

U koliko je uređaj kablovima spojen sa drugom opremom ili na napajanje gradske mreže, dešava se da ti kablovi provedu spoljašnje smetnje do uređaja, što može uticati na ispravnost njegovog rada [3].

3.6. Brzi tranzientni impulsi

Ova pojava nastaje usled prekidačkih elemenata i njihovih operacija, kao što su uključivanja ili isključivanja prekidača, okidanja releja ili startovanje motora. Prilikom prekidanja kola, nastaju varnice koje mogu indukovati seriju visokonaponskih impulsa. Ovo uglavnom uzrokuje skokove napona, pa se pojava još naziva i „brzi tranzientni skokovi” (Fast Transient Burst - FTB). Impulsi koji nastaju na ovaj način mogu imati vršne vrednosti i do nekoliko kV. Zaštita od FTB-a se, uglavnom, svodi na ograničavanje napona ovih impulsa.

3.7. Elektrostatičko pražnjenje

Ukoliko se telo naelektriše pozitivnim ili negativnim naelektrisanjima, u blizini drugog tela može doći do proboja dielektrika i pojave varnice koja predaje naelektrisanje drugom telu. Opisana pojava se naziva Elektrostatičko pražnjenje (Electrostatic Discharge - ESD). Ova pražnjenja mogu imati vrednosti i do desetak kV. Ako ESD struje ne mogu biti sprečene, onda treba povesti računa o povratnoj putanji ovih struja. Ukoliko se veze pravilno rutiraju i obezbedi adekvatna povratna putanja struje, ESD ne mora izazvati nikakve smetnje. Međutim, u načelu se nastoji da se ovi naponi ograniče na kritičnim tačkama kola.

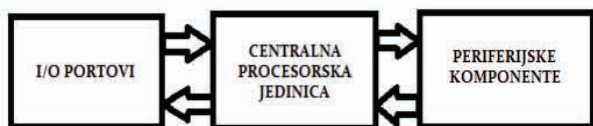
3.8. Udar groma

Ovo je prirodna pojava do koje može uvek doći i zato, prilikom projektovanja, treba obezbediti da uređaj nastavi sa svojim normalnim radom i nakon udara. Naponi se ne razlikuju puno od napona elektrostatičkog pražnjenja, međutim, energije ovih impulsa su značajno veće usled povećane dužine trajanja impulsa.

Mere zaštite su ograničavanje napona i, ukoliko je moguće, struja ovih impulsa. Za to se uglavnom koriste varistori, TVS diode (Transient Voltage Suppressors), tiristori, uz osigurače i razna kola za ograničavanje jačine struje.

4. RAZVOJ HARDVERA UREĐAJA

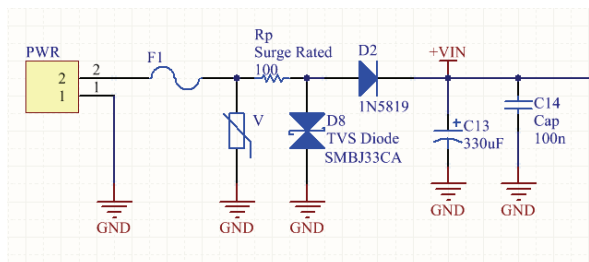
Sam uređaj, Ethernet kontroler, mora biti isprojektovan tako da zadovolji određene standarde, kao i potrebe i želje korisnika. Neophodno je da uređaj bude što manjih dimenzija, jednostavan za rukovanje, energetski efikasan i, pre svega, adekvatan u vršenju operacija potrebnih korisniku. Takođe, potrebno je planirati uređaj tako da bude elektromagnetno kompatibilan, tj. da zadovoljava EMC standarde. Hardver uređaja razvijen je pomoću softverskog paketa „Altium Designer 2014“, u dve etape – razvoj uređaja na šematskom nivou i dizajn štampane pločice. Blok šema kontrolera data je na slici 3.



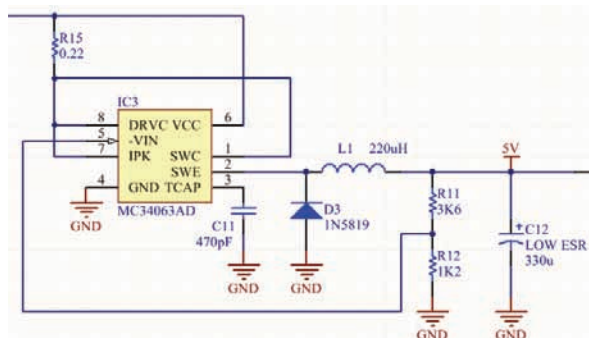
Slika 3: Blok šema uređaja

4.1. Projektovanje šeme uređaja

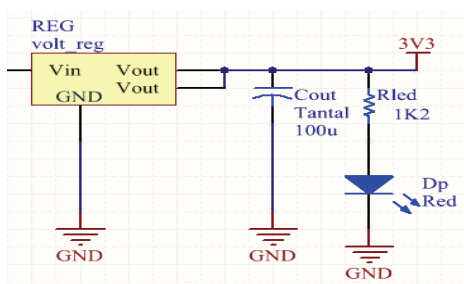
Pošto kolo zahteva dve vrednosti jednosmernog napona, i to 5 V i 3,3 V, rešeno je da se napon sa ulaza prekidačkim kolima konvertuje na 5 V, a kasnije se ovaj napon linearno smanjuje na 3,3 V. Generalno, možemo podeliti šemu napajanja u dve celine: EMC celina (slika 4) i energetska celina, koja se sastoji iz prekidačkog dela (slika 5) i linearnog dela (slika 6).



Slika 4: EMC segment napajanja

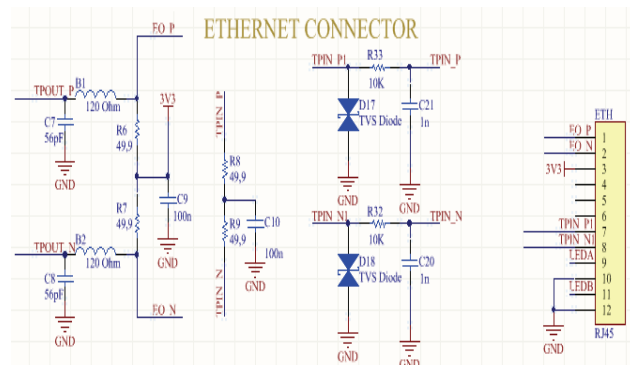


Slika 5: „Buck“ konvertor



Slika 6: Linearno napajanje

Kao mikrokontroler koji upravlja procesima unutar uređaja odabran je PIC 18F67J60 proizvođača „Microchip“. Serija PIC kontrolera 18F-J u sebi poseduje integrisan Ethernet modul koji koristi informacije dobijene od jezgra kontrolera i pakuje ih u Ethernet ram, tako da ne postoji potreba za dodatnim, eksternim modulima, što predstavlja idealno rešenje za potrebe ovog uređaja u pogledu jednostavnosti i dimenzija. Na slici 7 su prikazana kola koja vrše funkcije vezane za EMC pristupnih vodova Ethernet signala.



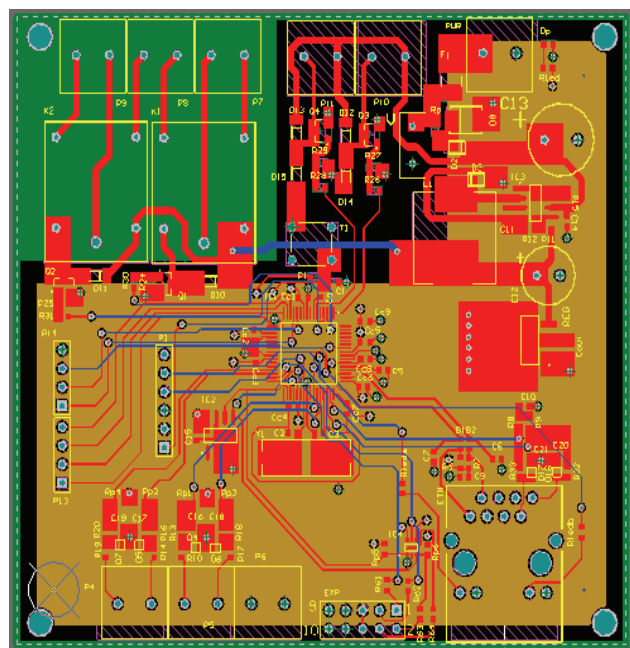
Slika 7: Kolo za EMC Ethernet ulaza

Ovaj Ethernet kontroler poseduje četiri digitalna ulaza i četiri digitalna izlaza, od čega su dva relejna i dva tranzistorska.

Podaci koji trebaju ostati zapamćeni nakon isključivanja uređaja skladište se u eksternu EEPROM memoriju. Koristi se integrisana memorija 24FC1026 proizvođača „Microchip“, koja sa kontrolerom komunicira putem I²C protokola. Na uređaju je bilo potrebno postaviti konektor za proširivanje sa eksternim xBee modulom za udaljena merenja.

4.2. Projektovanje štampane pločice

Način na koji su dizajnirane veze štampane ploče jedan je od kritičnih faktora dobrih EMC odlika uređaja. Štampana ploča ovog uređaja projektovana je u četvoroslojnoj tehnologiji. Izgled svih slojeva u programskom paketu „Altium“ dat je na slici 8.

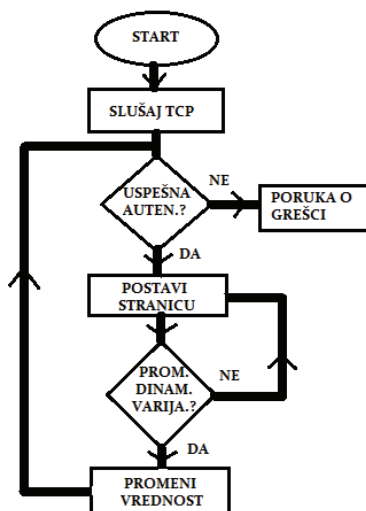


Slika 8: Štampana pločica u programu „Altium“

Slojevi mase i Vcc predstavljaju drugi i treći sloj ploče, na ovaj način eventualne smetnje na napajanju imaju najkraći moguć put od Vcc ka masi i, pri tom, ne prolaze kroz vodove signala. Možemo primetiti da su ivice Vcc sloja uvučene u odnosu na sloj mase. Ovo je praksa nastala definisanjem „20H“ pravila [5].

5. RAZVOJ SOFTVERA UREĐAJA

Za firmver uređaja iskorišćen je TCP/IP stek koji daje proizvođač „Microchip“. Za razvoj veb-stranice kojom korisnik komunicira sa uređajem, korišćen je program „Sublime Text“. Algoritam rada dat je na slici 9.

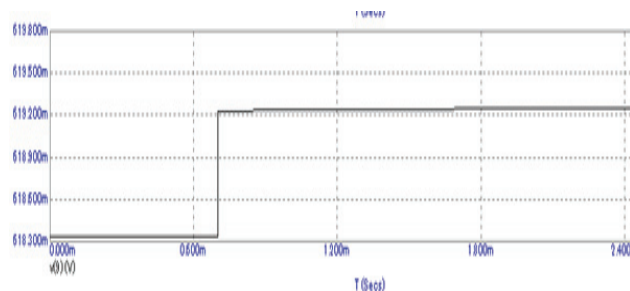


Slika 9: Algoritam rada uređaja

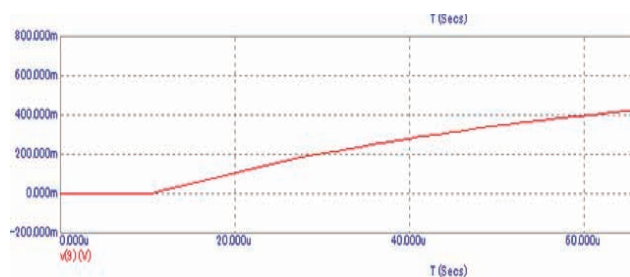
Za programiranje firmvera korišćen je programski jezik C. Za programiranje veb-stranice su korišćeni html, css i javascript.

6. SIMULACIJE U PROGRAMU „MICROCAP“

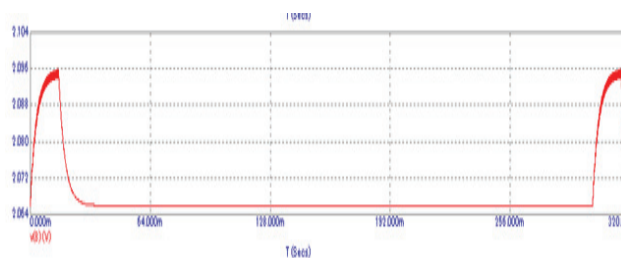
Na slikama 10, 11 i 12 su prikazani rezultati simulacija testiranja napajanja na ESD, udar groma i brze tranzientne impulse, respektivno.



Slika 10: Rezultati simulacije za ESD test



Slika 11: Rezultati simulacije za test udara groma



Slika 12: Rezultati simulacije za test tranzientnih impulsa

Na rezultatima se vidi da ove pojave nisu štetne po uređaj.

7. ZAKLJUČAK

Za vreme razvoja projekta suštinski je obraćena pažnja na problematiku elektromagnetnih smetnji, koje su ozbiljna prepreka u radu uređaja u današnjim uslovima. Nakon simulacija, proračuna i ispitivanja, zaključeno je da se većina štetnih efekata može predvideti i adekvatno rešeti određenim kolima za zaštitu, koristeći standardne komponente. Pojave koje se dovode u vezu sa zračenjem elektromagnetnog polja je teško simulirati zbog prevelikog broja promenljivih koje utiču na ponašanje uređaja i prostiranje elektromagnetnog polja kroz sredinu, tako da je nemoguće doneti zaključak o radu uređaja unutar standarda propisanih za ove pojave bez konkretnog testa u laboratorijskim uslovima.

Na osnovu dostupnih podataka, autori rada smatraju isti uspešnim, a rezultate rada zadovoljavajućim.

Koncept „Internet of Things“ pruža velike mogućnosti daljeg razvoja ovog uređaja i predviđa se da će se u budućnosti ovaj koncept uveliko širiti na sve tehnološke aspekte. Sledeći korak u razvoju ovog uređaja je dodavanje eksternog modula za Wi-Fi komunikaciju, kako bi se omogućila bežična konekcija na Internet.

8. LITERATURA

- [1] dr Dragana Bajić, “Računarske komunikacije, skripte sa predavanja”, *Fakultet Tehničkih Nauka*, Novi Sad.
- [2] Predrag Matorkić, “TCP/IP model”, *Elearning* [Online]. Available: <http://www.link-elearning.com/site/kursevi/lekcija/5718>
- [3] Tim Williams, “EMC for Product Designers”, *Newnes*, Oxford 2001.
- [4] Patrick G. Andre, Kenneth Wyatt, “EMI Troubleshooting Cookbook for Product Designers”, *Scitech*, Croydon 2014.
- [5] Wei Chen, Qiuyuan Huang, Peng Zhou, Bin Wang, “A Study of the Confirming Method on 20H Rule in High Speed PCB Design”, *Wuhan University of Technology*, Wuhan 2007.

Kratka biografija:



Strahinja Golić rođen je u Novom Sadu 1990. godine. Zvanje diplomirani inženjer elektrotehnike i računarstva stiče na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu, na smeru za mikroročunarsku elektroniku 2013. godine.

MOBILNA APLIKACIJA ZA POMOĆ OSOBAMA SA POSEBNIM POTREBAMA ZA UPOTREBU GRADSKOG PREVOZA**MOBILE APPLICATION FOR HELPING PEOPLE WITH DISABILITIES TO USE PUBLIC TRANSPORT**

Marija Golubović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Aplikacija za cilj ima pomoć prilikom korišćenja gradskog prevoza osobama sa oštećenim vidom. Za potrebe lociranja korisnika i rad sa mapama, korišćen je lokacijsko – baziran servis, kao i komponente Google API servisa (Google Maps API, Directions API, Geocoder). U aplikaciji je stavljen naglasak na zvučne efekte, koji su realizovani pomoću TextToSpeech rešenja, kao i servisa za prepoznavanje govora upotrebom SpeechRecognizer-a. Dodatna funkcionalnost aplikacije predstavlja i kamera, specijalno dizajnirana za prepoznavanje i očitavanje brojeva autobuskih linija.

Abstract – The goal of application is to help people with visual impairments when use public transport. For the purpose of locating users and work with maps, has been used the location - based service and components of Google API service (Google Maps API, Directions API, Geocoder). The emphasis in the application is put on sound effects, which are implemented using TextToSpeech solutions and services for speech recognition using a SpeechRecognizer. Additional functionality of the application is a camera, specially designed for the detection and the reading of numbers of bus lines.

Cljučne reči: Android, LBS, Zvuk, GPS, Google Map-e, Directions API

1. UVOD

Prema podacima iz 2013. godine najveći procenat pametnih telefona (51,2%) koristi Android OS [1]. U Srbiji postoji oko 12.000 slepih i slabovidnih osoba [2], kojima je, zbog komplikovanog grafičko korisničkog interfejsa, korišćenje mobilnih uređaja otežano. Aplikacija, koja je tema ovog rada, bavi se problemima sa kojima se susreće ova ciljna grupa korisnika prilikom upotrebe gradskog prevoza i snalaženje na ulici.

2. LOKACIJSKO – BAZIRANI SERVIS

Lokacijsko bazirani servis (u daljem tekstu LBS) je informacioni servis namenjen mobilnim uređajima, koji uz pomoć mobilne mreže vrši pozicioniranje samog uređaja. LBS servis čine četiri ključne komponente. *Mobilni uređaj*, predstavlja elektronski uređaj koji ima sposobnost konektovanja na mobilnu mrežu, pomoću SIM kartice, transfera podataka, kao i posedovanja GPS prijemnika.

NAPOMENA:

Ovaj rad proisietako je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red. prof.

Provajder je entitet koji kreira ili poseduje medij koji se može primeniti na mobilnom uređaju, direktno ili preko posrednika. LBS provajder nije zadužen za skladištenje i održavanje celokupnog sadržaja podataka kojima korisnici pristupaju preko mobilnih uređaja, već se podaci mapiraju pomoću sloja mapa (*map layer*). *Komunikaciona mreža* je komponenta koju programer LBS-a ne može kontrolisati, ali ima značajnu ulogu prilikom upravljanja saobraćajem podataka (npr. prilikom povećanja brzine prenosa ili minimiziranja kašnjenja).

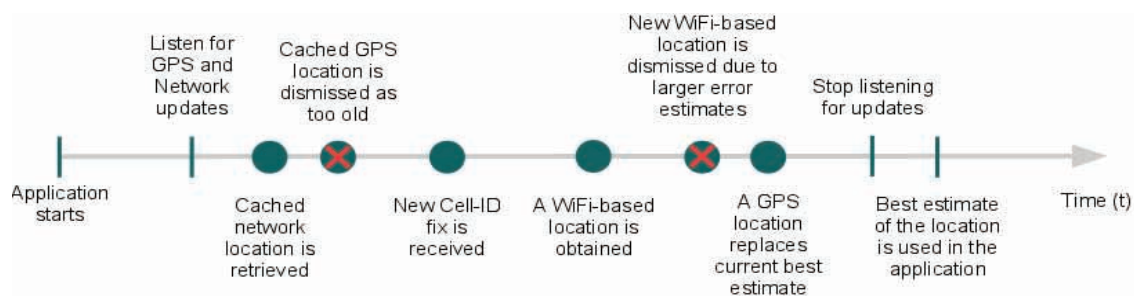
Tehnologija pozicioniranja – pozicioniranje uređaja i sposobnost otkrivanja njegove lokacije je najznačajniji element LBS-a. Iako je ova komponenta ugrađena i zavisi od samog uređaja, ostaje mogućnost izbora između ključnih metodologija: triangulacije, ID telefona, satelitske navigacije WPS sistema.

2.1. Pozicioniranje uređaja

Tehnologija pozicioniranja uređaja predstavlja sposobnost uređaja da otkrije svoju geopoziciju u bilo kom trenutku. Ova tehnologija predstavlja kombinaciju hardverskih (GPS čip) i softverskih (kôd za čitanje lokacije) elemenata.

GPS koristi konstelaciju trideset i jednog zemljinog satelita. On otkriva poziciju uređaja na osnovu različitih kalkulacija vremenskih signala, koje prima sa različitih satelita. Sateliti se nalaze na programiranoj visini i deluju kao referentne tačke na nebu. GPS navigacija koristi matematičku tehniku triangulacije i na osnovu nje otkriva korisnikovu poziciju, brzinu i visinu. GPS prijemnik konstantno prima i analizira radio signale i izračunava precizno rastojanje (opseg) svakog satelita koji prati. Rastojanje se izračunava matematički, uzimajući u obzir kako brzinu satelita koji se kreće u svojoj orbiti, tako i vreme potrebno za detektovanje na Zemlji. Podaci dobijeni sa jednog satelita sužavaju prostor koji se uzima u razmatranje za pozicioniranje mobilnog uređaja. Podaci dobijeni sa drugog satelita sužavaju poziciju na region preseka dve sfere. Podaci primljeni sa trećeg satelita obezbeđuju relativno precizno pozicioniranje. Podaci sa četvrtog (ili više) satelita poboljšavaju preciznost i mogućnost otkrivanja tačne nadmorske visine (u slučaju vazduhopolovstva). GPS prijemnici, za rutinske operacije, prate simultano četiri do sedam satelita.

Java klase koje se koriste u radu sa podacima o lokaciji, nalaze se u paketu *android.location*. Neophodne klase za otkrivanje lokacije uređaja su *LocationManager*, *LocationProvider*, *Criteria*, *Location* i interfejs *LocationListener*.



Slika 1: Tehnika otkrivanja pozicije GPS uređaja

Najefikasniji scenario za određivanje trenutne lokacije (prikazan na slici 1):

- Započeti osluškivanje lokacije sa provajderom niskog nivoa tačnosti. Tačnost će se poboljšati kada lokacija primi informacije od mrežnog provajdera. Kada lokacija primi informacije od novog provajdera, vrši se poređenje sa postojećim, i ukoliko se ispostavi da novi pruža preciznije podatke, preuzima ih i koristi. Na rezultate GPS provajdera treba sačekati dok on ne pronađe dovoljan broj satelita. Za to vreme će mrežni WiFi provajder poslati nekoliko različitih rezultata i pomoću algoritma filtriranja sačuvati najbolji. Međutim, ukoliko je korisnik u pokretu, otkrivanje preciznih rezultata je otežano. Najbolji rezultati se dobijaju ukoliko je interval zahteva za ažuriranje lokacije manji.
- Nakon primanja informacija sa dovoljno velikom preciznošću, može se prekinuti osluškivanje lokacije, ukoliko dalje praćenje uređaja nije potrebno [3].

2.2. Geokodiranje

Geokodiranje predstavlja konvertovanje adrese ili nekog drugog opisa lokacije u koordinate geografske širine i dužine. Ukoliko je adresa ispravno uneta, geokoder će vratiti najbolju vrednost, ali ukoliko adresa nije precizna, vratiće nekoliko rezultata, tako da najverovatnija bude na prvom mestu. Geokodiranje predstavlja osnovu svakog lokacijsko baziranog servisa. On se može koristiti lokalno, na serverskoj ili klijentskoj strani, ali i kao podrška drugim mapiranim API-jima.

2.3. ProximityAlert

LBS pruža mogućnost kreiranja blizine upozorenja. *Proximity Alert* je upozorenje koje se generiše kada se korisnik nađe u blizini interesne tačke. Kako bi se implementirala funkcionalnost *ProximityAlert-a*, neophodno je definisati geografsku širinu i dužinu interesne tačke, kao i radijus unutar koga će obaveštenje biti aktivirano, a opcionalno i mogućnost definisanja vremena isteka obaveštenja [4].

2.4. Google Maps API

Google API je skup JavaScript API-ja razvijenih od strane kompanije Google, koji omogućavaju interakciju sa Google servisima, kao i integraciju multimedije, pretrage i Internet sadržaja u aplikaciji. Glavna karakteristika Google Maps API-ja je u mogućnosti prilagođavanja podataka i funkcionalnosti Google Map-a i same aplikacije koja će ih koristiti. Sam API sadrži niz

JavaScript fajlova sa klasama i metodama kojima se određuje ponašanje mape i njenih komponenti u aplikaciji. U ovom projektu korišćen je servis Google Maps Android V2.

Prikazivanje mape obezbeđuje klasa `com.google.android.gms.maps.MapFragment`, dok se za prikaz komponenti mape koristi klasa `MapView`.

2.5. Directions API

Directions servis omogućava generisanje optimalne rute između dve (ili više) lokacija. Nakon izračunavanja dostupnih putanja u datom trenutku, servis vraća najbolju rutu.

Mogućnosti *Directions* servisa:

- dobijanje detaljne putanje kretanja od mesta A do mesta B,
- optimizacija rute za višestruke lokacije, i
- izračunavanje udaljenosti i vremenskog perioda za svaki potreban manevar (skretanje) do određene tačke

Directions servis se prosleđuje u vidu HTTP zahteva. Parametri koje zahtev mora posedovati su:

- Početna i određena tačka – u obliku stringa (npr. Cvijsceva120BelgradeSerbia) ili koordinata geografske širine i dužine (npr. 44.817269, 20.475994).
- Format u kome će rezultat biti prikazan (JSON ili xml).
- Senzor parametar određuje da li aplikacija koristi senzor za određivanje lokacije uređaja (vrednosti mogu biti *true* ili *false*).
- API ključ – za identifikovanje aplikacije.

Na rezultat putanje kretanja utiče i način putovanja. Trenutni dostupni režimi su: automobilom, biciklom, gradskim prevozom i pešice. Podrazumevani način je automobilom, a ostali su dostupni samo u određenim delovima sveta (u Srbiji se pored podrazumevanog može koristiti i režim pešice, koji se trenutno nalazi u beta fazi).

3. UPOTREBA ZVUKA

Upotreba govora na Android uređajima moguća je uz pomoć otvorenog koda Google API-ja, koji omogućava:

- prepoznavanje govora (*Speech recognizer*, SR),
- sintezu govora i teksta (*Text-To-Speech*, TTS), i
- glasovnu pretragu (*Voice Search*).

3.1. SpeechRecognizer

SR je proces koji izgovorene reči pretvara u tekst. Tehnologija prepoznavanja teksta obuhvata dve glavne faze:

Obrada signala – ova faza obuhvata „hvatanje“ izgovorenih reči i korišćenje analogno – digitalnog konvertora (ADC), koji ih prevodi u digitalne podatke koje računar može procesuirati.

ADC obrađuje digitalne podatke kako bi uklonio šumove i eho i na taj način izvukao svojstva koja su relevantna za prepoznavanje govora.

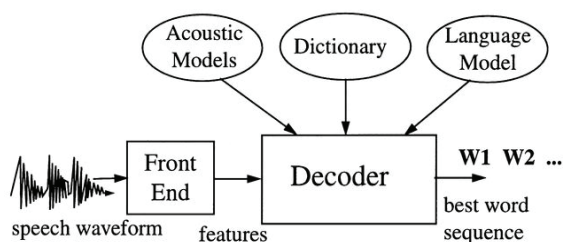
1. Prepoznavanje govora – signal je podeljen po segmentima koji odgovaraju fonemama jezika koje treba da budu prepoznate. Fonema je najmanja jedinica govora, ekvivalentna slovu alfabetu.

Najuspešniji pristup prepoznavanja teksta je niz nagađanja (ili hipoteza) fonema koje bi korisnik mogao da izgovori, rangiranih prema obračunatoj verovatnoći. Najčešće korišćene metode za određivanje verovatnoće prilikom kreiranja statističkog modela su skriveni Markov model, neuronske mreže ili hibridni procesi (koriste kombinaciju ova dva pristupa).

Modeli prolaze kroz proces obuke (*training*) koristeći velike količine podataka (stotine hiljada sati audio materijala).

Rezultat treniranja je akustični model (*acoustic model* - AM) koji predstavlja različite načine na koje se mogu izreći reči jednog jezika. S obzirom da on nije dovoljan za visoke performanse prepoznavanja govora, dodatni deo sistema predstavlja još jedan statistički model – model jezika (*language model* - LM).

LM sadrži saznanje o dozvoljenim sekvencama reči i koji je skup reči verovatniji u datoj sekvenci. Na slici broj 2 prikazan je postupak konvertovanja zvuka u tekst.



Slika 2: Postupak konvertovanja zvuka u tekst

Kao izlaz (*output*) prepoznavanja govora dobija se lista rezultata, dobijena primenom algoritma *N-best list*, koja prepoznate foneme rangira po stepenu poverenja. Step poverenja se iskazuje u intervalu od 0.0 do 1.0, gde vrednosti približne 1.0 predstavljaju visoki stepen, dok one približne 0.0 ukazuju na nizak stepen poverenja.

3.2. Text-To-Speech

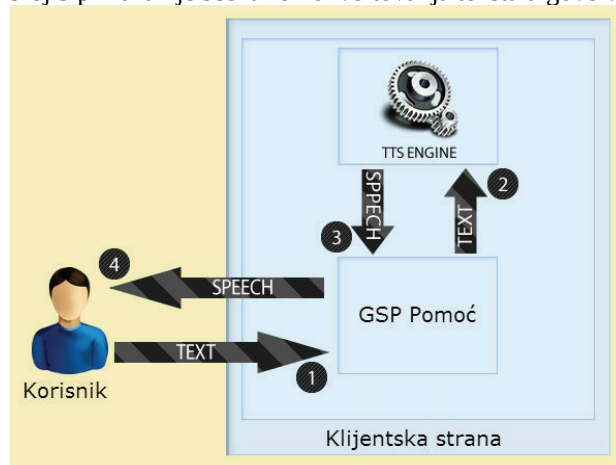
TTS je tehnologija koja omogućava da se tekst konvertuje u govor. TTS se često koristi za čitanje tekstova sa ekrana osobama sa oštećenim vidom, za korisnike sa poteškoćama u govoru, kao i u mnogim drugim slučajevima (glasovna navigacija tokom vožnje, itd).

Postoje dve faze u TTS sistemu:

1. analiza teksta – tekst se analizira i priprema za izgovaranje, i
2. generisanje talasa – analizirani tekst se pretvara u govor.

Priprema i analiza teksta predstavlja komplikovani proces, jer se u toj fazi određuje na koji će način tekst biti „pročitao“. Rešavanje problema podrazumeva složenu analizu strukture reči.

Kod generisanja talasa koristi se konkatentativna sinteza govora (*concatenative speech synthesis*), u kojoj se prethodno snimljene jedinice govora čuvaju u bazi podataka, selektuju i spajaju u toku generisanja govora. Kako bi izlaz bio što bliži čovekovom izgovoru mogu se podešavati atributi jačine glasa, tempa i ritma. Na slici broj 3 prikazan je scenario konvertovanja teksta u govor.



Slika 3: Scenario konvertovanja teksta u govor

4. SPECIFIKACIJA I ANALIZA ZAHTEVA

Prilikom rađanja ideje za razvoj aplikacije koja može pomoći osobama sa posebnim potrebama, u ovom slučaju sa oslabljenim vidom, bilo je bitno uzeti u obzir poteškoće sa kojima se susreću tokom upotrebe gradskog prevoza. Na osnovu sprovedenog istraživanja dobijeni rezultati pokazali su da ovoj ciljnoj grupi korisnika najveći problem predstavlja grafičko korisnički interfejs i interakcija sa njim.

Cilj GSP Pomoć aplikacije jeste da interakcija sa korisnikom bude, u najvećoj meri, putem zvuka, a da se čitanje sa displeja svede na minimum.

4.1. Funkcionalni zahtevi

Zahtevi koji su proistekli iz ovog istraživanja podeljeni su u dve klase: obavezni i opcioni.

Obavezni zahtevi:

1. Prilikom pokretanja aplikacije od korisnika će se zahtevati da klikne na ekran (slika 4 prikazuje izgled ekrana prilikom pokretanja aplikacije) i nakon zvučnog signala, glasovnim unosom, definiše željenu adresu odredišta.
2. Aplikacija će obavestiti korisnika ukoliko glasovni unos nije jasan (zbog prevelike buke ili nepostojanja unete lokacije) da ponovi operaciju unosa.
3. Aplikacija će „ponoviti“ svoju interpretaciju korisničkog unosa. U slučaju da je aplikacija ponovila adresu koju korisnik ne želi za odredište, on će se akcijom „Nazad“ (engl. *Back*) vratiti na početnu stranicu i ponovo izvršiti unos.

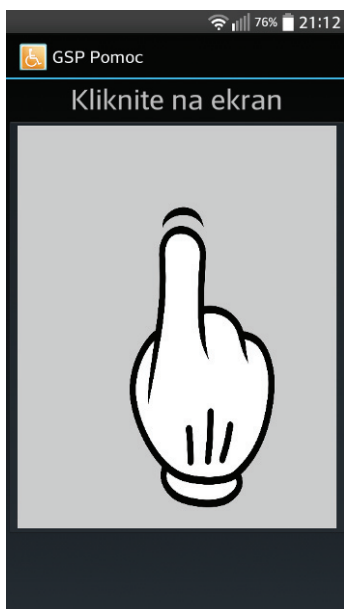
Opcioni zahtevi:

1. Aplikacija omogućava ponavljanje zvuka, klikom na dugme „Pusti ponovo“, kako bi korisniku omogućila preslušavanje instrukcije u bilo kom trenutku.
2. Korisnik može kliknuti na dugme „Prikaz rute na mapi“ i na taj način videti svoju trenutnu, početnu i krajnju lokaciju, kao i iscrtanu putanju, po kojoj se treba kretati (prikazano na slici 6).

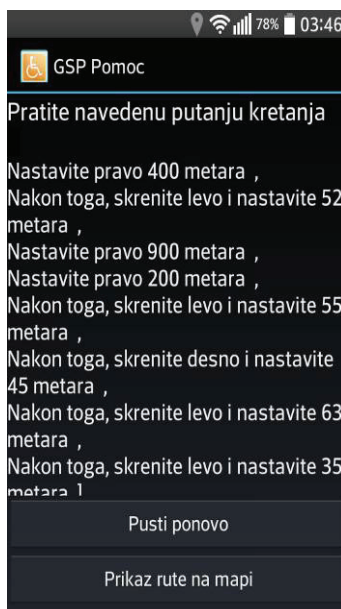
- Geografska mapa će imati dugme za centriranje mape na trenutnu korisnikovu lokaciju, i opcioni par zum dugmadi.
- Klikom na početnu stanicu na geografskoj mapi, korisnik će dobiti informaciju o brojevima autobusa koje može koristiti kako bi stigao na željeno odredište.
- Pošto korisnik dođe na autobusku stanicu, moći će korišćenjem kamere mobilnog uređaja da dobije informaciju o tome koji je autobus pristigao na stanicu. Kako bi ostvario ovaj zahtev, korisnik bi trebalo da pritisne bočno dugme telefona i postavljanjem telefona u pravcu autobusa „očita“ broj, pomoću specijalno dizajnirane kamere, koji će mu biti i zvučno predstavljen.
- Aplikacija će koristiti *eSpeak engine* u funkciji TTS servisa.
- Aplikacija će vršiti ažuriranje lokacije uređaja u intervalima od 15 sekundi i na taj način pratiti svaki korak korisnika.
- Aplikacija će obavestiti korisnika o putanji kretanja koju treba da sledi, a koja će biti iskazana zvučno (na srpskom jeziku) i u tekstualnom obliku, na ekranu (prikazano na slici 5).
- Pošto se korisnik približi mestu na kome treba da izvrši manevar (npr. da skrene), aplikacija će obavestiti korisnika o tome vibracijom i zvučnim upozorenjem (na srpskom jeziku), a na ekranu će se pojaviti upozorenje sa tekstualnim uputstvom.
- U trenutku kada korisnik stigne na autobusku stanicu, dobiće informaciju o autobuskoj linij (ili linijama) koje će ga odvesti do željene lokacije.

4.2. Nefunkcionalni zahtevi

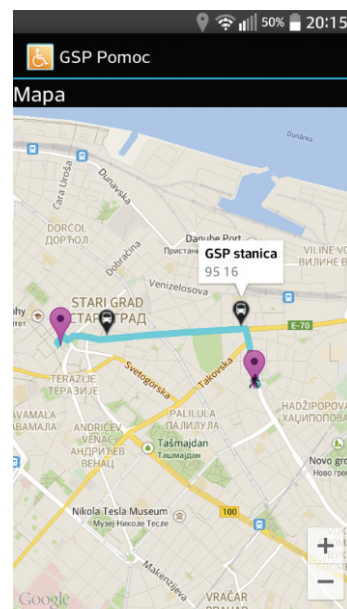
- Aplikacija će koristiti *JSON* format *HTTP* odgovora *Google* API servisa i na taj način smanjiti broj prenetih bajtova informacije.



Sl.4: Ekran pri pokretanju aplikacije



Sl.5: Ekran sa tekstualnim uputstvom



Sl.6: Mapa sa obeleživačima

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazane su osnovne komponente, korišćene prilikom implementacije Android aplikacije, namenjene osobama sa oštećenim vidom. Rešenje ima za cilj minimalnu interakciju sa korisnikom. Samim tim, aplikacija je dizajnirana tako da ne sadrži dodatne menije, podešavanja i komplikovane navigacije.

Korisniku se pružaju kratka i jasna uputstva, počev od pokretanja aplikacije do trenutka kada stigne na željenu lokaciju.

Dalje unapređenje aplikacije poželjno je bazirati na realizaciji glasovnih i tekstualnih uputstava na drugim jezicima (npr. engleskom, nemačkom, francuskom).

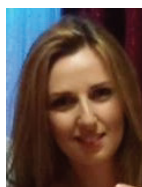
6. LITERATURA

- <http://techland.time.com/2013/04/16/ios-vs-android/>,
- <http://www.belistap.org/main/donacija.html/>,

[3] Richard Ferraro, Murat Aktihanoglu, *Location - Aware Application*, 2011, pp 3-67

[4] Greg Milette, Adam Stroud, *Professional Android Sensor Programming*, 2012, pp 45-65

Kratka biografija:



Marija Golubović rođena je u Zaječaru 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranila je 2015.god.

IMPLEMENTACIJA POSTUPKA BIDIREKCIONE TRANSFORMACIJE IZABRANOG DIJELA CIM MODELA U RELACIONU BAZU PODATAKA**AN IMPLEMENTATION OF THE BIDIRECTIONAL TRANSFORMATION PROCESS FOR A SELECTED PART OF THE CIM MODEL INTO A RELATIONAL DATABASE**

Nataša Lazarević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada razmatrani su mogući načini za razvoj softverske komponente koja će vršiti preslikavanje između poslovnog i skladišnog sloja elektroenergetskog softvera. Analizirana je primjenljivost postojećih ORM okvira, kao i tehnika zaduženih za transformacije između modela. Uslijed neprimjenljivosti postojećih tehnika, razvijena je nova softverska komponenta koja će vršiti bidirekcionu transformaciju između softverskih objekata elektroenergetskog sistema i struktura relacije baze podataka.

Abstract – In this paper we discuss possible ways to develop a software component to perform mapping between the business and the storage layer of the power system software. Also it was analyzed the applicability of existing ORM frameworks and techniques responsible for the transformation between models. Because of absence of a proper technique, it has been developed a new software component that provide bidirectional transformation between software objects of the power system and the structure of a relational database.

Ključne reči: Elektroenergetski sistem, CIM model, ResourceDescription objekat

1. UVOD

Većina modernih aplikacija koristi objektno-orijentisane tehnologije, zasnovane na upotrebi programskih jezika C# ili Java, za razvoj softvera, a relacije baze podataka za smještanje podataka. U takvim slučajevima kao poteškoće javljaju se neslaganja između reprezentacija objekata sa jedne strane i struktura relacije baze podataka sa druge strane. Da bi se pomenuta neslaganja prevazišla, potrebno je definisati način preslikavanja između softverskih objekata i relacije baze podataka.

Cilj ovog rada je da se razvije programska komponenta koja će predstavljati sloj zadužen za preslikavanje softverskih objekata, koji reprezentuju realne objekte posmatranog elektroenergetskog sistema, na strukturu u relacionoj bazi podataka. Ovakva komponenta već postoji i funkcionalna je u okviru konkretnog elektroenergetskog softvera, ali tokom njenog rada otkriveni su propusti i uočene mogućnosti za dalje unapređivanje. Jedan od nedostataka postojećeg rješenja je svođenje svih operacija na operaciju upisa u bazu podataka. Drugi nedostatak se ogleda u nepostojanju generičkih upita, koji bi mogli da preuzmu postojeće podatke o objektima elektroenergetskog sistema koji su uskladišteni u njegovoj

bazi podataka. U okviru trenutnog rješenja, postoje predefinisani izvještaji koji dobavljaju određen skup podataka i kao takvi nisu primjenljivi za dobavljanje podataka o nekim drugim objektima sistema.

Implementaciji programskog rješenja prethodilo je proučavanje objektnog modela elektroenergetskog sistema. Tu je objašnjen pojam CIM modela, kao generičkog modela koji predstavlja osnovu za objektni model elektroenergetskog sistema. Kada se govori o razmjeni podataka između elektroenergetskog softvera i odgovarajuće baze podataka, uvodi se pojam generičkog ResourceDescription (RD) objekta. Naime, RD objekat može da sadrži podatke o bilo kojem objektu elektroenergetskog sistema. Kao takvog, potrebno ga je i memorisati u bazi podataka. Glavni cilj implementiranog programskog rješenja je omogućiti bidirekcionu transformaciju RD objekta u strukturu relacije baze podataka.

Očekivani rezultat ovog rada je da razvijeno programsko rješenje omogući, pored trenutno postojeće operacije upisa u bazu podataka, operacije modifikacije i brisanja podataka. Takođe, unapređenje se očekuje i u procesu dobavljanja podatka iz baze. Razvijeno programsko rješenje treba da obezbijedi generičke metode za slanje upita ka serveru baze podataka, te da se na taj način, u skladu sa proslijedenim parametrima, mogu preuzeti podaci o bilo kojim objektima elektroenergetskog sistema koji su uskladišteni u toj bazi podataka. Kao dodatno poboljšanje, potrebno je razmotriti mogućnost čuvanja mapiranja potrebnih za transformacije u okviru strukture koja će omogućiti lakše ažuriranje i pretraživanje tih mapiranja.

Ovaj rad pored uvoda i zaključka sadrži još tri poglavlja. Drugo poglavlje, pod nazivom "Objektni model podataka elektroenergetskog sistema", sadrži opis objektnog modela jednog elektroenergetskog sistema. U okviru trećeg poglavlja, pod nazivom "Analiza primjenljivosti postojećih rješenja", razmatrana je mogućnost primjene nekog od postojećih rješenja za rješavanje problema ovog rada. Četvrto poglavlje, pod nazivom "Opis programskog rješenja", sadrži opis implementacije programskog rješenja koje je nastalo kao rezultat ovog rada.

2. OBJEKTNI MODEL PODATAKA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA

Za potrebe posmatranog elektroenergetskog sistema, razvijen je objektni model koji se zasniva na CIM modelu. Common Information Model (CIM) [1], u okviru serije standarda IEC 61970, predstavljen je kao univerzalni model u sklopu kojeg postoji većina objekata potrebnih za modelovanje elektrodistributivne mreže.

NAPOMENA:

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

Zbog obimnosti *CIM* modela, predložene specifikacije klasa objekata u *UML* formatu grupisane su u više logičkih paketa, od kojih svaki predstavlja određeni aspekt sistema. Da bi se izvršilo modelovanje realnog sistema, *CIM* može da služi kao osnova, a proširenja su neophodna. Proširenja se odnose na specifičnosti ciljnog modela.

Kada su podaci o nekom elektroenergetskom sistemu zasnovani na *CIM* modelu, za upis i čitanje podataka iz baze podataka koristi se *Generic Data Access (GDA)* [2]. To je servis koji aplikacijama, razvijenim od strane različitih proizvođača, obezbjeđuje pristup podacima baziranim na *CIM* modelu. Koristeći *GDA*, omogućava se pristup podacima bez ikakvog znanja o logičkoj šemi koja se koristi za unutrašnje skladištenje.

Glavni cilj *GDA* je da se bilo koja klasa sa pripadajućim atributima prikaže u formi resursa, pridržavajući se određenih pravila. *GDA* formuliše upite i odgovore u vidu resursa, atributa i njihovih vrijednosti. Shodno tome, definišu se osnovni koncepti *GDA*, koji su prikazani u okviru tabele 2.1.

Tabela 2.1 Osnovni koncepti *GDA*

Pojam	Opis
Resurs (eng. <i>Resource</i>)	objekat koji posjeduje jedinstveni identifikator
Atribut (eng. <i>Property</i>)	predstavlja neku osobinu resursa
Vrijednost atributa (eng. <i>PropertyValue</i>)	predstavlja vrijednost atributa i određena je pomoću dva polja - jedinstvenog identifikatora atributa i vrijednosti koja tom atributu odgovara
Asocijacija	označava vezu između dva resursa
Opis resursa (eng. <i>ResourceDescription</i>)	opisuje objekat. Sadrži vrijednosti za sve ili samo za odabrane attribute nekog resursa. Identifikator <i>ResourceDescription</i> -a je identifikator objekta koji se opisuje

ResourceDescription objekat je od ključnog značaja za zadatak ovog rada, jer se on koristi za prenos podataka između sistema i baze podataka. Za identifikatore resursa i atributa koji mogu da se pojave u *ResourceDescription* objektu potrebno je definisati pravila mapiranja sa bazom podataka. Nakon definisanih mapiranja, za izabrani dio *CIM* modela, potrebno je definisati i način bidirekciono transformacije *ResourceDescription* objekta u relacionu bazu podataka, koristeći ta mapiranja.

3. ANALIZA PRIMJENLJIVOSTI POSTOJEĆIH RJEŠENJA

U sklopu analize mogućnosti primjene neke od postojećih tehnika za rješavanje problema, proučeni su programski moduli koji implementiraju objektno-relaciono preslikavanje (ORM). Ti programski moduli poznati su pod nazivom ORM okviri. S obzirom da je posmatrani sistem zasnovan na *Microsoft* tehnologijama, proučavani su ORM okviri koji su primjenljivi isključivo na .NET platformi.

Detaljnije analizirani ORM okviri su *NHibernate* i *Entity Framework*. U sklopu analize proučavani su načini konfigurisanja preslikavanja na koje se svaki od njih oslanja. Uziman je u obzir napor koji je potrebno uložiti da se postojeća komponenta, koja je zadužena za

transformaciju RD objekta u strukturu relacione baze podataka, izmjeni tako da može da koristi neki od ovih ORM okvira. Na kraju, kao najvažnije, ispitana je primjenljivost svakog od njih na slučaj kada se za slanje podataka u bazu koristi generička struktura kao što je RD objekat.

Zaključak analize je da postojeći ORM okviri nisu pogodni za korišćenje u konkretnom zadatku. Razlog je isti kod svih – omogućavaju samo preslikavanje softverskih objekata elektroenergetskog sistema direktno na strukturu relacione baze podataka. Za rješavanje ovog zadatka to nije dovoljno. Elektroenergetski sistem podrazumijeva postojanje dodatne strukture koja učestvuje u razmjeni podataka. Kod ove vrste sistema, softverski objekat se ne šalje direktno u bazu podataka. Njegov sadržaj se prvo prepakuje u sadržaj *ResourceDescription* objekta, pa se tek onda *ResourceDescription* šalje serveru baze podataka za skladištenje. To znači da nije potrebno definisati preslikavanja za objekte, nego za atribut *ResourceDescription* objekta koji nosi informaciju o pripadnosti određenoj klasi objekata.

Nakon sprovedene analize ORM okvira, analizirane su tehnike transformacije modela koje omogućavaju preslikavanje izvornog u odredišni model, koristeći definicije njihovih metamodela.

U okviru razvoja softvera, već neko vrijeme pominje se pojam *softverskog inženjstva baziranog na modelima* (eng. *Model-Driven Software Engineering - MDSE*). Suština *MDSE*-a je da se prvenstveno definišu meta-modeli i naprave specifikacije transformacija na nivou dva meta-modela. Zatim se, u skladu sa definisanim meta-modelima, kreiraju konkretni modeli, kao instance tih meta-modela. Nakon toga se kreirani modeli, primjenom definisane specifikacije transformacije, transformišu u modele drugog meta-modela.

Posmatrajući namjenu, ove tehnike su se pokazale kao primjenljive za rješavanje zadatka ovog rada. Međutim problem se javlja u nepostojanju adekvatnog alata za .NET aplikacije.

Uzimajući u obzir neprimjenljivost postojećih tehnika, implementacija sopstvenog objektno-relacionog mapera se nametnula kao najpogodnije rješenje.

4. OPIS PROGRAMSKOG RJEŠENJA

Implementaciji transformacije između *ResourceDescription* objekta i baze podataka prethodilo je analiziranje obje strukture u cilju definisanja potrebnih mapiranja između njih.

Za čuvanje definisanih mapiranja izabrana je relaciona baza podataka, kao način za trajno i sigurno čuvanje podataka. Međutim, imajući u vidu da elektroenergetski sistem funkcioniše u realnom vremenu, te da će se smještanje i preuzimanje sadržaja iz baze podataka obavljati veoma često, bilo je potrebno naći način da se izbjegne problem sa lošim performansama pri pristupanju bazi podataka prilikom čitanja potrebnih mapiranja. Iz tog razloga, prilikom pokretanja aplikacije, sadržaj tabela za mapiranje se smješta u memorijski keš i na taj način se izbjegava višestruko pristupanje bazi podataka, jer se podaci o mapiranju čitaju iz keša.

Da bi se započelo transformisanje, potrebno je znati u koju od tabela postojeće baze podataka je potrebno smjestiti podatke koje sadrži *ResourceDescription*

objekat. Za te potrebe kreirana je tabela *RDMMapping*. Osim definisanja povezanosti klasa objekata-tabela, u okviru *RDMMapping* tabele obraćana je pažnja na naslijeđivanje, kao i na ispunjenje ograničenja stranog ključa. Ukoliko klasa ima roditelja, jedinstveni identifikator roditeljske klase biće upisan u polje *PARENT* kolone. Što se tiče ograničenja stranog ključa, za to je zadužena kolona *PRIORITY*, koja definiše redoslijed upisa podataka po tabelama, te na taj način spriječava da se tabela referencira na vrijednost u drugoj tabeli koja još uvijek ne postoji.

Kada je poznata informacija u koju tabelu se smješta sadržaj *ResourceDescription* objekta, potrebno je znati i koji atribut se preslikava na koju kolonu tabele. Te informacije su sadržane u tabeli *PropertyMapping*.

Definisanjem strukture *RDMMapping* i *PropertyMapping* tabela, postavljen je osnov za implementaciju bidirekcionog transformisanja *ResourceDescription* objekta u strukture relacije baze podataka.

4.1 Smještanje *ResourceDescription* objekta u bazu podataka

U okviru ovog programskog rješenja, osim postojeće operacije unosa sadržaja u bazu podataka, podržani su i modifikacija i brisanje iz baze podataka prema informacijama koje *ResourceDescription* objekat nosi. Da bi se ovo omogućilo, u okviru projekta, definisane su moguće operacije – unos, modifikacija i brisanje, koje se pridružuju pojedinačnim *ResourceDescription* objektima. Slanju objekata u bazu podataka prethodi grupisanje *ResourceDescription* objekata prema tipu operacije koju izvršavaju nad bazom podataka. Nakon toga vrši se pozivanje odgovarajuće metode za svaku grupu objekata. Ideja, na kojoj se zasniva svaka od ovih operacija, je da se za svaki *ResourceDescription* objekat pronade tabela na koju se preslikava, te da se kreira *DataTable* struktura sa imenom odgovarajuće tabele. Sve *DataTable* strukture nalaziće se u jednoj *DataSet* strukturi, kako bi se njima moglo lakše upravljati.

Kada su podaci smješteni u odgovarajuće *DataTable* strukture u okviru *DataSet*-a, poziva se metoda koja izvršava sortiranje kreiranih *DataTable* shodno vrijednosti definisanoj u okviru *PRIORITY* kolone *RDMMapping* tabele. Tek kada su popunjene i sortirane, *DataTable* strukture su spremne za slanje na server baze podataka.

4.1.1 Operacija unosa

Upisivanje u bazu podataka se vrši uz pomoć ugrađene funkcije *SQLBulkCopy.writeToServer (DataTable dataTableName)*. Alternativa korišćenju ove funkcije je pisanje pojedinačnih *INSERT TO* naredbi za svaki *ResourceDescription* objekat. Međutim, upotreba *SQLBulkCopy* komponente olakšava operaciju upisa, jer samo definisanje odredišne tabele omogućava prebacivanje sadržaja do baze podataka. Samim tim, ova funkcija štedi vrijeme kako i za pisanje samih naredbi, tako i za njihovo izvršavanje, jer omogućava izvršavanje upita u takozvanim *batch*-evima, te time ima pozitivan uticaj na performanse sistema.

4.1.2 Operacija modifikacije

Što se tiče operacije modifikacije, za svaku *DataTable* strukturu generiše se skup naredbi, koji sadrži onoliko *UPDATE* naredbi koliko *ResourceDescription* objekata ta

DataTable struktura sadrži. Svaka pojedinačna naredba se zasniva na tome da joj se proslijedi naziv tabele koju je potrebno modifikovati, kao i jedinstveni identifikator torke nad kojom je potrebno izvršiti promjene. Kada se prikupe te informacije, prolazi se kroz ostale kolone torke i dodjeljuju joj se nove vrijednosti.

Iako generisanje naredbi zahtjeva više napora, ta varijanta je izabrana zbog nepostojanja adekvatne strukture koja može da radi višestruke modifikacije nad bazom podataka, kao što to radi *SQLBulkCopy.writeToServer* operacije unosa podataka. Alternativa je korišćenje *SQLDataAdapter* klase, koja može da izvršava unos ili modifikaciju podataka. Mana te klase je što njene metode vrše preuzimanje svih torki tabele iz baze podataka, pa ih porede sa onim što je sadržano u *DataTable* strukturi, te na osnovu toga se odlučuju za unos torke, ukoliko ona ne postoji u odredišnoj tabeli, ili za modifikaciju, ukoliko torke sa tim primarnim ključem postoji. S obzirom da elektroenergetski sistem radi u realnom vremenu, tabele sa njegovim podacima su velikog obima. Korišćenjem ove klase negativno bi se uticalo na performanse sistema. Time je zaključeno da će biti ostvaren manji negativan uticaj za performanse sistema, kada se generišu *UPDATE* naredbe, umjesto da se svaki put prilikom modifikacije svi podaci preuzimaju iz baze podataka.

4.1.3 Operacija brisanja

Operacija brisanja funkcioniše na isti način kao i operacija modifikacije. Generisanje *DELETE* naredbi za operaciju brisanja je čak i jednostavnije, jer nema potrebe za prolazanjem kroz sve kolone i iščitavanjem njihovih vrijednosti, nego je dovoljno poznavanje naziva tabele i vrijednosti identifikatora torke koju je potrebno obrisati.

4.2 Preuzimanje *ResourceDescription* objekata iz baze podataka

Ova transformacija je kompleksnija od prethodne, prvenstveno iz razloga što u ovom slučaju mapiranja moraju da se koriste višestruko – prvi put kada je potrebno generisati upit koji će se slati ka bazi podataka i drugi put kada je rezultat potrebno smjestiti u strukturu *ResourceDescription* objekata.

Programsko rješenje implementirano je sa ciljem da obezbijedi preuzimanje podataka o bilo kojim objektima posmatranog sistema koji su skladišteni u okviru baze podataka. Posmatrajući sistem, kao ključni parametri za pretraživanje izdvojili su se globalni identifikator objekta i jedinstveni identifikator klase objekata. Globalni identifikator objekta jednoznačno određuje tačno jedan objekat. S druge strane, jedinstvenim identifikatorom klase objekata označava se skup objekata koji pripadaju određenoj klasi. S obzirom da jedinstveni identifikator klase objekata može da se odnosi na veliki skup objekata, omogućeno je postavljanje uslova radi dodatnog smanjenja skupa rezultujućih torki. U odnosu na prethodno navedeno, napravljena je prva klasifikacija upita. Prva klasifikacija načinjena je prema očekivanom ulaznom parametru metode, koji određuje šta očekujemo kao rezultat upita. Kada je ulazni parametar jedinstveni identifikator klase objekata, tada kao rezultat očekujemo sve torke iz tabele koja odgovara toj klasi objekata. Dodatno, kod te vrste upita mogu da se postave uslovi, da bi se rezultujući skup podataka dodatno smanjio. Sa druge strane, kada je ulazni parametar vrijednost globalnog

identifikatora, to znači da se kao rezultat očekuje samo jedna torka iz tabele čiji je primarni ključ prosljeđeni globalni identifikator.

Uzimajući u obzir da su tabele relacione baze podataka posmatranog sistema većeg obima, sa većim brojem kolona, cilj je bio obezbijediti mogućnost definisanja kolona koje će biti uključene u rezultat upita. Na taj način će se moći preuzeti isključivo potrebne kolone tabele, te da se na taj način pozitivno utiče na performanse sistema. U odnosu na ovo, izvršena je druga klasifikacija upita, te upiti mogu biti bez filtera ili sa uključenim filterima.

Kada se međusobno ukrste navedene dvije klasifikacije, dobijamo četiri vrste upita koje su podržane u ovom programskom rješenju. Vrste upita sa opisom SELECT naredbe, koju izvršavaju nad bazom podataka, prikazane su u okviru tabele 4.1.

Tabela 4.1 Vrste upita

Ulazni parametar	Filteri	Naredba
Jedinstveni identifikator klase objekata	Ne	SELECT * FROM nazivTabele WHERE listaUslova;
Jedinstveni identifikator klase objekata	Da	SELECT listaFiltera FROM nazivTabele WHERE listaUslova;
Globalni identifikator objekta (GIO)	Ne	SELECT * FROM nazivTabele WHERE GID=vrijednostGIO;
Globalni identifikator objekta (GIO)	Da	SELECT listaFiltera FROM nazivTabele WHERE GID=vrijednostGIO;

Svaki od upita prikazanih u tabeli 4.1, implementiran je tako da kao rezultat svog izvršavanja vraća *DataTable* strukturu, koja ima šemu kao tabela iz koje su preuzeti podaci. Šema tabele može da se razlikuje od određene, ukoliko su upotrebljavani filteri. U tom slučaju, rezultujuća *DataTable* struktura će imati samo one kolone koje su definisane listom filtera. Što se tiče sadržaja, *DataTable* će sadržati one torke koje odgovaraju rezultatu upita. Kada je upit izvršen i kada je dobijena rezultujuća *DataTable* struktura, svaki od njenih redova transformiše se u po jedan *ResourceDescription* objekat. Ta transformacija, takođe, koristi prethodno definisana mapiranja.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu razvijeno je programsko rješenje koje predstavlja sloj zadužen za preslikavanje softverskih objekata elektroenergetskog sistema na strukture u relacionoj bazi podataka.

Kao prvi korak prilikom razvoja programskog rješenja, definisana su potrebna mapiranja, koja predstavljaju osnovu za implementaciju bidirekcionog transformisanja *ResourceDescription* objekta u strukture baze podataka. Za čuvanje definisanih mapiranja izabrana je relaciona baza podataka. Da bi se izbjegao problem sa lošim performansama pri pristupanju bazi podataka radi čitanja potrebnih mapiranja, prilikom pokretanja aplikacije sadržaj tabele za mapiranje se smješta u memorijski keš i na taj način se izbjegava višestruko pristupanje bazi

podataka, jer se podaci o mapiranju čitaju iz keša. Čuvanje mapiranja u okviru relacione baze podataka olakšava ažuriranje mapiranja i ubrzava proces pretraživanja mapiranja.

Sljedeći korak u implementaciji bilo je preslikavanje sadržaja *ResourceDescription* objekata u strukture relacione baze podataka, koristeći prethodno definisana mapiranja. U okviru razvijenog programskog rješenja osim upisa sadržaja u bazu podataka, podržani su i modifikacija i brisanje iz baze podataka prema informacijama koje *ResourceDescription* objekat nosi. Na taj način ostvaren je prvi očekivani rezultat implementiranog rješenja koji se odnosi uvođenje operacija modifikacije i brisanja nad podacima smještenim u okviru relacione baze podataka.

Kao završni korak razvoja programskog rješenja, implementirano je popunjavanje *ResourceDescription* objekata sadržajem dobijenim iz baze podataka. Koristeći razvijeno programsko rješenje, moguće je pretraživati objekte po njihovom jedinstvenom identifikatoru ili po pripadnosti određenoj klasi objekata. U upitima koji se šalju serveru baze podataka moguće je dodatno postavljanje uslova kojeg rezultujuće torke treba da ispune. Uzimajući u obzir da su tabele relacione baze podataka posmatranog sistema većeg obima, sa većim brojem kolona, pružena je mogućnost definisanja kolona koje će biti uključene u rezultat upita. Na taj način će se moći preuzeti isključivo potrebne kolone tabele, te da se na taj način pozitivno utiče na performanse sistema. Ovakva funkcionalnost je svakako unapređenje u odnosu na postojeće rješenje koje nudi ograničen skup izvještaja koji prikazuju podatke iz tačno određenih tabela baze podataka.

Pri testiranju primjene implementiranog programskog rješenja u okviru realnog sistema, primjećena je potreba za definisanjem mapiranja za sve postojeće objekte elektroenergetskog sistema, koje bi prethodilo ugrađivanju ovog rješenja u sistem. S obzirom da elektroenergetski sistem sadrži veliki broj objekata, analiza i definisanje mapiranja za cjelokupan sistem potrajali bi izvjestan vremenski period. Stoga, kao pravac daljeg razvoja može da se postavi i implementiranje nezavisnog programskog rješenja koje bi pojednostavilo, ili u najboljem slučaju automatizovalo proces definisanja mapiranja za objekte elektroenergetskog sistema. Novi rezultat ovog rada bi, u tom slučaju, mogao da se osloni na softversku komponentu razvijenu tim putem.

6. LITERATURA

- [1] McMorran A., 2007, An Introduction to IEC 61970-301 & 61968-11: The Common Information Model
- [2] IEC 61970-403 Ed.1: Energy management system application program interface, Part 403: Generic data access

Kratka biografija:



Nataša Lazarević rođena je u Sarajevu 1990. godine. Fakultet tehničkih nauka upisala je 2009. godine. Bečelov rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranila je 2013. godine.

Jedno rešenje programske podrške za parsiranje i vizuelizaciju signala sadržanih u *TTL* datoteci

Uroš Kovačević, Jelena Kovačević, Saša Vukosavljev

Abstract — Cilj zadatka je realizacija programske podrške za parsiranje *TTL* i *XML* datoteka kao i grafičko prikazivanje signala sadržanih u njima. *TTL* datoteka je dnevnik koji sakuplja informacije koje se razmenjuju u okviru automobila na različitim tipovima automobilskih sprežnih sistema poput *CAN*, *FlexRay*, *LIN* i sličnih. Programski alat parsira poruke koji pristižu sa različitih sprega gde svaka sprega ima jedinstven sadržaj poruke. Informacije se sakupljaju preko *Data Logger*-a, uređaja sa podrškom za veliki broj različitih magistrala, koji prikuplja informacije sa vozila u toku razmene podataka između različitih kontrolnih jedinica (ECU) samog vozila. *Data Logger* podatke čuva u *TTL* datoteci. Posmatranjem iscrtanih grafikona korisnik može da uoči korektnost signala i da odluči da li će ga detaljnije analizirati. Cilj izrade aplikacije je da omogući svim korisnicima *Data Logger*-a prikaz zapisanih signala sa vozila bez korišćenja licenciranih i skupih aplikacija kao i da pojednostavi kontrolu različitih sigurnosnih uređaja u automobilu preko vizualne predstave njihovih signala.

Keywords — *CAN* magistrala, *FlexRay* magistrala, *LIN* magistrala, *TTL* datoteka, *XML* konfiguraciona datoteka.

I. UVOD

Automobilska industrija (eng. *automotive*) je izraz koji pokriva širok spektar kompanija i organizacija u koje su uključene dizajn, razvoj, proizvodnja, marketing i prodaja motornih vozila, motocikala i teretnih vozila. To je jedan od najvažnijih ekonomskih sektora po prihodu u svetu^[1].

II. GENERALNI OPIS GLAVNIH MAGISTRALA U AUTOMOBILU

Najveći broj funkcija koje se odvijaju u vozilu pored klasičnih analognih i digitalnih signala pokrivaju tri sprežna sistema: *CAN*, *FlexRay* i *LIN*. Ove magistrale su pre svega zadužene za prenos podataka odgovornih za sigurnost u vozilu.

A. *CAN* magistrala

CAN je magistrala serijskog protokola čiji je cilj povezivanje samostalnih sistema i senzora kao alternativno

rešenje za uobičajne više-žične kablove. Omogućava komunikaciju između automobilskih uređaja preko jednosmerne ili dvosmerne linije podataka. *CAN* magistrala može koristiti u vozilu da poveže kontrolnu jedinicu motora i transmisiju ili da poveže kontroler zaključavanja vrata, kontrolu klime, kontrolu sedišta itd. Svaki čvor je u stanju da pošalje i primi poruku ali ne istovremeno. Poruka se sastoji prvenstveno od identifikatora (*ID*), koji ujedno predstavlja prioritet poruke i sekcije podataka od osam bajtova. Signal se dekodira preko *NRZ* (*non return to zero*) i svi čvorovi ga uočavaju. Uređaji koji su konektovani *CAN* mrežom tipično su senzori, aktuatori i drugi kontrolni uređaji. Ovi uređaji nisu povezani direktno na magistralu već preko procesora i *CAN* kontrolera^[2].

B. *FlexRay* magistrala

FlexRay je magistralni sistem za komunikaciju velike brzine, otporan na greške. Pojavio se standard kao komunikaciona magistrala da odgovori novim izazovima u sledećim generacijama vozila. Dok *FlexRay* bude rešavao buduće glavne i zahtevne mrežne zahteve, on neće baciti u drugi plan druga dva standarda, *CAN* i *LIN*. Da bi došlo do optimizacije cene i olakšanja u prenosu podataka, sledeće generacije će sadržati *FlexRay* za zahtevne aplikacije, *CAN* za osnovne pokretače a *LIN* za jeftiniju elektronsku opremu.^[5]

U početku je *FlexRay* koristio samo jedan kanal ali kako su aplikacije postajale zahtevnije počelo je korišćenje dvostrukih kanala.

FlexRay podržava jednostavnu *multi-drop* vezu (jedan provodnik povezuje više jedinica), kao i topologiju zvezde za komplikovanije mreže^[3].

C. *LIN* magistrala

Kako je napredovala tehnologija i implementacija u vozilima, potreba za jeftinijim serijskim mrežama je porasla dok je *CAN* magistrala bila isuviše skupa za sve delove u automobilu. Glavni zadatak *LIN*-a je da ponudi optimizaciju cene a najviše se koristi za povezivanje senzora i kontrolnih sistema za vrata, točkove i sedišta.

LIN je serijska mreža koja obuhvata jedan glavni i tipično do šesnaest podređenih čvorova. Sve poruke pokreće glavni, sa najmanje jednim podređenim čvorom, koji odgovara na identifikator poruke. Glavni čvor se takođe može ponašati i kao podređeni, odgovarajući na sopstvene poruke^[4].

Uroš Kovačević, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: Uros.Kovacevic@rt-rk.com).

Jelena Kovačević Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: Jelena.Kovacevic@rt-rk.com).

Saša Vukosavljev, RT-RK Computer Based Systems, Novi Sad, Serbia (e-mail: Sasa.Vukosavljev@rt-rk.com).

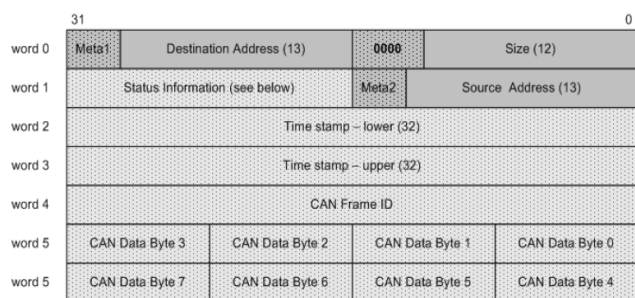
NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Uroša Kovačevića. Mentor je bio dr Dragan Samardžija.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2013.

III. OPIS TTL I XML KONFIGURACIONIH DATOTEKA

Podaci generisani sa vozila treba da budu preneseni kroz *Data Logger* i upisani u datoteku koja služi kao prostor za njihovo skladištenje. Nakon završetka rada, korisnik preuzima datoteke na računar za pregled i analizu. *TTL* je binarna datoteka koja se sastoji od dve sekcije, sekcije zaglavlja i sekcije poglavlja.

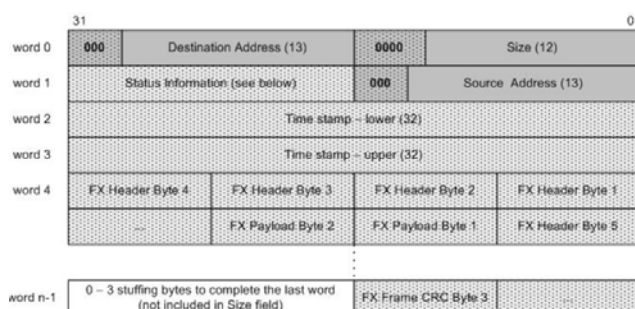
TTL sadrži poruke koje su sa logera pristizale u različitim vremenskim trenucima. Vreme pristizanja svake poruke je sačuvano u polju *time stamp* koje zauzima osam bajtova i predstavljeno je u mikrosekundama (us). Svaka poruka može da sadrži informaciju jednog ili više signala različitih veličina predstavljenim u bitima. Veličina jedne poruke smeštena je u polje *size*. Polje *payload* varira u odnosu na vrstu signala (*CAN*, *FlexRay*, *LIN*). Za tip signala *CAN*, *payload* sadrži ID poruke, preko koje se poruka identifikuje, od četiri bajta i vrednost signala od maksimalno osam bajtova (Sl.1). Tip poruke detektuje se koje magistrale je poruka. U zadatku se parsiraju isključivo poruke sa magistrale podataka (eng. *Bus*).



Sl.1.Polja sekcije podataka *CAN* poruke

Za razliku od *CAN* poruke, *FlexRay* nema izdvojeno polje za identifikaciju, nego se parsiraju biti iz polja *Header Byte*. *Header Byte* polja ima pet i sadrže različite informacije o poruci (Sl.2).

Jedinstvena osobina *FlexRay* poruke je *Cycle Mask*. Njegov broj određuje u kom ciklusu, kojih ima šezdeset i četiri, poruka sadrži podatke signala. *Payload* može sadržati neograničen broj bajtova podataka.



Sl.2.Polja sekcije podataka *FlexRay* poruke

Polja sekcije podataka *LIN* poruke su slična *CAN* poruci, osim što se identifikacija parsira iz *Status Information* polja.

XML konfiguraciona datoteka sadrži dodatne informacije o svakom pojedinačnom signalu prisutnom u *TTL* datoteci (Sl.2).

```
<Signal>
  <Id>9</Id>
  <Tag>MO_Kuehlerluefter_2</Tag>
  <Interface>CAN</Interface>
  <Channel>1</Channel>
  <SignalDescription>
    <MessageID>1088</MessageID>
    <Startbit>1</Startbit>
    <Length>7</Length>
    <QualityBit>
      <StartBit>0</StartBit>
      <Length>1</Length>
      <TrueVal>1</TrueVal>
    </QualityBit>
    <Endiannes>Little</Endiannes>
    <Factor>1</Factor>
    <Offset>0</Offset>
    <Minimum>0</Minimum>
    <Maximum>1</Maximum>
    <Unit>m</Unit>
    <Validity></Validity>
  </SignalDescription>
</Signal>
```

Sl.2.Sadržaj *XML* konfiguracione datoteke za jedan signal

Svi neophodni atributi vezani za signal nalaze se u ovoj datoteci. U njih spadaju *ID* signala preko kojeg se identifikuje isti, jedinstveni naziv signala, tip signala, kanal, *ID* poruke u koju je sadržan, startni bit u poruci gde je smešten, njegova dužina, minimum, maksimum.

Tu je takođe bit vrednosti koji određuje jedinstveni izlaz iz multipleksera u slučaju da postoji više ulaznih signala na istoj poziciji u poruci.

IV. PARSIRANJE TTL I XML DATOTEKA I IZRADA APLIKACIJE

Potrebno je analizirati željene podatke iz dve vrste datoteka: *TTL* i *XML*.

Pristup binarnoj *TTL* datoteci podrazumeva čitanje i pozicioniranje kroz datoteku. Zaglavlje se zanemaruje čime se pozicionira na deo datoteke koji je suštinski za parsiranje. Prvi deo poruke podrazumeva polja koja su ista za sve vrste poruka. To su polja iz sekcija podataka bez *payload*. Kako sva polja zauzimaju određene bite date u specifikaciji, prikupljaju se i čuvaju njihove vrednosti.

Nakon toga prikupljaju se biti i čuvaju vrednosti identifikatora poruke i vrednosti signala. Ukoliko je zadovoljen uslov da je signal tipa *CAN* (ili *FlexRay* ili *LIN*), i ukoliko je njegov kanal jednak kanalu trenutne poruke koja se parsira, sledi njihovo pamćenje u strukturu podataka. Najpogodnija je mapa, koja umesto pretrage vrednosti podatka preko indeksiranja, vrši pretragu preko jedinstvenog ključa (mapiranje).

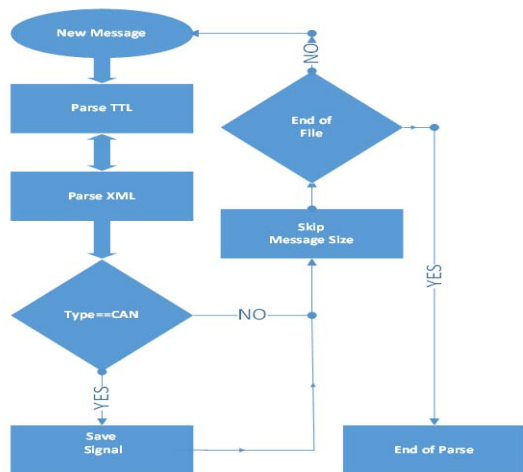
Paralelno se vrši i prikupljanje atributa signala koji su smešteni u *XML* konfiguracionoj datoteci. Ključni parametri su početni bit i dužina preko kojih se detektuje pozicija signala u poruci. Za iščitavanje atributa iz *XML* konfiguracione datoteke se koristi ugrađena klasa *XmlReader*. Objekti koji će sadržati ove osobine takođe se čuvaju u mapi gde će kriterijum potražnje biti ključ tj. njihov naziv (eng. *Tag*).

Sledeći korak je izrada aplikacije čija je funkcija iscrtavanje grafika i prikaz dobijenih signala. Na grafikonu se prikazuju rezultati dobavljeni iz odabrane datoteke, gde se vremena pristiglih vrednosti postavljaju na apcisu a same vrednosti signala na ordinatu. Za izradu se koristi *C# WPF* uz propratni alat kreiranja različitih formi grafika (eng. *toolkit*). Korisnička sprega aplikacije se sastoji od standardnih elemenata, kako bi korisnik u što kraćem

vremenskom roku savladao njene funkcije. Osnovni elementi uz grafik su pomoćni alati koji daju funkcionalnost samoj aplikaciji. U njih spadaju polja za kontrolu izbora (eng. *check box*), sekcije za kontrolu izbora (eng. *combo box*), meni (eng. *menu*), dugmići (eng. *button*), prostor za iscrtavanje grafikona (eng. *canvas*) i labele (eng. *label*). Pored elemenata za funkcije programa, tu su i alati za vizuelno poboljšanje aplikacije poput slika (*images*), okvira (*border*), lista (*list box*) itd.

Radi bolje preglednosti koristi se linijski grafik. Aplikacija sadrži opcije za kontrolu grafika u koje spadaju: uvećanje za željeni iznos, pomeranje na početak i kraj grafikona, pomeranje za dva procenta u oba smera i prikaz sa svim elementima grafika ili samo određenih (linije i tačke).

Od dodatnih informacija program treba da ima nazive datoteka koje je korisnik odabrao za parsiranje i dodatne informacije o odabranom signalu gde spadaju minimum, maksimum, dužina, magistrala i kanal. Pomoćni alat za ove ispise su labele.



Sl.3.Blok dijagram

Sl.3 ilustruje blok dijagram koncepta rešenja. Pristizanjem nove poruke parsiraju se *TTL* i *XML* datoteke nakon čega se proverava tip magistralne podataka. U koliko je magistrala tipa *CAN* (mogu biti i *FlexRay* i *LIN*), podaci i vremena signala se pamte. U drugom slučaju očitava se nova poruka. Procedura se ponavlja sve dok se ne stigne do kraja datoteke.

V. VIZUELNI ELEMENTI APLIKACIJE



Sl.4.Opis aplikacije

U aplikacione komponente spadaju: meni, alati za manipulaciju grafika, lista polja za kontrolu izbora signala koji će biti iscrtani, nazivi odabranih datoteka, dodatne informacije o signalu i prostor za iscrtavanje grafikona (Sl.4).

U meni alat spadaju tri kartice:

A. File

Nudi opciju *open* koja otvara dva prozora gde korisnik bira *TTL* i *XML* datoteke za obradu podataka, i opciju *exit* za završetak rada i izlazak iz aplikacije.

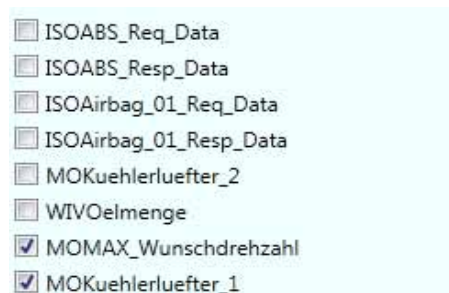
B. Zoom

Opcija odabira procenta za koliko će se uvećati grafik. Povezan je i sa sekcijom za odabir (eng. *combo box*) uvećanja koji ima istu ulogu (sekcija za odabir uvećanja automatski menja vrednost na onu odabranu u *zoom* kartici). Pomeranjem miša na opciju *zoom*, korisniku se ukazuje mogućnost odabira procenta uvećanja grafikona. Klikom na neki od njih izabrano je željeno uvećanje.

C. Help

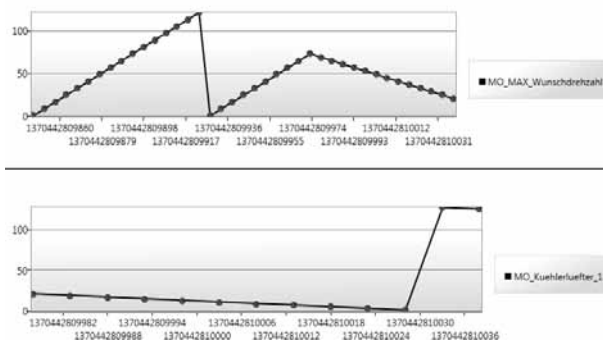
Nudi opciju *about* koja prikazuje dodatne informacije o program.

Posle izbora datoteka automatski se prikazuju polja za kontrolu izbora (eng. *check box*) signala koji su pronađeni u datoteci. Korisnik mišem može selektovati signale koje želi da prikaže na grafikonu. Nakon što korisnik odabere željenu *TTL* datoteku, automatski se generišu polja za kontrolu izbora koji predstavljaju signale nađene u njoj (Sl.5).



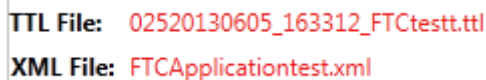
Sl.5.Izgled polja za kontrolu izbora nakon otvaranja datoteka

Nakon klika na nekog od signala vrši se njegovo prikazivanje na prostoru za iscrtavanje grafikona (eng. *canvas*). Korisnik može da odabere jedan ili više signala istovremeno (Sl.6).



Sl.6.Iscrtavanje grafika nakon klika na polja za kontrolu izbora

Sl.7 predstavlja prikazivanje naziva odabranih datoteka za parsiranje (*XML* i *TTL*). Prikaz naziva se ispisuje labelama koje se nalaze u donjem levom uglu aplikacije.



TTL File: 02520130605_163312_FTCtestt.ttl
XML File: FTCAplicationtest.xml

Sl.7.Nazivi odabranih datoteka

Obeležavanjem signala koji korisnik želi da prikaže pruža se mogućnost prikazivanja dodatnih informacija o signalu (Sl.8).



MO_MAX_Wunschdrehzahl

Bus: CAN
Min: 0
Max: 12750
Length: 9
Channel: 1

Sl.8.Dodatne informacije o signalu

Samo jedan od njih može da bude prikazan u jednom trenutku. Odabir signala se izvodi preko sekcije za kontrolu izbora (eng. *combo box*).

VI. TESTIRANJE

Za postupak verifikacije koristi se ugrađeni alati za proveru u okviru *Visual Studio* okruženja. Pravi se novi *test* projekat čije će metode ispitivati tačnost željenih metoda iz zadatka, na osnovu očekivanih rezultata.

U okviru *TestMethod* pišu se metode provere. Njihov broj je neograničen, *TestMethod* se navodi pre svake nove metode, potrebno je navesti očekivane rezultate i nakon toga dolazi do poređenja rezultata iz testiranog programa i postavljenih očekivanih.

Provera se izvodi pomoću klase *Assert* i njene metode *AreEqual()* koja će proveriti tačnost podudarnosti ove dve vrednosti. Ukoliko nije došlo do poklapanja, *Assert* izbacuje mesto nepodudarnosti.

Greške pri odabiru datoteka (*TTL* ili *XML*), koje korisnik želi da prikaže, su sprečene korišćenjem filtera ekstenzije. Ukoliko je potrebno odabrati *TTL* datoteku, dijalog će ponuditi samo datoteke sa tom ekstenzijom. Isto važi i za odabir *XML* konfiguracione datoteka, program prikazuje novi dijalog samo sa ekstenzijom *.xml*. U slučaju očitavanja neispravne datoteke dijalog će upozoriti korisnika o nastalom problemu.

VII. ZAKLJUČAK

Program na osnovu datoteka pamti i čuva željene informacije o signalima koje kasnije prikazuje na osnovu želja korisnika. Omogućava svim korisnicima *Data Loggera*-a prikaz zapisanih signala sa vozila bez

korišćenja licenciranih i skupih aplikacija. Pojednostavljuje kontrolu različitih sigurnosnih uređaja u automobilu preko vizualne predstave njihovih signala. Aplikaciju je moguće dopuniti iscrtavanjem grafikona u realnom vremenu.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, projekat TR 32029.

REFERENCES

- [1] "Scientific and Tehnical Societies of the United States" (Eighth ed.) Washington DC: National Academy of Sciences. 1968. p. 164.
- [2] Sathyanarayana, A. "Driver Adaptive and Context Aware Active Safety Systems Using CAN-Bus Signals" CRSS: Center for Robust Speech Syst. (CRSS), Univ. of Texas at Dallas, Dallas, TX, USA, June 2010
- [3] Liao Cheng-lin "Real-time and Reliability Analysis of FlexRay Bus" Inst. of Electr. Eng., Chinese Acad. of Sci., Beijing, China, 2010
- [4] Ling, Bin "The Car Body Control Bus Design Based on CAN/LIN Bus" Computational and Information Sciences (ICCIS), 2011
- [5] Seung-Han Kim "A Gateway System for an Automotive System: LIN, CAN, and FlexRay" Sch. of Inf. & Commun. Eng., Sungkyunkwan Univ., Suwon, July 2008

ABSTRACT

The task is the realization the program for parsing *XML* files and *TTL* as well as graphical representation of the signal contained therein. *TTL* is a log file. Information exchanged in the car on different types of car system such as *CAN*, *FlexRay*, *LIN*, and similar are collected in *TTL* file. The toolkit parses messages arriving from different interfaces where each interface has a unique message content. Data Logger, the device with support for a wide variety of buses, collects information from the vehicle during the exchange of data between different control units (ECU) of the vehicle. A Data Logger stores data in *TTL* file. By analyzing the plotted graphs users can detect the correctness of signals and make decision whether it will further do analyze. The goal of developing application is to enable all users, of Data Logger application, graphical representation of recorded signals from vehicles without use of licensed and expensive applications. Also, application's goal is to simplify control of different safety devices in vehicle over graphical representation of their signals.

DEFORMABILNA REGISTRACIJA DUAL ENERGY SLIKA**DEFORMABLE REGISTRATION OF DUAL ENERGY X-RAY IMAGES**Marina Petrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisana metoda deformabilne registracije dual-energy slika zasnovana na korišćenju kvadratnog lokalnog linearnog polja deformacije. Za evaluaciju algoritma korišćena je baza od 5 parova dual-energy slika. Rezultat algoritma je predstavljen kroz niz optimizacionih površina kontrolnih tačaka na osnovu kojih biramo optimalnu metodu optimizacije samog algoritma.

Abstract – This paper describes a method of deformable registration of dual-energy images. The method is based on using local linear quadratic fields. The algorithm performance was evaluated on 5 pairs of dual-energy images. Result of the algorithm is presented through a series of optimization surface of each control points. Based on the optimization we choose the optimal method of optimizing the algorithm.

Ključne reči: Obrada slike, Deformabilna registracija, Dual-energy slike

1. UVOD

Radiografija sa dvojakim ozračenjem (*dual-energy* radiografija) je relativno nova metoda radiografije u kojoj se za potrebe snimanja koriste radiografski zraci dva različita energetska nivoa. Sama tehnika se zasniva na činjenici da tkiva i kosti na različiti način upijaju zrake različitih energetskih nivoa, samim tim *dual-energy* radiografija otvara put ka lakšoj karakterizaciji tkiva ili kostiju.

Iz *dual-energy* radiografskih slika, dobijenih pomoću radiografskih zraka različitih energetskih nivoa, možemo lako izdvojiti sliku na kojoj se jasno vide kosti, kalcifikovana tkiva ili stentovi, od slike mekih tkiva uz pomoć odgovarajuće digitalne obrade dobijenih slika (registracije slika).

Dual-energy snimci nastaju tako što se pacijent izlaže zračenju različitog intenziteta u razmaku od nekoliko sekundi. Na slici 1. se mogu videti dual-energy slike nastale korišćenjem manjeg i većeg intenziteta zračenja (zraka niže i više energije) koje predstavljaju jedan od pet parova korišćenih za evaluaciju algoritma.

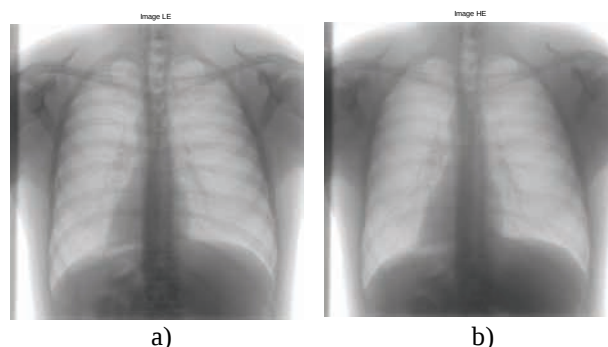
Na slici gde je korišćen manji intenzitet zračenja izraženije su kosti, dok su na slici gde je korišćen veći intenzitet zračenja jednako izražene kosti i meka tkiva.

Kako za vreme između snimaka dolazi do pomeranja pacijenta i samog grudnog koša (disanje, rad srca), jedna od slika se mora deformisati kako bi tekstura u test slici

(onoj koja se deformiše i obrađuje) bila što približnija teksturi referentne slike.

Registracija slike predstavlja proces transformacije različitih skupova podataka u jedan koordinatni sistem. Podaci mogu biti višestruke slike ali i podaci iz različitih senzora, dobijeni u različito vreme ili na različitim dubinama i tačkama gledišta.

Metoda deformabilne registracije korišćena u radu je kvadratno lokalno linearno polje deformacije. *Dual-energy* slike su podeljene na kvadratura polja mrežom kontrolnih tačaka. Primarni zadatak predstavlja pronalaženje optimalne krute registracije svakog kvadrata.



Slika 1.: *Dual-energy* slike nastale korišćenjem većeg (a) i manjeg (b) intenziteta zračenja.

2. LOKALNO LINEARNO POLJE DEFORMACIJE

Pri izradi algoritma deformabilne registracije u ovom radu je korišćena metoda kvadraturno lokalno linearno polje deformacije. Lokalno linearno polje deformacije modeluje globalne deformacije kroz niz lokalno linearnih transformacija (projekcija).

$$w(\Omega_i) = t(\Omega_i) \quad (1)$$

gde Ω_i predstavlja lokalne regione, dok t predstavlja transformaciju.

Lokalni regioni dele čitavu sliku, a unutar njih sve tačke se mapiraju (transformišu) linearno.

Kod kvadratnog linearnog polja, lokalni regioni, kao što ime kaže, su kvadrati, tačnije cela slika je mrežom referentnih tačaka podeljena na kvadrate.

Temena kvadrata predstavljaju referentne tačke nad kojima se vrši postupak optimizacije.

Pri izradi algoritma (u praktičnom delu rada) korišćeno je 25 kontrolnih tačaka koje dele sliku na 16 kvadrata. Za evaluaciju dobijenih rezultata zatim je korišćena gušća mreža.

NAPOMENA:

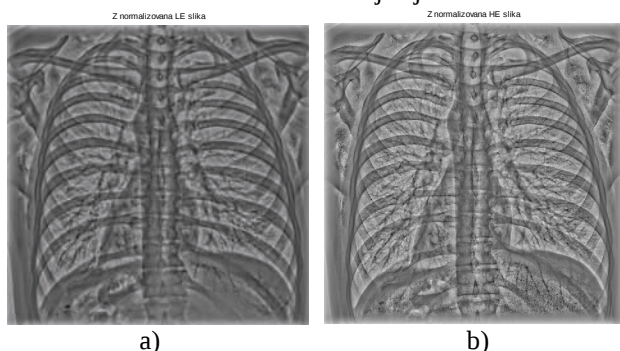
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio dr Vladimir Petrović, docent.

Prilikom pomeranja kontrolnih tačaka dolazi do deformacije kvadrata, segmenata slike. Primarni zadatak predstavlja pronalaženje optimalne krute registracije svakog od 16 kvadrata.

2.1. Predobrada ulaznih *dual-energy* slika

Pre same registracije slike potrebno je uraditi nekoliko koraka predobrade slike, kao što su, promena veličine slike kako bi bila pogodnija za manipulisanje (*resize*), izdvajanje regiona od interesa (ROI) i normalizacija ulaznih slika.

Rendgenski zraci pri prolasku kroz tkivo slabe logaritamski. Na samo slabljenje utiče kako debljina tkiva, tako i njegova gustina. Kako bi se što bolje preklapile ulazne slike, potrebno je uraditi normalizaciju. U ovom radu je korišćena Z-normalizacija (slika 2.). Pomoću Z-normalizacije vrednosti piksela u slici se umanjuju i skaliraju vrednostima lokalne srednje vrednosti i lokalne standardne devijacije.



Slika 2.: *Dual-energy* slike nakon predobrade (*resize* i normalizacija). Slika nastala korišćenjem većeg (a) i manjeg (b) intenziteta zračenja.

2.2. Registracija - koraci

Kao što je već rečeno, registracija slike predstavlja proces transformacije različitih skupova podataka u jedan koordinatni sistem.

Sama registracija se može podeliti na krutu i deformabilnu registraciju koja je i tema ovog rada. Kruta registracija je zgodna ukoliko nema velikih razlika među slikama, ali takođe ju je poželjno koristiti na početku procesa deformabilne registracije kako bi se pronašlo optimalno translatorno kretanje (pacijent se pomerio između snimanja). Stoga, postupak registracije metodom lokalno linearnih polja deformacije se može podeliti na tri dela: pronalaženje optimalnog translatornog kretanja cele slike, pronalaženje optimalnog pomeraja svakog segmenta u slici zasebno i proces pronalaženja optimalnog pomeraja – izabrana metoda optimizacije.

Prvi zadatak je pronalaženje optimalnog translatornog kretanja cele slike metodom krute registracije, translacije. Svi pikseli test slike se pomeraju u unapred zadatim koracima po x i y osi i prilikom svakog koraka se računa objektivna funkcija radi pronalaženja minimuma. Kod nekih parova slika nastalih *dual-energy* radiografskim aparatom ovaj korak se može preskočiti ukoliko se utvrdi da pacijent nije menjao položaj.

Pronalaženje optimalnog položaja svakog segmenta je ključni deo registracije. Kod kvadraturnog lokalnog

linearnog polja deformacije, segmenti predstavljaju kvadrate, dok temena kvadrata predstavljaju referentne tačke čiji se pomeraj optimizuje u procesu registracije. Nad samim segmentima, kvadratnim poljima vrši se kruta registracija.

Ova metoda deformacije omogućava da se samo mali broj tačaka (referentne tačke) pomeraju dok se svi pikseli unutar segmenata posmatraju u odnosu na referentne tačke. Pomeranje samo referentnih tačaka u velikoj meri smanjuje vreme potrebno za obradu i optimizaciju, kao i računarsku kompleksnost samog procesa.

Metoda krute registracije koja se izvršava nad segmentima je projekcija (projektivna registracija). Za svaki segment zasebno se pronalazi optimalna projekcija.

2.3. Registracija – Objektivna funkcija

Mere razlike koje se koriste u optimizaciji zovu se i *objektivne funkcije*. Objektivna funkcija u ovom radu korišćena je za merenje razlike (sličnosti) između piksela svakog segmenta. Segmenti test slike se zasebno registruju kako bi se dobile lokacije piksela u svakom transformisanom segmentu. Zatim se vrši odabiranje test slike na pomenutim lokacijama piksela u segmentima u cilju dobijanja vrednosti svakog piksela koji se upoređuju sa odgovarajućim pikselima u referentnoj slici.

U radu su testirane dve objektivne funkcije, suma apsolutnih razlika i suma kvadratnih razlika. Obe metode spadaju u globalne statističke mere, koje se evaluiraju u celom regionu od interesa (segmentu), piksel po piksel. Ova metoda je primenljiva uglavnom na merenje između slika istih modaliteta ili normalizovanih slika. Prednost globalnih statističkih mera se ogleda u tome što one nemaju ograničenja po minimalnom (ili maksimalnom) broju piksela, pritom predstavljaju veoma efikasnu evaluaciju, obično par operacija po svakom pikselu.

3. REALIZACIJA

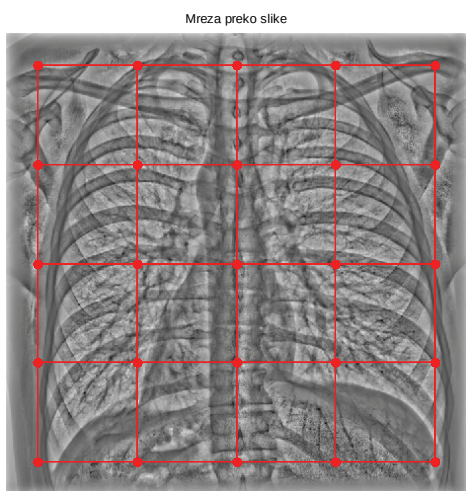
Pri razvoju opisane metode deformabilne registracije, realizovan je odgovarajući algoritam u razvojnom okruženju MATLAB (R2013b). Korišćena je biblioteka sa gotovim funkcijama, *OSM Lab Toolbox*. [1]

Pri izradi algoritma, korišćene su pojedine funkcije ugrađenih MATLAB biblioteka kao što je *Computer Vision System Toolbox*.

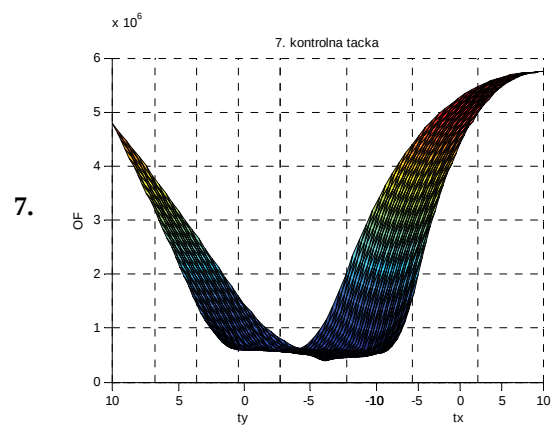
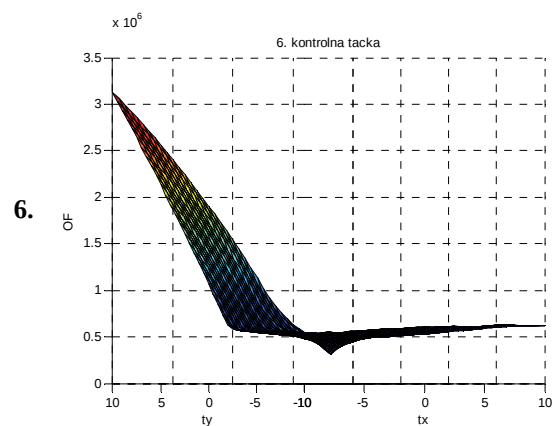
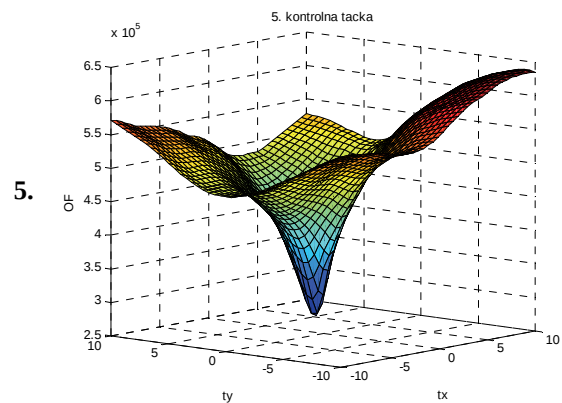
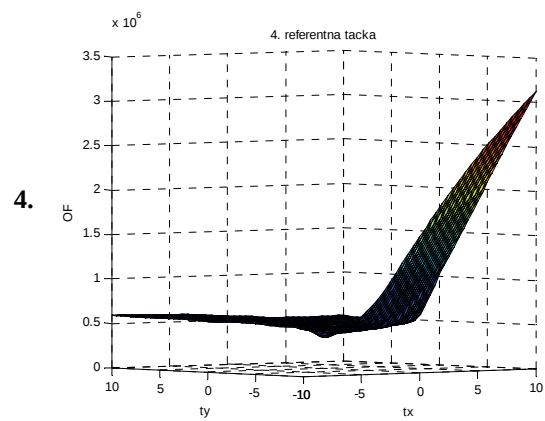
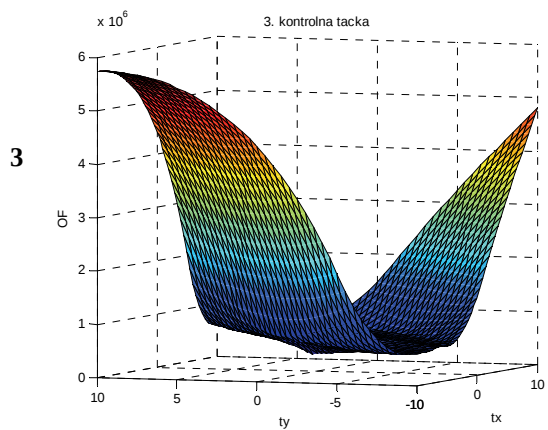
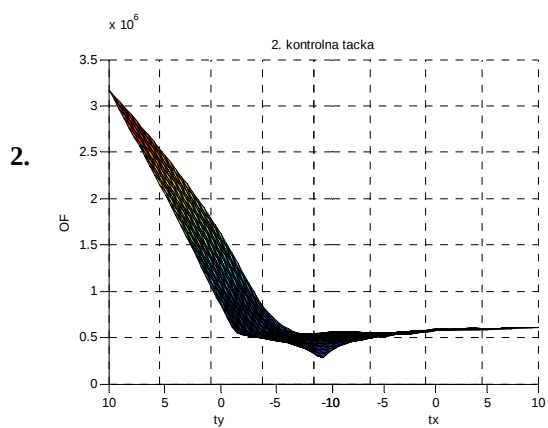
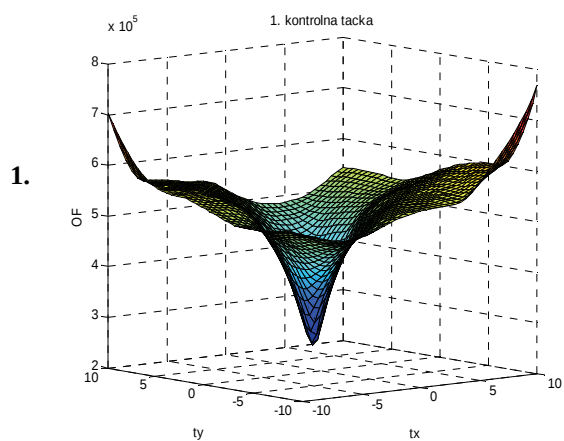
4. REZULTATI

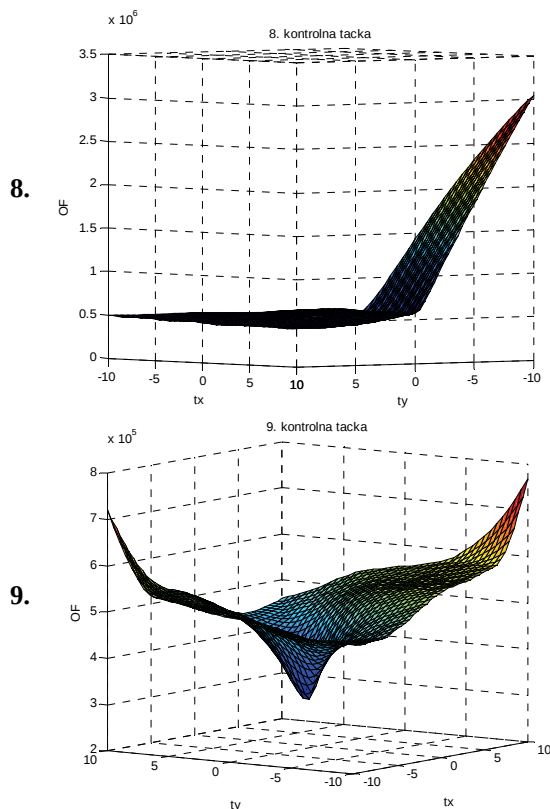
Pri izradi i testiranju algoritma korišćeno 25 referentnih tačaka koje formiraju 16 segmenata. Budući da se ivične tačke ne razmatraju u postupku optimizacije (slika 3.), ključno je bilo optimizovati devet unutrašnjih tačaka i prikazati njihove optimizacione površine. Optimizacijom unutrašnjih tačaka (devet referentnih tačaka) deformišemo sve segmente i možemo odrediti optimalno transformaciju za svaki segment zasebno. Za svaku posmatranu referentnu tačku određujemo površinu optimizacije kako bi dalje odredili najpogodniju metodu optimizacije. Algoritam je testiran i sa gušćom mrežom, tačnije sa većim brojem referentnih tačaka radi evaluacije dobijenih rezultata.

Na slici 3. su prikazane sve referentne tačke kao i segmenti od interesa. Tačke, a samim tim i segmenti, su nameštene tako da odgovaraju značajnim strukturama u slici.



Slika 3. Referentne tačke formiraju odgovarajuće kvadratne segmente





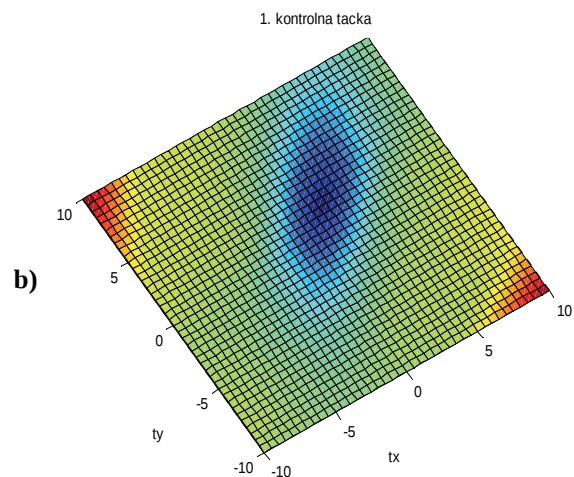
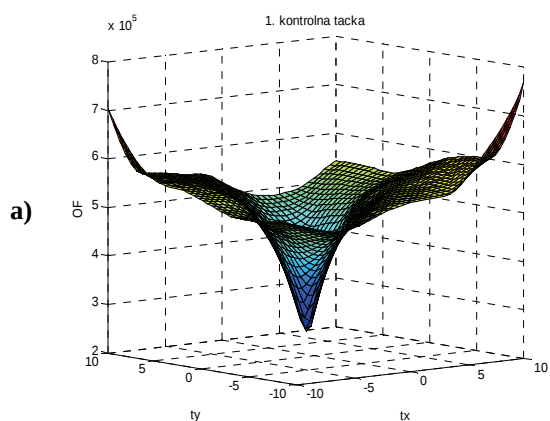
Slika 4. Optimizacione površine svake od 9 unutrašnjih referentnih tačaka redom od 1. do 9.

Optimizacione površine pojedinih referentnih tačaka (na primer 2. ili 4.) jasno pokazuju da tačka „brzo“ dođe do svoje optimalne vrednosti/pozicije, kao i da je optimalna lokacija referentne tačke u test slici u blizini početne (pomeraj je 0 ili 0.5 na x i y osi).

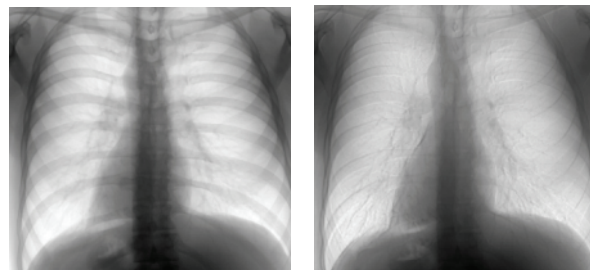
Ukoliko posmatramo površinu optimizacije svake tačke u 2D ravni, možemo doneti zaključak u kom pravcu se referentna tačka kreće kako bi se došlo do minimuma (slika 5.).

Ukoliko je razlika između para ulaznih slika mala, optimalno kretanje kontrolnih tačaka je malo (1 ili 2 piksela) ili uopšte ne postoji. Samim tim deformacija segmenata je slabo vidljiva.

Kao rezultat registracije dual energy slika mogu se izdvojiti slika mekih tkiva i slika kostiju (slika 6.).

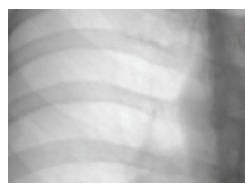


Slika 5. Površina optimizacije prve referentne tačke prikazana u 3D (a) i u 2D ravni (b).



a)

b)



c)

d)

Slika 6. Registrovana test slika (a i c) kao i slika izdvojenog mekog tkiva (b i d)

5. ZAKLJUČAK

Realizovani algoritam kao rezultat daje dobre smernice za izbor optimizacione metode. Pomatrajući optimizacione površine svake od referentnih tačaka možemo zaključiti da li je moguće koristiti računarski manje zahtevne optimizacione metode kao i optimizacione metode koje mogu lako da „upadnu“ u lokalne minimume smatrajući ih globalnim.

Kako su optimizacione površine referentnih tačaka glatke, nema bojazni od lokalnih minimuma pa se mogu koristiti optimizacione metode kao što je Powell-ov metod koja je najčešće birana metoda za glatke funkcije kojima je minimum otprilike poznat.

Ukoliko možemo efikasno da izračunamo gradijent, možemo ga upotrebiti kako bi ubrzali pretragu za minimumom. Pouzdana metoda optimizacije u tom slučaju bi bila Polak-Ribiere ili Fletcher-Reeves metoda.

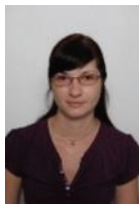
Primećeno je da kod nekih parova ulaznih slika ukoliko jedan deo slike nije jasno vidljiv (tamni regioni u slici

samp preciziraj kojoj)), nije moguće sa sigurnošću pronaći optimalni minimum kontrolne tačke koja se nalazi u pomenutom delu slike, samim tim segmenti na koje utiče ta tačka neće biti najbolje registrovani-

6. LITERATURA

- [1] Vladimir Petrović, *Nastavni materijal iz predmeta „Obrada slike u medicini“*, Novi Sad, FTN, 2011.
- [2] James Shackleford, Nagarajan Kandasamy, Gregory Sharp, „*High Performance Deformable Image Registration Algorithms for Manycore Processors*“, Drexel University ECE Dept, 2013.

Kratka biografija:



Marina Petrović rođena je u Beogradu 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Komunikacione tehnologije i obrada signala odbranila je 2015.god. Oblast interesovanja su obrada slike i zvuka, kao i mikroračunarska elektronika (DSP platforme).

ANDROID APLIKACIJA ZA AKVIZICIJU I PRIKAZ EEG SIGNALA

Rezime: U radu je opisan primer Android aplikacije za akviziciju i prikaz EEG signala. Signali se prikupljaju u realnom vremenu putem Bluetooth komunikacije. Takođe su prikazani implementirani algoritmi za obradu i prikaz signala u realnom vremenu. Aplikacija je razvijena u Qt programskom okruženju, tj. C++ i QML programskim jezicima. Za potrebe obrade signala u realnom vremenu razvijena je biblioteka sa primitivama za njihovu obradu, prikaz i čuvanje na stalnoj memoriji.

Ključne reči: Android, elektroencefalografija, EEG, obrada signala u realnom vremenu

1. UVOD

Elektroencefalograf (EEG) je uređaj za snimanje električne aktivnosti mozga, odnosno električnih signala na površini čovekove glave. EEG signali sadrže informacije o mentalnom stanju, čime je moguće vršiti dijagnostiku poremećaja svesti, praćenje stanja pacijenta u stanju kome, dijagnostikovanje moždane smrti, i dr. Pored toga, EEG predstavlja ključni deo pri realizaciji *Brain-computer interface*-a (BCI), gde se voljne radnje koriste za upravljanje drugim uređajima [1], ili pak za sigurnosne sisteme prilikom autentifikacije korisnika [2].

S obzirom na napredak tehnologije, EEG uređaji su postali pristupačni i za primenu izvan laboratorija. Ovakav razvoj događaja prouzrokovao je pojavu mobilnih EEG uređaja sa mogućnošću prenosa podataka bežičnim putem. Time je stvoren ambijent za primenu EEG uređaja u kućnim uslovima sa praktično neograničenim spektrom mogućnosti.

Kako bi u slučaju mobilnog EEG uređaja mobilnost sistema za akviziciju signala zavisila od mobilnosti personalnog računara, predloženo je rešenje aplikacije za akviziciju i prikaz EEG signala na mobilnom uređaju (slika 1). Time je omogućena apsolutna mobilnost sistema za akviziciju i prikaz EEG signala.



Sl. 1. Mobilni sistem za akviziciju i prikaz EEG

2. PROGRAMSKA PODRŠKA ZA RAD U REALNOM VREMENU

Za potrebe rada u realnom vremenu razvijena je C++ biblioteka za rad sa signalima u realnom

vremenu.

Biblioteka je zasnovana na uobičajenim apstrakcijama signala i sistema [3] iz inženjerskog sveta. Sastoji se od klasa ISignal, OSignal i Sistem, kao primitiva za rad sa signalima u realnom vremenu. Klasa Sistem predstavlja apstrakciju sistema, dok klase ISignal i OSignal predstavljaju ulazni i izlazni signal sistema, respektivno. Na slici 2 je grafički prikazan sistem S sa dva ulaza i jednim izlazom.



Sl. 2. Primer grafičkog prikaza sistema

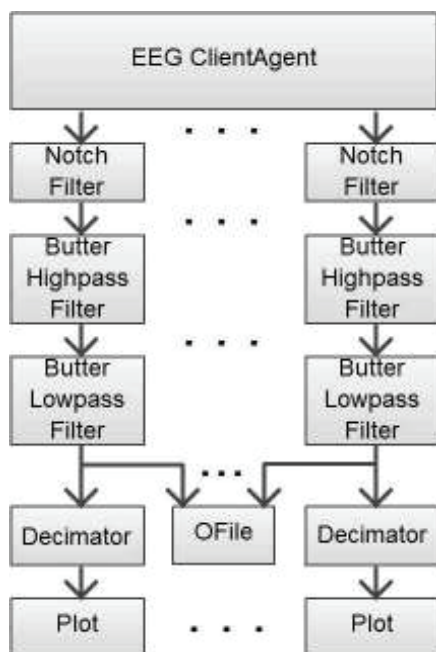
U radu su implementirani sledeći sistemi za obradu signala:

- EEGClientAgent, sistem za akviziciju podataka sa Bluetooth EEG uređaja. EEGClientAgent poseduje 24 izlazna signala koji predstavljaju 24 kanala EEG signala.
- Decimator, sistem za decimaciju signala. Decimator poseduje jedan ulazni i jedan izlazni signal.
- NotchFilter, sistem koji predstavlja notch filter [4]. NotchFilter poseduje jedan ulazni i jedan izlazni signal.
- ButterFilter, sistem koji predstavlja Butterworth filter [4]. ButterFilter poseduje jedan ulazni i jedan izlazni signal.
- Plot, sistem za grafički prikaz signala. Plot poseduje jedan ulazni signal.
- OFile, sistem za skladištenje signala u binarnu datoteku. OFile poseduje jedan ulazni signal.

Složeni sistem za akviziciju i prikaz EEG signala je implementiran povezivanjem već pomenutih sistema, kao što je prikazano na slici 3.

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Dragana Marjanovića. Mentor je bio dr Vojin Ilić.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETIKUM, Novi Sad, jun 2014.



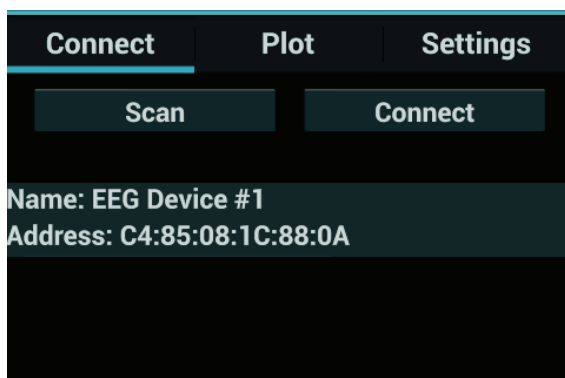
Sl. 3. Sistem za akviziciju i prikaz EEG signala

3. GRAFIČKA SPREGA

Grafička sprega je implementirana u QML [5] programskom jeziku. Grafička sprega se sastoji od tri tabulatora, čijim izborom se prelazi između grupa funkcija vezanih za uspostavu veze sa EEG uređajem, prikaz signala u realnom vremenu ili podešavanja rada aplikacije.

3.1 Tabulator za uspostavu veze

Tabulator za uspostavu veze (slika 5) nudi korisniku mogućnost pretraživanja dostupnih Bluetooth EEG uređaja, kao i uspostavu ili prekid veze sa određenim uređajem.



Sl. 4. Tabulator za uspostavu veze

3.2 Tabulator za prikaz signala

Tabulator za prikaz signala (slika 4) omogućava korisniku prikaz signala sa EEG

uređaja u realnom vremenu.



Sl. 5. Tabulator za prikaz signala

S obzirom na to da amplituda EEG signala tokom snimanja može da promeni red veličine, potrebno je vršiti skaliranje vertikalne ose kako bi korisniku bio prikazan signal u korisnom opsegu. Pored toga, skaliranje vertikalne ose je potrebno vršiti što je ređe moguće, kako se ne bi često menjale vrednosti podeoka na grafiku i time korisniku otežavalo očitavanje signala. U tu svrhu razvijen je algoritam za automatsko skaliranje vertikalne ose.

Neka je signal koji se prikazuje obeležen sa X i neka su srednja vrednost signala i maksimalno odstupanje od srednje vrednosti signala u proteklih N sekundi obeleženi sa $\bar{X}$ i D . Neka su gornja i donja granica prikazanog opsega obeležene sa Y_h i Y_l . Tada se skaliranje vertikalne ose vrši u slučajevima kada je:

- signal izašao izvan vidljivog opsega ($X > Y_h \vee X < Y_l$) (slika 6.a)
- odstupanje signala od srednje vrednosti isuviše malo, manje od $\varepsilon \cdot 100\%$ vidljivog opsega ($D < \varepsilon \cdot (Y_h - Y_l)$), tako da su korisne promene signala teško uočljive (slika 6.c)

Nakon skaliranja vertikalne ose prikazani opseg signala je centriran oko srednje vrednosti signala. Prikazani opseg je K puta veći od opsega signala. Tada gornja i donja granica prikazanog opsega imaju nove vrednosti određene jednačinama:

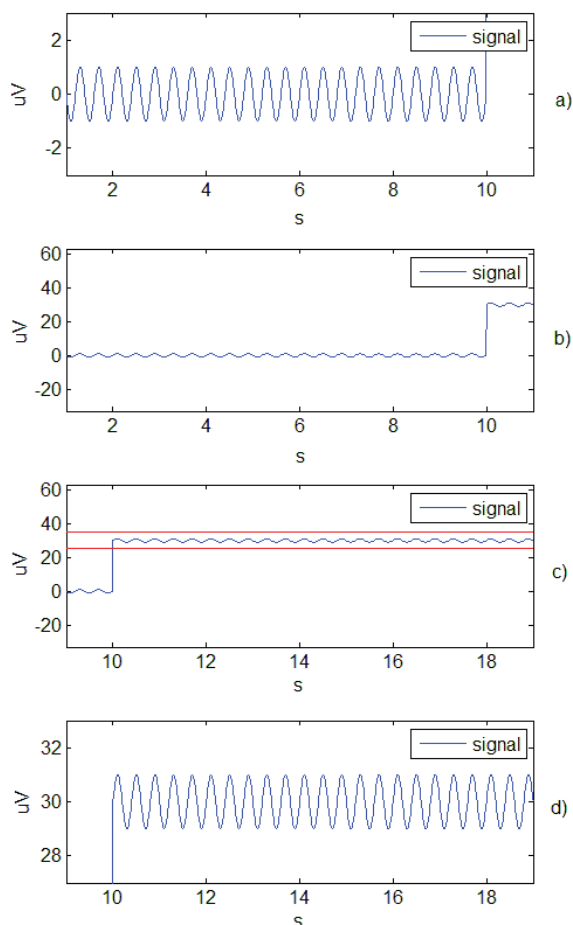
$$Y_h = \bar{X} + K \cdot D \quad (1)$$

$$Y_l = \bar{X} - K \cdot D \quad (2)$$

Vrednosti parametara, $N = 3$, $\varepsilon = 0.1$ i $K = 3$, su eksperimentalno utvrđene.

Primer rada algoritma za skaliranje vertikalne ose je dat na slici 6. U slučaju 6.a signal je izašao izvan opsega, što je jedan od uslova za ponovno skaliranje vertikalne ose. Na slici 6.b je prikazan ishod skaliranja signala iz 6.a. U slučaju 6.c promena signala je isuviše mala u odnosu na prikazani opseg, čime je uslov za ponovno

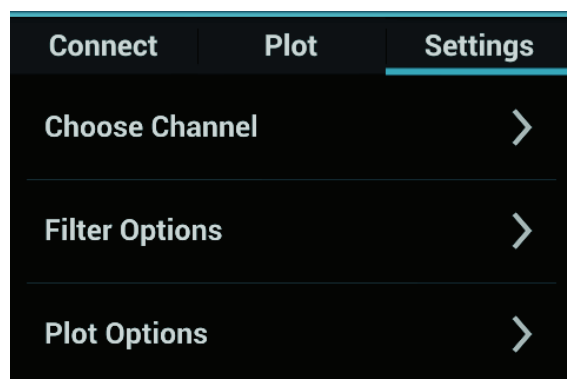
skaliranje vertikalne ose ispunjen. Na slici 6.d je prikazan ishod skaliranja signala iz 6.c.



Sl. 6. Primeri skaliranja vertikalne ose

3.3 Tabulator za podešavanja

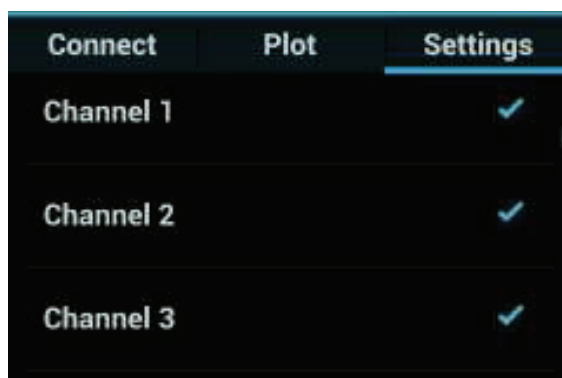
Tabulator za podešavanja (slika 7) omogućava korisniku da menja rad aplikacije i prilagodi je svojim potrebama.



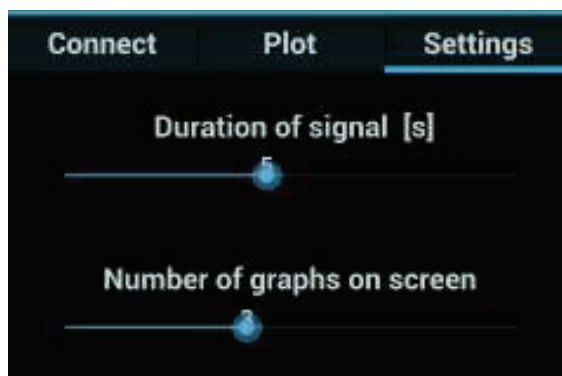
Sl. 7. Tabulator za podešavanja

Implementirana su sledeća podešavanja za prikaz signala (slike 8 i 9):

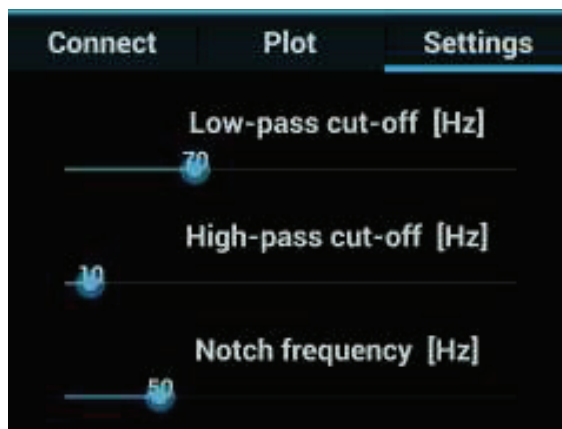
- izbor signala koji će se prikazivati u listi signala
- broj prikazanih signala po visini ekrana
- dužina prikazanog signala u sekundama, kao i podešavanja za filtriranje signala (slika 10):
- granična frekvencija niskopropusnog Butterworth filtra
- granična frekvencija visokopropusnog Butterworth filtra
- frekvencija notch filtra



Sl. 8. Podešavanja za odabir signala za prikaz



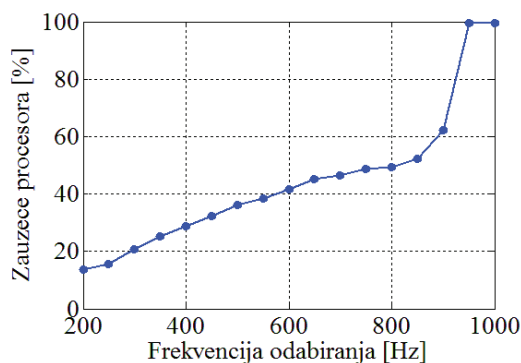
Sl. 9. Podešavanja za prikaz signala



Sl. 10. Podešavanja za filtriranje signala

4. MERENJE I ANALIZA PERFORMANSI

Performanse razvijene aplikacije su merene time što su mereni neophodni resursi (dostupnost procesora) u zavisnosti od frekvencije odabiranja signala EEG uređaja. Merenje performansi je izvršeno na uređaju sa Qualcomm MSM 8255 1GHz Scorpion procesorom, 512MB radne memorije, Adreno 205 grafičkim procesorom i Android 4.0.4 operativnim sistemom. EEG uređaj korišćen za snimanje signala poseduje 24 kanala, 24 bit-ne preciznosti.



Sl. 11. Rezultati merenja performansi

Iz rezultata merenja performansi (slika 11) se vidi da za frekvencije odabiranja manje od 850 Hz aplikacija izvršavana na pomenutom uređaju zadovoljava svaku praktičnu primenu za rad sa EEG signalima u realnom vremenu. Za frekvencije preko 850 Hz neophodni resursi za rad u realnom vremenu naglo rastu, što je posledica prevelike komunikacije između niti prilikom njihove sinhronizacije i raspoređivanja.

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan sistem za akviziciju i prikaz EEG signala u realnom vremenu, zasnovan na Android mobilnom uređaju i mobilnom EEG uređaju sa Bluetooth bežičnom komunikacijom. Prikazani sistem je zbog svoje mobilnosti sposoban za korišćenje na lokacijama bez neposredne blizine računara.

Aplikacija za akviziciju i prikaz signala omogućuje rad sa 24-oro kanalnim EEG uređajem, i pri tome vrši filtriranje šuma mrežnog napona, kao i band-pass filtriranje. Moguća je promena parametara filtara ili pak parametara grafičke sprege, čime se aplikacija može prilagoditi potrebama korisnika.

6. REFERENCE

- [1] Megalingam, R., Thulasi, A., Krishna, R., Venkata, M., Gupta, A., Dutt, T.: *Thought*

Controlled Wheelchair Using EEG Acquisition Device, 2013

- [2] Klonovs, J., Kjeldgaard Petersen, C., Olesen, H., Hammershøj, A.: *Development of a Mobile EEG-based Biometric Authentication System*, 2013
- [3] Oppenheim, A., Willsky, A.: *Signals and Systems (2nd Edition)*, Prentice Hall, 1996
- [4] Oppenheim, A., Schaffer, R.: *Discrete-time signal processing (2nd Edition)*, Prentice Hall, 1999
- [5] Blanchette, J.: *C++ GUI Programming with Qt 4 (2nd Edition)*, Prentice Hall, 2008

Autori: Dušan Veljko, Dragan Marjanović, Željko Tepić, Univerzitet Novi Sad, Fakultet Tehničkih Nauka, Katedra za automatiku i upravljanje sistemima, Trg Dositeja Obradovica 6, 21000 Novi Sad, Serbia, Tel: +381 21 485 2446.

E-mail: v_duschan@hotmail.com

draganmarjanovic10@gmail.com

zeljkotepic@gmail.com

ISPITIVANJE RADA ALGORITMA UPRAVLJANJA SMSM U OBLASTI SLABLJENJA POLJA NA HIL EMULATORU I STVARNOM POGONU

TESTING OF AN ALGORITHM FOR THE CONTROL OF A SMSM IN THE FIELD WEAKENING RANGE ON A HIL EMULATOR AND ACTUAL TEST BENCH

Mladen Gagić, Stevan Grabić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan razvoj i ispitivanje algoritma za upravljanje radom sinhronog motora sa stalnim magnetima utisnutim u rotor, za rad u oblasti slabljenja polja. Dati algoritam je ispitan na više platformi, u simulacijama, na Typhoon HIL emulatoru i na stvarnom pogonu SMSM napajanog preko posebnog sklopa energetske elektronike.

Abstract – This paper presents the development and testing of an algorithm for the control of an permanent magnet synchronous motor with embedded magnets on the rotor, in the field weakening range. The algorithm in question was tested on several of platforms including simulations, on a Typhoon HIL emulator and on a actual PMSM test bench powered by a custom power electronics devise.

Ključne reči: algoritam upravljanja, slabljanje polja, vektorska kontrola, SMSM, HIL emulator, dSpace, lookup tabele.

1. UVOD

Da bi energetska elektronika mogla da se primenjuje, neophodno je razvijati odgovarajuće programe, koji će njome upravljati.

Algoritmi upravljanja, koji čine softverki deo pogona moraju da obezbede siguran i kvalitetan rad sistema, te moraju biti prilagođeni hardverskim i fizičkim specifikacijama datog pogona. Proces razvijanja algoritma upravljanja je veoma složen i zahteva inženjerski pristup koji, u zavisnosti od njegove primene, može biti veoma skup i vremenski zahtevan.

Danas su na raspolaganju razni programski paketi i uređaji, koji služe između ostalog za ispitivanje upravo ovakvih upravljačkih sklopova a među njima su raznovrsni simulacioni i emulacioni sistemi, koji doprinose efikasnijem i bržem razvoju algoritama za upravljanje. To omogućava da se određeni problemi i potencijalne greške otkriju mnogo ranije i time uštedi na vremenu i materijalnim sredstvima.

Za regulaciju SMSM u oblasti slabljenja polja pri brzinama višestruko većim od sinhrona, potrebno je da data mašina bude sa utisnutim magnetima na rotoru.

2. OPIS POGONA I NJEGOV MATEMATIČKI MODEL

Da bismo mogli da napravimo odgovarajući model pogona i da za njega razvijemo algoritam upravljanja, prvo moramo da imamo sve potrebne parameter, preko kojih ćemo izračunati promenljive upravljanja. Ovi parametri se često izražavaju u svom svedenom obliku u odnosu na bazne veličine pogona, koji predstavljaju nominalne vrednosti korišćene mašine. Za ovaj rad se koristio sinhroni motor sa utisnutim stalnim magnetima na rotoru firme Siemens oznake 1FK7083-5AF71-1EB0.

Potrebno je model SMSM na rotoru, iz stacionarnog abc koordinatnog sistema prevesti u dvofazni rotirajući dq koordinatni sistem. Moguć je direktan prelazak iz abc u dq koordinatni sistem prema izrazu (1)

$$\begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \begin{bmatrix} \cos \theta_s & \cos \left(\theta_s - \frac{2\pi}{3} \right) & \cos \left(\theta_s + \frac{2\pi}{3} \right) \\ -\sin \theta_s & -\sin \left(\theta_s - \frac{2\pi}{3} \right) & -\sin \left(\theta_s + \frac{2\pi}{3} \right) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

Data transformacija je invarijantna po snazi, odnosno važi:

$$P_{abc} = u_a \cdot i_a + u_b \cdot i_b + u_c \cdot i_c = P_{dq} \quad (2)$$

Nakon obavljenih ovih transformacija, matematički model električnog podsklopa sistema glasi [3]:

$$u_{sd} = r_s \cdot i_{sd} \cdot L_d \cdot \frac{d i_{sd}}{dt} - \omega_r \cdot L_q \cdot i_{sq} \quad (3)$$

$$u_{sq} = r_s \cdot i_{sq} + L_q \cdot \frac{d i_{sq}}{dt} + \omega_r \cdot L_d \cdot i_{sd} + \omega_r \cdot \psi_{PM} \quad (4)$$

$$\psi_{sd} = L_d \cdot i_{sd} + \psi_{PM} \quad (5)$$

$$\psi_{sq} = L_q \cdot i_{sq} \quad (6)$$

$$P_{dq} = u_d \cdot i_d + u_q \cdot i_q \quad (7)$$

Mehanički podsklop modela datog sistema u dq sistemu predstavljen je jednačinama:

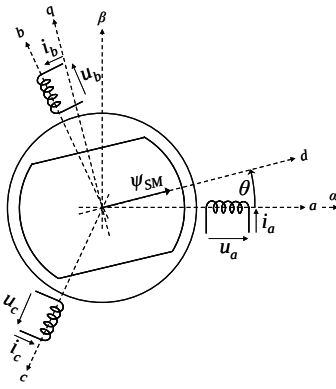
$$\tau_{meh} \cdot \frac{d\omega}{dt} = m_e - m_m \quad (8)$$

$$m_{el} = P \cdot (\psi_{PM} \cdot i_{sq} + (L_d - L_q) \cdot i_{sq} \cdot i_{sd}) \quad (9)$$

$$\omega_r = P \cdot \omega_m \quad (10)$$

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Grabić



Slika 1: Međusobni odnosi tri koordinatna sistema

3. RAZVOJ SIMULACIONOG MODELA MAŠINE

Za razliku od mašine jednosmerne struje, kod sinhronih motora ne postoje dve direktno pristupačne upravljačke veličine, već se upravlja učestalošću ω_s i amplitudom, odnosno efektivnom vrednošću višefaznih statorskih veličina (struja) I_s , od kojih svaka (istovremeno) deluje na magnetno stanje ψ i na momenat mašine. (slika1)

$$\psi = f_1(I_s, \omega_s) \quad m = f_2(I_s, \omega_s) \quad (11)$$

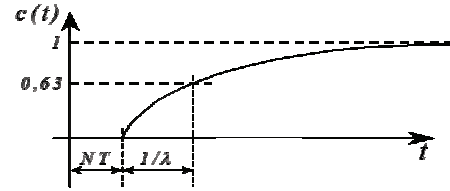
Dakle, posmatrajući ovaj elektro-magnetni mehanički sklop iz stojećeg koordinatnog sistema, upravljanje je spregnuto. Kod sinhronih mašina se može izvesti raspreganje ukoliko na sinhrono rotirajući koordinatni sistem vezemo promenljivu, čime ona dobija samo jednu koordinatu. Rotorski fluks sinhronne mašine sa stalnim magnetima na rotoru se postavlja tako da ima samo d komponentu. S obzirom da su u dq rotacionom sistemu vrednosti d i q ose međusobno raspregnute (postavljene po 90 stepeni jedna u odnosu na drugu) tako će i promenljive koje vezemo za njih biti raspregnute.

Oдавde vidimo da je za kontrolu i upravljanje mašinom potrebno da znamo položaj polifazora rotorskog fluksa odnosno orijentaciju polja. To znači da moramo da znamo tačan položaj rotora sinhronog motora u svakom trenutku kako bismo njime mogli da ga upravljamo vektorski.

Za kontrolu SMSM ključno je uspostaviti upravljanje sa i_d i i_q , poput poprečne i podužne komponente struje statora. U tu svrhu, naponi u_d i u_q predstavljaju upravljačke promenljive, koje obezbeđuju odgovarajući PI regulatori. Iz tog razloga, za kontrolu veličina poput poprečne i podužne komponente struje statora i brzine obrtanja rotora, odabrani su PI regulatori sa zaštitom od namotavanja (eng. *anti-windup*), realizovani u diskretnoj formi.

Takođe, primenjena je postavka regulatora sa „*feed-forward*“ članovima da bi se dejstvo regulatora struja po d i q osi raspregnulo.

Parametri regulatora struje po obe ose mogu se dobiti primenom Dalinovog postupka proračuna (*Dahlin*). Dalinov proračun digitalnog regulatora se primenjuje na sklopove, u kojima se želi aperiodičan odziv, koji može da se podešava preko parametra λ , kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2: Aperiodičan odziv dobijen Dalinovim postupkom

Regulacija brzine obrtanja se ostvaruje preko nadređene regulacione petlje. Proračun regulatora ugaone brzine rotora SMSM na rotoru zasniva se na postupku pronalaženja optimalnih vrednosti parametara regulatora, $K_{p\omega}$ i $K_{I\omega}$. Prenosna funkcija od ulaza ω do izlaza ω^{ref} regulacione petlje dobija se kao:

$$\frac{\omega(z)}{\omega^{ref}(z)} = \frac{\frac{K_{I\omega}}{1-z^{-1}} \cdot \psi_{sm} \cdot \frac{T_\omega / \tau_{meh}}{z-1}}{1 + \psi_{sm} \cdot \frac{T_\omega / \tau_{meh}}{2} \cdot \frac{z+1}{z \cdot (z-1)} \cdot \left(\frac{K_{I\omega} \cdot z}{z-1} + K_{p\omega} \right)} \quad (12)$$

Jednačine (2)-(8) važe za sve oblasti rada, kako u normalnom režimu (ubrzavanje ispod sinhronne brzine), tako i u režimu slabljenja polja. To nam daje mogućnost da analiziramo rad date mašine u raznim oblastima, opterećenjima, uslovima i tako steknemo uvid u ograničenja njenog rada.

Polazeći od jednačina naponske ravnoteže u stacionarnom stanju i momenta sinhronne mašine sa umetnutim stalnim magnetima na rotoru u dq domenu:

$$u_d = R_s \cdot i_d - L_q \cdot \omega \cdot i_q \quad (13)$$

$$u_q = R_s \cdot i_q + L_d \cdot \omega \cdot i_d + \psi_{sm} \cdot \omega \quad (14)$$

$$m_e = \psi_{sm} \cdot i_q + (L_d - L_q) \cdot i_q \cdot i_d \quad (15)$$

Pri ovome su uvažena sledeća ograničenja, imajući u vidu maksimum modula napona, koji se može postići na stvarnom pogonu:

$$\sqrt{u_d^2 + u_q^2} = 0,6026 \quad (16)$$

$$\sqrt{i_d^2 + i_q^2} = 1 \quad (17)$$

Možemo da izrazimo kvadrate napona preko struja:

$$u_d^2 = R_s^2 \cdot i_d^2 - 2R_s \cdot L_q \cdot \omega \cdot i_d \cdot i_q + L_q^2 \cdot \omega^2 \cdot i_q^2 \quad (18)$$

$$u_q^2 = R_s^2 \cdot i_q^2 + L_d^2 \cdot \omega^2 \cdot i_d^2 + \psi_{sm}^2 \cdot \omega^2 + 2 \cdot R_s \cdot L_d \cdot \omega \cdot i_d \cdot i_q + 2 \cdot L_d \cdot \omega^2 \cdot \psi_{sm} \cdot i_d + 2 \cdot R_s \cdot \psi_{sm} \cdot \omega \cdot i_q \quad (19)$$

Koristeći relaciju za ograničenje struja dobijamo jednačinu, koja nam daje vezu između struja i_q i i_d :

$$(R_s^2 + L_d^2 \cdot \omega^2) \cdot i_d^2 + (R_s^2 + L_q^2 \cdot \omega^2) \cdot i_q^2 + (-2 \cdot R_s \cdot L_q \cdot \omega + 2 \cdot R_s \cdot L_d \cdot \omega) \cdot i_q \cdot i_d + (2 \cdot L_d \cdot \omega^2 \cdot \psi_{sm}) \cdot i_d + (2 \cdot R_s \cdot \omega \cdot \psi_{sm}) \cdot i_q + \psi_{sm}^2 \cdot \omega^2 = 0,3631 \quad (20)$$

Iz ove jednačine sada možemo da izrazimo struju i_d preko struje i_q kao:

$$i_d = \frac{(0,3631 - \psi_{sm}^2 \cdot \omega^2 - R_s^2 - L_d^2 \cdot \omega^2) - 2 \cdot R_s \cdot \omega \cdot \psi_{sm} \cdot i_q - \omega^2 \cdot (L_q^2 - L_d^2) \cdot i_q^2}{2 \cdot [R_s \cdot \omega \cdot (L_d - L_q) \cdot i_q + L_d \cdot \omega^2 \cdot \psi_{sm}]} \quad (21)$$

Sada možemo da dobijemo jednačinu četvrtog stepena, koja izražava samo struju i_q u zavisnosti od brzine ω :

$$\begin{aligned} &(\omega^4 \cdot A^2 + 4 \cdot \omega^2 \cdot B^2) \cdot i_q^4 + (4 \cdot A \cdot \omega^3 \cdot \psi_{sm} + 8 \cdot \omega^3 \cdot R_s \cdot L_d \cdot \psi_{sm} \cdot B) \cdot i_q^3 + (4 \cdot R_s^2 \cdot \psi_{sm}^2 \cdot \omega^2 - 2 \cdot \omega^2 \cdot A \cdot C + 4 \cdot L_d^2 \cdot \omega^4 \cdot \psi_{sm}^2 - 4 \cdot R_s^2 \cdot \omega^2 \cdot B^2) \cdot i_q^2 + \\ &(-4 \cdot C \cdot R_s \cdot \psi_{sm} \cdot \omega - 8 \cdot R_s \cdot L_d \cdot \psi_{sm} \cdot \omega^3 \cdot B) \cdot i_q + C^2 - 4 \cdot L_d^2 \cdot \omega^4 \cdot \psi_{sm}^2 = 0 \quad (22) \\ &A = (L_q^2 - L_d^2) \\ &B = (L_d - L_q)^2 \\ &C = (0,3631 - \psi_{sm}^2 \cdot \omega^2 - R_s^2 - L_d^2 \cdot \omega^2) \end{aligned}$$

Nakon rešavanja ove jednačine, vrednost struje i_d opet se dobija rešavanjem kvadratne jednačine:

$$(R_s^2 + L_d^2 \cdot \omega^2) \cdot i_d^2 + [(-2 \cdot R_s \cdot L_q \cdot \omega + 2 \cdot R_s \cdot L_d \cdot \omega) \cdot i_q + 2 \cdot L_d \cdot \omega^2 \cdot \psi_{sm}] \cdot i_d + [(2 \cdot R_s \cdot \psi_{sm} \cdot \omega \cdot i_q + \psi_{sm}^2 \cdot \omega^2) + (R_s^2 + L_q^2 \cdot \omega^2) \cdot i_q^2 - 0,3631] = 0 \quad (23)$$

Tabela sa vrednostima promenljivih za ovaj, prilagođen matematički model u oblasti slabljenja polja je sledeća:

ω	i_q	i_d	u_q	u_d	m_e
0,6	0,9915	-0,1305	0,5238	-0,2978	0,8659
0,65	0,9629	-0,27	0,5154	-0,3123	0,847
0,7	0,9131	-0,4077	0,5088	-0,3229	0,8089
0,75	0,8566	-0,516	0,50557	-0,3277	0,763
0,8	0,7979	-0,6028	0,5053	-0,3283	0,7138
0,85	0,7391	-0,6735	0,5071	-0,3255	0,6636
0,9	0,6812	-0,7321	0,5106	-0,3199	0,6134
0,95	0,6245	-0,781	0,5157	-0,3118	0,5637
1	0,569	-0,8224	0,5219	-0,3012	0,5146
1,05	0,5143	-0,8576	0,5292	-0,2882	0,466
1,1	0,4602	-0,8878	0,5374	-0,2726	0,4176
1,15	0,4059	-0,9139	0,5463	-0,2343	0,3688
1,2	0,3506	-0,9365	0,5559	-0,2325	0,3189
1,25	0,2928	-0,9562	0,5661	-0,2066	0,2666
1,3	0,2301	-0,9732	0,5767	-0,1746	0,2097
1,35	0,1567	-0,9876	0,5878	-0,1325	0,1429
1,4	0,0485	-0,9988	0,5993	-0,063	0,0442

Tabela 1: Vrednosti promenljivih za normalan režim rada

Jedna od ključnih pogodnosti primenjenog algoritma upravljanja jeste mogućnost kontrole pogona pri brzinama manjim od sinhronih kao i pri režimu kočenja. Režim kočenja se javlja kada su znaci momenta i brzine međusobno različiti. Preko algoritma upravljanja, mi smo u stanju da dobijemo vrednosti promenljivih za režim kočenja. Ove vrednosti su date u tabeli 2.

Na osnovu vrednosti datim u tabelama 1 i 2 vidi se da se sve vrednosti parametara međusobno razlikuju za istu brzinu pogona u različitim režimima. Kako bismo omogućili kvalitetan rad sistema pri prelazu iz jednog u drugi režim neophodno je uvažiti i vrednosti datih parametara za struju i električni momenat za iste brzine.

ω	i_q	i_d	u_q	u_d	m_e
0,65	-0,9978	-0,0301	0,5167	0,31	-0,8685
0,7	-0,9738	-0,2276	0,5078	0,3224	-0,8547
0,75	-0,9339	-0,3574	0,5044	0,3297	-0,8252
0,8	-0,886	-0,4637	0,5038	0,3306	-0,7871
0,85	-0,834	-0,5518	0,5055	0,328	-0,7442
0,9	-0,7801	-0,6256	0,509	0,3225	-0,6987
0,95	-0,7256	-0,6881	0,5141	0,3144	-0,6519
1	-0,6709	-0,7415	0,5264	0,3038	-0,6044
1,05	-0,6163	-0,7875	0,5277	0,2909	-0,5565
1,1	-0,5615	-0,8275	0,5277	0,2792	-0,508
1,15	-0,5061	-0,8625	0,545	0,257	-0,4587
1,2	-0,4495	-0,8934	0,5548	0,2353	-0,4079
1,25	-0,39	-0,9208	0,5651	0,2093	-0,4079
1,3	-0,3255	-0,9455	0,5759	0,1773	-0,2962
1,35	-0,2503	-0,9683	0,5872	0,1352	-0,228
1,4	-0,1402	-0,9901	0,599	0,0657	-0,1278

Tabela 2: Vrednost promenljivih za režim kočenja

Da bi se maksimalno iskoristile naponske mogućnosti pretvarača (videti jednačinu (16)) uobičajeno se proširuje rad upravljačkog sklopa u oblast nadmodulacije odnosno iskoristi se veća površina šestougla, unutar kojeg se kreće prostorni vektor. U ovu svrhu, bilo je potrebno ostvariti odgovarajuće izmene u postavku modulatora.

4. KONFIGURACIJA I MODELI ZA ISPITIVANJE ALGORITMA UPRAVLJANJA SMSM

Tokom ispitivanja datog algoritma korišćene su tri platforme. Prva predstavlja programski paket *MATLAB* i njegovo okruženje *Simulink*, koji je korišćen u svakoj fazi eksperimentisanja. U prvoj fazi se koristio za simulaciju rada pogona. U drugoj fazi je preko kontrolne kartice *dSpace* komunicirao sa *Typhoon HIL* emulatorom u realnom vremenu, dok je u poslednjoj fazi ispitivanja takođe preko *dSpace* kartice upravljao radom stvarnog pogona SMSM na rotoru. Ovo ujedno predstavlja jedan od tipičnih, novijih postupaka ispitivanja nekog upravljačkog sklopa.

Simulink nam omogućava da konstruišemo veoma detaljne modele i da ih isto tako vrlo lako menjamo i ispitujemo kao i da analiziramo rezultate. Ključna odlika simulacija u *Simulink*-u jeste ta što se simulacije vrše *offline* odnosno van toka realnog vremena.

Emulator korišten u datom radu jeste *Typhoon HILL600* (slika 3), koji pokazuje izuzetno dobre performanse pri radu sa elektromotornim pogonima. Dati emulator komunicira sa sistemom upravljanja preko *dSpace* kontrolne kartice vezane za računar, koji sadrži *Simulink* program.



Slika 3: HIL600 Emulator



Slika 4: Pogon SMSM i energetska elektronika

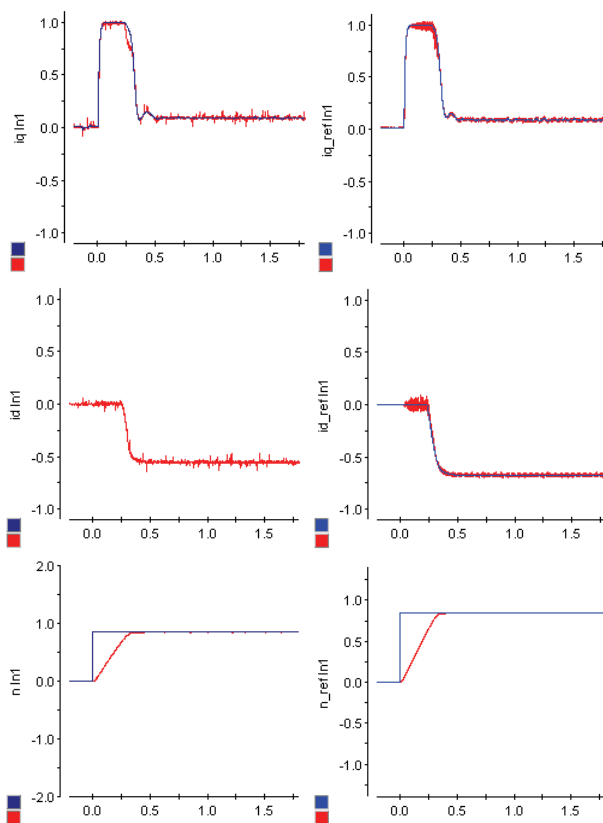
5. REZULTATI ISPITIVANJA ALGORITMA UPRAVLJANJA

Tokom ispitivanja datog algoritma izvedeno je više eksperimenata na sve tri platforme. Cilj ovih ogleda bio je da se ispita rad i valjanost upravljačkog algoritma u različitim uslovima rada i u raznim režimima.

Rezultati su pokazali veoma dobro podudaranje odziva snimljenih na HIL emulatoru i pravom pogonu što ide u prilog validnosti i opravdanost upotrebe ovakve opreme u svrhu eksperimenisanja. Dati su snimci ubrzavanja pogona od 0 do $\omega=0,85$ r.j na emulatoru i pravom pogonu: (slika 5)

6. ZAKLJUČAK

U radu je predložen algoritam upravljanja SMSM u oblasti slabljenja polja, koji je kasnije analiziran preko eksperimenata putem simulacija, na HIL emulatoru i na pravom pogonu. Dati algoritam upravljanja pokazuje veoma dobre rezultate pri kontroli rada SMSM pri brzinama manjim od sinhronne kao i u oblasti slabljenja polja. Ključno za rad ovog algoritma bili su proračuni na osnovu matematičkog modela mašine kao i primena *lookup* tabela za skladištenje podataka o potrebnom momentu i vrednosti podužne komponente struje u oblasti slabljenja polja.



Slika 5: Poređenje rezultata dobijeni na HIL emulatoru (leva kolona) i pravog pogona (desna kolona)

7. LITERATURA

- [1] Stevan Grabić, *Skripta za predmet upravljanja energetskim pretvaračima*, Novi Sad, 2011.
- [2] Darko Marčetić, *Mikroprocesorsko upravljanje energetskim pretvaračima*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2012.
- [3] Jang- Mok Kim, Seung-Ki Sul, *Speed control of interior permanent magnet synchronous motor drive for the flux weakening operation*, IEEE transaction on industry application, vol. 33, NO, 1. January/February 1997
- [4] Mirko Jević, *Razvoj upravljačkog algoritma za pogon sa asinhronim motorm uz primenu Typhoon- HIL emulatora i dSPACE razvojnog okruženja*, diplomski rad, biblioteka FTN, Novi Sad, 2013.
- [5] Nikola Čelanović, *Modelovanje pretvarača energetske elektronike u realnom vremenu*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2011.

Kratka biografija:

Mladen Gagić: rođen u Novom Sadu 1989. godine, diplomski rad odbranio je 2013. godine na Fakultetu Tehničkih Nauka, na Univerzitetu u Novom Sadu.

SOFTVER ZA GEOVIZUELIZACIJU PRENOSNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE**SOFTWARE GOR GEOVISUALISATION OF TRANSMISSION NETWORK**

Miloš Ogrizović, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - U radu je prezentovana realizacija softverske komponente za geovizuelizaciju prenosne elektroenergetske mreže sa podrškom za njeno ažuriranje. Geografska mapa je prikazana putem Open Street Map. Softver je razvijen korišćenjem WPF tehnologije i programskog jezika C# u razvojnom okruženju Microsoft Visual Studio 2010.

Abstract - The paper presents software component for geovisualisation of transmission network with editing capabilities. Geographic map is visualised using Open Street Map. The softver was developed using WPF technology and programming language C# in the development environment Microsoft Visual Studio 2010.

Ključne reči: geovizuelizacija, prenosne elektroenergetske mreže, Open Street Map, WPF.

1. UVOD

Grafičkim predstavljanjem prenosne mreže, korisniku softvera se olakšava upravljanje i nadgledanje celokupnom mrežom. Da bi grafički prikaz mreže bio što potpuniji i precizniji nije potrebno prikazati samo elemente mreže i udaljenost među elementima, već je potrebno prikazati i geografsku lokaciju svakog od elemenata mreže, i vezu celokupne prenosne mreže sa susednim mrežama.

Opisano softversko rešenje pruža korisniku mogućnost geografskog prikaza prenosne elektroenergetske mreže modelovane po ENTSOE standardu, standardu po kom su modelovane sve evropske mreže.

Softversko rešenje pruža mogućnost geografskog prikaza nacionalnih modela (elektroenergetski sistem jedne države) i spojenih modela (elektroenergetski sistem dve susedne zemlje).

Zajedno sa prikazom nacionalnih ili spojenih modela, prikazuju se i granične veze sa susednim modelima.

Pored samog prikaza, softversko rešenje nudi mogućnost editovanja elemenata mreže u vidu promene geografske lokacije elementa, i mogućnost kreiranja geografskog prikaza za modele koji nemaju podatke o geografskim lokacijama elemenata mreže.

2. PROGRAMSKA APSTRAKCIJA PRENOSNE MREŽE

Programska apstrakcija prenosne mreže se oslanja na ENTSOE (European Network Transmission System Operators for Electricity) standard kao važeću referencu svih evropskih mreža. ENTSOE standard pokriva pravila opisivanja prenosnih elektroenergetskih nacionalnih mreža, pravila razmene podataka o nacionalnim mrežama između operatera i pravila prodaje i kupovine električne energije između operatera.

ENTSOE standard propisuje da se za opis prenosne elektroenergetske mreže koristi se CIM [1] (Common Information Model) model. Prenosna elektroenergetska mreža je modelavana kroz četiri obavezna i tri opcionalna entiteta. Obavezni entitetima se smatraju:

- **EQ** (Equipment): opisuje elemente prenosne mreže
- **TP** (Topology): opisuje veze među elementima
- **SV** (State Variables) : sadrži podatke o promena napona u čvorovima
- **SSH** (Stable State Hypothesis): sadrži podatke o uključenosti elemenata i vrednosti neophodne za proračun tokova snaga (**Load Flow**)

Opcioni entite u CIM modelu su:

- **DY** (Dynamics): opisuje dinamiku ponašanja sistema
- **GL** (Geographical Location): sadrži podatke o geografskim lokacijama elemenata mreže
- **DL** (Diagram Layout): sadrži podatke potrebne za prikaz mreže putem dijagrama

Pored obaveznih CIM entiteta, za potrebe geovizuelizacije prenosne elektroenergetske mreže potreban je i **GL** opcioni entitet.

2.1. Obavezni CIM entiteti

Prilikom geovizuelizacije, ne prikazuju su svi elementi mreže, već samo čvorovi (**Substation**) i vodovi (**ACLineSegment** i **DCLineSegment**). Podaci o čvorovima i vodovima nalaze se unutar EQ (Equipment) entiteta.

Čvorovi mreže su opisani putem ID-a, imena i geografskog regiona kom pripadaju. Vodovi su opisani sa ID-om, imenom, i naponskim nivoom kom pripadaju. Svaki vod pripada tačno jednom naponskom nivou.

NAPOMENA:

Rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red. prof.

Naponski nivoi od atributa sadrže svoje ime i nominalnu vrednost. Nominalne vrednosti naponskog nivoa propisane su ENTOSE standardom.

2.2. CIM geografski entitet

GL entitet sadrži dva tipa elemenata: **Location** i **PositionPoint**. Svaki Location element ima svoj jedinstveni ID, ime i referencu na čvor ili vod iz EQ entiteta (ID čvora ili voda).

PositionPoint ima jedinstveni ID i atribut o geografskoj dužini i širini. Svaki PositionPoint poseduje i referencu na jedan Location element. Location element može biti referenciran od strane jednog ili više PositionPoint elemenata. PositionPoint poseduje i atribut SequenceNumber.

Za potrebe geografskog prikaza jednog čvora, GL entitet mora sadržati jedan Location i jedan PositionPoint element. Location sadrži svoj ID, ime i ID čvora iz EQ entiteta. PositionPoint sadrži svoj ID, geografsku širinu, geografsku dužinu i ID Location-a.

Za geografski prikaz voda potrebno je da poznajemo geografsku lokaciju za početak i za kraj voda. Za to su potrebna dva PositionPoint elementa i jedan Location element u GL entitetu. Location element sadrži svoj ID, ime i ID voda iz EQ entiteta. PositionPoint elementi sadrže svoj ID, geografsku širinu i dužinu, SequenceNumber i ID na isti Location. SequenceNumber atribut je obavezan kod PositionPoint elemenata za prikaz voda. Slika 1. sadrži primer podataka iz GL entiteta za jedan vod u xml formatu.

```
<cim:Location rdf:ID="4a0ba5b0-c966-11e1-af5f-b8f6b1180b6d">
  <cim:IdentifiedObject.name>Location47</cim:IdentifiedObject.name>
  <cim:Location.PowerSystemResources rdf:resource="#_04854529-c766-11e1-8775-005056c00008" />
</cim:Location>
<cim:PositionPoint rdf:ID="4d581190-c966-11e1-af5f-b8f6b1180b6d">
  <cim:PositionPoint.sequenceNumber>1</cim:PositionPoint.sequenceNumber>
  <cim:PositionPoint.xPosition>-2.7795615196228027</cim:PositionPoint.xPosition>
  <cim:PositionPoint.yPosition>55.9753303527832</cim:PositionPoint.yPosition>
  <cim:PositionPoint.Location rdf:resource="#_4a0ba5b0-c966-11e1-af5f-b8f6b1180b6d" />
</cim:PositionPoint>
<cim:PositionPoint rdf:ID="4d5838a0-c966-11e1-af5f-b8f6b1180b6d">
  <cim:PositionPoint.sequenceNumber>2</cim:PositionPoint.sequenceNumber>
  <cim:PositionPoint.xPosition>-2.379014492034912</cim:PositionPoint.xPosition>
  <cim:PositionPoint.yPosition>55.937461853027344</cim:PositionPoint.yPosition>
  <cim:PositionPoint.Location rdf:resource="#_4a0ba5b0-c966-11e1-af5f-b8f6b1180b6d" />
</cim:PositionPoint>
```

Slika 1. Geografski podaci za jedan vod

Vodovi prenosne mreže se protežu između dva čvora. Iz tog razloga se geografske lokacije čvorova poklapaju sa geografskim lokacijama početka i kraja vodova. Vodovi sa početnom ili krajnjom tačkom koja ne odgovara nijednom čvoru predstavljaju interkonektivne vodove.

U svakom nacionalnom modelu postoje vodovi kojima je električna mreža jedne zemlje spojena sa električnim mrežama njoj susednih zemalja, ili drugačije interkonektivni vodovi. Oni spajaju čvorove iz dve različite zemlje. Nacionalni modeli ne sadrže podatke o geografskoj lokaciji čvora u drugoj zemlji, pa je iz tog razloga nepoznata i jedna od krajnjih tačaka voda.

X-čvorovi predstavljaju fiktivne čvorove koji zamenjuju čvorove iz drugog nacionalnog modela. Geografska lokacija za x-čvorove nije poznata. Zbog nepoznavanja lokacije x-čvorova, iscrtavaju se na lokaciji koja predstavlja krajnju tačku voda koja se ne poklapa ni sa jednim od čvorova nacionalnog modela.

3. IMPLEMENTACIJA GEOVI MODULA

GeoVi modul je kreiran kao posebna komponenta unutar TNA softvera. Za prikaz GeoVi modula korišćen je objekat Canvas iz WPF 2D grafičke biblioteke. Canvas predstavlja kontejner u koji su dodati geografska mapa i grafički prikaz prenosne mreže.

Prilikom crtanja mape i prenosne mreže iskorišćena je mogućnost iscrtavanja elemenata u više slojeva (layer-a) unutar Canvas objekta. U jednom sloju je iscrtana geografska mapa, a u drugom sloju je iscrtana prenosna mreža.

3.1. Implementacija prikaza geografske mape

Za prikaz geografske mape iskorišćen je Open Street Map. Open Street Map predstavlja skup slika karata koje se nalaze se u otvorenoj bazi podataka i odatle ih svako može preuzeti kao i dodati nove slike.

Za iscrtavanje geografske mape prvo je bilo potrebno preuzeti mape iz baze podataka OSM-a. Mape se u OSM bazi podataka čuvaju u obliku slika (tajlova). Svaka slika (tajl) prikazuje jedan geografski region na određenom nivou zoom-a.

Kod prikaza geografskog regiona nikada se ne koristi samo jedna slika, već grupa slika koje prikazuju susedne oblasti, po uzoru na [3]. Tako se od dobija jedna slika koja se prikazuje u softveru kao geografska mapa.

3.2. Iscrtavanje prenosne mreže

U prethodnom poglavlju je opisana implementacija prikaza geografske mape. Sada je potrebno implementirati iscrtavanje prenosne mreže kao drugog layer-a.

Za crtanje elemenata korišćena je WPF 2D grafička biblioteka [2]. Čvorovi prenosne mreže (Substation) su iscrtani pomoću **System.Windows.Shapes.Ellipse** klase. Prilikom crtanja čvora potrebno je postaviti vrednosti **Latitude** i **Longitude** (geografska širina i dužina).

Vodovi prenosne mreže crtaju se pomoću **System.Windows.Shapes.Line** klase koja se koristi za crtanje linija. Vodovi se predstavljaju sa jednom linijom ili polilinijom u zavisnosti od toga da li vod ima prelomne tačke. Ako vod nema prelomnih tačaka, crta se jedna linija, dok se u slučaju postojanja prelomnih tačaka vod predstavlja polilinijom.

Za potrebe crtanja jedne linije potrebno je znati geografsku širinu i dužinu početne i krajnje tačke svakog segmenta voda.



Slika 2. Geografski prikaz test modela

Prenosna mreža se iscrtava u glavnom procesu aplikacije, dok se geografske mape učitavaju u pozadinskim procesima. Primer prenosne mreže sa geografskom pozadinom prikazan je na slici 2.

4. UPOTREBA GEOVI MODULA

GeoVi modul je dizajniran tako da ima dvojaku funkcionalnost. Prva je da GeoVi modul služi samo za geografski prikaz elektroenergetske prenosne mreže i da ima ulogu view-ra. Druga je da omogućiti korisniku da vrši izmene nad geografskim lokacijama elemenata prenosne mreže. U tu svrhu GeoVi modul treba da se ponaša kao *builder*. Za potrebe pravljenja GeoVi modula bilo je potrebno implementirati skup funkcija za rad sa geografskim prikazom i proširiti prikaz geografske mape sa još nekoliko UI komponenti. Unutar prikaza GeoVi modula se nalazi geomapa, tabele sa neprikazanim čvorovima i vodovima, Toolbar i StatusBar, slika 3.

4.1. Promena pozicija elemenata prenosne mreže

Da bi se promenila pozicija elementa, on se mora prvo selektovati. Selekcija elementa vrši se klikom na neki od prikazanih elemenata. Selekcijom čvora pojavljuje se marker koji označava da je čvor selektovan. Selektovanom čvoru je moguće menjati geografsku lokaciju povlačenjem kursora miša na željenu lokaciju.

Selekcija voda se obavlja na isti način kao i kod čvorova, klikom miša na vod. Kod selekcije voda dolazi do pojave minimum dva markera za selekciju. Marker se kreiraju na početku i kraju voda ali i na svakoj prelomnoj tački. Kod selektovanog voda postoji mogućnost promene početne i krajnje tačke što rezultuje operacijom promene lokacije čvora, i mogućnost promene lokacije prelomnih tačaka. Za vodove se može izvršiti i dodavanja i uklanjanja prelomnih tačaka.

4.2. Čuvanje izmena nad modelom

Nakon izvršenih izmena nad geografskim lokacijama elemenata postoji mogućnost korišćenja funkcije **Save**. Save funkcija dovodi do trajnih izmena nad modelom. Na

osnovu novih geografskih lokacija dolazi do kreiranja novog GL.xml fajla.

Pored funkcije **Save**, postoji i funkcija **Apply**. Apply funkcija, za razliku od **Save**, ne vrši izmene nad originalnim modelom već se promene vrše samo nad aktivnim modelom koji je učitao u radnu memoriju. Uloga Apply funkcije je kreiranje izlaznih DIFF fajlova. DIFF fajlovi predstavljaju grupu fajlova koji se koriste za izmenu originalnih CIM16 xml fajlova. Upotreba DIFF fajlova olakšava razmenu modela između korisnika.

4.3. Dodavanje i brisanje elemenata sa prikaza

GL.xml fajl u modelu ne mora sadržati geografske lokacije za svaki čvor i vod koji su opisani u EQ.xml fajlu. Ponekad geografski fajl sadrži podatke samo za neke od elemenata. GeoVi modul omogućava dodavanje i uklanjanje elemenata sa geografskog prikaza.

Brisanje jednog elementa sa geografskog prikaza može da dovede do kaskadnog brisanja još nekih elemenata. Ako se obriše vod koji se nalazi između dva "obična" čvora, obrišaće se samo selektovani vod. Ukoliko se obriše vod između čvora i x-čvora zajedno sa vodom će se obrisati i x-čvor.

Kod brisanja bilo kog tipa čvora uvek dolazi do kaskadnog brisanja. Brisanjem čvora brišu se i svi vodovi koji su sa njim povezanim. U slučaju brisanja x-čvora dolazi do brisanja najviše jednog voda, dok se kod brisanja substation-a može dogoditi i da se obriše više od jednog voda.

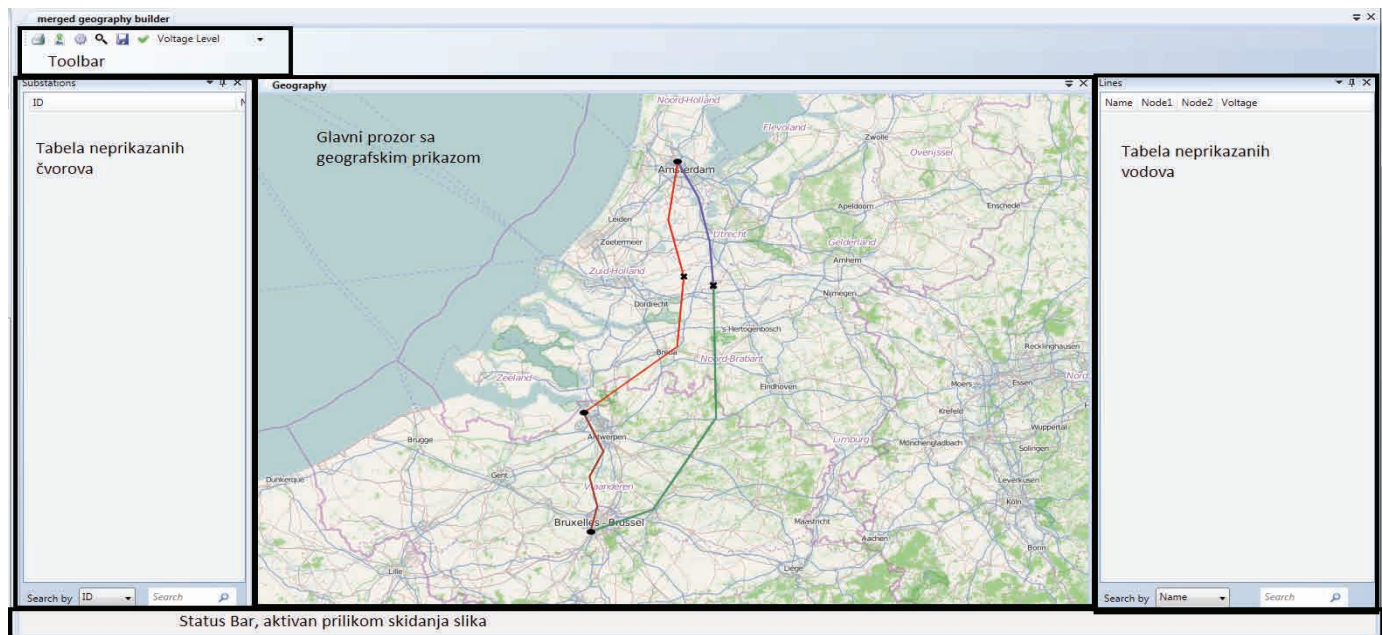
Dodavanje čvorova na geografski prikaz vrši **Drag&Drop** metodom. Nakon dodavanja na geografski prikaz, čvor se briše iz tabele neprikazanih čvorova.

U tabeli sa neprikazanim vodovima ne nalaze se svi vodovi, već samo vodovi čiji su čvorovi prikazani. Dodavanje voda se takođe vrši preko Drag&Drop metode.

4.4. Kreiranje GL.xml fajla

Neki od korišćenih modela ni nemaju GL.xml fajl. GeoVi modul daje korisniku mogućnost kreiranja GL.xml fajla kod modela koji u startu nemaju ovaj fajl.

Tabela sa neprikazanim čvorovima sadrži sve čvorove definisane u modelu. Njihovim dodavanje na prikaz počinje kreiranje fajla. Uz dodavanje čvorova na mapu u tabeli neprikazanih vodova počinju da se pojavljuju i vodovi čija su oba kraja (čvora) dodata na mapu. Kada se svi čvorovi (ili samo podskup čvorova) dodaju na mapu, prelazi se na dodavanje vodova. Nakon njihovog dodavanja na mapu, naknadno se može izvršiti promena pozicije nekih od elemenata i pravljenje prelomnih tačaka za vodove.



Slika 3. Glavni prozor GeoVi modul

4.5. Prikaz spojenog modela

U GeoVi modulu se pored nacionalnih modela mogu prikazati i spojeni (*merged*) modeli. Spojeni modeli sadrže u sebi podatke više nacionalnih modela. Za potrebe geografskog prikaza spojenog modela potrebno je bilo prikazati više nacionalnih modela u okviru jednog prikaza. Primer prikaza spojenog modela je prikazan na slici 4.



Slika 4. Prikaz dva nacionalna modela i spojenog modela

5. ZAKLJUČAK

Opisani modul ponudio je korisniku geografski prikaz prenosne mreže. Pod tim se smatra grafički prikaz prenosne mreže sa geografskom mapom u pozadini. Pored samog prikaza, GeoVi modul sadrži i funkcije za rad sa GL.xml fajlovima u CIM16 modelu.

Ovde se prevashodno misli na funkcije koje pružaju korisniku mogućnost da vrši izmene nad GL.xml fajlom, i time menja geografske lokacije elemenata prenosne mreže.

Drugi skup funkcija pruža korisniku mogućnost da kreira GL_DIFF.xml fajl koji sadrži razlike između učitano i trenutnog GL.xml fajla. Treći skup funkcija omogućava kreiranje GL.xml fajla za modele koji ne sadrže geografske podatke o elementima mreže.

6. LITERATURA

- [1]. Common Grid Model Exchange Standard, version 2.4.14, <https://www.entsoe.eu/major-projects/common-information-model-cim/cim-for-grid-models-exchange/standards>
- [2]. Jack Xu, Practical WPF Charts and Graphics, https://diglib.mercubuana.ac.id/manager/file_ebook/Isi15000470507814
- [3]. WPF Map Control using openstreetmap.orgData, <https://www.codeproject.com/Articles/879444WPF-Map-Control-using-openstreetmap-orgData>

Kratka biografija

Kandidat Miloš Ogrizović rođen je 24.05.1990. godine u Zrenjaninu. Master rad je odbranio 2015. godine na Fakultetu Tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo.

PROCENA STANJA, REKONSTRUKCIJA I SANACIJA FABRIČKE HALE „FKL“ U TEMERINU

ASSESSMENT, RECONSTRUCTION AND REPAIR OF FACTORY HALL „FKL“ IN TEMERIN

Nikola Ivetić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj Rad predstavlja procenu stanja, rekonstrukciju i predlog sanacije fabričke hale, sa kontrolnim proračunom i analizom opterećenja. U poslednjem delu je prikazana konstrukcija nove kranske staze nosivosti 50 kN.

Abstract – This paper presents the assessment and suggestion of repair and reconstruction of structure, with overall statical analysis. The last part is about new projected crane girder.

Ključne reči: Čelična konstrukcija, podna ploča, kranska staza, statički proračun, oštećenja, sanacija.

1. PROCENA STANJA, REKONSTRUKCIJA I SANACIJA FABRIČKE HALE „FKL“ U TEMERINU

1.1 Uvod

Urađen je pregled i procena stanja proizvodne hale sa FKL u Temerinu. Objekat je izgrađen 1985. godine, po projektu OUR Bačkaprojekt Temerin, arh. V. Kresovića i ing. Lj. Stanare. Rekonstrukcija dela objekta je radjena 2010. god. po projektu URBIS DOO, ovl. projektanti d.i.a Tijana Seničić i d.i.g. Marija Šaranović.

1.2 Funkcija i sadržaj objekta

Hala je predviđena za izradu kugličnih ležajeva i kardanskih vratila. Ova vrsta proizvodnje zahteva sistem podnih betonskih kanala kojim se iz centralnog sistema dovodi odnosno odvodi tečnost za hladjenje neophodno pri procesima mašinske obrade u separator i prečištač.

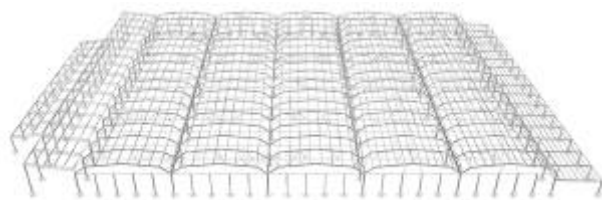
1.3 Postojeća konstrukcija

Postojeća konstrukcija predmetnog objekta je čelična petobroda hala sa rasterom od po 20.00 m i sa aneksima na obe strane objekta. Glavni noseći elementi hale su čelični stubovi 30/20 cm, visine 5 m, ispunjeni betonom i dvovodni, glavni nosači od kutijastih profila sa čeličnim vezanim gredama u visini vrha stubova kako je prikazano na slici 1. Krovni pokrivač su trimo termoizolovani paneli (Trim MG-50) koji se oslanjaju na čelične rožnjače, kontinualanog sistema, koje su postavljene na rastojanju 212.5 cm. Objekat je fundiran na temeljnim stopama međusobom povezanim ab. temeljnim gredama koje povezuju stope i nose fasadne zidove. Svi temelji samci su na koti -1.50 m i visine su 110 cm, osim dva temelja samca sa visinom 130 cm na koti -1.70 m. Obimni zidovi

NAPOMENA:

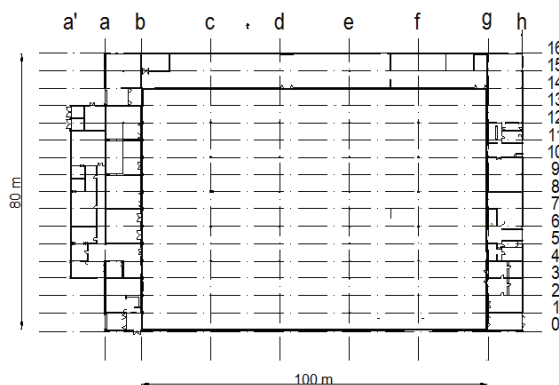
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vlastimir Radonjanin, red.prof.

između stubova su termoizolovani, od fasadne opeke 12+5+12cm, sa visokim parapetima i prozorima od crne bravarije.

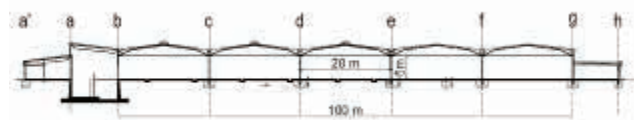


Slika 1 – Izgled modela objekta

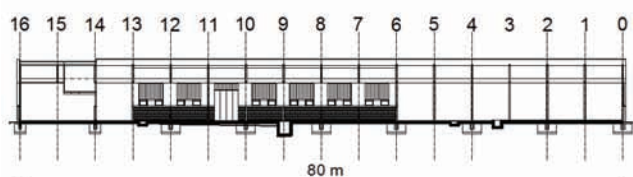
Podna konstrukcija je termo i hidro izolovana armirana betonska ploča d=15cm na sloju nabijenog betona i tamponu od šljunka, i finalno pemazana durolitom. U okviru postojećeg poda se nalazi sistem armiranobetonskih kanala (glavni i sekundarni). Na slikama 2, 3 i 4 su dati osnova objekta sa osama i karakteristični preseći.



Slika 2 - Osnova objekta sa osama



Slika 3 – Poprečni presek objekta



Slika 4 – Podužni presek objekta

1.4 Detaljan vizuelni pregled objekta

Uradjen je detaljan pregled svih dostupnih elemenata objekta radi utvrđivanja stanja samog objekta tj prisustva defekata i oštećenja na njemu. Ispitivanja kao što su fizička i mehanička svojstva ugrađenih materijala, stanje temelja nisu mogli biti urađeni. Karakteristični defekti i oštećenja sa svojim uzrocima i tehnikama sanacije su prikazani u [2].

Pregledom su obuhvaćeni sledeći elementi : stubovi, glavni nosači, krovna konstrukcija, podna konstrukcija, zidovi.

Na stubovima su uočena sledeća oštećenja : mrlje od prljavštine i nečistoće, masnoća, korozija (uglavnom površinskog karaktera) i mehanička oštećenja (slike 5 i 6).



Slika 5 i 6 – Oštećenja stubova

Na glavnim nosačima su uočena sledeća oštećenja: mrlje od prljavštine i masnoće, korozija, promena boje, prikazana na slikama 7 i 8.



Slika 7 i 8- Glavni nosači zahvaćeni korozijom

Korozija prisutna na metalnoj konstrukciji nastala je usled direktne hemijske reakcije između metala i gasovitih agenasa, kiseonika, kao i produkata koji se oslobadjaju tokom tehnološkog procesa proizvodnje u samoj hali. Mrlje od prljavštine, masnoće su nastale kao posledica neredovnog čišćenja metalnih površina od agenasa koji se oslobadjaju tokom proizvodnog procesa. Promena boje je nastala verovatno kao posledica kontakta sa vodom, krovni pokrivač na nekoliko mesta propušta atmosferske padavine, te vlaga dolazi i u kontakt sa stubovima i glavnim nosačima. Mehanička oštećenja – nastala na kontaktu stubova i proizvodnih mašina i drugih mehanickih uticaja.

Rožnjače i krovni pokrivač - korozija različitog inteziteta prisutna na skoro svim rožnjačama. Korozija je naročita izražena pravcu između osa f-e.

Problem predstavljaju svetlarnici koji nisu u dobrom stanju, hala prokišnjava na par mesta pa je i predviđena njihova zamena.

Na spoljašnim elementima i aneksnim delovima hale vizuelnim pregledom uočeni su sledeći defekti i oštećenja: -defekti: betonsko gnezdo (slika 9), mala debljina zaštitnog sloja, odvaljivanje uglova i ivica; - Oštećenja: korozija armature (slika 8), biološko rastinje, prslina i pukotine, ispućala površina betona, mrlje od vlage.



Slika 9 i 10– Oštećenja na spoljašnim elementima

Oštećeni pod predviđen za sanaciju, koji obuhvata veći deo hale, karakterišu mehanička oštećenja, nastala usled transportne komunikacije koja se obavlja u proizvodnoj hali. Pod je izljudan, oštećen, sa prslinama (slika 11), podna ploča ispućala bez sloja durolita na pojedinim mestima (slika 12).



Slika 11 i 12 – Oštećenja podne ploče

Zidovi su generalno u dobrom stanju. Jedina vidljiva prisutna oštećenja su mehanička oštećenja, kao i problem vlage koji je doveo do stvaranja biološkog rastinja.

Samo stanje postojećih betonskih kanala nije moglo da se utvrdi neposrednim vizuelnim pregledom zato što su preko njih postavljanje zaštitne rešetke.

1.5 Analiza prikupljenih podataka

Stubovi - Analizom rezultata vizuelnog pregleda 88 stubova utvrđeno je sledeće: na oko 20% stubova prisutna je korozija; na oko 11% stubova prisutna su mehanička oštećenja; na preko 20% stubova prisutna je masnoća i prljavština usled neredovnog čišćenja; na preko 20% stubova oštećena je površinski sloj boje ili je došlo do promene boje.

Glavni nosači - Analizom rezultata vizuelnog pregleda 85 glavnih nosača utvrđeno je sledeće: na skoro 100 % glavnih nosača prisutna je površinska korozija; na preko 44% glavnih nosača je došlo do oštećenja površinskog sloja boje ili do promene boje; na oko 83% glavnih nosača postoje tragovi masnoće i mehaničke nečistoće.

Rožnjače sa krovnim pokrivačem - Analizom rezultata vizuelnog pregleda utvrđeno je sledeće: na svim rožnjačama prisutna je korozija; na svim rožnjačama došlo je do oštećenja površinskog sloja boje

Podna ploča - Analizom rezultata vizuelnog pregleda utvrđeno je sledeće: na skoro 60% podne ploče prisutna su razna mehanička oštećenja površinskog sloja; nisu vidljivi ugibi, ni tragovi oštećenja same armiranobetonske ploče.

Zidovi i aneksni delovi - Analizom rezultata vizuelnog pregleda utvrđeno je da su zidovi u dobrom stanju, osim par mehaničkih oštećenja i problema vlage na jednom zidu. Prsline i pukotine su su prisutne na skoro svim prefabrizovanim ab elementima, uz pojavu korozije armature na 5% ovih elemenata.

1.6 Zaključak o stanju objekta

Iz svega navedenog može se reći da je dominantno ugrožena trajnost objekta, funkcionalnost objekta je delimično ugrožena zbog mestimičnog prokišnjavanja i oštećenja u podnoj konstrukciji, odnosno u završnom sloju industrijskog poda. Nosivost konstrukcije trenutno nije ugrožena, jer je čelična konstrukcija zahvaćena samo površinskom korozijom, odnosno nije redukovana poprečni presek nosećih čelinih elemenata. Međutim, u narednom periodu se moraju preduzeti odgovarajuće mere sanacije i zaštite, kako bi se sprečila dalja deterioracija i obezbedela potrebna trajnost konstrukcije.

2. PREDLOG ZAŠTITE NOSEĆE KONSTRUKCIJE I SANACIJE UOČENIH OŠTEĆENJA

2.1 Sanacija krovne konstrukcije

Radovi na sanaciji su vezani za na problem osvetljenja i sistem hidroizolacione zaštite na mestima spojeva trimo krovni panela i dotrajalih svetlosnih traka, jer na par mesta postoji obilno prokišnjavanje. Predviđena je demontaža postojećih Stadler Novosel svetlosnih traka i njihova zamenjena krovnim svetlosnim trakama sistema Termoglas, svetlosne širine 175 cm.

2.2 Antikoroziorna zaštita rožnjača, stubova i glavnih nosača

Potrebno je izvršiti čišćenje i ponovno izvodjenje antikorozijske zaštite. Detaljni postupci pripreme i izvodjenja antikorozijske zaštite su prikazani u [1]. Za čišćenje glavnih nosača odabrana je kombinacija peskarenja i ručnog čišćenja. Stubove očistiti peskarenjem, a rožnjače ručno. Dalje se pristupa procesu nanosenja zaštitnih premaza. Za osnovni premaz će se uzeti premazno sredstvo sa visokom koncentracijom cinka, EPOLIN osnovni sa cinkom u prahu, proizvođača Zvezda Hellios, koje se nanosi u jednom sloju debljine po 60 μm, za međuslojni premaz EPOLIN osnovni DBS u jednom sloju debljine 80 μm, a za pokrivno premazno sredstvo DD PUR EMAJL ZA METAL koje se nanosi u dva sloja, debljine po 40 μm. Ukupna debljina suvog filma 220 μm.

2.3 Sanacija poda hale

Sanacija će obuhvatiti rekonstrukciju površinskog sloja ploče i izjednačavanje sa nivoom poda gde je već izveden ferobeton. Kompletanu ploču, osim dela sa izvedenim slojem od fero betona, olupati, očistiti i otprašiti. Na tako pripremljenu podlogu izliti sloj ferobeta kao završni sloj poda debljine cca 14cm. . Ovo rešenje sanacije je odabrano i zbog potrebe nivelisanja podne konstrukcije, odnosno prilagođavanja nivelete poda tehnološkim procesu i kanalima u ploči.

2.4 Adaptacija i rekonstrukcija proizvodnih betonskih kanala, sa probijanjem novih i produžavanjem postojećih kanala

Izrada novih betonskih kanala – posle svih pripremnih radova definisati referentne tačke, i prema njima definisati

raspored novih kanala. Razbijanje betonske ploče i podloge će se vršiti mašinskim putem. Nakon uklanjanja šuta će se vršiti iskop do potrebne dubine na kojoj je predviđen tampon šljunak. Nakon postavljanja tampona od šljunka, izvodjenja slojeva nabijenog betona i hidroizolacije, izvodice se zidovi od opeke na kant kao zaštita hidroizolacije bočnih strana kanala. Kada su ovi zidovi ozidani postaviće se vertikalna izolacija zidova kanala, oplata i u nju potrebna armatura kanala. Nakon urađenih i pregledanih radova od strane stručnog nadzora vršiće se betoniranje kanala.

Sve navedeno za postavljanje novih kanala važi i za produžavanje postojećih kanala. Ovde treba voditi računa o dubini iskopa i postizanju adekvatnog pada na koji treba da se nadovezuje postojeći pad postojećeg kanala.

3. KONTROLNI PRORAČUN

Urađena je analiza opterećenja i kontrolni proračun nosivosti elemenata hale (rožnjača, glavnih nosača, stubova).

Opterećenja koja su korišćena pri proračunu nosača su: stalno opterećenje, opterećenje snegom, opterećenje vetrom i seizmičko opterećenje. Stalno opterećenje čine sopstvena težina nosača i težina krovnog pokrivača, $g = 0.25 \text{ kN/m}^2$ krovne ravni. Opterećenje vetrom je računato za malu krutu zgradu za lokaciju Novi Sad, opterećenje snegom je računato po formuli :

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_{Ad} \quad (1)$$

gde je $S_{Ad} = 1.0 \text{ kN/m}^2$ (zbog zadržavanja snega između krovni ravnji), Proračun prema Evrokodu EN1991-1-3:2003. Ukupna seizmička sila je $S = 686.23 \text{ kN}$, gde su veličine projektnih sila računane dinamičkom metodom spektralne analize po obrascu :

$$S_{ik} = K_{si} \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k \quad (2)$$

Opterećenje se sa krovni ravnji prenosi na rožnjače, kontinualnog sistema raspona 10 m, odakle se kao koncentrisane sile prenosi na glavni nosač i dalje na stubove i temelje.

3.1 Analiza rezultata

Proračunom su dobijeni sledeći uticaji:

Rožnjače: $M_x = 9.04 \text{ kNm}$, $G_x = 7.46 \text{ kN/cm}^2$, $f = 9.2 \text{ mm}$

Na slici 13 prikazana je anvelopa momenata rožnjača.



Slika 13 – Anvelopa momenata na rožnjačama

Uslovi nosivosti, stabilnosti i upotrebljivosti su zadovoljeni.

Glavni nosači: $M_x = 60.23 \text{ kNm}$, $N = -123.29 \text{ kN}$, $G_x = 15.53 \text{ kN/cm}^2$, $G_y = 1.75 \text{ kN/cm}^2$

Na slikama 14 i 15 date su anvelope momenata i normalnih sila glavnog nosača.



Slika 14 – Anvelopa momenata glavnog nosača

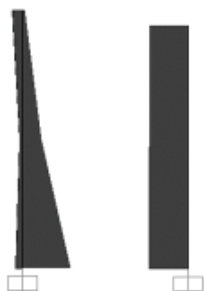


Slika 15 – Anvelopa aksijalnih sila glavnog nosača

Uslovi nosivosti, stabilnosti i upotrebljivosti su zadovoljeni.

Stubovi: $M_x=60,23\text{kNm}$, $N=-291,81\text{ kN}$,
 $\sigma_x=20,5\text{kN/cm}^2$, $\sigma_y=6,13\text{ kN/cm}^2$.

Na slici 16 su prikazane anvelope momenata i askijalnih sila u stubu.



Slika 16 – Anvelope momenata i aksijalnih sila stubova

Izvršena je provera samo čeličnog dela preseka zbog nepoznavanja stanja i kvaliteta betona unutar stuba. Sam betonski deo preseka je dovoljan da prihvati preostali napon usled sile pritiska, ali je potrebno proveriti stanje i kvalitet ugrađenog betona.

4. KRANSKA STAZA

Za proizvodne potrebe industrijske hale predviđena je izrada kranske staze nosivosti 50 kN. Izabrana je jednonogredna mosna dizalica, nosivosti $Q=5000\text{kg}$, raspona $l=20\text{m}$, visine podizanja $H_{\max} = 6\text{m}$. Dužina kranske staze: $L= 80\text{m}$, nosači: HEA700 (204kg/m), mačka: WRH NOVA L (800kg).

Opterećenje od mosne dizalice je : $F_{\phi,k}=78,4 \cdot 1,35 = 105,84\text{ kN}$, optereće bočnim udarima: $F_u=1/10 F_k =7,84\text{ kN}$. Dijagram uticaja je dat na slikama 16, 17 i 18,



Slika 16 - Dijagram momenata usled sopstvene težine krana, mačke, kranske staze i tereta



Slika 17 - Dijagram momenata usled bočnih udara krana

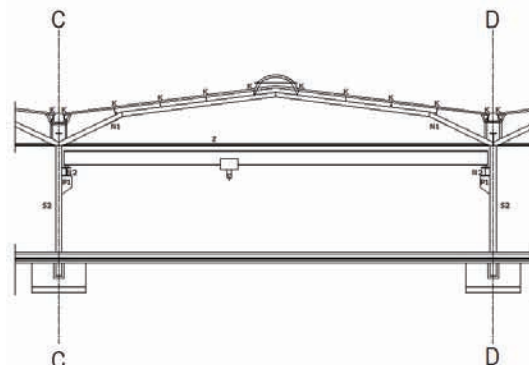


Slika 18 – Dijagram ugiba

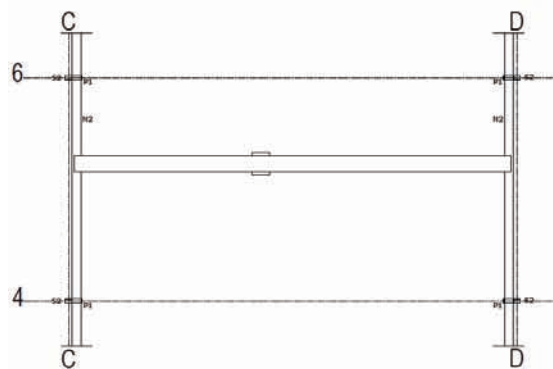
$L = 8 \times 10\text{m}$, za nosač kranske staze usvojeno HEA400. Statički sistem je niz kontinualnih greda preko dva polja. Razlozi za takvo rešenje su transport elemenata i to što se kontinualac na dva polja dobro ponaša kad su ugibi u pitanju.

Kranska staza se na stub oslanja preko odgovarajućeg zavarenog kratkog elementa. Kratki element $d=10\text{mm}$; Debljina vara: $s = 5\text{mm}$; Dužina vara: $l = 2 \times 800\text{ mm} = 1600\text{mm}$; Smičuća sila: $N = 90.9\text{ kN}$; Smičući napon: $\tau = 0.57\text{ kN/cm}^2 < \tau_{\text{doz}}$.

Poprečni presek i osnova su prikazani na slikama 17 i 18.



Slika 17 - Poprečni presek sa kranskom stazom



Slika 18 – Osnova shale a kranskom stazom

6. LITERATURA

- [1] D. Budjevac, Z. Marković, D. Bogavac, D. Tošić: Metalne konstrukcije, 3. izdanje, Beograd 2009.
- [2] V. Radonjanin, M. Malešev: Materijal sa predavanja Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija i Sanacija betonskih konstrukcija

Kratka biografija:



Nikola Ivetić rođen je u Livnu, BiH, 17. jula 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - Procena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata odbranio je 2015. god.

**HIDRAULIČKA ANALIZA VODOVODNE DISTRIBUTIVNE MREŽE
NASELJA STANIŠIĆ****HYDRAULIC ANALYSIS WATER DISTRIBUTION NETWORK OF
SETTLEMENT STANIŠIĆ**

Siniša Novakov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je izvršena hidraulička analiza distributivne mreže naselja Stanišić kao i komparativna analiza ponašanja mreže pri različitim sistemima vodosnabdevanja.

Abstract – In this project was performed hydraulic analysis water distribution network of settlement Stanišić and also comparative analysis of network behavior under different water systems.

Ključne reči: Hidraulički proračun, distributivna mreža, vodosnabdevanje naselja

1. UVOD

Naselje Stanišić nalazi se na severu Bačke oblasti AP Vojvodine. Da bi se gubici vode iz vodovodnog sistema sveli na prihvatljivu meru neophodna je rekonstrukcija distributivne mreže. U radu je izvršena komparativna analiza ponašanja distributivne mreže pri različitim sistemima vodosnabdevanja. Urađena je hidraulička analiza vodovodne distributivne mreže i izabrano rešenje vodosnabdevanja.

**2. ANALIZIRANE VARIJANTE SISTEMA
VODOSNABDEVANJA****2.1. Varijanta I**

Prva analizirana varijanta predstavlja trenutni princip vodosnabdevanja sa povećanim kapacitetom hidrotehničkih objekata. Izvorište je smešteno u centralnom delu naselja. Trenutni kapacitet hidroforških posuda je 4x3000(l). Na kraju planskog perioda 2031. godine predviđa se kapacitet hidroforških posuda od 5x4500 (l). Na slici 1 prikazane su tehničke karakteristike pumpne stanice za varijantu I.

2.2. Varijanta II

Varijanta II predstavlja potisni sistema vodosnabdevanja. U ovoj varijanti izvorište je smešteno u južnom delu naselja, odnosno na ulazu u naselje iz pravca Sombor. Pošto je kvalitet sirove vode na izvorištu loš. Karakteriše je povećan sadržaj organskih materija, dok je arsen ispod granice MDK. Voda kao takva bi se trebala prečistiti u fabrici vode sa odgovarajućim tretmanom u tehnološkom postupku. Ovaj problem bi rešila izgradnja regionalnog vodovoda tzv. sistem "Sombor" u kome naselje Stanišić

pripada severoistočnom podsistemu. Naselje bi se snabdevalo vodom iz potencijalnog izvorišta "Sombor", a pumpna stanica je ispred naselja. Na slici 2 prikazane su tehničke karakteristike pumpne stanice za varijantu II.

2.3. Varijanta III

Varijanta III predstavlja kombinovani sistem vodosnabdevanja. Sastavni deo ovog sistema je visoko postavljen rezervoar-vodotoranj koji je povezan sa distributivnom mrežom preko deonice prečnika Ø180. Distributivna mreža kod ovakvog sistema ima doticaj vode sa izvorišta i vodotoranja u časovima vršne potrošnje.

Potopnim bunarskim pumpama voda se potiskuje do pumpne stanice koja dalje distribuira vodu u mrežu. U časovima kada potrošnja vode u mreži prevazilazi dotok sa izvorišta, razliku u potrebnoj količini vode nadoknađuje rezervoar, što mu je jedna od osnovnih uloga kao regulatora neravnomernosti potrošnje. Ovakav režim rada prikazan je na slici 3.

Zapremina rezervoara se dobila iz bilansa doticaja vode sa izvorišta i potrošnje u distributivnoj mreži.

Pored pokrivanja neravnomernosti potrošnje za stanovništvo i industriju zapremina rezervoara obezbeđuje potrebnu protiv požarnu količinu vode i vodu za slučaj nepredviđenih havarija u mreži. Ukupna računsa zapremina je 608,29 (m³).

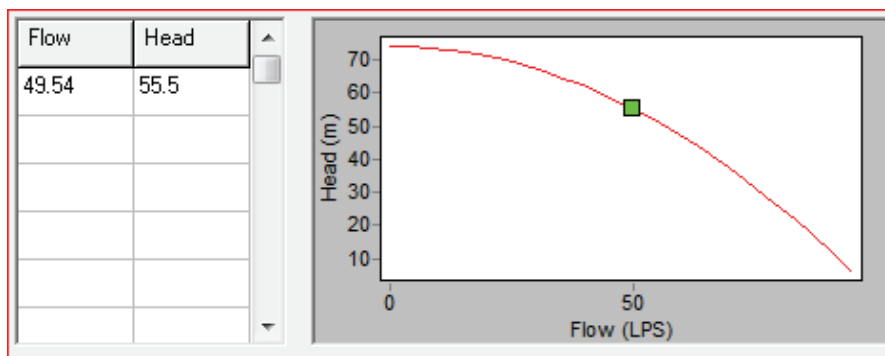
**3. SIMULACIONI MODEL DISTRIBUTIVNE
MREŽE**

Simulacioni model distributivne mreže predstavljen je kao skup veza spojenih čvorovima. Distribuciona mreže je mešovitog tipa u kojoj preovlađuje prstenasti tip mreže sa 30 elementarnih prstenova i 13 granatih delova mreže, koji se pružaju u planiranim kompleksima industrijskih zona i po obodima slepim ulicama naselja.

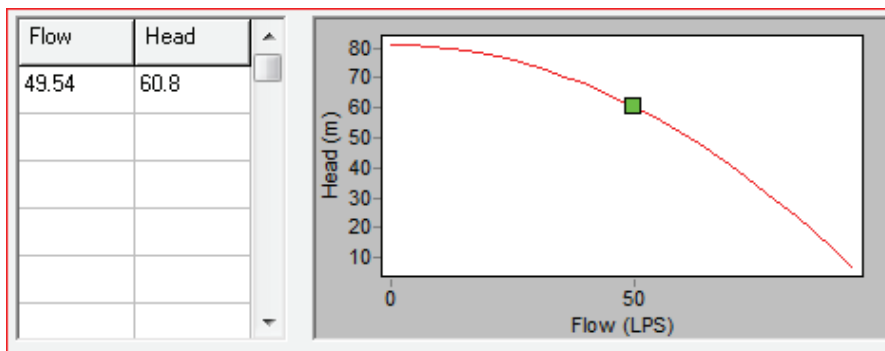
Potrošnja vode duž cevovoda se redukovala u čvorovima tzv. čvorna potrošnja. Koristila se uprošćena proračunska šema predpostavljajući da se voda ravnomerno troši po dužini cevovoda što uslovljava pretpostavku o ravnomernom rasporedu potrošača duž distributivne mreže. Protok koji pripada jednom dužnom metru mreže nazivamo specifični protok.

NAPOMENA:

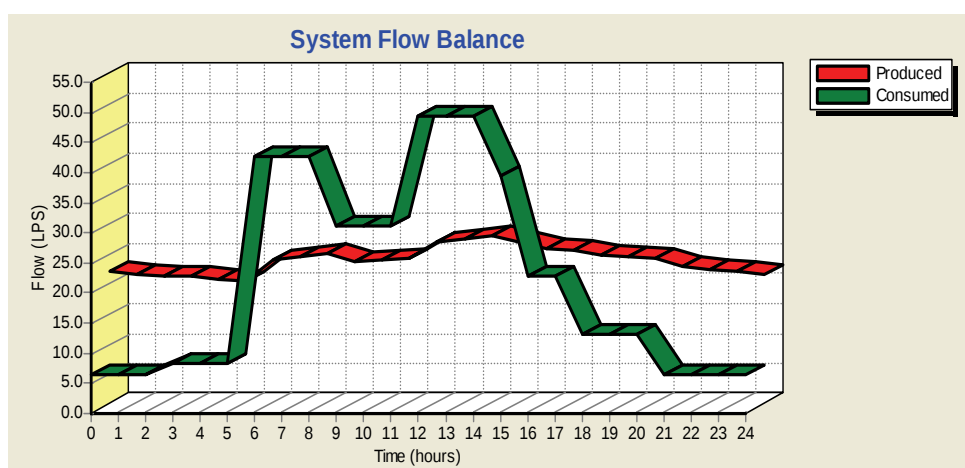
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Matija Stipić.



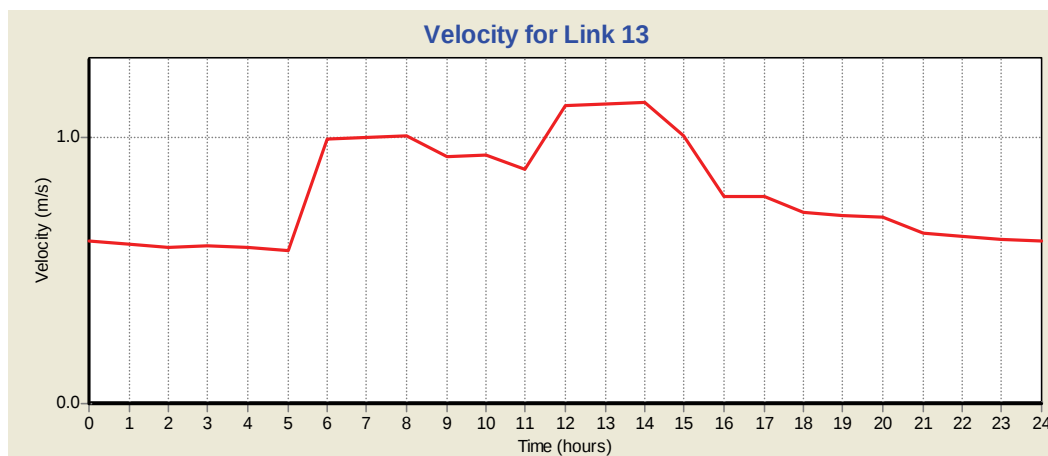
Slika 1. Pumpna stanica (varijanta I)



Slika 2. Pumpna stanica (varijanta II)



Slika 3. Režim rada sistema (varijanta III)



Slika 4. Maksimalne brzine u deonici 113

$$q_{sp}=Q_{max}, dn/\Sigma L=16.52/24861.6=0.0006645 \text{ (l/s/m')} \quad (1)$$

Čvorna potrošnja se odredila na osnovu maksimalne dnevne potrošnje, a softverski paket „Epanet“ nam omogućuje zadavanjem svakoj kategoriji potrošača koeficijente neravnomernosti potrošnje. Automatskim množenjem zadatog paterna i unete čvorne potrošnje u čvorovima vrši se hidraulički proračun mreže.

Jedna od postavki ovog rada je i obezbeđivanje protiv požarne zaštite naselja što uslovljava unutrašnje prečnike cevovoda ne manjih od 100(mm). Minimalni prečnik u mreži je Ø110 sa unutrašnjim prečnikom 96.8(mm). Ovaj prečnik dominira distribucinom mrežom i povećanje prečnika većeg nego što je hidruličkim proračunom potrebno ima za posledicu veliki broj deonica sa brzinama manjim od 1,0(m/s), odnosno manjim i od 0.4 (m/s). Da bi se održao kvalitet vode i da ne bi dolazilo do taloženja neophodno je da brzina vode u cevima bude najmanje 0.4 (m/s) jednom u toku dana. Ako su brzine manje i od 0.4 (m/s) preporučuje se nadležnim službama za održavanje vodovodne mreže da češće vrše ispiranje vodovodne mreže putem hidranata kako bi se izbacio eventualni talog u cevima. Maksimalna brzina tečenja javlja se u deonici 13 i iznosi 1.13 (m/s), dok je minimalna 0.58 (m/s) u istoj deonici, slika 4.

Na osnovu broja stanovnika predviđen je jedan požar u trajanju od 2 časa, a normama je predviđena količina vode od 10 (l/s). Ova količina vode zadata je u čvoru 78 u južnom delu naselja. Smatra se da ova količina vode nema varijacije pa samim tim nema ni koeficijente neravnomernosti, a zadata količina potrošnje se množi sa 1 (slika 40). Požar je simuliran u 10-tom i 11-tom času u toku dana, a koeficijenti neravnomernosti potrošnje za stanovništvo u tom periodu iznose 0,9.

Na osnovu prethodne analize zaključuje se da varijanta III ima bolji efekat na distributivnu mrežu. Prilikom rekonstrukcije distributivne mreže naselja Stanišić usvaja se kombinovani sistem vodosnabdevanja, odnosno varijanta III.

Model sadrži 113 veza, odnosno deonica cevovoda koje se pružaju duž ulica naselja spajajući čvorove mreže. Svaka deonica ima svoju dužinu i apsolutnu hidrauličku hrapavost zida cevi koja je ista za sve deonice u mreži. Ukupna dužina distribucione mreže je 24861.6 (m). Izabrane su plastične cevi od polietilena visoke gustine PEHD 100 PN 10.

Prema katalogu proizvođača “Peštan” apsolutna hrapavost zida cevi je $k=0.007$ (mm). Distributivna mreža je dugačak hidraulički objekat u kojem su dominantni linijski hidraulički gubici, a lokalni gubici u modelu su manifestovani povećanjem apsolutne hrapavosti zida cevi na $k=0.1$ (mm). Ovo povećanje obuhvata i promenu hrapavosti cevi tokom eksploatacionog veka cevovoda kao i taloženja nečistoća na zidove cevi.

Jedna od postavki ovog rada je i obezbeđivanje protiv požarne zaštite naselja što uslovljava unutrašnje prečnike cevovoda ne manjih od 100(mm). Minimalni prečnik u mreži je Ø110 sa unutrašnjim prečnikom 96.8 (mm). Ovaj prečnik dominira distribucinom mrežom i povećanje prečnika većeg nego što je hidruličkim proračunom

potrebno ima za posledicu veliki broj deonica sa brzinama manjim od 1,0 (m/s), odnosno manjim i od 0.4 (m/s). Da bi se održao kvalitet vode i da ne bi dolazilo do taloženja neophodno je da brzina vode u cevima bude najmanje 0.4 (m/s) jednom u toku dana. Ako su brzine manje i od 0.4 (m/s) preporučuje se nadležnim službama za održavanje vodovodne mreže da češće vrše ispiranje vodovodne mreže putem hidranata kako bi se izbacio eventualni talog u cevima. Maksimalna brzina tečenja javlja se u deonici 13 i iznosi 1.13 (m/s), dok je minimalna 0.58 (m/s) u istoj deonici, slika 41.

U čvorovima mreže, nakon hidrauličkog proračuna, moguće je sagledati pritiske i pijezometarske kote koje vladaju u čvorovima u različitim periodima tokom jednog dana. Bez obzira o kojoj varijanti je reč pritisci u čvorovima distribucione mreže nesmeju biti manji od 2,5 (bara) u bilo kom trenutku vremena. Minimalni pritisci se javljaju u čvoru 76. Minimalni pritisak javlja se u 14-tom času u toku dana i iznosi 25,02 (mvs), dok se maksimalni pritisak u datom čvoru javlja u 6-tom času u toku dana i iznosi 39.28 (mvs).

Dimenzionisanje cevovoda sprovedeno je pri maksimalnom opterećenju distribucione mreže, odnosno za najveće proticaje koji se mogu pojaviti u cevovodima i sadrže protok vode za stanovništva, industrije i protiv požarni protok.

4. OPREMA DISTRIBUTIVNE MREŽE

4.1. Fazonski (oblikovni) komadi i spajanje cevi

Za savlađivanje čestih promena pravaca, promenu prečnika cevi i grananje cevnih vodova predviđaju se standardizovani *fazonski* komadi. Ovi elementi su od liveno-gvođenog materijala što omogućava siguran i efikasan spoj. Spajanje cevi sa fazonskim komadima izvodi se rastavljivom vezom, spoj sa prirubnicama.

Spojanje cevi se izvode sučeonim zavarivanjem na licu mesta. Spajanje je moguće izvesti i rastavljivom vezom tako što se na PE cevi navuče slobodna prirubnica, a zatim se cevi i prirubnični tuljak suočeno zavare. Između dva zavarena tuljka postavlja segumena zaptivka te se obe slobodne prirubnice priviju.

Za ispravno funkcionisanje, upravljanje i održavanje predviđaju se čelične vodovodne armature istog nazivnog pritiska od 10 (bara) kao i vodovodne cevi.

Zatvarači se ugrađuju na čvornim tačkama mreže, na raskrsnicama ulica. Ovim armaturama u slučaju havarije delovi mreže mogu se isključiti iz pogona. Radi ublažavanja hidrauličkog udara zatvarači se postepeno zatvaraju.

Podzemni hidranti (požarni hidranti) su postavljeni u naselju tako da njihovo rastojanje nije manje od 150 (m), kako je propisano Pravilnikom o tehničkim normama za hidrantsku mrežu. Pravilnik dopušta i postavljanje hidranta na slepim cevovodima uz uslov da dužina cevovoda nije veća od 180 (m).

Osim za gašenje požara mogu poslužiti i za ispuštanje vode iz mreže prilikom njenog pranja ili dezinfekcije, ispuštanje vazduha iz cevne mreže, pranje i polivanje ulica. Na najnižim delovima distributivne mreže postav-

ljaju se muljni ispusti radi ispuštanja mulja iz mreže. Ove elementi se postavljaju na cevovod unutar vodovodnih šahti zajedno sa ostalim elementima čvora uz obezbeđivanje neophodne visine od ose cevoda i poda šahte od radi vađenja nerđajućeg sita iz hvatača.

Na najvišim prelomnim kotama distributivne mreže postavljaju se vazdušni ventili koji omogućavaju ispuštanja vazduha pri punjenju i upuštanja vazduha pri praznjenju cevovoda kada pritisak u cevovodu padne ispod atmosferskog.

5. ZAKLJUČAK

Da bi se gubici vode u vodovodnom sistemu naselja Stanišić sveli na prihvatljivu meru neophodna je rekonstrukcija distributivne mreže. Sa dosadašnjih 54 (l/st/dan) gubici se svode na planiranih 23.1 (l/st/dan), odnosno 15% od srednje dnevne potrošnje stanovništva.

Stare azbest-cementne cevi se zamenjuju cevima od polietilena PEHD 100 nazivnog pritiska od 10 (bara). Ukupna dužina rekonstruisane mreže je 24861.6 (m). Dominantan prečnik u mreži je Ø110 što je ujedno i minimalni prečnik u distributivnoj mreži. Ovim je zadovoljen uslov minimalnog prečnika od 100(mm) prema. Rekonstrukcijom se postiže veći stepen protiv požarne zaštite naselja, a protiv požarnim hidrantima pokriveno je čitavo područje vodosnabdevanja.

Komparativnom analizom sistema vodosnabdevanja i analizom njihovog uticaja na distributivnu mrežu došlo se do zaključka da je u tehničkom pogledu najprihvatljivija varijanta III, odnosno kombinovani sistem vodosnabdevanja sa rezervoarom. Ovakav sistem pored sigurnijeg i kvalitetnijeg vodosnabdevanja ima i bolji uticaj na distributivnu mrežu u odnosu na druge dve razmatrane varijante.

Kapacitet rezervoara je 665 (m³). Prečnik rezervoara je 11 (m) sa kotom dna od 131,2 (mnm), a maksimalni nivo vode je 7 (m). Pored zapremine potrebne za izravnanje dotoka i potrošnje rezervoar sadrži protiv požarnu zapreminu vode i rezervnu zapreminu vode za slučaj nepredviđenih havarija na sistemu.

Za vodosnabdevanje naselja potrebne su tri bunarske konstrukcije na izvoru, a pumpna stanica ima protok od Q=27.54 (l/s) i visine dizanja od 54.9 (m).

6. LITERATURA

- [1] prof. dr. Duško Đurić, "Snabdevanje vodom za piće", Arhitektonsko-građevinski fakultet- Univerzitet u Banjoj Luci.
- [2] prof. dr. Miloje Milojević, "Snabdevanje vodom i kanaliziranje naselja", Građevinski fakultet- Univerzitet u Beogradu.
- [3] Matija Stipić, Srđan Kolaković, Slobodan Tašin, Rihard Šranc, "Tehničke norme DVGW W 410 potrebe za vodom", 2008.
- [4] Službeni list SFRJ, "Pravilnik o tehničkim normama za hidrantsku mrežu za gašenje požara"
- [5] Dr. Dušan Radivojević, "Mehanizacija stočne proizvodnje"

Kratka biografija:



Siniša Novakov rođen je u Kuli 1980. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva –Hidraulička analiza vodovodne distributivne mreže naselja Stanišić, odbranio je 2015. god.

**PROCENA STANJA I DOGRADNJA OBJEKTA KOMANDNA ZGRADA „GORIVA II“ U
RAFINERIJU NAFTE U NOVOM SADU****CONDITION ASSESSMENT AND UPGRADE COMMAND BUILDING „GORIVA II“ IN
OIL REFINERY IN NOVI SAD**Marko Perleta, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz dve celine. Prvi deo rada predstavlja teorijski deo sa temom “Ravni krovovi”. Drugi deo rada obuhvata stručni deo i tu je prikazana procena postojećeg stanja i dogradnja jednog sprata na postojeću konstrukciju uz celokupan statički proračun.

Abstract – The Master thesis contain two parts. The first part is a theoretical part of the topic “flat roofs”. The second part of thesis includes the professional section with an estimation of the situation and one floor upgrade to the existing building structure with overall statical analysis.

Ključne reči: AB konstrukcija, ravan krov, statički proračun, dogradnja

1. RAVNI KROVOVI

Podela ravnih krovova prema vrsti ventilacije:

- Topli krovovi
- Hladni krovovi

Podela ravnih krovova prema prohodnosti:

- Prohodni
- Neprohodni

1.1. Topli krovovi

Postoje dva sistema toplih krovova - konvencionalni i posebni sistemi.

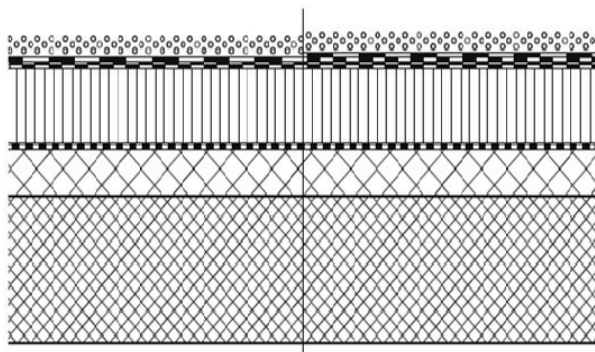
Konvencionalni topli krov je monolitni krov, koji sadrži svaki od potrebnih funkcionalnih slojeva (noseći sloj, hidroizolacioni sloj, termoizolacioni sloj, eventualno zvučnu izolaciju kod prohodnih krovova). Na strani prostorije (na toploj strani) toplotne izolacije mora iznad nosećeg sloja obavezno da se postavi parna brana zbog sprečavanja stvaranja štetnog kondenza. Takođe obavezan je sloj zaštite hidroizolacije. Hidroizolacioni sloj je najčešće PVC membrana ili polimer bitumenske trake.

Posebni sistemi su se razvili iz estetskih i proizvodno-specifičnih razloga. Kod kompaktnog krova, svi slojevi, izuzev zaštitnog, celom površinom su povezani međusobno i sa nosećim slojem i zajedno preuzimaju funkcije nepropuštanja vode.

Parna brana nepropusne staklene pene postavlja se u vreli bitumen na nosećem sloju i istovremeno deluje kao parna brana.

Krov bez zaštite izolacije mora imati hidroizolacioni sloj

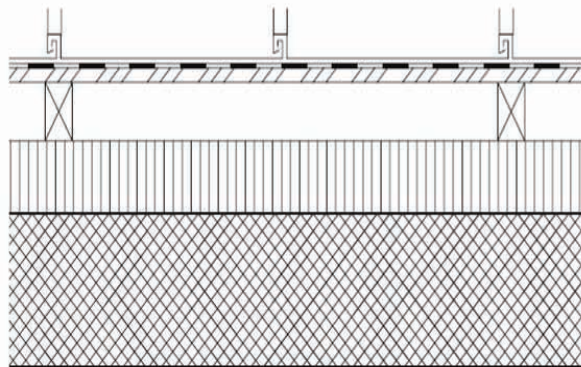
otporan na različite uticaje (UV zračenje, mehanička oštećenja i dr.). Za obostrano ugradiv krov je karakteristično što se termoizolacioni sloj nalazi iznad hidroizolacionog, te mora biti vodonepropustiv, a parna brana nije neophodna.



Slika 1 – Presek toplog krova (bitumenizovan)

1.2. Hladni krovovi

Hladan krov je dvoslojni krov, koji se sastoji od donjeg krovnog sloja, koji zatvara prostoriju i izoluje toplotu, sa odvojenim zaptivanjem vetra, kao i gornjeg krovnog sloja, koji je dimenzionisan za dejstvo vetra, snega i korisnog opterećenja, kao zaštita od vremenskih neprilika. Između toga se nalazi građevinsko-fizički proračunat ventilacioni sloj sa odgovarajućim otvorima za dovođenje i odvođenje vazduha. Spojeve i veze za sve faze građenja treba projektovati jednostavne, lake za izvođenje i unificirane. Veoma je važno strogo poštovati projektovane mere bezbednosti pri radu. Ventilacijom se, pre svega tokom zime, izjednačuje pritisak pare između unutrašnje i spoljašnje klime, a tokom leta konveksno odvodi zagrevanje usled sunčevih zraka. Ventilacija iznad termoizolacionog sloja ne iziskuje parnu branu na strani termoizolacije prostorije.



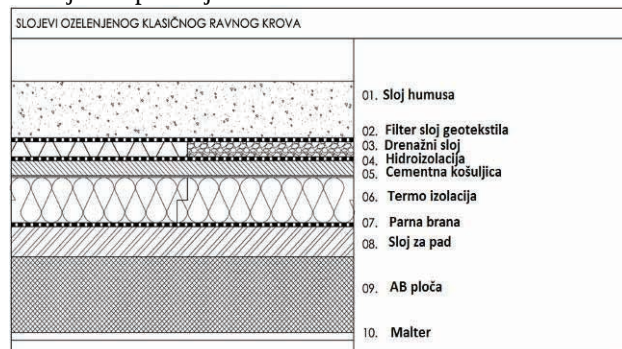
Slika 2 – Presek hladnog krova

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Brujić, docent.

1.3. Zeleni krovovi

Zeleni krovovi su posebna vrsta ravnih krovova, koji su poslednjih nekoliko godina izuzetno popularni, posebno u urbanim gradskim sredinama. To su prohodni ravni krovovi gde je sloj humusa koji omogućava rast vegetacije ustvari završni sloj. Ako je dobro napravljen, predstavlja toplotnu izolaciju sa spoljne strane kuće, a i estetski lepo izgleda, jer na njemu može biti travnjak, cvetnjak ili povrtnjak.



Slika 3 – Struktura klasičnog zelenog krova

Zeleni krovovi se dele u dve grupe:

- Ekstenzivni zeleni krovovi
- Intenzivni zeleni krovovi

Svrha ekstenzivnog krovnog vrta jeste imati prirodnu, laganu vegetaciju koja zahteva minimalno održavanje. Osmišljen je standardni višeslojni dizajn ekstenzivnog krovnog vrta, koji uključuje slojeve za različite funkcije: sloj koji omogućava rast vegetacije, filtriranje i drenažu. Kada je uključena vegetacija, filterski i drenažni sloj, masa iznosi otprilike 70 to 100 kg/m². Koristeći poseban sistem za lake krovne bašte za krovove sa niskom nosivosti, ukupna masa može se zadržati ispod 70 kg/m². Ali tada vegetacija ima ograničen korenski prostor.

Intenzivno bilje nudi široki spektar mogućnosti, uključujući i stvaranje vrta na krovu. Ukoliko je vegetacijski sloj dovoljno dubok i osigurano je dovoljno vode i nutrijenata, uslovi za rast biljaka na krovu praktično mogu biti jednako dobri kao na zemlji. Travnjaci i nisko rastinje zahtevaju barem 20 cm supstrata.

Zeleni krov je dobar izolator, zimi sprečava gubitak toplote, a ljeti osvežava stambeni prostor. Istraživanja pokazuju da su zeleni krovovi, gledano sa ekonomske strane, veoma isplativa investicija. Krovne površine pretvorene u krovne bašte svakako imaju višestruku namenu. Biljke i supstrat mogu biti upotrebljeni i da izoluju zvuk. Zeleni krovovi ne treba da predstavljaju privilegiju stanovništva ekonomski bogatih zemalja, međutim, zeleni krovovi jesu privilegija stanovništva zemalja sa razvijenom ekološkom svesću, kao i kulturom negovanja zelenih površina.

1.4. Razlike u zaštiti ravnih i kosih krovova u zavisnosti od delovanja uticaja

Kiša - Odvođenje vode kod kosih krovova se obavezno vrši preko gornjeg sloja. Potkrov ima funkciju nužnog krova u slučaju oštećenja ili jakog nevremena. Kod ravnih krovova sloj koji štiti od prokišnjavanja i istovremeno odvodnjava, jer već prema datom sistemu, mora da ima minimalan pad.

Sunce - Za ravne krovove kod kojih je hidroizolacija završni sloj treba voditi računa da ona bude UV stabilna.

Vetar - Kod ravnih krovova gde je hidroizolacija završni sloj, potrebno je dobro pričvrstiti za noseći sloj kako ne bi došlo do odlepljivanja.

Temperatura - U oba slučaja je neophodna termoizolacija. Poželjan je izbor zelenog krova koji predstavlja dodatnu termoizolaciju.

Sneg - Kod ravnih krovova je potrebno ozidati atiku minimalne visine 12 cm, dok se na kosi krov postavljaju snegobrani.

Mehanička oštećenja - Ravni krovovi su naročito osetljivi na mehanička oštećenja, te se zbog toga najčešće postavlja zaštitni sloj preko hidroizolacije.

2. PROCENA STANJA OBJEKTA

Predmetni objekat se nalazi na teritoriji opštine Novi Sad, u okviru kompleksa Rainerija nafte Novi Sad, u ulici Put Šajkaškog odreda 4. Objekat je dimenzija 42,66 x 16,46 m, sparnosti P+0. Funkcionalno je podeljen na dva dela, kontrolnu sobu i administrativne prostorije.

Noseća konstrukcija je ramovska konstrukcija, gde su glavni nosači na razmaku od 6m i ukrućeni su spregovima. Fasadni zidovi su samonoseći od blokova za zidanje debljine d=20cm i žute fasadne opeke debljine d=12cm. Ramove u osama 2-7 čine stubovi povezani čeličnim punim nosačima visine 89cm. Krovna konstrukcija je čelična rešetkasta konstrukcija sa tr-limom kao krovni pokrivačem. Temeljenje objekta je izvršeno na temeljima samcima, koji su projektovani samo ispod nosećih stubova, i povezani su kontra gredama kako bi se postigla odgovarajuća krutost temeljne konstrukcije.



Slika 4. – Izgled severo-istočne fasade

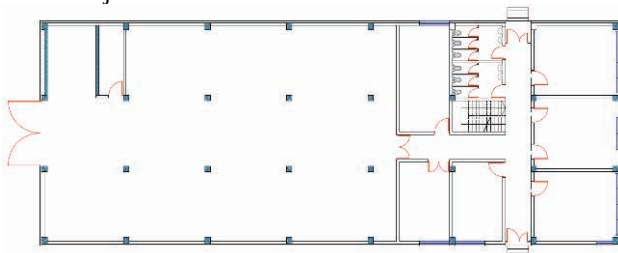
U toku vizeulnog pregleda obavljeno je i tehničko snimanje objekta sa merenjem dimenzija objekta i dimenzija konstruktivnih elemenata. Pri vizuelnom pregledu nisu uočena oštećenja konstruktivnih elemenata objekta. Jedino su uočena oštećenja fasade nastala usled bombardovanja 1999 godine.

Na osnovu analize podataka prikupljenih detaljnim vizuelnim pregledom konstrukcija zaključeno je da uočena oštećenja ne ugrožavaju stabilnost, nosivost i funkcionalnost konstrukcije, ali narušavaju trajnost fasade objekta.

3. STATIČKI PRORAČUN

S obzirom da komandni deo zgrade nije u upotrebi, a usled potrebe za povećanjem skladišnog prostora, taj deo objekta menja namenu, adaptira se u skladišni prostor i nadograđuje se za još jednu etažu. Administrativni deo objekta se takođe nadograđuje za još jednu etažu. Konstruktivni sistem objekta nije izmenjen, tako da i kod novoprojektovanog stanja glavni noseći elementi ostaju stubovi. Nova međuspratna konstrukcija je puna AB ploča, koja je oslonjena na postojeće fasadne stubove, kao i novoprojektovane stubove unutar skladišta, u rasteru prema postojećim fasadnim.

Vertikalna komunikacija u skladišnom delu se ostvaruje hidrauličnim liftom, a u administrativnom delu armiranobetonskim stepeništem koje je projektovano unutar objekta.



Slika 5. – Osnova novoprojektovanog prizemlja

Za proračun statičkih uticaja i dimenzionisanje je korišćen program Tower 6.

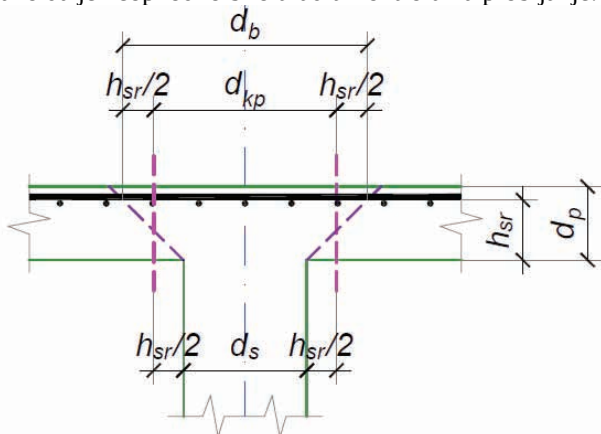
Proračun se sprovodi metodom konačnih elemenata, a geometrija modela se definiše grafički, iscrtavanjem samo konture konstruktivnih elemenata i opterećenja.

Stalno opterećenje međuspratne i krovne ploče, pored sopstvene težine, uzeto je $1,5 \text{ kN/m}^2$. Sopstvena težina konstrukcije lifta je $1,5 \text{ kN/m}^2$. Korisno opterećenje skladišnog dela je $5,0 \text{ kN/m}^2$, što je zadato projektnim zadatkom, a opterećenje administrativnog dela je usvojeno $2,0 \text{ kN/m}^2$.

Opterećenje od snega je usvojeno $1,0 \text{ kN/m}^2$. Urađena je i analiza opterećenja vetrom, dobijeni su uticaji $q_{w,p,x} = 0,256 \text{ kN/m}^2$ i $q_{w,p,y} = 0,242 \text{ kN/m}^2$.

3.1. Kontrola ploče na probijanje

Osnovna karakteristika međuspratnih konstrukcija ovog tipa jeste pojava velikih transversalnih sila u ploči. Često se na vrhovima stubova rade proširenja u vidu kapitela, tako da je neophodno bilo uraditi kontrolu na probijanje.



Slika 6. Kontrola ploče na probijanje

Kontrola na probijanje se radi tako što se maksimalni smičući napon T upoređuje sa dozvoljenim smičućim naponima. Nakon kontrole probijanja ustanovljeno je da nije potrebna dodatna armatura za prijem sila zatezanja, odnosno maksimalni smičući napon iznosi:

$$T = 0,921 \text{ MPa} \leq 2/3 \times \sqrt{1} \times T_a = 1,024 \text{ MPa}$$

4. NADOGRADNJA I NOVOPROJEKTOVANI ELEMENTI KONSTRUKCIJE

I pored dodatnog opterećenja, zadržani su svi postojeći temelji, kao i temeljne grede bez dodatnih ojačanja. Postojeći stubovi su takođe ostali nepromenjeni, s tim da su dodati novoprojektovani stubovi u rasteru prema postojećim fasadnim, kao i njima pripadajuće temeljne stope. Ove temeljne stope su dodatno ukrućene temeljnim gredama koje su istih karakteristika kao i postojeće.

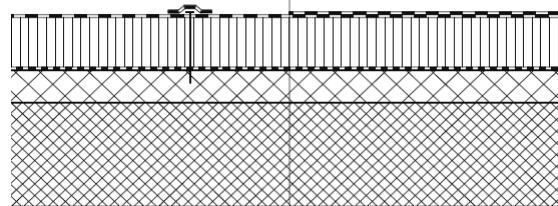
Za vertikalnu komunikaciju je predviđeno stepenište i teretni lift. Teretni lift je u osnovi dimenzija $360 \times 510 \text{ cm}$. Projektovana nosivost lifta je 5 kN/m^2 , i kompletno opterećenje se prenosi na tlo preko temeljne ploče koja je debljine 50 cm i armirana $R\emptyset 14/10$ u oba pravca u donjoj zoni. Sa bočnih strana lifta su predviđena dva AB zida koja će primati eventualna horizontalna opterećenja.

Stepenište je u osnovi dimenzija $390 \times 230 \text{ cm}$. Usvojeno je dvokrako stepenište, gde su dimenzije stepenika $b/h = 27/17,3 \text{ cm}$, a dimenzije podesta $230 \times 120 \text{ cm}$. Debljina stepenišne ploče je 15 cm , a armirana je sa $R\emptyset 12/15$ u oba pravca.

Kako je povećano opterećenje nadogradnjom, nije bilo moguće premostiti raspon od $15,6$ metara nekim racionalnim grednim nosačem, te su se morali predvideti novi stubovi. Stubovi u skladišnom delu su dimenzija $50 \times 50 \text{ cm}$, dok su u administrativnom $40 \times 40 \text{ cm}$. I jedni i drugi su armirani sa $8R\emptyset 16$ i uzengijama $UR\emptyset 8/15$.

Međuspratna konstrukcija je puna AB ploča direktno oslonjena na stubove. Usvojena je debljina ploče $d = 22 \text{ cm}$. U donjoj zoni, cela AB ploča je armirana mrežom $Q335$, uz dodatnu armaturu u trakama između stubova $R\emptyset 12/10$ u oba pravca. Gornja zona je takođe kompletno armirana mrežom $Q335$, s tim da je iznad stubova dodata armatura $R\emptyset 16/10$ u oba pravca. Krovna ploča je takođe puna AB ploča oslonjena direktno na stubove. Ploča je debljine 18 cm . Armirana je u gornjoj zoni mrežom $Q335$ uz dodatnu armaturu iznad stubova $R\emptyset 16/10$ u oba pravca, dok je u donjoj zoni armirana samo mrežom $Q524$.

Krov je projektovan kao neprohodan ravan krov. Na krovnu AB ploču se postavlja cementna košuljica u padu od 1% , a preko nje termoizolacija u vidu kamene vune debljine 10 cm . Završni sloj predstavlja hidroizolaciona PVC membrana za neprohodne krovove. Ona se postavlja na sloj prethodno postavljenog geotekstila koji služi za zaštitu od mehaničkih oštećenja prilikom postavljanja.



Slika 7. Struktura krova

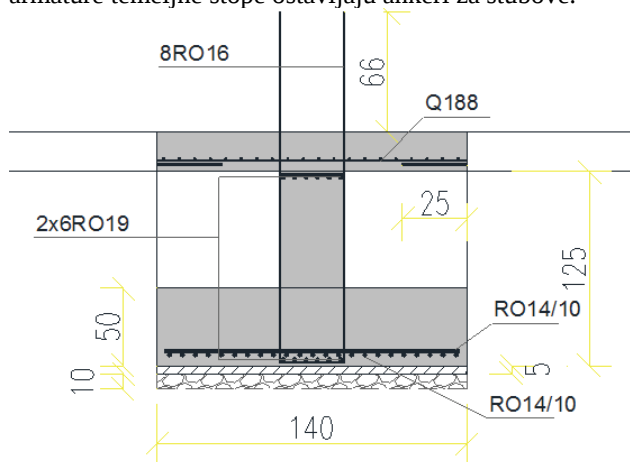
4.1. Ankerovanje armature postojećih stubova

Ankerovanje armature vrši se za sve postojeće stubove. Prvo je potrebno štemovanjem ukloniti zaštitni sloj betona do armature i ukloniti odstranjeni beton. Pošto je armatura ostala vidljiva u oslonačkoj zoni, može se pristupiti bušenju rupa za ankere. Ukupna dužina jednog ankera je jednaka zbiru dužine preklapanja l_p armaturnih šipki stubova i dužine sidrenja l_s armaturne šipke ankera. Prilikom bušenja rupa za ankere, burgija treba da prođe pored postojećih armaturnih šipki a da ih pri tome ne ošteti.

Alternativno rešenje je da se odštema zaštitni sloj kako bi vertikalne šipke armature ostale otkrivene. U ovom slučaju nije potrebno bušenje rupa nego se ankeri novih stubova zavaruju za stare armaturne šipke.

4.2. Izrada novih temeljnih stopa i temeljnih greda

Prilikom izrade novih temeljnih stopa, potrebno je uraditi i temeljne grede, koje su dimenzija $b/d=125/55$ cm. Armatura temeljnih greda se postavlja na sloj nearmiranog betona debljine 5 cm. Sve temeljne grede su u obe zone armirane sa po $6R\emptyset 19$, a temeljne stope sa $R\emptyset 14/10$ u oba pravca u donjoj zoni. Betoniranje temeljnih greda, temeljnih stopa i isečenih delova podne ploče vršiti u jednoj fazi, s tim da se prilikom izrade armature temeljne stope ostavljaju ankeri za stubove.



Slika 8. Betoniranje temelja samaca, temeljnih greda i isečenih delova ploče

4.3. Izrada novih AB stubova

Nakon betoniranja podne ploče, iz nje ostaju ispušteni ankeri za vertikalne elemente konstrukcije. Na ispuštene ankere se preklapanjem na dužini $l_p = 66$ cm nastavlja armatura stubova koja je usvojena nakon statičkog proračuna. Prilikom armiranja stubova potrebno je prepustiti armaturu iznad gornje površine međuspratne konstrukcije za dužinu preklopa $l_p = 66$ cm kako bi se na nju nastavila armatura stubova gornje etaže.

Oplata stubova mora da bude dobro urađena i osigurana kako nebi došlo do popuštanja oplata i curenja betona. Visina slobodnog pada betona nesme biti veća od 1.5m zbog sprečavanja segregacije betona. Stubovi se betoniraju bez prekida do cele predviđene visine. Da nebi došlo do segregacije oplata se otvara sa jedne strane i kroz otvor se doprema beton, pa se zatvara kako napreduje betoniranje. Prilikom ugradnje betona neophodno je dobro i ravnomerno vršiti vibriranje betona. Vibriranjem

se beton zbija eliminisanjem vazduha iz mešavine i popunjavaju se šupljine između agregata i cementa. Nedovoljnim vibriranjem se marka ugrađenog betona može drastično smanjiti.

4.3. Izrada međuspratne konstrukcije, krovne ploče i stepeništa

Nakon betoniranja stubova, postavlja se oplata za međuspratnu konstrukciju. S obzirom da će se na oplatu preneti celokupna težina međuspratne konstrukcije pre nego što očvrstne beton, potrebno je voditi računa o gustini postavljenih podupirača. Oplata mora ostati pod nadzorom sve dok i sam beton ne postigne projektovane mehaničke karakteristike kako bi mogao preuzeti ulogu noseće konstrukcije. Međuspratna konstrukcija se armira u gornjoj i donjoj zoni mrežom Q335, s tim da se u donjoj zoni postavlja dodatna armatura u trakama između stubova, a u gornjoj zoni se dodaju ojačanja iznad stubova. Na isti način se radi i krovna ploča, s tim da se u donjoj zoni armira mrežom Q524, a u gornjoj mrežom Q335 sa dodatnom armaturom iznad stubova

5. ZAKLJUČAK

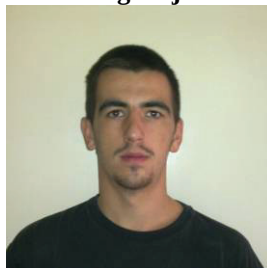
Nakon izvršenog statičkog proračuna ustanovljeno je da su postojeći stubovi u stanju da prime i prenesu projektom zadatkom zadato opterećenje sa međuspratne konstrukcije i krovne ploče na temeljne stope, bez ikakvih dodatnih ojačanja. Dijagram napona na tlo pokazuje da je maksimalni napon na tlo od stalnog i korisnog opterećenja bez parcijalnih koeficijeta sigurnosti $102,36 \text{ kN/m}^2$, što je manje od dozvoljenog napona na tlo koji prema starom projektu iznosi $\sigma_{\text{doz}} = 126 \text{ kN/m}^2$. Postojeća armatura u temeljnim stopama i gredama takođe odgovara zahtevima proisteklim iz statičkog proračuna.

Usvojeni su novi konstruktivni elementi na osnovu projektnog zadatka, a nakon izvršenog statičkog proračuna izvršeno je i njihovo dimenzionisanje.

6. LITERATURA

- [1] V.Radonjanin, M. Malešev: Materijal sa predavanja iz predmeta Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Novi Sad, 2011
- [2] V.Radonjanin, M. Malešev: Materijal sa predavanja iz predmeta Sanacija betonskih konstrukcija, Novi Sad, 2011
- [3] Grupa autora: „BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 1”, Građevinska knjiga, Beograd, 1991.
- [4] Grupa autora: „BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 2”, Građevinska knjiga, Beograd, 1991.
- [5] Živorad Radosavljević, Dejan Bajić: „Armironi beton 3”, Građevinska knjiga, Beograd, 2008.

Kratka biografija:



Marko Perleta rođen je u Sarajevu, 12.aprila 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije odbranilo je 2015. god.

PROCENA STANJA, DOGRADNJA I SANACIJA ZIDANE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU**ASSESSMENT, UPGRADING AND REPAIR OF MASONRY RESIDENTIAL BUILDING IN NOVI SAD**

Jovan Evtov, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Кратак садржај – U ovom radu je prikazana procena stanja, dogradnja i sanacija zgrade u Novom Sadu. Prvi deo rada se odnosi na svojstva FRP kompozitnih materijala i na njihovu primenu za ojačanje zidanih konstrukcija. Zatim je na osnovu detaljnog vizuelnog pregleda zgrade data ocena stanja sa aspekta nosivosti, stabilnosti i trajnosti. Nakon toga urađen je projekat nadogradnje potkrovlja sa statičkim proračunom novih konstrukcijskih elemenata i proverom napona u podrumskim zidovima i temeljnim spojnica nakon dogradnje. Takođe su predložene mere sanacije uočenih nedostataka posle dogradnje.

Abstract – This paper presents assessment, upgrading and repair of masonry building in Novi Sad. The properties of fiber reinforced polymer (FRP) composites and their usage in civil engineering for strengthening of masonry buildings are described in the first part of the paper. Then, according to a detailed survey the assessment of the building are given in terms of capacity, stability and durability. The appropriate measures for their repair are given, also. The static analysis for upgraded part of the buildings, dimensioning of new structure elements and control of stress in basement walls after upgrading are done, also. At the end, the appropriate measures for repair of detected damages are given.

Ključne reči: defekti, oštećenja, procena stanja, sanacija, dogradnja, FRP kompozitni materijali, veštačka vlakna.

1. УВОД

Ovaj rad se sastoji iz dve međusobno nezavisne celine. Prvi deo rada se odnosi na teorijsko-istraživački deo koji se bavi ponašanjem FRP- kompozitnih materijala pri seizmičkom delovanju na zidane zidove zgrada, a drugi je vezan za dogradnju i sanaciju zgrade u Novom Sadu.

2. OJAČANJE ZIDANIH KONSTRUKCIJA FRP-KOMPOZITNIM MATERIJALIMA**2.1. Uvod**

Veliki broj postojećih konstrukcija zahteva neki vid ojačanja ili sanacije usled deterioracije ugrađenog materijala, defekata ili oštećenja nastalih usled seizmičkog dejstva.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bila prof. dr Mirjana Malešev.

Ojačanjima konstrukcije može se postići zahtevana otpornost konstrukcije na seizmičke potrese. Fiber reinforced polymers (FRP) predstavlja grupu novijih kompozitnih materijala gde su vlakna glavni nosioc sile (opterećenja) dok polimer služi kao veza između vlakana. U najvećem broju slučajeva ova vlakna su staklena, karbonska ili aramidna visokih mehaničkih performansi. Kao rezultat rada polimernih smola i vlakana dobija se kompozitni materijal visokih fizičko-mehaničkih karakteristika koje se manifestuju u vidu visokih čvrstoća na zatezanje malim specifičnim težinama. Trajnost ovih materijala je jako velika i procenjuje se na 50god.

Ovi materijali su se dobro pokazali pri sanaciji svih tipova građevinskih konstrukcija (čeličnih, betonskih, drvenih i zidanih). Pronašli su veliku primenu u modernom građevinarstvu ne samo zbog izuzetnih mehaničkih osobina već i zbog toga što je njihova primena veoma laka, vreme sanacije se znatno samanjuje u poređenju sa tradicionalnim načinima sanacije konstrukcija, nije potrebno angažovanje velikog broja radnika, a uticaj na izgled objekta nakon sanacije je minimalan. Ovi materijali su takođe pronalili veliku namenu za potrebe ojačanja i sanacije objekata od kulturno-istorijskog značaja.

2.2. Svojstva i podela kompozitnih materijala

FRP kompozitne materijale, u zavisnosti od tipa vlakana možemo podeliti na CFRP (karbonska vlakna), AFRP (aramidna vlakna) i GFRP (staklena vlakna).

Proizvode se u vidu traka-tkanina, traka laminata i šipki. U zavisnosti od metoda ugrađivanja i potrebnog kapaciteta ojačanja koriste se različiti kompozitni materijali.

Moduli elastičnosti su približno jednaki vrednostima čelika za armiranje ($E = 210\text{ GPa}$) dok je čvrstoća reda veličine od 5 do 10 puta veća od čvrstoće čelika za armiranje. Deformacija pri lomu čelika za armiranje je 1%, dok je kod FRP kompozitnih materijala uvećana čak za 70%.

Karbonska vlakna karakteriše otpornost na UV zračenja, mali koeficijent termičkog širenja i visoka dinamička čvrstoća.

2.3. Priprema podloge i ugrađivanje FRP materijala

Sa podloge na koju se ugrađuje traka prvo se mora ukloniti postojeći materijal (u najvećem broju slučajeva je to sloj maltera određene debljine). Zatim se podloga brusi i uklanjaju se svi njeni slabi delovi, a nakon toga podlogu treba očistiti od prašine i drugih nečistoća da bi se ostvarila podloga koja će garantovati dobru adheziju

između materijala i podloge. Nakon toga se karbonska traka pažljivo postavlja preko sloja epoksidne smole koja ima ulogu lepka (slika 1).

2.4. Eksperimentalno ispitivanje

Uzimajući u obzir mogućnosti koje pruža ovaj materijal kada je u pitanju povećanje nosivosti konstrukcija usled dinamičkog dejstva sproveden je veliki broj ispitivanja koja se tiču ovog aspekta nosivosti građevinskih konstrukcija, pri čemu su uzorci naravno ojačani FRP materijalima.

Osim nosivosti, eksperimentima je utvrđeno da se i duktilnost zidanih zidova znatno povećava u poređenju sa neojačanim zidom. Povećanje nosivosti i stabilnosti se ne odnosi samo na zidove, već postoji i veliki broj eksperimentalnih ispitivanja vršenih na drugim elementima konstrukcija, kao što su svodovi, stubovi itd.

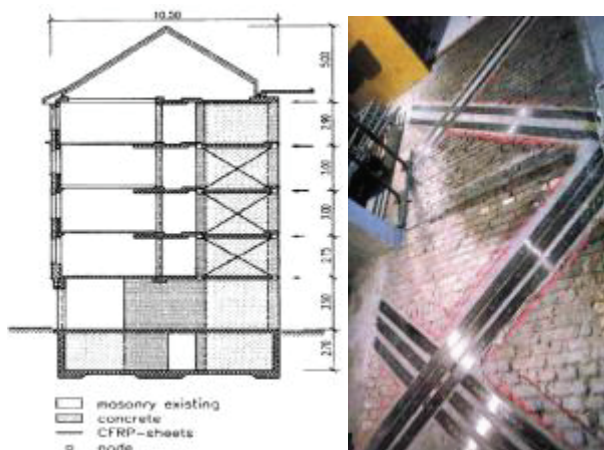


Slika 1 – Uzorci za ispitivanje

Nakon završetka eksperimenta zaključeno je da su čvrstoće zidova koji su ojačani dijagonalnim ojačanjima povećana u intervalu od 63 do 84%, a čvrstoća zidova ojačanih paralelno postavljenim trakama se kretala u intervalu od 51 do 67 %, uzimajući u obzir da u drugom slučaju nije došlo do krto g loma zida.

2.5. Primena u praksi

Jedan od prvih primera primene karbonskih traka za seizmičko ojačanje zidova u Evropi jeste rekonstrukcija stambene zgrade u Cirihi 1995. godine. Korišćene su trake ojačane karbonskim vlaknima i postavljane su dijagonalno po visini konstrukcije (slika 2).



Slika 2 – Rekonstrukcija zgrade u Cirihi

3. PROCENA STANJA

3.1 Uvod

Procena stanja je planirana za objekat u ulici Miroslava Antića 20 u Novom Sadu (slika 3). Projekat konstrukcije je preuzet iz gradske kuće i datira iz 1935. Godine. Zgrada nije pod zaštitom opštine Novi Sad, stoga je moguće raditi sanaciju objekta i dogradnju objekta.



Slika 3 – Izgled zgrade

Stambeni objekat čine podrum, prizemlje, dva sprata i potkrovlje. Pravilnog je oblika u osnovi i dimenzija 18.0 x 14.60m. Zgrada ima dva izlaza, glavni, koji izlazi na ulicu Miroslava Antića i drugi koji je povezan sa dvorišnim delom objekta. Zabatni zidovi su u direktnom kontaktu sa susednim zgradama. Podrum ima tri prostorije, dok se na prizemlju i dva postojeća sprata nalaze po dva stana, po jedan dvosoban i po jedan trosoban stan. Potkrovlje se ne koristi kao životni prostor, već samo kao ostava. Dvorišni deo zgrade je praktično odvojen od stambenog dela i izdaje se kao poslovni. Spratna visina prizemlja i dve etaže je $H = 3.0\text{m}$, dok je visina podruma $H = 2.50\text{m}$. Bruto površina u osnovi objekta iznosi 188.10 m^2 . Vertikalna komunikacija između etaža je ostvarena dvokrakim prefabrizovanim stepeništem koje je uklješteno u noseće zidove objekta.

3.2. Konstruktivni sistem

Stambeni objekat spada u grupu zidanih građevinskih konstrukcija masivnog konstruktivnog sistema. Celokupno gravitaciono opterećenje (stalno i korisno opterećenje) se prenosi podužnim zidovima konstrukcije promenljive debljine po visini. Debljina nosećih zidova podruma je 51 cm, dok je debljina podužnih zidova dve etaže i prizemlja 38cm. Međuspratnu konstrukciju čini sitnorebrasta armiranobetonska tavanica i ukupne je visine 30cm. Opterećenje se rebrima prenosi na horizontalne grede/serklaže koje se pružaju u podužnom pravcu i prate debljinu zidova po svojoj geometriji, $b/h = 50/50\text{cm}$ odnosno $b/h = 40/50\text{cm}$.

U podužnom pravcu opterećenje se sa međuspratne konstrukcije prenosi na četiri zida, statičkim sistemom proste grede. U poprečnom pravcu se pruža pet zidova debljina 25 i 38 cm.

Konzolno stepenište je oslonjeno na poprečne zidove konstrukcije debljine 25cm, sa međupodestima na polovini spratne visine. Materijal za zidanje je opeka standardnih dimenzija $12 \times 25 \times 6.5\text{ cm}$.

3.3. Detaljni vizuelni pregled

Vizuelni pregled konstrukcije obavljen je sa spoljne strane i u unutrašnjosti stambenog objekta. Obilaskom unutrašnjeg dela stambenog objekta, pored oštećenja koja su nastala u toku eksploatacionog perioda objekta i koja su se javila u vidu prodora kapilarne vlage kroz zidove podruma ili ulegnuća pod hodnika, mogli su se konstatovati i defekti koji se odnose na nepoštovanje arhitektonskog projekta i izmene položaja stepeništa kao i generalno nepoštovanje dimenzija koje su date projektom. Pored toga što su ovim radom date okvirne (približne dimenzije objekta) ukoliko bi se propisani radovi morali sprovesti neophodno je geodetsko snimanje konstrukcije i izrada verodostojnijih arhitektonskih planova, jer, naravno, ulazak u stanove stanara nije bio moguć.

Defekti i neregularnosti:

- Izvedeno i projektovano stanje objekta se razlikuju;
- Geometrijske imperfekcije;
- Loše ugrađene instalacije za evakuaciju atmosferskih voda;

Oštećenja:

- Mrlje od vlage (slika 4);
- Trošan malter;
- Trošna opeka;
- Biološka korozija;
- Ljuskanje i odvajanje površinskog sloja fasade (slika 6);
- Mrlje od cementne skrame;
- Ljuskanje završnog dekorativnog sloja na spoju montažnih gazišta – nesinhronizovan” rad” pojedinačnih gazišta (slika 5)



Slika 4 – Mrlje od vlage



Slika 5 – Montažno, konzolno stepenište, ljuskanje dekorativnog premaza



Slika 6 – Oštećenja na fasadi

4. DOGRADNJA

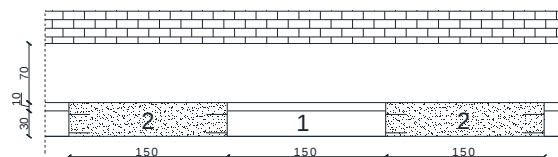
Nadogradnja objekta je planirana na koti postojećeg potkrovlja $H=9.0\text{m}$. Planirano je uklanjanje postojeće krovne konstrukcije i izgradnja nove etaže koja će imati jedan dvosobni i jedan trosobni stan. Nova međuspratna konstrukcija je tipa polumontažne armiranobetonske konstrukcije statičkog sistema proste grede (FERT tavanica). Visina novoprojektovane krovne konstrukcije je 2.20m pa je ukupna visina stambenog objekta sa nadogradnjom $H_{uk}=14.20\text{m}$. Potkrovlje objekta nije predviđeno za životni prostor i ne ispunjava potrebne funkcije, ali međuspratna konstrukcija je projektovana za propisano korisno opterećenje za stambene objekte od 1.5 kN/m^2 pa se ovaj prostor može koristiti kao ostava jer je i vertikalna komunikacija ostvarena projektovanjem novog stepeništa.

Za nadogradnju su korišćeni novi materijali malih zapreminskih masa. Na ovaj način je izbegnuto svako eventualno preopterećenje konstrukcije, koje bi moglo nastati upotrebom neadekvatnih materijala. Debljina nosećih zidova je 25cm . Noseći zidovi po svemu poštuju postojeći statički sistem rada konstrukcije i oslanjaju se podužnim pravcem na postojeće noseće zidove. Pregradni zidovi su debljine 10cm , a poprečni takođe 25cm . Korišćeni su YUTONG kreč-silikatni blokovi. Nova krovna konstrukcija se izrađuje od drvene građe (lišćari II klase), nagib krovne ravni je 24° što omogućuje korišćenje crepa za pokrivanje krovne ravni.

5. SANACIJA I OJAČANJE KONSTRUKCIJE

Sanacijom konstrukcije predviđeni radovi u podrumi su:

- Razbijanje podne ploče
- Potkopavanje kanala oko temeljnih traka (slika 7)
- Kampadno proširenje temeljnih traka
- Postavljanje horizontalne hidroizolacije
- Postavljanje vertikalne hidroizolacije
- Izrada vertikalnih serklaža



Slika 7 – Potkopavanje temelja

Na unutrašnjim zidovima, na koje je oslonjeno stepenište potrebno je izvršiti ojačanje karbonskim trakama. Projektom sanacije je takođe predviđeno i ojačanje konzolnog stepeništa čime će se statički sistem promeniti iz konzolnog u sistem proste grede. Ovo ojačanje se izvodi dodavanjem čeličnih L-nosača koje se povezuju sa odgovarajućim podestom, odnosno međupodestom.

Potkrovlje se dograđuje pa je potrebno obaviti sledeće radove:

- Uklanjanje elemenata postojećeg krova
- Rušenje postojećeg nadzotka fasade
- Zidanje YTONG blokovima
- Izrada nove međuspratne konstrukcije
- Izrada novog stepeništa
- Izrada novoprojektovane krovne konstrukcije

Fasada objekta je u posebno lošem stanju. Obzirom da ne postoji nikakva zakonska zaštita stambenog objekta kao kulturnog spomenika, uzimajući u obzir obim deterioracije koji je zahvatio osnovni materijal u toku eksploatacije, zaključeno je da je najbolje izvesti potpuno novu fasadu koja ispunjava standarde modernog građevinarstva sa aspekta energetske efikasnosti. Pored izrade nove (ETICS) fasade, predviđena je i zamena postojeće stolarije PVC stolarijom. Takođe je predviđeno izvođenje novih elemenata za evakuaciju atmosferskih voda (oluci i opšivke oko otvora na fasadi i oko nadstrešnice).

Sve delove fasade nakon uklanjanja osnovnog materijala treba pregledati. Usled deterioracije velike površine fasade su godinama bile u direktnom kontaktu sa atmosferskim uticajima, na ovim površinama je potrebno zameniti uočene, trošne malterske spojnice.

Kao mera sanacije je takođe predviđeno utezanje konstrukcije vertikalnim serklažima koji će spajati sve prethodno projektovane spratove po visini. Vertikalni serklaži su dimenzija 20x20cm i vode se sa unutrašnje strane konstrukcije sistemom vertikalne podužne armature, poprečne armature i ukosnicama koje se naizmenično ankerišu po visini etaže u odgovarajuće zidove. Podužna armatura ovih serklaža mora biti ankerisana u stopu temeljne trake i mora biti povezana sa postojećom armaturom međuspratne konstrukcije da bi vršila funkciju osiguranja konstrukcije u seizmički aktivnoj zoni kao što je Novi Sad.

Ojačanje temeljnih stopa konstrukcije bilo je neophodno ispod dva noseća zida usled prekoračenja napona na kontaktu temelja i tla. Temeljna stopa povećana je sa 120cm na 170 cm. Povećanjem temeljne stope ispoštovan je kapacitet nosivosti tla i naponi su u granicama dopuštenih.

Ojačanje zidova stepeništa karbonskim trakama bilo je neophodno zbog prekoračenja napona zatezanja usled analize seizmičkog dejstva na objekat. Pritom je za donju granicu dopuštenog napona zatezanja usvojen napon od 90 kN/m² koji propisuje tehnički normativi.

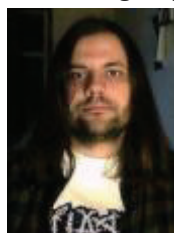
6. ZAKLJUČAK

Osnovni uzrok deterioracije objekta jeste višedecenijsko loše održavanje i neblagovremeno saniranje nastalih oštećenja, čime je ugrožena trajnost, a delimično i funkcionalnost objekta. Zaključak se, pre svega, odnosi na visok stepen deterioracije fasade objekta, koja je pretrpela najveća oštećenja. Nosivost i stabilnost generalno nisu ugroženi, sa izuzetkom stepeništa koje bi bez ojačanja svakako predstavljalo potencijalni problem usled dinamičkog dejstva na konstrukciju (seizmički potres).

7. LITERATURA

1. M. Malešev, V. Radonjanin: *Skripta sa predavanja – Sanacija betonskih konstrukcija*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
2. M. Malešev, V. Radonjanin: *Skripta sa predavanja Oštećenja i sanacija zidanih konstrukcija*, Fakultet tehničkih nauka, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
3. Hernán Santa Maria, Pablo Alcaíno, Carl Luders: *Experimental response of masonry walls externally reinforced with carbon fiber fabrics*, Universidad Catolica de Chile, Santiago, Chile
4. Tumialan, G., F. Micelli, and A. Nanni, *Strengthening of Masonry Structures with FRP Composites*, Structures 2001, Washington DC, 2001.
5. Službeni list SFRJ, *Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima*
6. Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton, Elementi armirano-betonskih konstrukcija*, Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
7. Službeni list SFRJ, 1991, *Osnove proračuna građevinskih konstrukcija, OPTEREĆENJE VETROM, Osnovni principi i osrednjeni aerodinamički pritisak vetra SRPS U.C7.110.*
8. Službeni list SFRJ, 1991, *Osnove proračuna građevinskih konstrukcija, OPTEREĆENJE VETROM, Dinamički koeficijent i aerodinamički pritisak vetra SRPS U.C7.111.*
9. Beton i armirani beton, *Tom 2 –PRILOZI*, grupa autora, urednici: Prof. Dr. Milorad Ivković, Prof. Dr. Aleksandar Pakvor, Beograd 1995.

Kratka biografija:



Jovan Evtov, rođen je u Kragujevcu 1987.god. Master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka iz oblasti Građevinarstvo, Modul Konstrukcije iz oblasti Procene stanja i sanacije konstrukcija odbranio je 2015. godine.

PODNE PLOČE U SKLADIŠTIMA WAREHOUSE FLOOR SLABS

Vlado Đurica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se bavi tematikom projektovanja armiranobetonskih podnih ploča u skladištima. Prikazana su dosadašnja saznanja u interpretaciji različitih vrsta opterećenja i proračunu njima izazvanih uticaja. Takođe su date smernice u arhitektonsko-konstruktivnoj obradi podnih ploča, tj. obradi detalja, sa akcentom na dilatacione spojnice, temeljno tlo i armiranje. Drugi deo rada se bavi primenom prethodno izvedenih izraza, kao i obradom primera podnih ploča različite debljine u programskom paketu za proračun konstrukcija, Tower6.

Abstract – This paper deals with design of concrete floor slabs, which are used in heavy duty warehouses. The knowledge used today is also implemented in interpretation of different kinds of slab loads and influence calculation. Also, guidelines for architectural and constructional treatment of floor slabs, with accent at joints, soil treatment and reinforcement. Second part of this paper deals with application of theoretical expressions shown in part one of this paperwork, and also treatment of various examples of floor slabs with variable thickness in applicable software for construction calculation, Tower6.

Key words: Floor slabs, calculation, detailing, Tower6.

1. UVOD

Podne ploče u skladištima su površinski konstruktivni elementi koji su široko rasprostranjeni u građevinarstvu. One svojom čitavom površinom naležu na temeljno tlo ispod njih i njihovo ponašanje zavisi od temeljnog tla. Zbog nedostatka preciznih projektnih odrednica, koje bi uprostile, odnosno olakšale projektovanje ovakvih elemenata, podne ploče su čest predmet projektantskih i izvođačkih grešaka. U ekonomskom aspektu ove greške se manifestuju u vidu velikog utroška materijala zbog nesigurnosti projektanta prilikom proračuna, a u inženjerskom – slom ploče usled njenog preopterećenja, male nosivosti, ili nedovoljne trajnosti. Mogu se izvoditi kao celina ili iz segmenata, gde je u drugom slučaju potrebno izvesti dilatacione spojnice (zglobove). Zglobovi (spojnice) se postavljaju na razmaku od 3 do 6 metara i predstavljaju fizički prekid u kontinuitetu podne ploče, a ostvaruju se naknadnim prosecanjem dilatacije u ploči ili pomoću oplate, prekidom betoniranja. Razvoj i unapređenje projektovanja podnih ploča išli su uporedo sa razvojem tehnologije unutar skladišta u kojima se ovi konstruktivni elementi koriste, te novih tehničkih rešenja

u vidu teških viljuškara, platformi i različitih šinskih vozila koja zahtevaju kvalitetno izvođenje i završnu obradu podnih ploča.

2. TEMELJNO TLO

S obzirom na to da podna ploča čitavom svojom površinom naleže na tlo, jedan od najbitnijih faktora u njihovom projektovanju jeste kvalitetna analiza temeljnog tla. Kod proračuna podne ploče, kao referentni model usvojen je Vinklerov model tla, kojim se tlo predstavlja kao elastična podloga (skup nezavisnih elastičnih opruga) koja prima opterećenje upravno na svoju ravan (ravan ploče). Matematička interpretacija tla u slučaju Vinklerovog modela je koeficijent krutosti (*modul reakcije tla, koeficijent posteljice*), k_p [$\text{kN/m}^2/\text{m}$] i predstavlja intenzitet opterećenja koje je potrebno da se temelj naležuće površine 1m^2 slegne za 1m za određenu vrstu tla. Koeficijent tla može se odrediti nekim od standardizovanih metoda ispitivanja, npr. opitom kružnom pločom prečnika 76cm , gde se opterećivanje ploče vrši inkrementno u vrednostima od 5, 40, 80, 140 i 200kN/m^2 , gde se prelazak na sledeću fazu opterećenja vrši u trenutku kada sleganje tla ispod ploče dobije vrednost od 0.02mm/min . Iz grafikona, koji predstavlja zavisnost sleganja od opterećenja se očitava vrednost opterećenja koje odgovara sleganju od 1.25mm i deli sa 0.00125m , čime se dolazi do vrednosti k_p (DIN18134).

3. TIPOVI PODNIH PLOČA

Čisto betonske podne ploče izrađuju se kao nearmirane, kada se određena količina betonskog gvožđa nalazi samo u zglobovima i služi za prenos smičućih sila u spojnica.

Ploče sa armaturom za kompenzaciju skupljanja betona sadrže određenu količinu armature koja će primiti uticaje od skupljanja betona (gde istu funkciju mogu imati i određene vrste betona sa specijalnim dodacima) i temperaturne razlike, ali ne i statičke uticaje (momente savijanja). Armatura se postavlja na polovini ili u gornjoj trećini debljine ploče.

Naknadno napregnute podne ploče se izrađuju sa ugrađenim kanalima za provlačenje kablova za naknadno naprezanje. Naprezanje povećava savojnu krutost ploče što omogućava izradu širokih ploča u kojima nema potrebe ugrađivati ili usecati zglobove. Ove ploče se projektuju tako da ostanu neisprskale. Naknadno naprezanje je alternativa mekoj armaturi, kada se želi izbeći bilo kakva pojava pukotina u ploči. Naprezanje se vrši kao kod klasičnih betonskih konstrukcija, kotvljenjem kablova na dva kraja ploče i njihovim zatezanjem nakon očvršćavanja betona.

Ploče armirane nosivom armaturom ponašaju se kao bilo koja klasična armiranobetonska konstrukcija, gde količina

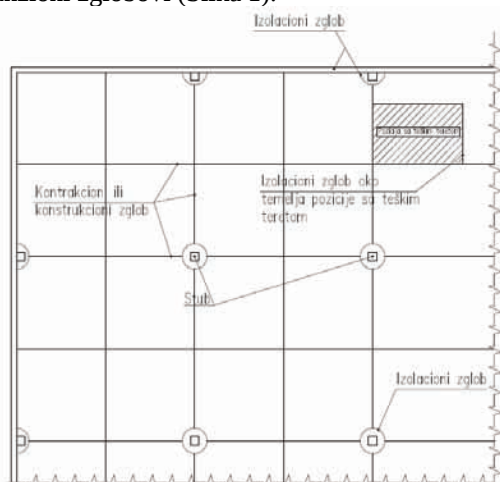
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Brujić.

armature zavisi od momenta savijanja generisanog u preseku podne ploče, posmatrajući jediničnu širinu – jedan dužni metar, u dva upravna pravca. Ovde se očekuje da ploča ostaje bez prslina, sve dok se kapacitet nosivosti preseka ploče, odnosno napon zatezanja u betonu, ne prekorači. Nakon pojave prslina, napone zatezanja preuzima čelik. Generalno – podna ploča „postaje“ armirana tek nakon pojave pukotina u njoj.

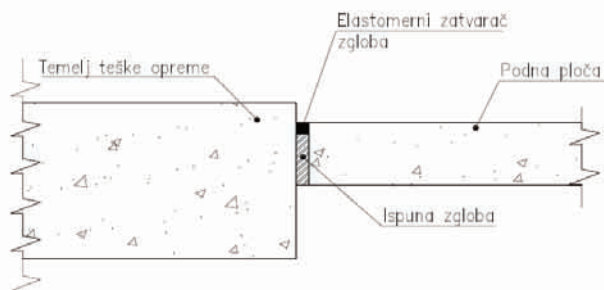
4. ZGLOBOVI (SPOJNICE) U PODNM PLOČAMA

Zglobovi se izvode u cilju sprečavanja pojave nasumičnih pukotina usled zapreminskih promena u ploči, odnosno njihovog kontrolisanja, kao i radi deljenja ploče u segmente prilikom gradnje. U njih se mogu ugraditi konstruktivni elementi – trnovi, koji omogućavaju transfer opterećenja između segmenata, odnosno njihov zajednički rad. Tipovi zglobova koji se koriste kod podnih ploča su izolacioni, kontrakcioni, konstrukcioni i ekspanzioni zglobovi (Slika 1).



Slika 1. Raspored zglobova na jednoj podnoj ploči

Izolacioni zglobovi se koriste gde god je neophodno omogućiti potpunu slobodu kretanja u horizontalnom i vertikalnom pravcu između podne ploče i ostalih konstruktivnih elemenata objekta (temelji, grede ukrucenja...). Razlog uvođenju ovih konstruktivnih elemenata je skupljanje betona, kao i diferencijalno sleganje različitih konstruktivnih elemenata (npr. temelj-ploča, Slika 2).



Slika 2. Izolacioni zglob

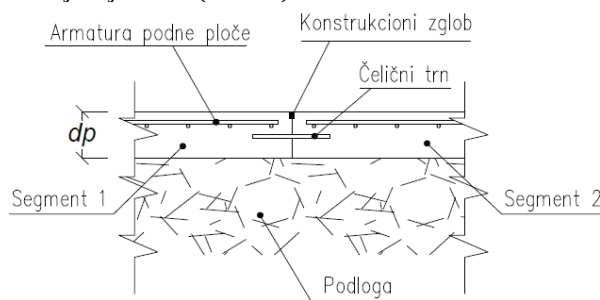
Konstrukcione spojnice se obično formiraju na mestima prekida betoniranja, odnosno na spoju starog i novog betona. U njih se mogu ugraditi moždanici i suštinski imaju istu svrhu kao kontrakcione spojnice.

Kontrakcioni zglobovi se obično izvode između stubova objekta, npr. u pravcu poprečnih ramova skladišta. Oni su jedni od glavnih elemenata koji sprečavaju pucanje betona prilikom njegovog skupljanja tokom očvršćavanja.

Otvori u kontrakcionim zglobovima se mogu anulirati uvođenjem naknadnog naprezanja, čime se izbegavaju pukotine u ploči.

Ekspanzioni zglobovi se najčešće ugrađuju u ploče koje su predviđene na otvorenom prostoru. Dozvoljavaju relativno pomeranje ploče u odnosu na njene susedne elemente, bilo da su to drugi segmenti ploče ili neki od glavnih konstruktivnih elemenata. Ovde je akcenat dat na širenju ploča prilikom njihovog zagrevanja na otvorenom prostoru.

Zglobovi se dele i na osnovu pomeranja koje dopuštaju – na one koji dozvoljavaju pomeranje u određenim pravcima i one koji to ne dozvoljavaju. Reč je o horizontalnim i vertikalnim pomeranjima, gde se određenim elementima unutar zgloba ta pomeranja dozvoljavaju ili ne (Slika 3).

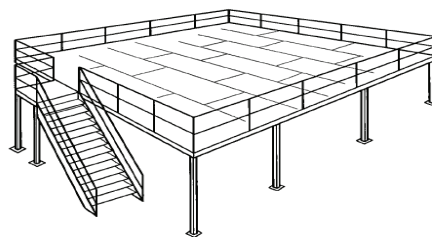


Slika 3. Spojnica koja ne dopušta vertikalna pomeranja

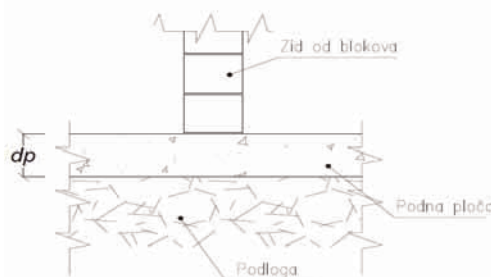
5. ANALIZA OPTEREĆENJA PODNIH PLOČA

Postoje tri tipa statičkog opterećenja – površinsko, linijsko i koncentrisano.

Površinsko opterećenje je ravnomerno raspodeljeno po većoj površini ploče i u ovu grupu obično ulaze palete naslagane jedna na drugu do određene visine. **Linijska opterećenja** su ona sa jednom dimenzijom relativno užom u odnosu na drugu, kao na primer pregradni zid (Slika 5) ili teška oprema postavljena preko čeličnih šina oslonjena na podnu ploču. **Koncentrisana opterećenja** potiču od različitih uzročnika kao što su platforme (mezzanines, Slika 4), regali u skladištima na koje se redaju palete sa robom, opterećenja od točkova opreme za manevrisanje robom unutar skladišta.



Slika 4. Uzrok tačkastog opterećenja - platforma



Slika 5. Uzrok linijskog opterećenja – zid

6. ANALIZA UTICAJA KOD PODNIH PLOČA

Podne ploče se proračunavaju na uticaje koncentrisanog, linijskog i površinskog opterećenja. Momenti nosivosti se proračunavaju preko izraza:

$$M = f_{ctk,fl} \cdot (h^2/6) \quad (1)$$

Momenat nosivosti ploče proračunat je za podnu ploču bez uticaja armature, te se sama ploča tako i tretira. Potrebno ju je dimenzionisati tako da ne dođe do pojave pukotina na površini koja je više opterećena. Samim tim što se ne prihvata pojava pukotina kao neminovnost, u proračun ulazimo samo sa betonskim presekom, te je vrednost $f_{ctk,fl}$ vrednost karakteristične čvrstoće na zatezanje betona i zavisi od njegovog kvaliteta, odnosno marke (MB).

Sušтина proračuna kapaciteta nosivosti podnih ploča, bar što se tiče teorijskih izraza iskazanih u literaturi, jeste da se na osnovu dozvoljenih pozitivnih i negativnih momenata pronađe maksimalno opterećenje koje se može aplicirati na posmatranu podnu ploču, bilo da govorimo o koncentrisanom, linijskom ili površinskom opterećenju. Potrebno je pomenuti i činjenicu da se maksimalni momenat nosivosti proračunava prema prikazanom izrazu za bilo koje opterećenje, sa dodatim koeficijentima sigurnosti za materijal.

Tačkasto (koncentrisano) opterećenje - zavisi od više faktora: modula elastičnosti E , Poasonovog koeficijenta ν , debljine podne ploče h i koeficijenta posteljice k , kao i radijusa ekvivalentne kontaktne kružne površi a (kontakti radijus), po kojoj se rasprostire tačkasto opterećenje. Radijus a se proračunava inverznim postupkom, kao kvadratni koren količnika odgovarajuće stvarne naležuće površine (kvadratne ili pravougaone) i broja π . Svi pomenuti faktori, osim radijusa a , sadržani su u izrazu:

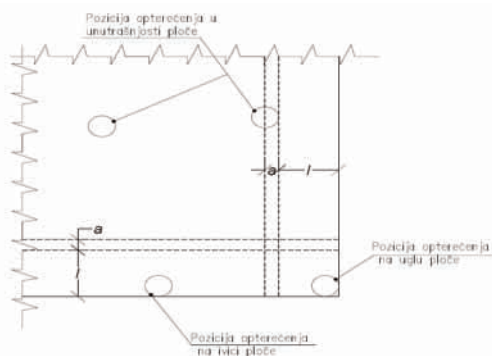
$$l = [E_{cm} \cdot h^3 / (12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot k)]^{0.25} \text{ [m]}, \quad (2)$$

kojim se predstavlja radijus relativne krutosti - odnos savojne krutosti podne ploče i krutosti tla. Maksimalna koncentrisana sila koja se može aplicirati na ploču, a ne nalazi se blizu njene ivice, proračunava se prema izrazu:

$$\text{Za } a/l = 0, P_u = 2\pi (M_p + M_n) \quad (3)$$

$$\text{Za } a/l > 0.2, P_u = 4\pi (M_p + M_n) / [1 - a/3l] \quad (4)$$

Mogući su različiti položaji koncentrisane sile na podnoj ploči, te je na sledećoj slici prikazano nekoliko slučajeva (položaja) opterećenja: u unutrašnjosti ploče, na uglu i na ivici (Slika 6).



Slika 6. Mogući položaji koncentrisane sile na ploči

Maksimalno **linijsko opterećenje** proračunava se kao manja od sledeće dve vrednosti:

$$P_{lin,p} = 4 \cdot \lambda \cdot M_p \quad (5)$$

$$P_{lin,n} = (4/0.21) \cdot \lambda \cdot M_n, \quad (6)$$

gde je koeficijent λ subjekt kojim se uvode karakteristike betonske ploče, modul elastičnosti i debljina ploče, kao i koeficijent posteljice:

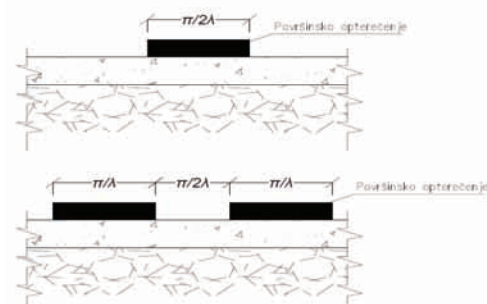
$$\lambda = ((3k/(E_{cm} \cdot h^3)))^{0.25} \quad (7)$$

Proračun maksimalnog intenziteta **površinskog opterećenja** zasniva se na određivanju kritične širine opterećenja i prolaza (π/λ i $\pi/2\lambda$, Slika 7), koja bi se ostavila za prolaz viljuškara. Kombinacijom ove dve vrednosti širina, za date fizičko mehaničke karakteristike podne ploče pronalazimo maksimalne momente savijanja. Kritična vrednost površinskog opterećenja data je izrazima:

$$w = (1/0.161) \cdot \lambda^2 \cdot M_p \quad (8)$$

$$w = (1/0.21) \cdot \lambda \cdot M_n, \quad (9)$$

gde se od dva navedena izraza bira onaj koji daje veću vrednost opterećenja. Kritična vrednost opterećenja i širina prolaza prikazana je na sledećoj slici:



Slika 7. Kritična širina prolaza i opterećenja

Pomenuti izrazi važe za slučaj nasumičnog površinskog opterećenja, kada se ne zna gde će se ono tačno pozicionirati. U slučaju da je položaj opterećenja tačno definisan projektom, uticaji se računaju preko sledećeg izraza:

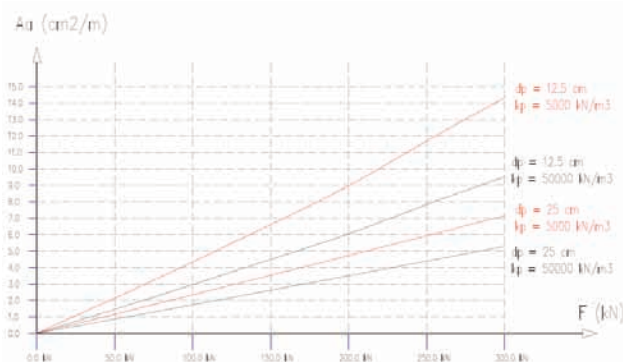
$$M_p = (w/(2 \cdot \lambda^2)) \cdot B_{ic}, B_{ic} = e^{-\lambda c} \sin \lambda c \quad (10)$$

Iz prethodnog se može izračunati maksimalno ravnomerno raspodeljeno opterećenje koje može delovati na podnu ploču:

$$w = 2/(B_{ic}) \cdot \lambda^2 \cdot M_p \quad (11)$$

7. NUMERIČKE ANALIZE

Prilikom izrade ovog rada, korišćen je programski paket za proračun konstrukcija Tower6 (Radimpex, Beograd), te je rađena provera rezultata dobijenih teorijskim proračunom sa proračunom u navedenom programu. Ovde je, takođe, vršeno ispitivanje kakav uticaj ima koeficijent posteljice na krajnje rezultate (Slika 8), kao i kombinacija varijacije tog koeficijenta sa varijacijom debljine podne ploče. Rezultati su prikazani tabelarno i grafički, za varijabilne debljine ploča i za dve vrednosti koeficijenta posteljice, $k_p = 5.000 \text{ kN/m}^3$ i $k_p = 50.000 \text{ kN/m}^3$.



Slika 8. Poređenje količine armature za podne ploče debljina 15 i 25cm za $k_p = 5000 \text{ kN/m}^3$ i $k_p = 50000 \text{ kN/m}^3$, kod koncentrisanog opterećenja.

Analizirana opterećenja su koncentrisano i površinsko, gde je koncentrisano opterećenje usvajano u vrednostima 50, 100, 150, 200, 250 i 300 kN, s tim da se ovaj tip opterećenja nanosio na srednju ravan ploče, u vidu površinskog, raspoređenog po pravougaonoj površini, čije dimenzije zavise od površine naleganja točka preko kog se opterećenje nanosi i debljine podne ploče. Površinsko opterećenje je nanošeno u vrednostima od 50, 70, 90, 110, 130 i 150 kN/m^2 i na ploču je raspoređivano po zakonitosti dobijenoj iz izraza:

$$w = \pi/\lambda, w = \pi/2\lambda \quad (12)$$

Debljine analiziranih ploča imaju sledeće vrednosti: 12.5cm, 15cm, 17.5cm, 20cm, 22.5cm, 25cm. Analiza podnih ploča je sprovedena sledećim tokom: modeliranjem ploča u računarskom programu Tower6 i apliciranjem pomenutih slučajeva opterećenja (koncentrisanog i površinskog), za obe pomenute vrednosti k_p , došlo se do rezultata u vidu momenata savijanja i potrebne količine armature u podnim pločama. Nakon toga se pristupilo proračunu istih ploča preko teorijskih izraza inverznim postupkom – za koncentrisano opterećenje, preko maksimalnih pozitivnih i negativnih momenata i odnosa a/l došlo se do maksimalne dozvoljene sile koja se može aplicirati na ploču, koja bi trebala uzrokovati isti momenat savijanja kao u Tower-u. Kod slučaja površinskog opterećenja, za poznato opterećenje (w) preko izraza:

$$w = (1/0.168) \cdot \lambda^2 \cdot M_p, \quad (13)$$

dobija se maksimalni momenat savijanja u podnoj ploči, koji se upoređuje sa rezultatom u Toweru, za isti slučaj opterećenja i istu podnu ploču.

U slučaju površinskog opterećenja, za obe vrednosti koeficijenta k_p , razlika u dobijenim rezultatima, ako posmatramo maksimalne momente savijanja, nije velika. Posmatranjem konkretnog primera gde je debljina ploče 15cm, $A \times B = 25 \times 25 \text{ m}$, MB35, opterećenje $p = 110 \text{ kN/m}^2$, $k_p = 5.000 \text{ kN/m}^3$, proračunom preko Tower-a dobijamo da je maksimalni momenat u ploči $M_p = 52.5 \text{ kNm/m}$. Kada se isti primer teorijski obradi, momenti dobijeni u ploči su $M_p = 50.3 \text{ kNm/m}$, što je razlika od 2.2 kNm/m , odnosno 4.4% u odnosu na teorijsku vrednost momenta savijanja. U drugom primeru uzeta je debljina ploče 25cm, MB35, opterećenje $p = 150 \text{ kN/m}^2$, $k_p = 50.000 \text{ kN/m}^3$. Teorijskim izrazima, dobijen je momenat u vrednosti od 46.77 kNm/m , a u Tower-u, za iste ulazne

podatke dobijen je momenat od 49.3 kNm/m , što je razlika od 2.53 kNm/m , odnosno 5.4%.

Izrazi za proračun momenata nosivosti ploče kod površinskog opterećenja izvedeni su saglasno linearnoj teoriji elastičnosti a Tower6 je takođe baziran na pomenutoj teoriji, što opravdava slične vrednosti dobijenih rezultata, kod kojih se razlike kreću u granicama od 2.5 do 3 kNm/m .

U slučaju koncentrisanog opterećenja, za obe vrednosti k_p , razlika između rezultata je приметna. Pri izračunavanju uticaja pomoću teorijskih izraza, za poznate dozvoljene momente savijanja, preko izraza:

$$P_u = 2 \cdot \pi \cdot (M_p + M_n) \text{ i } P_u = 4 \cdot \pi \cdot (M_p + M_n) / (1 - a/3l), \quad (14)$$

i odnosa a/l dobijena je maksimalna sila koja se može aplicirati na podnu ploču. Konkretno – za ploču debljine 15cm, MB35, $k_p = 5.000 \text{ kN/m}^3$ dozvoljeni momenat savijanja u donjoj zoni je 10 kNm/m a u gornjoj 5 kNm/m (M_p i M_n). Maksimalna sila, dobijena na osnovu tih momenata, je 181.53 kN. Nakon apliciranja te sile na model ploče istih karakteristika u Toweru, dobijen je momenat u donjoj zoni u vrednosti od 33.63 kNm/m , odnosno, razlika u vrednosti momenata je 23.63 kNm/m .

Razlika dobijena u slučaju proračuna uticaja usled koncentrisanog opterećenja posledica je činjenice da, kao što je pomenuto, Tower6 proračunava uticaje na bazi teorije elastičnosti, dok su uticaji dobijeni pomoću teorijskih izraza (u slučaju koncentrisanog opterećenja) izračunati preko teorije linija loma (teorije plastičnosti), gde se računa na preraspodelu uticaja usled pojave prslina u betonu, pri čemu dolazi do smanjenja fleksione nosivosti preseka a time i manjih statičkih uticaja. Analiza je pokazala opšte poznatu činjenicu da koeficijent krutosti tla utiče na krajnje rezultate (M , A_s) kod podnih ploča, kao i sama metoda proračuna, saglasna linearnoj teoriji elastičnosti ili teoriji plastičnosti, koja je u redovnoj primeni u proračunu podnih ploča.

8.LITERATURA

- [1] Designing Floor Slabs On Grade“; Boyd C. Ringo, Robert P. Anderson, 1996 Aberdeen Group.
- [2] „Concrete Slabs On Ground“; American Concrete Institute Committee 302, Seminar course materials (SCM25(03)).
- [3] „Concrete Industrial Ground Floors, a guide to design and construction“; The Concrete society, United Kingdom, 2003.
- [4] „Kolovozne Konstrukcije“; Prof.Dr Aleksandar Cvetanović dipl.inž.građ., Borivoje Banić dipl.inž.građ., Beograd 2007
- [5] „Osnove Saobraćajnica“; Prof.Dr Aleksandar Cvetanović dipl.inž.građ., Borivoje Banić dipl.inž.građ.
- [6] „Armirani beton, knjiga 3“, Živorad Radosavljević, Dejan Bajić, Beograd 2008.

Kratka biografija:



Vlado Đurica rođen je 8.12.1987 godine u Vrbasu. Diplomski Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – konstrukcije odbranio je 20** god.

UJEDNAČAVANJE RESURSA I PLANIRANJE IZGRADNJE OBJEKTA BENZINSKE STANICE**RESOURCE LEVELING AND PLANNING OF A GAS STATION CONSTRUCTION**

Miodrag Starac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Prilikom preduzimanja projekta, projektantima se najčešće daje datum završetka projekta pre bilo kakvog planiranja radova, pa se tako javlja potreba za kvalitetnim i efikasnim nivelisanjem resursa i vremenskim planiranjem. Usled mogućih grešaka zbog pogrešno pretpostavljenih međuzavisnosti aktivnosti, količine korišćenih resursa itd. koristimo razne metode i alate koji će u ovom radu biti obrađeni. Analiza se vrši u MS Projectu koji posao veoma olakšava, ali treba naglasiti da je svaki alat dobar samo ako se iskoristi na pravi način.

Abstract – When undertaking project, project managers are usually given an end date of the project before any appropriate planning, thus is required high-quality and efficient resource leveling and time scheduling. In this paper are analyzed methods and tools which are needed due to wrongly assumed dependencies, over or under allocated resources etc. Analysis is performed with MS project which facilitates the process, but it should be emphasized that the tool is only good if it is used the right way.

Cljučne reči: Nivelisanje resursa, Planiranje, Projekat

1. UVOD

Predmet ovog rada je planiranje izgradnje objekta benzinske stanice uz izjednačavanje resursa – radne snage. Cilj je da se pokaže kako adekvatan izbor broja radnika utiče na tok i posredno, na cenu izgradnje objekta. U radu su dati tehnički opisi uslova građenja i konstrukcije objekta, gde vidimo sve detalje vezane za sredinu u kojoj se gradi i karakteristike i detalje samog objekta. Dalje su obrađeni tehnologija izgradnje sa opisom načina izvođenja radova i dinamički planovi izgradnje objekta. U završnoj analizi je dato nekoliko varijantnih rešenja ujednačavanja korišćenih resursa u analizi potrebnog broja visokokvalifikovanih i niskokvalifikovanih radnika za obavljanje zadatih radova. Prvobitno dobijeni plan izgradnje (gantogram i histograme) koristimo kao bazu, a onda vršimo nekoliko probnih analiza da bismo došli do optimalnog rešenja.

2. PLANIRANJE IZGRADNJE I UJEDNAČAVANJE RESURSA

Leveling resursa je tehnika u upravljanju projektima koja vrši pregled raspodele resursa i rešava moguće konflikte

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Trivunić, red.prof.

koji nastaju usled prekoračenja raspoloživih sredstava. Kada menadžer preduzme projekat, on mora isplanirati svoje resurse u skladu sa projektom. Organizacija počinje da se suočava sa problemima ako resursi nisu pravilno dodeljeni tj. potreba u nekim resursima može premašiti predviđeno ograničenje, ili potreba za njima može biti znatno manja nego što ih zaista imamo na raspolaganju čime stvaramo nepotrebne gubitke, jer su troškovi korišćenih resursa konstantni tokom vremena, bez obzira da li se koriste ili ne.

Kada se koristi specijalno dizajniran softver za izradu projekta (kao što je MS Office Project), leveling obično znači rešavanje sukoba ili prekoračenja u planu projekta dozvoljavajući programu da automatski računa kašnjenja i ažurira pojedine aktivnosti. Metoda kritičnog puta je uobičajen tip tehnike koju koriste projektanti kada se radi o nivelisanju (levelingu) resursa. Kritični put prikazuje najduže i najkraće vreme trajanja aktivnosti u mrežnom dijagramu, sve do završetka izgradnje. Međutim, osim široko korišćenog koncepta kritičnog puta, projektanti koriste i brzo praćenje (fast tracking) i dodavanje resursa (crashing).

Prvo što treba uraditi jeste da se grafički prikaže raspodela korišćenja resursa, i da odredimo faktor iskorišćenosti. Ovo možemo prikazati na profilima, grafikonima, odnosno histogramima. Zatim treba dodeliti resurse datim poslovima na takav način da ne prekoračimo resurse koji su nam na raspolaganju. *Leveling* resursa predstavlja „peglanje“ histograma – idealan histogram bi imao oblik pravougaonika. Upotreba računara je drastično promenila projektovanje na globalnom nivou, pa tako i u našem konkretnom slučaju. Na primeru objekta benzinske stanice analiziraćemo uticaj usvojenih korišćenih resursa na celokupan plan izgradnje objekta. Ujednačavanje resursa fizički znači da ćemo smanjivanjem korišćenih resursa određenim aktivnostima dobiti neko kašnjenje, ali ćemo izbeći (velike) oscilacije u potrebama istih.

Kašnjenje aktivnosti koje su na kritičnom putu dovešće i do celokupnog kašnjenja projekta, pa takav ishod nameće dodatnu analizu šta je ispravnije, odnosno isplativije uraditi: obavljati poslove sa manje resursa duži vremenski period, ili obrnuto. Rukovodilac projekta treba da uzme u obzir nekoliko faktora i da odvoji kritične od ne-kritičnih zavisnosti između aktivnosti, da bi izbegao bilo kakva kašnjenja isporuke projekta u poslednjem trenutku.

3. PRIMER: OBJEKAT BENZINSKE STANICE

U ovom radu je obrađena izgradnja prodajnog objekta, izgradnja nadstrešnice iznad ostrva sa automatima za točenje i postavljanje i montaža rezervoara za tečna goriva. Nadstrešnica i prodajni objekat su spojeni

lanternom. Površina širokog iskopa pri postavljanju rezervoara iznosi oko 250 m². Rezervoari su kapaciteta 40 m³. Ukupna neto površina prodajnog objekta je 235,5 m². U prvom delu ovog rada je izvršena vremenska analiza izgradnje objekta. Na mrežnom planu se uočavaju tri fronta rada (prodajni objekat, nadstrešnica i radovi na ugradnji rezervoara), pa je jasno da će se neki resursi koristiti na više mesta istovremeno. Detaljnije objašnjenje oko izbora resursa za obradu i nivelisanje biće dato u poglavlju 6.

Objekat je rešen kao skeletna konstrukcija. Nosivu konstrukciju nadstrešnice čine okviri sa preputima, koji se sastoje od stubova profila HOP 220x220x8 i rigli u dva pravca. Konstrukcija prodajnog objekta je izvedena kombinovano. U poprečnom pravcu statički sistem je okvir na dva raspona. Svi stubovi su profila HE 180. Rigla jednog raspona je izvedena kao rešetka, a rigla drugog je I-nosač sa izvedenim spušenim plafonom. U drugom pravcu pružaju se rožnjače (srednje HOP 100x80x4 i krajnje HOP 100x60x4). Krovni pokrivač objekta je izveden sendvič panelima, na nadstrešnici je postavljen lim debljine 6 cm, a na lanterni je pokrivač izveden od leksana. Fasadni zidovi su takođe izvedeni sendvič panelima. Temeljna konstrukcija je izrađena u vidu temelja samaca ispod stubova objekta i nadstrešnice. Kod nadstrešnice temeljne stope spojene su veznim gredama.

Fasadni zidovi su sendvič paneli, termoizolacioni vazdušni sloj 10 cm. Fasadna stolarija je od Al profila zastakljena termopan staklom. Izlozi su od Al profila zastakljeni unutrašnjim niskoemisionim staklom. Završna obrada je plastifikacija u sivoj boji. Krovni pokrivač je izveden od sendvič panela. Unutrašnju obradu čine gletovane zidne površine od gips kartona, bojene disperzivnom bojom, ili obložene keramičkim pločicama do visine plafona.

Podovi su obloženi granitnom keramikom, u pojedinim prostorijama kiselootpornom keramikom iz funkcionalnih razloga. U kancelariji pod je obložen laminatom. Plafoni su od gips kartona, bojeni disperzivnim bojama. Pregradni zidovi su od knauf gipsanih ploča, bojeni disperzivnom bojom ili obloženi keramičkim pločicama.

Unutrašnja stolarija je od aluminijumskih profila, završna obrada plastifikacija u boji po izboru projektanta enterijera.

Za potrebe ovog objekta projektovane su sve potrebne električne instalacije. Grejanje objekta je radijatorsko, a ventilacija i osvetljenje objekta je prirodna, preko prozorskih otvora i ventilacionih kanala; ili veštačka, preko ventilatora, odnosno sijalica. Snabdevanje vodom za ovaj objekat vršiće se iz postojeće ulične vodovodne mreže. Odvod otpadnih voda projektovan je tako da koristi postojeću uličnu kanalizacionu mrežu.

4. PRIMER: TEHNOLOGIJA IZGRADNJE

Svi radovi su izvedeni po crtežima i detaljima iz projekta, statičkog proračuna, tehničkog opisa, opisa pojedinih stavki proračuna i ostalim priložima iz projekta. Korišćeni materijal mora biti kvalitetan, ispitan i da odgovara uslovima i propisima. Svi radovi moraju biti izvedeni savesno i kvalitetno, sa stručnom radnom snagom.

4.1. Zemljani radovi

Potrebno je prvo pristupiti raščišćavanju terena sa odvozom na deponiju, pa zatim skidanju humusa i obeležavanju objekta od strane geodete. Na površini i pojasu koji obuhvata objekat mašinskim putem se vrši skidanje humusa, odnosno nasipanje građevinskog šuta u sloju d=40cm. Kubatura iskopanog humusa utvrđuje se merenjem na licu mesta zajedno sa izvođačem radova. Iskop zemlje III kategorije za temelje samce objekta se vrsi do kote -1.42, za AB ploču do kote -0.72, za temelje samce nadstrešnice do kote -1.55, kod rezervoara do kote -4.22. Debljina svih tampon slojeva od šljunka je 15cm. Angažovane mašine su buldozer guseničar, utovarivač, bager i kamion kiper.

4.2. Betonski radovi

Beton se spravlja u fabrici betona, a do gradilišta se dovozi automikserom. Ugrađen beton se vibrira pervibratorima. Pri betoniranju se od svake partije betona uzimaju tri uzorka za dokazivanje čvrstoće na pritisak ugrađenog betona. Angažovane mašine kod betonskih radova su automikser i pervibrator.

4.3. Armirački radovi

Betonsko gvožđe mora biti isečeno, savijeno i montirano u potpunosti prema armaturnim planovima. Pri montaži armatura mora biti dobro povezana i ukrućena, tako da pri betoniranju zadrži projektovani položaj. Pre nastavka betoniranja, svi krajevi armature koji vire iznad izbetoniranog dela konstrukcije moraju biti očišćeni od prljavštine, rđe, masnoće i svih ostalih nečistoća.

4.4. Čelična konstrukcija

Izrada konstrukcije se obavlja prema priloženoj dokumentaciji i važećim tehničkim propisima i standardima za izradu čeličnih konstrukcija. Montaža obuhvata sklapanje konstrukcije od profila, geodetsku kontrolu nadstrešnice, obnovu oštećene zaštite od korozije, sav horizontalni i vertikalni transport na gradilištu, mere zaštite na radu i zaštitu opreme. Dozvoljava se prilagođavanje i izmena konstrukcije uz saglasnost odgovornog projektanta. Kvalitet ugrađenog čelika se dokazuje atestom. Ankerne šipke su urađene od Č1530 dužine l=1,1m. U donjoj zoni ankerne šipke su povezane pločama 60x6 i U80, a u gornjem šablon pločom i anker pločom. Na oba kraja anker šipki narezati navoj. Sve elemente spojiti u jednu celinu navrtkom M20 i kontranavrtkom.

4.5. Radovi na ugradnji rezervoara

Rad obuhvata spuštanje novog rezervoara na već pripremljeno postolje. Spuštanje izvršiti tako da ne dođe do oštećenja rezervoara odnosno izolacije. Dizalica mora da bude odgovarajuće nosivosti i strele za ovakav teret. Prema posebnom detalju izvršiti savijanje i montiranje obujmice od pljoštog gvožđa dim. 80x8 mm, a spajanje kotvi izvršiti šrafovim M20 konstruktivno, a zatim zavarivanjem, sve prema detalju. Vidljivi deo kotvi i var izolovati bitulitom i vrelim bitumenom. Pre montaže izvršiti antikorozivnu zaštitu obujmica.

4.6. Ostali radovi

Ovde spadaju izolaterski, keramičarski, podopolagački, farbarski, stolarski, bravarski, limarski, suvomontažni, fasaderski i pokrivački radovi.

5. PRIMER: OSNOVNI PLAN PROCESA IZGRADNJE

Izrada dinamičkog plana izgradnje objekta predstavlja izradu procesa izvođenja radova na izgradnji objekta. Pri planiranju korišćene su metode gantograma i mrežnog planiranja. Na osnovu definisane strukture modela, opisa i količina pojedinih radova i „Prosečnih normi u građevinarstvu“, sračunata su trajanja pojedinih aktivnosti. Pre vremenske analize, proračunato je vreme trajanja aktivnosti sa usvojenim osmočasovnim radnim vremenom, odnosno sedam sati efektivnog rada dnevno. Proračun ukupnog trajanja radova vrši se primenom računara, pomoću programa MS Project 2007. Međusobne zavisnosti pojedinih aktivnosti su definisane u mrežnom planu i biće iskorišćene pri izradi gantograma. Kad su potrebni podaci pripremljeni, pristupa se unošenju podataka u računar.

Prvo smo definisali radni kalendar. Predviđeno je da se vreme računa od datuma početka radova, tj. od 2.2.2015. Najkraći put unosa podataka je preko tabele koja se otvara automatski pri pokretanju programa, i čiji se sadržaj može menjati u zavisnosti od potreba projekta. U prethodnoj analizi smo uneli nazive i šifre aktivnosti i njihova trajanja izražena u radnim danima (dobijena iz tabele potreba u radnoj snazi). Zatim su unete naredne aktivnosti u odgovarajuću kolonu, čime jednoznačno definišemo redosled obavljanja aktivnosti u celokupnoj izgradnji objekta. Na kraju smo uneli i potrebne resurse (NK i VK radnike), čime kompletiramo sve potrebne informacije za odabrane pojedinačne aktivnosti. Na osnovu ulaznih podataka dobijen je i dinamički plan, a njegovi izlazni podaci se sastoje iz sledećih delova prikazanih u prilogu: - gantogram sa tabelarnim prikazom aktivnosti; histogram radne snage - VK radnici; histogram radne snage - NK radnici. Pored trajanja pojedinačnih aktivnosti, može se videti i efektivno vreme zbirnih aktivnosti prikazanom crnom linijom. Ukupno vreme predviđeno za izgradnju ovog objekta obuhvata period od 2.2.2015 do 22.6.2015. Izgradnja traje **101** radni dan.

Maksimalne vrednosti potrebnih radnika u jednom danu su 14 NK i 13 VK (4. i 5. mart). Dobijena raspodela je neujednačena i ove dijagrame koristimo samo kao bazu za dalju analizu. Tema ovog rada je upravo pronalaženje optimalnog rešenja u smislu usvajanja dnevno potrebnog broja radnika, odnosno nivelisanje (leveling) datih dijagrama (histograma). Ovo je potrebno zbog toga što želimo da imamo što ujednačenije troškove tokom izgradnje objekta, odnosno da ekstremne vrednosti, minimalne i maksimalne, teže pravo. Time efikasno iskorišćavamo raspoložive resurse, a akcenat je stavljen na ljudske resurse, jer je upravo rad sa ljudima najveći izazov prilikom realizacije bilo kog projekta.

6. PRIMER: UJEDNAČAVANJE RESURSA ZA IZGRADNJU OBJEKTA

Kada govorimo o resursima, podrazumevamo sva potrebna sredstva koja koristimo tokom izgradnje objekta. Tu ubrajamo sav materijal koji ugrađujemo; mašine koje koristimo za razne poslove tokom gradnje; ljudsku radnu snagu potrebnu da pomenuta raspoloživa sredstva iskoristimo; kapital (novac); vreme i opremu (alat). Zbog mogućnosti deponovanja i lakog manipulisanja (ako su

svi uslovi blagovremeno obezbeđeni), građevinski materijal obično ne treba da predstavlja razlog kašnjenja i drugih konflikata u jednom projektu. Građevinskim mašinama se obavlja većina radova u građevinarstvu i potrebno je da te mašine budu optimalno izabrane i usklađene za zadatke koje obavljaju. Poželjno je da se svi radovi koji zahtevaju korišćenje i iznajmljivanje jedne vrste mašina, obavljaju odjednom da bi se izbegli višestruki troškovi za istu vrstu radova i potreba za nivelisanjem resursa mehanizacije, jer ćemo jasno definisati kada se moraju obaviti pojedini radovi i time ostavljamo malo prostora za kasnije promene. Kapital i vreme se usko preklapaju sa svim ostalim resursima, i analiza i promena količine drugih resursa zasigurno će uticati na njih. Predstojeća analiza će upravo koristiti vreme trajanja i novac kao referentne vrednosti, a usvajanje rešenja će biti donošeno u skladu sa njima. Kada govorimo o opremi i alatu koji će se koristiti pri izvođenju radova jasno je da se unapred i blagovremeno moraju predvideti potrebe i obezbediti tražena sredstva, kako ni slučajno u toku gradnje ne bi došlo do problema u izvođenju. Iz svega viđenog proizilazi da se najveći problem javlja pri raspodeli ljudskih resursa i u radu sa ljudima uopšte. Zbog toga, u ovom projektu vrši se ujednačavanje (leveling) histograma NK i VK radnika, jer se upravo ovde pojavljuje najviše konflikata usled „pod-raspodele“ i „nad-raspodele“ datih resursa.

Prvobitno dobijeni plan izgradnje koristimo kao bazu, a dalje vršimo nekoliko probnih analiza da bismo došli do najboljeg rešenja. Na početku nije ograničen broj radnika, odnosno posmatramo najoptimističniju moguću situaciju. Tako dobijamo dati potreban broj radnika u jednom danu, koji varira od veoma visokih vrednosti do onih dana kada nije potreban niti jedan. Ograničenje broja radnika unosimo u *Resource sheet* tabelu, u kolonu *Max. Units*. Smanjivaćemo maksimalan broj raspoloživih sredstava (radnika) i pratiti da li će se i za koliko produžiti vreme trajanja kompletnog projekta. Po početnom planu izgradnja traje 101 radni dan. Postoji bitna razlika između NK i VK radnika u smislu cene koštanja i zbog toga ćemo ograničenja postavljati nezavisno jedno od drugih. Pretpostavka će biti da je cena VK radnika oko 1.7 puta veća od cene NK radnika.

Tabela 1. Početna analiza uticaja usvojenog broja radnika na tok izgradnje i cenu koštanja radnika

$$(C_{Ri} = C_{nki} + C_{vki}; C_{vki} = 1,7 \times C_{nki})$$

Varijanta	max NK	max VK	T [dani]	C _R [NK]
I	≥14	≥14	101	37,8
II	13	13	101	35,1
III	11	11	101	29,7
IV	10	11	104	28,7
V	10	10	104	27,0
VI	11	10	106	28,0
VII	9	9	105	24,3

Pošto je kašnjenje vrlo malo, zaključujemo da je ovo tek početak naše analize i da se i dalje mogu napraviti značajno veće uštede. Na dobijenim histogramima i dalje možemo očitati velike razlike između ekstremnih vrednosti u potrebama radne snage, tj. i dalje imamo mnogo radnih dana u kojima nije dodeljen niti jedan resurs.

6.1. Ujednačavanje resursa sa 8 NK i 8 VK radnika

Prvo ozbiljnije produženje roka izgradnje se javlja sa ograničenjem na osam visokokvalifikovanih radnika. Čak iako imamo neograničen broj NK radnika na raspolaganju, to neće uticati na efikasnije i brže izvođenje radova. Razlog leži u tome što je za jednu aktivnost (izrada i ugradnja izloga - fiksnih prozora) potrebno svih 8 radnika u trajanju od 5 dana i oni ne mogu biti na raspolaganju za obavljanje drugih poslova, iako je predviđena paralelizacija radova u konkretnom trenutku. Tabela 2. Analiza uticaja usvojenog broja radnika na tok izgradnje i cenu koštanja radnika ($C_{Ri} = C_{nki} + C_{vki}$;

$$C_{vki} = 1,7 \times C_{nki}$$

Varijanta	max NK	max VK	T [dani]	C_R [NK]
I	8	9	106	23,3
II	9	8	113	22,6
III	8	8	116	21,6

6.2. Ujednačavanje resursa sa 7 NK i 7 VK radnika

U prethodnom slučaju vidi se da smo došli do donje granice broja VK radnika za jednu aktivnost. Kada se nastavi analiza daljim smanjenjem maksimalnog broja radnika, konflikt možemo ispraviti ili zapošljavanjem dodatnih radnika za taj kratak period, što je najlošije rešenje iz svega do sada navedenog, ili produženjem trajanja smene u danima kada se data aktivnost vrši. Ovo je primer *crashing* tehnike. Izgradnja sa raspoloživih 7 NK radnika i 7 VK radnika traje 124 radna dana, pa ćemo ovaj slučaj koristiti kao drugu varijantu.

Tabela 3. Analiza uticaja usvojenog broja radnika na tok izgradnje i cenu koštanja radnika ($C_{Ri} = C_{nki} + C_{vki}$;

$$C_{vki} = 1,7 \times C_{nki}$$

Varijanta	max NK	max VK	T [dani]	C_R [NK]
I	8	7	117	19,9
II	7	8	122	20,6
III	7	7	124	18,9

6.3. Ujednačavanje resursa sa 7 NK i 9 VK radnika

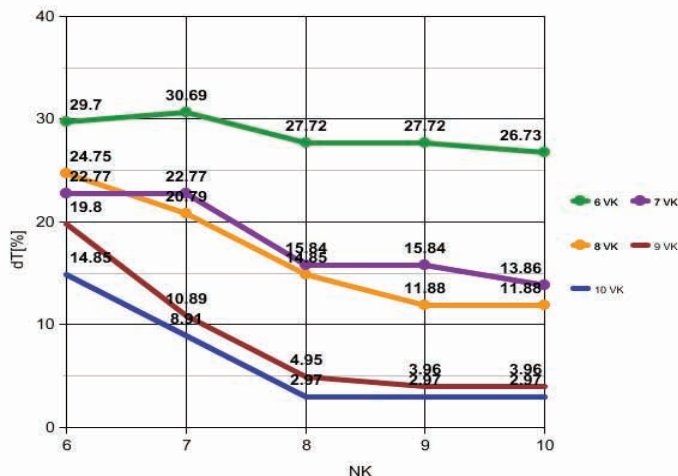
Daljim smanjenjem na 6 NK i 6 VK radnika javlja se kašnjenje i do 30 dana što je već nedopustivo tako da ovo rešenje odbacujemo. U nastavku je metodom probanja dato još nekoliko rešenja od kojih smo odabrali ono sa 7 NK i 9 VK radnika kao optimalno, jer izgradnja ne traje mnogo duže, a broj radnika je znatno snižen od početnih maksimalnih vrednosti.

Kako se vidi iz prikazanih tabela, korišćenjem nešto većeg broja VK radnika izgradnja će biti efikasnija, pa iako je to za nijansu skuplje rešenje, time dobijamo ujednačeniju dnevnu potrebu za radnom snagom, i vreme trajanja projekta će biti kraće.

Tabela 4. Završna analiza uticaja usvojenog broja radnika na tok izgradnje i cenu koštanja radnika ($C_{Ri} = C_{nki} + C_{vki}$; $C_{vki} = 1,7 \times C_{nki}$)

Varijanta	max NK	max VK	T [dani]	C_R [NK]
I	6	7	124	17,9
II	7	6	132	17,2
III	6	6	131	16,2
IV	9	7	117	20,9
V	10	7	115	21,9
VI	10	8	113	23,6
VII	8	10	104	25,0
VIII	7	10	110	24,0
IX	7	9	112	22,3

U tabeli 4. prikazano je nekoliko probnih rešenja iz kojih se vidi da se usvajanjem većeg broja NK radnika ne dobijaju zadovoljavajući rezultati, a još se preglednije vidi u grafičkom prikazu na slici 1.



Slika 1. Zavisnost promene vremena trajanja izgradnje od usvojenog broja radnika

7. ZAKLJUČAK

Projekat ujednačavanja resursa na izgradnji objekta benzinske stanice u Vršcu urađen je sa ciljem da se nađe optimalno rešenje u smislu količine korišćenih resursa tokom gradnje. Dinamičkim planom izgradnje objekta je obuhvaćeno planiranje kroz mrežni plan gde je prikazana samo struktura, a analiza toka i vremena izgradnje izvršena je pomoću računara. U ovom radu smo analizirali broj resursa sa kojima će se najefikasnije izvršiti zadati posao. Akcenat je stavljen na ljudsku radnu snagu, jer upravo u radu sa ljudima dolazi da najviše problema i rizika u smislu organizacije građenja. Kroz nekoliko varijanti analizirali smo uticaj usvojenog korišćenog broja radnika na trajanje projekta i indirektno, na cenu datih resursa. Ujednačavanje resursa se vrši kada se suočavamo sa takvim problemima da resursi nisu pravilno dodeljeni i pomaže organizaciji da do maksimuma iskoristi raspoložive resurse. Menadžer projekta mora identifikovati vreme za koje se resurs ne koristi i mora preduzeti mere da to spreči, ili iskoristi na drugi način.

8. LITERATURA

- [1] Trivunić M, Matijević Z, Tehnologija i organizacija građenja, Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad, 2009
- [2] Trbojević B, Prašćević Ž, Organizacija građevinskih radova, Građevinska knjiga, Beograd
- [3] Normativi i standardi u građevinarstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 1999
- [4] Đuranović P, Upravljanje građevinskim projektima, Građevinski fakultet Univerziteta Crne Gore, Podgorica, 2003
- [5] A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), The Fifth Edition 2013

Kratka biografija:

Miodrag Starac rođen je u Novom Sadu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Organizacija i tehnologija građenja odbranio je 2015.god.

**DOGRADNJA I OJAČANJE AB KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE STAMBENE ZGRADE
U BIJELJINI****UPGRADE AND STRENGTHENING OF RC STRUCTURE OF MULTI - STOREY
RESIDENTIAL BUILDING IN BIJELJINA**

Branko Krsmanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je procjena stanja, dogradnja i ojačanje AB noseće konstrukcije stambenog objekta u Bijeljini, spratnosti Su+Pr+5. Rad sadrži osnovne tehničke podatke o zgradi, detaljan pregled kao i projekat dogradnje jednog sprata na postojeću konstrukciju objekta. Formiran je novi prostorni model za dograđeno stanje takođe predložene su mjere za ojačanje određenog broja elemenata noseće konstrukcije predmentne zgrade kao i načini povezivanja novoprojektovane i postojeće konstrukcije.

Abstract – This paper presents an assessment, upgrade and strengthening of RC structure of residential building in Bijeljina, consisting of ground floor + basement + 5 floors. The paper contains basic technical information on the building, as well as a detailed overview of the project of upgrading one floor to the existing building structure. A new spatial model of an upgraded building has been created. Measures for the strengthening of some load-bearing elements within the structure have been given as well as possible solutions for connection of the new and existing structure.

Ključne reči: Zgrada, skeletni sistem, procjena stanja, dogradnja, sanacija, ankeri

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđena je dogradnja od jednog sprata na postojeću konstrukciju višespratne stambene zgrade (Slika 1) u ulici Račanska br. 25 u Bijeljini.



Slika 1. – Izgled objekta

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vlastimir Radonjanin, red.prof.

2. OPIS POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE**2.1. Namjena i gabariti objekta**

Objekat je stambene namjene, spratnosti Su+Pr+5, osnova je pravougaona sa gabaritima 21.6 x 9.80 m u suterenu i prizemlju a 23.6 x 11.80 m na ostalim etazama. Suteran objekta je funkcionalno riješen za kotlarnicu, prostor za servis zgrade i ostave stanara. Ulaz u kotlarnicu je preko spoljnog stepeništa širine 1.20 m. Prizemlje objekta je projektovano kao stambeno sa dvije dvosobne stambene jedinice i dva poslovna prostora sa orijentacijom na Račansku ulicu - istočna strana. Ulaz u stambeni prostor je sa bočne podužne strane objekta - južna strana. Projektovane stambene jedinice su u rasponima od garsonjera do trosobnih stanova. Spratovi su isti (tipski) i sadrže po 4 stambene jedinice: garsonjeru, dvosobnu i dvije trosobne. Stambene jedinice sadrže sve uslove za funkcionalno i savremeno stanovanje, iste imaju neto površine od 33 m² do 68 m². Sve dnevne sobe imaju izlaz na terase. Tavanjski prostor nema posebnu namjenu, može da služi za skladištenje materijala potrebnih za eventualne popravke krova. Spratna visina suterena je 2.40 m ispod lokala i 3.40 m ispod stambenih jedinica, visina prizemlja je 3.70 m u lokalima i 2.70 m u stambenom prostoru a prvog, drugog, trećeg, četvrtog i petog sprata je 2.70 m. Vertikalna komunikacija u objektu je obezbijedena pomoću dvokrakog armiranobetonskog stepeništa i lifta.

2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Konstruktivni sistem objekta je skeletni sa AB platnima za ukrucenje. Stubovi se nalaze na različitim razmacima u dva pravca, objekat je iznad prizemlja konzolno ispušten na sve četiri strane za 1.00 m. Fundiranje objekta je izvršeno na punoj AB temeljnoj ploči debljine d=50 cm. Međuspratna tavanica je izvedena kao puna AB ploča debljine d=15 cm. Zidovi suterena su armirano betonski d=25cm i d=20cm. Spoljašnji zidovi objekta su od termo bloka d=25cm, dok su pregradni zidovi d=12cm. Armirano-betonska zidna platna su postavljeni u dva glavna ortogonalna pravca d=25 cm i d=20cm oko lift okna. Stepenište je dvokrakokrako debljine d=14 cm koje se oslanja na stepenišne grede popriječnog presjeka b/d = 25/30 cm. Dimenzije stubova se razlikuju po visini objekta. U suterenu i prizemlju stubovi su različitog poprečnog presjeka: b/d = 25/40 cm, b/d = 25/50 cm, b/d = 30/50 cm i b/d = 40/40 cm, na I spratu i II spratu: b/d = 25/40cm, b/d = 25/50cm i b/d = 40/40cm, na III spratu: b/d = 25/30cm, b/d = 25/40cm, b/d = 30/30cm i b/d = 40/40cm, a na IV spratu i V spratu: b/d = 25/30cm, b/d = 25/40cm i b/d = 30/30cm. Projektovani su tako da

zadovoljavaju propisane uslove iz Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Grede u suterenu su pravougaonog poprečnog presjeka $b/d = 25/30$ cm i $b/d = 25/40$ cm. Dimenzije grede ostalih spratova su $b/d = 25/30$ cm i $b/d = 25/40$ cm dok na poslednjoj međuspratnoj ploči (ploča tavana) imamo grede $b/d = 25/30$ cm, $b/d = 25/40$ cm, $b/d = 25/35$ cm, $b/d = 25/60$ cm i $b/d = 25/100$ cm. Svi betonski elementi izvedeni su betonom kvaliteta MB 30, armirani su armaturom RA 400/500 i MA 500/560.

3. PROCJENA STANJA POSTOJEĆEG OBJEKTA

Prilikom pregleda elemenata konstrukcije, značajniji defekti i oštećenja nisu uočeni na postojećem objektu. Unutrašnjost objekta je omalterisana tako da nije moguće vizuelnim pregledom uočiti postojanje prslina koje bi ozbiljno narušile integritet konstrukcije. Budući da je riječ o objektu koji nije star, veća oštećenja, nisu ni očekivana. Posmatrajući konstrukciju u cijelini, na osnovu vizuelnog pregleda, donosi se zaključak da nije ugrožena nosivost, trajnost, upotrebljivost i funkcionalnost postojećeg objekta.

4. MODELIRANJE I PRORAČUN NAKOH NADOGRADNJE OBJEKTA

Projektom je predviđena dogradnja od jednog sprata na postojeću konstrukciju objekta, tako da se dobija novi objekat spratnosti: Su+Pr+6. Osnova dodatog sprata je projektovana tako da je po rasporedu konstrukcijskih elemenata i prostorija ista kao i tipski spratovi. Krovna konstrukcija je izvedena na isti način kao prije dograđenog stanja, složeni drveni krov na četiri vode, sistema trostruke stolice, nagiba $\alpha = 27^\circ$ sa krovnim pokrivačem od crijepa. Konstruktivni sistem je i dalje skeletni sa AB platnima za ukrućenje, sa zadržanim dimenzijama stubova. Međuspratna tavanica (nova ploča tavana) je puna ploča debljine 15cm. Za vertikalnu komunikaciju u ovom dijelu zgrade izvedeno je novo AB dvokrako stepenište. Dograđeni objekat je promjenio spratnost i visinu tako da je neophodno formirati novi model konstrukcije i izvršiti provjeru napona u stubovima, AB platnima kao i provjeru horizontalnog pomjeranja vrha objekta usled horizontalnih dejstava.

4.1. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: Stalno opterećenje (SRPS U.C7:123/1988 osnove projektovanja građevinskih konstrukcija) čini težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice i stepeništa) i težina nenosećih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovne obloge,...). Korisno opterećenje je definisano propisima (SRPS U.C7.121/1988 osnove projektovanja građevinskih konstrukcija. Korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada).

Opterećenje snijegom iznosi $s = 0.70 \text{ kN/m}^2$ osnove krova (Privremeni tehnički propisi za opterećenje zgrada. Opterećenje snijegom). Opterećenje vjetrom je računato prema važećim standardima: SRPS UC7.110, 111, 112. (Osnove proračuna građevinskih konstrukcija. Opterećenje vjetrom). Seizmičko opterećenje je dobijeno metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju u seizmičkim područjima.

4.2. Statički i dinamički proračun

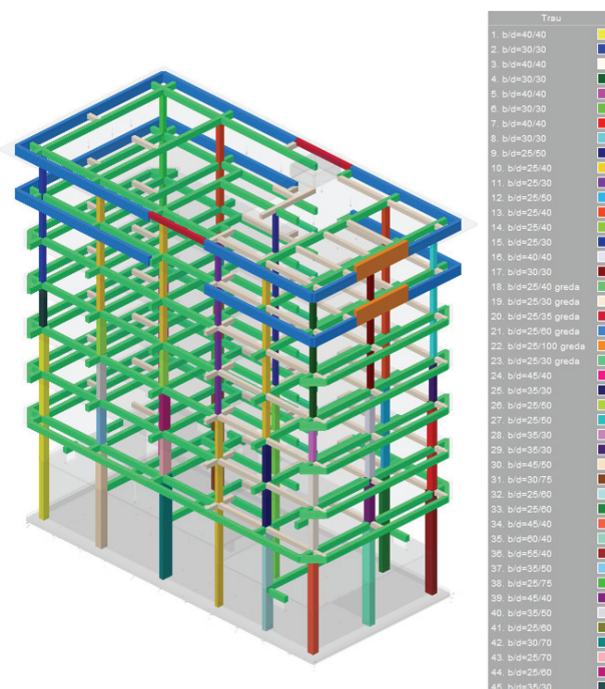
Noseća konstrukcija objekta je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0. Veza objekta i podloge je modelirana pomoću elastičnih opruga po Vinklerovom (Winkler) modelu. Pretpostavljeno je da su tavanice nedeformabilne u svojoj ravni i na osnovu ove pretpostavke urađena je analiza horizontalnog opterećenja kao i modalna analiza. Objekat spada u II kategoriju, a nalazi se u VII seizmičkoj zoni (Pravilnik o tehničkim normativima objekata visokogradnje u seizmičkim područjima SL. List SFRJ 31/81, 49/82, 29/83, 21/88, 52/90). Statički i dinamički proračun sprovedeni su na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi, a veličina konačnog elementa u modelu uzeta je dimenzija 50×50 cm. Prilikom dimenzionisanja elemenata korištena je anvelopa graničnih uticaja.

5. POJAČANJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE U KOJIMA SU PREKORAČENI NAPONI

Prilikom formiranja modela konstrukcije sa nadograđenim spratom stambenog objekta, usled nanošenja postojećeg i dodatnog opterećenja od dogradnje i izvršenog proračuna, ustanovljeno je da su naponi u određenom broju stubova prizemlja, prvog, drugog i trećeg sprata prekoračeni. Normalni naponi u AB platnima kao i maksimalno pomjeranje vrha zgrade usled seizmičkog dejstva je u dopuštenim granicama prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima.

5.1. Modeliranje nakon ojačanja postojeće konstrukcije nedovoljne nosivosti

Nakon povećanja poprečnog presjeka stubova, da bi se zadovoljili normalni naponi usled eksploatacionog opterećenja, urađen je ponovni proračun konstrukcije. Za dimenzionisanje svih elemenata, koji su izvedeni kao monolitni elementi, korišćen je beton MB30 i usvojena je rebrasta armatura RA400/500 i mrežasta MA500/600. Na slici 2 je prikazan prostorni model ojačane konstrukcije.



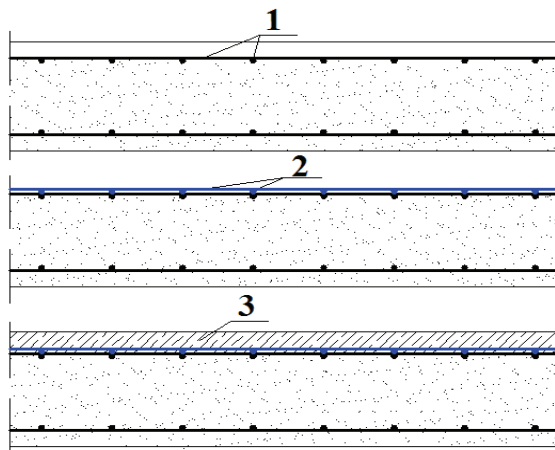
Slika 2. – Prostorni model liniskih elemenata objekta nakon ojačanja

6. ELEMENTI U KOJIMA JE PREKORAČENA NOSIVOST NAKON NADOGRAĐNJE OBJEKTA

Uporednom analizom količina postojeće armature i novodobijenih površina armature u poprečnim presjecima elemenata armiranobetonske konstrukcije nakon nadogradnje objekta, zaključeno je da je potrebno izvršiti ojačanje pojedinih elemenata postojeće AB konstrukcije.

6.1. Temeljna ploča

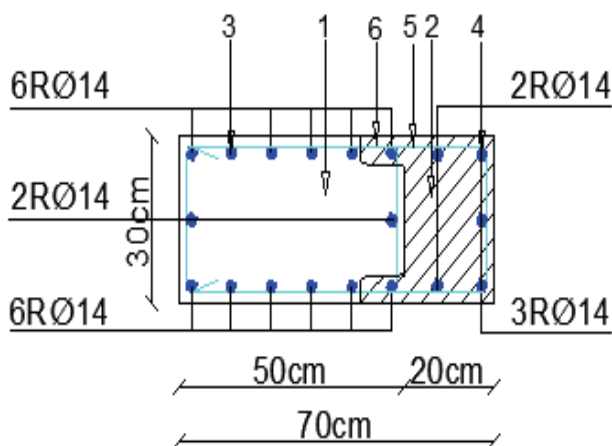
Ojačanje temeljne ploče izvršiće se postavljanjem dodatne armature u gornjoj zoni ploče na mjestima gdje je proračunom pokazana potreba za dodatnom armaturom. Postupak sanacije (Slika 3) sastoji se u uklanjanju zaštitnog sloja do armature (1), postavljanje dodatne armature za ojačanje (2): RØ8/20 i Q188 ($e_1 = \text{Ø}6/15$; $e_2 = \text{Ø}6/15$) na odgovarajućim mjestima i izlivanja novog zaštitnog sloja betona (3).



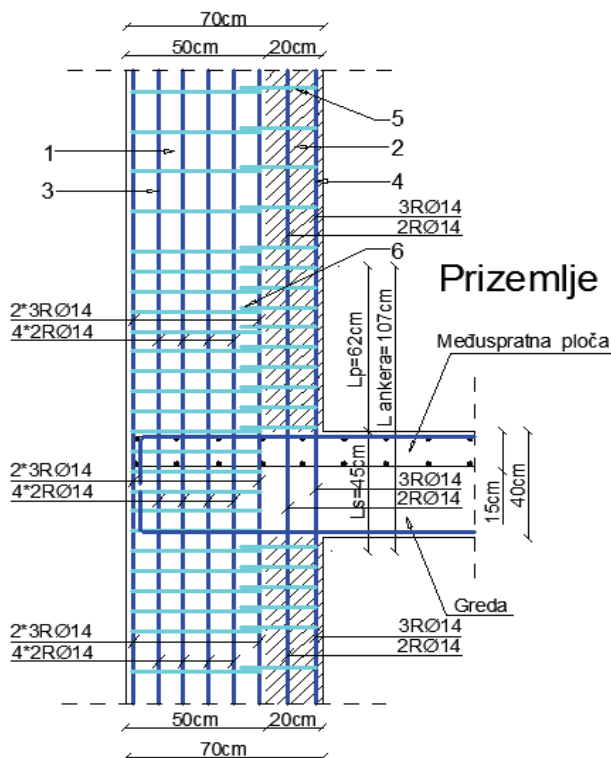
Slika 3. – Detalj ojačanja gornje zone temeljne ploče

6.2. Armiranobetonski stubovi

Sanacija armiranobetonskih stubova izvršiće se ojačanjem osnovnog presjeka, novim betonskim "plaštom" i ugrađivanjem dodatne armature odgovarajućih prečnika prema potrebi. Na postojećim stubovima u osi B, D, E, koje je potrebno sanirati izvršiće se štemovanje tj. uklanjanje zaštitnog sloja betona do uzengija pri čemu će se obrazovati trake sa jasno vidljivim uzengijama. U ovim oštećenim zonama izvršiće se zavarivanje novih uzengija za postojeće. Na sledećim slikama dat je prikaz poprečnog (Slika 4) i podužnog presjeka (Slika 5) stuba (Pos.S3) ojačanog AB plaštom.



Slika 4. – Poprečni presjek ojačanog stuba



Slika 5. – Podužni presjek ojačanog stuba

1. Postojeći stub 2. "Plašt"– dodatni beton 3. Postojeća armatura 4. Nova podužna armatura u plaštu 5. Uzengija u "plaštu" 6. Mjesto varenja novih i postojećih uzengija

6.2. Međuspratna ploča šestog sprata (Pos.600, stara ploča tavana)

Nakon dogradnje objekta, stara ploča tavana je promijenila funkciju u stambeni prostor. Kao posledica javlja se potreba za dodatnom armaturom u donjoj zoni ploče. Postupak sanacije sastoji iz sledećih faza:

- Lokalno ogoljavanje donje armature
- Povezivanje stare i nove armature zavarivarem, preko vezne armature (Slika 6)
- Izvođenje torkret-betona debljine $d = 5$ cm
- Završna obrada plafona- malterisanje produžnim malterom $d = 2$ cm



Slika 6. – Detalj povezivanja stare i nove armature zavarivarem, preko vezne armature

7. POVEZIVANJE NOVOPROJEKTOVANE I POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE

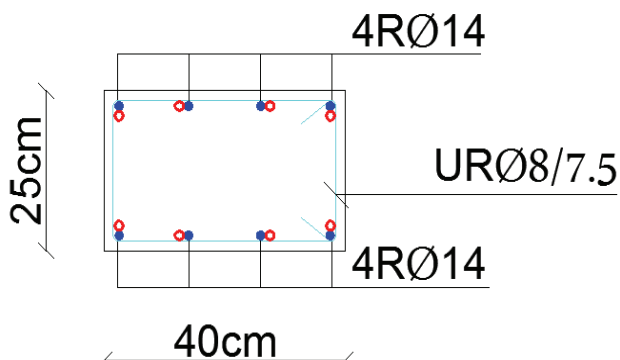
7.1. Sistem ankerovanja

Ankerovanje armature nadogradnje obaviće se naknadnim ugrađivanjem metalnih anкера u prethodno izbušene rupe u postojećoj AB konstrukciji. Kod ovakvog sistema ankerovanja ahezija se ostvaruje pomoću materijala za zalivanje ili injektiranje na bazi epoksida. U ovom slučaju ankerovanja, kao ankeri, koriste se armaturne šipke.

7.2. Ankerovanje armature stubova u osi – B, D, E, AB platana i AB dvokrakog stepeništa na nadograđenoj etaži stambenog objekta

7.2.1. Stubovi u osi B, D, E

Ankerovanje armature stubova nadograđene etaže će se obaviti na sledeći način: prvo je potrebno štemovanjem ukloniti zaštitni sloj betona do armature u oslončkim zonama novog AB stuba a zatim obaviti čišćenje odstranjenog betona. Pošto je armatura u oslončkim zonama postala vidljiva, onda se može pristupiti bušenju rupa za ankere (Slika 7). Ukupna dužina jednog ankera je jednaka zbiru dužine preklapanja l_p armaturnih šipki stubova i dužine sidrenja l_s armaturne šipke ankera.



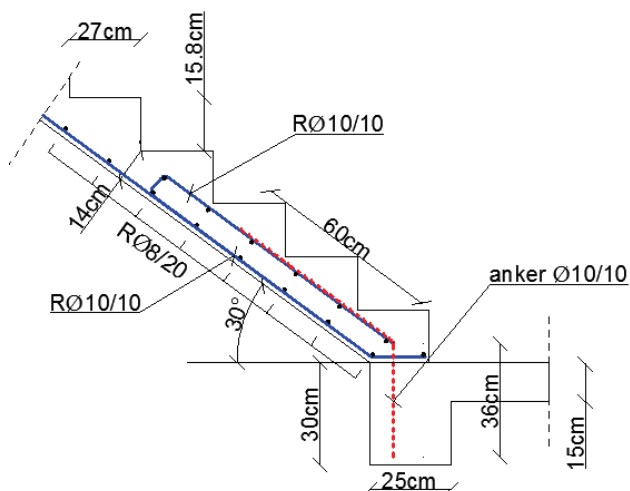
Slika 7. – Položaj rupa za ankerovanje

7.2.2. AB platna

Povezivanje novih i postojećih AB platana vrši se bušenjem rupa u postojeća platna prečnika koje su za 2mm veće od prečnika armature i dubine koja odgovara dužini sidrenja. U ovom slučaju ankerovanja, kao ankeri, koriste se armaturne šipke iste debljine kao i armatura koja se nastavlja. Za srednji dio poprečnog presjeka platna ($0.8 \cdot l_p \rightarrow$ mreža Q283 ($e_1 = \text{Ø}6/10$; $e_2 = \text{Ø}6/10$)) ankeri su postavljeni na svakih 20 cm, dok su na oba kraja platna ($0.1 \cdot l_p$) ankeri postavljeni pored svake šipke koja je nastavljena.

7.2.3. AB dvokrako stepenište

Ankerovanje armature stepenišnog kraka, obaviće se naknadnim ugrađivanjem metalnih ankera u prethodno izbušene rupe u AB gredu stepeništa (Slika 8). Prva rupa se nalazi 3.50 cm od ivice betona (orijentacija stepeništa je od dole ka gore).



Slika 8. – Detalj ankerovanja stepenišnog kraka

Nakon očvršćavanja vezivne mase zavaren je kontakt između ankera, koji je povijen pod uglom od 30° , i armature stepenišnog kraka u gornjoj zoni. U ovom slučaju ankerovanja kao ankeri koriste se armaturne šipke, koji se postavljaju na svakih 10 cm.

8. ZAKLJUČAK

Stambena izgradnja u poslednjoj deceniji je obilježena i mnogobrojnim nadogradnjama postojećih višespratnih objekata. Nakon što se stvorila potreba za povećanjem broja stambenih jedinica na osnovu postojeće dokumentacije, izvršen je statički proračun i dinamička analiza i predložene su mere ojačanja postojeće noseće konstrukcije, čime su stvoreni uslovi za nadogradnju 1 (jednog) sprata stambenog objekta.

9. LITERATURA

- [1] ZBIRKA SRPSKIH PRAVILNIKA I STANDARDA ZA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE: Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988 – stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (SRPS U.C7.123). Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988 – korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada (SRPS U.C7.121). Srpski standard sa obaveznom primenom od 1992 – opterećenje vetrom (SRPS U.C7.110-112). Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima
- [2] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 1, Građevinska knjiga, Beograd, 1991.
- [3] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 2, Građevinska knjiga, Beograd, 1991.
- [4] Ž. Radosavljević, D. Bajić: ARMIRANI BETON 3, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [5] D. Najdanović: BETONSKE KONSTRUKCIJE, Orion Art, Beograd, 2004.
- [6] V. Alendar: PROJEKTOVANJE SEIZMIČKI OTPORNIH AB KONSTRUKCIJA KROZ PRIMERE, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.
- [7] V. Radonjanin, M. Malešev: MATERIJAL SA PREDAVANJA "TRAJNOST I PROCJENA STANJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA"
- [8] V. Radonjanin, M. Malešev: MATERIJAL SA PREDAVANJA "SANACIJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA"
- [9] Internet adresa: <http://www.radimpex.co.yu> Upustvo za primjenu Tower 6, septembar 2008

Kratka biografija:



Branko Krsmanović rođen je u Bijeljini, 10. aprila 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti građevinarstvo modul konstrukcije – Procjena stanja i sanacije betonskih konstrukcija, odbranio je 2015. god.

на основу усвојеног нивоа кренути у даље пројектовање.

Функционални ниво „Д“ је највиши ниво површинских раскрсница у граду и лоцира се на пресецима главних градских саобраћајница приближно истог ранга. Код раскрсница са кружним током овој групи припадају раскрснице са по две уливне траке и пречником круга 32-40м.

Функционални ниво „Е“ јавља се на пресецањима саобраћајница битно различитог функционалног ранга и саобраћајног оптерећења. Код раскрсница са кружним током овој групи припадају раскрснице са две уливне на главном и једном(две) уливне траке на споредном правцу и пречником круга 22-35м.

Функционални ниво „Ф“ обухвата раскрснице на пресецима саобраћајница мањег значаја и саобраћајног оптерећења. Код раскрсница са кружним током типу F1 припадају раскрснице са две(једном) уливном траком на главном и једном уливном траком на споредном правцу и пречником 22-35м, а типу F2 са по једном уливном траком и пречником 15-25м.

2.1.2. Просторна организација површинских раскрсница

Полазни услов за успешно решавање проблема који се јављају у зонама површинских раскрсница је концепцијски исправно постављање просторне организације раскрснице.

У зависности од могућих пројектних решења површине које обухватају предложена решења могу бити битно различите.

За одређивање неопходне површине и уклапања у расположиви простор код класичних раскрсница меродаван је број и дужина трака за сортирање возила, док је код кружних раскрсница спољашњи радијус.

Разноликост специфичности раскрсница је велика, тако да није могуће генерализовати све параметре који су потребни да би се задовољио критеријум просторне организације, међутим основни параметри се морају поштовати.

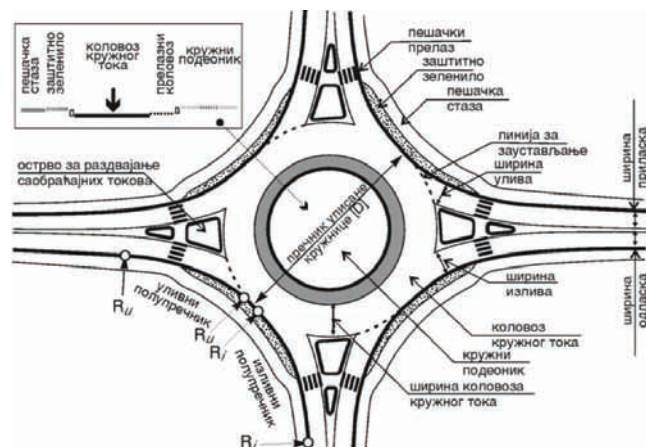
Основни параметри су:

- конфликтне и колизионе тачке,
- принципи вођења пресечних праваца,
- карактеристична подручја и зоне површинске раскрснице,
- принципи каналисања површинских раскрсница,
- спољна прегледност површинске раскрснице,
- и други.

2.1.3. Типологија раскрсница са кружним током

Избор типа раскрснице се намеће као један од полазних корака у пројектовању раскрсница.

Сем функционалне класификације и просторне организације врло је битно изабрати правилан тип површинске раскрснице.



Слика 2. – Основни елементи и терминологија кружних раскрсница [3]

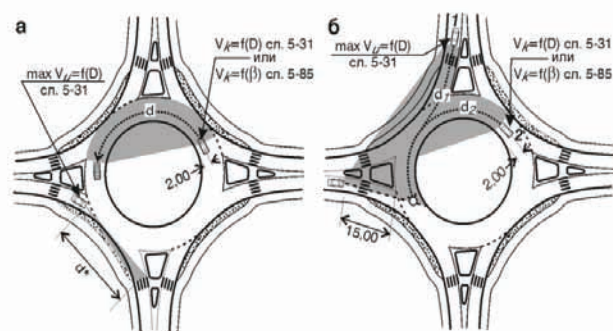
2.2. ГЕОМЕТРИЈСКО ОБЛИКОВАЊЕ КРУЖНИХ РАСКРСНИЦА

Пројектовање геометрије савремених раскрсница са кружним током представља тражење компромиса између капацитета и сигурности. Раскрснице са кружним током функционишу сигурније уколико геометријски елементи условљавају смањење брзине у кружном току. Као битне ставке које одређују геометријско обликовање кружних раскрсница наводе се:

- Прегледност у кружним раскрсницама,
- Ситуациони план и
- Нивелациони план.

2.1.1. Прегледност у кружним раскрсницама

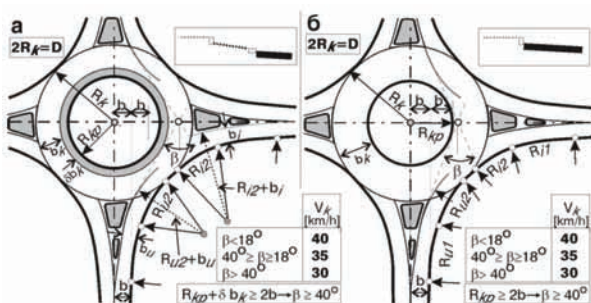
Прегледност у подручју кружне раскрснице мора бити сагласна начину функционисања тј. возила у кружном току увек имају предност у односу на возила која се уливају као и осталим функционално-просторним карактеристикама.



Слика 3. – Функционална класификација површинских раскрсница

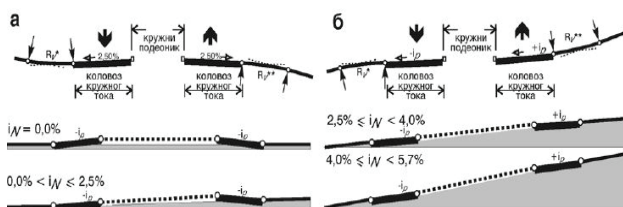
2.1.2. Ситуациони план

Ситуациони план је веома битан у фази пројектовања. Димензије елемената кружне раскрснице се одређују на основу аспекта безбедности саобраћаја као и проходности меродавних возила. Димензије елемената су стандардизоване у разним правилницима, па се они усвајају на основу препорука које су дате у стандардима као што је приказано на слици 4.



2.1.2. Нивелациони план

При пројектовању кружних раскрснице, посебна пажња треба се посветити вертикалном вођењу путева, тј. подужним падовима путева који се укрштају, вертикалним кружним елементима и попречним падовима кружне саобраћајне траке. При уређивању нивелационог плана раскрснице треба се водити основним принципима.



2.3. МУЛТИКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА

Раскрснице због својих карактеристика представљају критична места на путној и градској мрежи и због тога морају бити детаљно и пажљиво анализиране. На основу дефинисаних карактеристика саобраћајног тока и посебних захтева и услова који се односе на ранг саобраћајница које се укрштају, приликом пројектовања и реконструкције путева и улица потребно је испитати различита варијантна решења раскрсница и њихове функционалне карактеристике.

1. Критеријум саобраћајне сигурности са подкритеријумима:
 - услови локације
 - конфликтне тачке
2. Критеријум протока саобраћаја са подкритеријумима:
 - пропусна моћ
 - геометријске карактеристике
 - временски губици возила
 - квалитет протока
3. Критеријум просторног уклапања са подкритеријумима:
 - површинско уклапање
 - естетско уклапање
4. Критеријум економичности са подкритеријумима:
 - трошкови грађења
 - трошкови одржавања

2.3.2. Резултати мултикритеријумске анализе

Метода која је примењена у мултикритеријумској анализи базира се на основним критеријумима који се узимају у обзир при избор типа раскрсница и функционалним условима које свака раскрсница мора да испуни.

Слика 6. – Резултати мултикритеријумске анализе [4]

На основу упоређивања резултата анализе долази се до закључка који тип раскрснице је оправдан за дати случај, што у многоме доприноси у одлучивању при пројектовању.

3. ПРАКТИЧНИ ДЕО

3.1. УВОД

У практичном приказан је пример идејно-инжењерског решења реконструкције постојеће раскрснице.

3.2. ПРЕДМЕТНИ ЗАДАТАК

Предметни задатак се односи на идејно-инжењерско решење реконструкције раскрснице регионалних путева ПА-158(Јагодина-Ћуприја) и ПА-189 (Јагодина-Рековац). Задатак је урађен на основу подлога које су преузете од предузећа „Дирекција за изградњу града“ Јагодина.

3.3. АНАЛИЗА САОБРАЋАЈА

Подаци о бројању саобраћаја и распореду по скретањима на раскрсници су преузети од предузећа „Дирекција за изградњу града“ Јагодина. Према овим подацима ПГДС за ову раскрсницу износи 6350 воз/дан.

Табела 1: Меравадна возила и ПГДС

ПА	БУС	ЛТВ	СТВ	ТТВ	АВ	ПГДС
6035	81	50	81	64	39	6350

На основу бројања саобраћаја одређено је и еквивалентно саобраћајно оптерећење које износи $T_u = 1,06 \times 10^6 \times ESO82kN$.

3.4. ЕЛЕМЕНТИ КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

За предметну раскрсницу усвојена је брзина на раскрсници $V_{ras}=30$ км/ч, док су пројектне брзине на прилазним саобраћајницама $V_p=60$ км/ч. Због постојећег стања раскрснице и функционалности, кружни ток је пројектован са две коловозне траке. На основу брзина и уз поштовање прописа и предлога датим „Приручником за пројектовање путева“, ЈП „Путеви Србије“ пројектовани су следећи елементи кружне раскрснице:

Табела 1: Димензије елемената кружног тока [3]

Делови кружне раскрснице	Димензије
Ширина кружног коловоза	8,5 м
Спољни пречник кружног тока	51,00 м
Унутрашњи пречник кружног тока	32,00 м
Уливне траке	4,0-7,5м
Изливне траке	4,0-7,0 м
Ширина тротоара	2,0 м
Ширина додатног проширења од камене коцке	1,0 м
Попречни нагиб кружног коловоза	2,5%
Попречни нагиб додатног проширења од коцке	4,0%

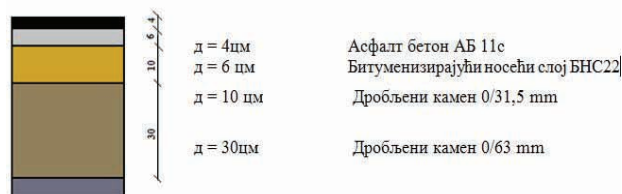
3.5. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Димензионисање коловозне конструкције вршено је према важећем стандарду СРПС У.Ц4.012.

Параметри на основу којих је урађено димензионисање су [2]:

-Пројектни период.....20година
-Возна способност површине коловоза.....2,5
-Еквивалентно саобр. оптерећење... $1,06 \times 10^6 \times ESO82kN$
-Климатско хидролошки услови.....2,5
-Носивост материјала у постелици5%

Усвојена коловозна конструкција:



Слика 7. – Приказ усвојене коловозне конструкције

Приказана коловозна конструкција је контролисана и на штетно дејство мраза.

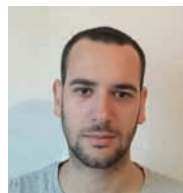
4. ЗАКЉУЧАК

У оквиру овог рада приказане су методолошке основе за планирање и пројектовање површинских раскрсница са посебним освртом на кружне раскрснице. Осим методолошких основа обрађена је и тема анализе избора одговарајућег типа површинских раскрсница мултикритеријумском анализом. Урађено је и идејно-инжењерско решење реконструкције раскрснице регионалних путева ПА-158(Јагодина-Ћуприја) и ПА-189(Јагодина-Рековац). Овим решењем је постојећа семафоризована раскрсница претворена у кружни ток.

5. ЛИТЕРАТУРА

1. „Одабрана поглавља из планирања и пројектовања саобраћајница у градовима“ - писана предавања – Небојша Радовић
2. „Коловозне конструкције“ - Ђорђе Узелац
3. „Планирање и пројектовање саобраћајница у градовима“ - Михајло Малетин
4. „Избор типа раскрснице примјеном мултикритеријске анализе“ - Зоран Кењић

Кратка биографија:



Александар Станковић рођен је 28.03.1990. године у Јагодини. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви и саобраћајнице, одбранио је 2015. године.



Небојша Радовић рођен је у Београду, 1962. год. Докторирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2006. год., а од 2015. год. је ванредни професор на Факултету Техничких Наука у Новом Саду. Област интересовања су путеви и саобраћајнице.

МОДЕЛИ АНАЛИЗЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПЕШАКА У САОБРАЋАЈУ**THE MODELS FOR ANALYSIS PEDESTRIAN ROAD SAFETY**Марко Рајић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – САОБРАЋАЈ**

Кратак садржај – Пешаци представљају ризичну категорију учесника у саобраћају. Различити модели имају за циљ да анализирају безбедност пешака у саобраћају. У раду су приказани одабрани модели.

Abstract – Pedestrians are the risk category of road users. Different models are designed to analyze the pedestrian road safety. The paper presents selected models.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, модели, пешаци.

1. УВОД

ОЕЦД извештај “Принципи и модели безбедности у саобраћају” намењен је углавном истраживачима безбедности саобраћаја и у оквиру њега сумирани су најзначајнији модели анализе безбедности саобраћаја. Први извештај скицира развој безбедности саобраћаја током XX века, описује потребу за научним приступом оваквом истраживању и улази у детаље систематичног приступа спровођењу безбедности у саобраћају.

Извештај детаљно разматра четири приступа у приказивању модела саобраћајне незгоде, наводећи главне начине којима се стање безбедности саобраћаја може описати. Такође даје преглед модела и теорија које су тренутно у оптицају.

Структура настрадалих лица у саобраћајним незгодама знатно се разликује од структуре оних који изазивају незгоду. Кад је реч о пешацима они вишеструко мање изазивају ризик у саобраћају чији је исход саобраћајна незгода, него што се налазе у структури настрадалих лица. Пешаци су најбројнија и најхетерогенија категорија непосредних учесника у саобраћају.

Кад је реч о страдању пешака, са аспекта повреда, познато је да они представљају најслабије заштићену категорију учесника у саобраћају. Један од разлога је директно остварење контакта са возилом које учествује у саобраћајној незгоди. Безбедност пешака зависи од урбане средине, уређења пешачког саобраћаја, могућности друштва да створи услове који су повољни и безбедни за њихово кретање. Опасност коју неки корисник пута уноси у саобраћај највише зависи од начина понашања, својства са којим учествује у саобраћају и природе кретања, односно начина савађивања простора.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. ОБЕЛЕЖЈА СТРАДАЊА ПЕШАКА

У срединама где је нижа саобраћајна култура возача и пешака страдање пешака је веће.

Што се тиче просторног распореда страдања пешака, преко 80% пешака страда у насељеним местима. Страдање пешака по насељима није равномерно па тако највећи број пешака страда у великим градовима. Страдање пешака је посебно карактеристично у јесењем и зимском периоду јер возачи тада теже уочавају пешаке. Са друге стране, клизав коловоз и други услови отежавају возачима успешно управљање возилом. Школска деца најчешће страдају на почетку и на крају школске године (септембар и јун). Пешаци током дана најчешће страдају у поподневним часовима и то по завршетку радног времена и приликом вечерњих излазака.

Најчешће грешке и прекршаји возача моторних возила који доводе до страдања пешака су:

- непрописна и неприлагођена брзина,
- непоштовање обавеза према пешацима,
- управљање возилом под дејством алкохола и др.

У Србији је 2009. године погинуло 169 пешака, 2010. године 159 пешака, 2011. године 143 пешака, 2012. године 155 пешака и 2013. године 165 пешака. У том периоду, од 2009. године до 2013. године, број повређених пешака кретао се од 2.845 у 2009. години, 2.553 у 2010. години, 2.222 у 2011. години и 2.959 повређених пешака у 2012. години.

У земљама Европске уније (ЕУ) од око 30.000 људи колико годишње настрада у саобраћајним незгодама (око 28.000 настрадалих у 2012. години) у просеку је 21% пешака. Проценат настрадалих пешака је већи годинама најмањи у Холандији и Шведској, а већи проценат је забележен у земљама централне Европе као што су Чешка, Мађарска и Пољска.

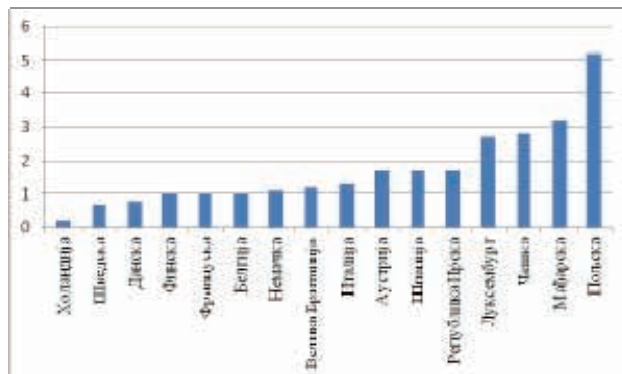


График 1. Број погинулих пешака у земљама ЕУ на 100.000 становника

3. МОДЕЛИ АНАЛИЗЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПЕШАКА

Верује се да саобраћајне незгоде имају различите узроке. Дакле, крајњи циљ свих саобраћајних истраживања и интервенција је да, у извесној мери, идентификује и смањи ове узроке колико је могуће. Ови узроци у стварности могу бити сложени и често се посматрају под утицајем науке и политике. У покушајима да се разуме зашто се јављају саобраћајне незгоде и предлажу смернице за истраживање њихових узрока, изнето је неколико теоријских оквира и модела. Многи од њих се односе више на возаче него на остале учеснике у саобраћају као што су пешаци, бициклисти и путници у возилу. Док су неки ставили акценат на индивидуалне карактеристике, други су се фокусирали на ситуационе као и социо-еколошке димензије.

3.1 ХАДОН матрица

Теорија система је инспирисала развој неколико модела незгода чији је циљ да објасни однос фактора у саобраћајним незгодама. Неки су фокусирани првенствено на превенцију под претпоставком да су узроци већ познати. У принципу, они указују на узрочне факторе саобраћајних незгода јер ако узроци нису познати, превентивне мере за ублажавање њиховог утицаја не могу бити предложене. Дobar пример ових модела је Хадон матрица превенције саобраћајних незгода.

Хадон матрицу је развио Вилијам Хадон. За циљ има обликовање схватања о узроцима повреда као и пружање смерница за планирање мера интервенције. Матрица је у облику табеле и подељена у четири колоне и три реда. Редови стоје за фазе повреде као нпр. пре незгоде/пре догађаја, незгода/догађај и после незгоде/после догађаја. Ове терминологије могу бити промењене да одговарају различитим истраживањима. Најрелевантнији део је пре незгоде јер служи да усмери пажњу на узроке незгода. Ове факторе ризика Хадон именује као људски фактор, возило, физичко окружење и друштвено окружење и представљају колоне у табели. Зависност између ових фактора доводи до настанка саобраћајних незгода.

Прва колона названа “људски фактор” означава појединца који је ризик за изазивање незгода. Другим речима, то указује на кориснике пута као што су возачи, пешаци, бициклисти, путници и др. чији ставови и понашања претходе саобраћајним незгодама. Друго, “возило” се односи на бахато понашање што доводи учеснике у саобраћају до незгода као што је брзина, опасна претицања, употреба мобилног телефона и др. Такође, возило би могао да буде представљен као недостаци у систему возила који изазивају незгоде нпр., лоши пнеуматици, квар предњих светала и др. Трећа колона приказује физичке недостатке средине који доводе до незгода нпр., лоша путна инфраструктура, недостатак тротоара и др. Социјално окружење представља културна, веру, вредности и правила у оквиру друштвеног контекста који изазивају незгоде.

Снага овог модела је да се може применити у мултидисциплинарним областима и у неколико контекста. Подједнако обухвата покушаје да објасни узрочне факторе одговорних за саобраћајне повреде и првенствено пружа упутства шта треба да се уради да

се спрече повреде. Такође служи као водич да управља њима ако дође нпр. до “незгода/догађај”, “после незгоде/после догађаја” фазе.

3.2 ЈОРГЕНСЕН – АБАНЕ модел

Јоргенсен и Абане предложили су 1999. године други модел узрока незгода. Овај модел налази инспирацију из системских приступа и друштвено еколошког модела.

Модел претпоставља да су саобраћајне незгоде резултат повезаности четири кључна фактора. Јоргенсен и Абане именовали су ове факторе као “систем саобраћајних закона, прописи, контрола”, “понашање”, “возило” и “окружење”. Овај модел има линије кретања са стрелицама које показују правац њиховог утицаја и природу односа међу факторима. Слика испод показује оквир.

Табеларни приказ закона и њихово спровођење заузима кључну улогу у узроцима саобраћајних незгода. То је зато што утиче на сва три преостала фактора понашање, возило и окружење. Доношење саобраћајних закона и њихово спровођење је важан фактор у проучавању безбедности саобраћаја зато што као и цео универзум је вођен редом и законом, ови закони усмеравају понашање и регулишу понашање учесника у саобраћају. На пример, систем закона као што је пешачко првенство законом обавезују возаче да дају првенство пута пешацима на пешачким прелазима. Опет, саобраћајна правила као “ВИЗИЈА 0” има далекосежне позитивне ефекте на управљање безбедношћу саобраћаја као што је сведочење у Шведској.

Недостатак контроле ефеката саобраћајних закона и прописа доводи до хаоса на путевима. Последица овог хаоса су саобраћајне незгоде.

Систем закона и прописа непосредно утиче на понашање учесника у саобраћају нпр., понашање возача, пешака, бициклиста и путника. Такође, карактеристике возила и утицај животне средине и понашање пешака и возача доводе до незгода. Понашање учесника у саобраћају подједнако утиче на животну средину и возила. На пример, растројен или ометан возач може бити укључен у саобраћајне незгоде јер су његове физиолошке или менталне особине преоптерећене. Вероватноћа незгоде се повећава када се растројена вожња комбинује са лошим стањем коловоза и непоштовањем закона саобраћаја. На готово исти начин, пешак који прелази коловоз ван пешачког прелаза или хода у саобраћајним тракама за возила значи недоступност пешачких стаза или чак разговарање мобилним телефоном док прелази, највероватније ће бити укључени у пешачко – возачке конфликте. Другим речима, возач који је склон ризицијој вожњи вероватно ће учествовати у саобраћају на начин који представља опасност другим учесницима у саобраћају.

Стање возила која се користе у саобраћају од стране возача је одговорно за број незгода. Примери ових стања возила може бити вожња половних возила, претварање теретних возила у путничка возила променом њиховог основног изгледа, лоше кочнице, излизани пнеуматици, лоше одржавање возила или одржавање возила половним деловима. Возило није

само под утицајем понашања и животне средине него и под утицајем закона, контроле и прописа нпр., закон дозвољава увоз половних пнеуматика и делова за возила који могу погоршати проблем незгода.

Физичка и социјална средина кључни су фактори ризика у саобраћајним незгодама. Они утичу на понашање учесника у саобраћају и моторна возила. На пример, рупе на коловозу утичу на управљање и стање возила. Лоше коловозно осветљење утиче на видљивост пешака. Временски услови као што су зима/снег отежава коришћење коловоза. Вредности, културна и верска уверења унутар животне средине као што је фатализам, или уверење да су незгоде само казне од богова за погрешне поступке што индиректно утиче на понашање учесника у саобраћају.

Овај модел је свеобухватан јер је отишао ван домена понашања, возила и животне средине што укључује правила саобраћаја и законе у целини као посебан део. У многим другим моделима ово је често укључено у животну средину. Ово је значајно јер улога политике у регулисању безбедности саобраћаја не може бити пренаглашена. Научно истраживачка заједница треба да учини све у вези са истраживањем фактора ризика који доводе до саобраћајних незгода. Међутим, да би њихови налази били примењени треба предузети политичке одлуке. Тамо где постоји политичка воља и посвећеност, угрожени учесници у саобраћају постају привилеговани.

3.3 СОЦИЈАЛНА ТЕОРИЈА САЗНАЊА (СТС)

Социјална теорија сазнања Алберта Бандура такође пружа значајне информације за ово истраживање. То је зато што теорија објашњава друге латентне факторе у узроцима саобраћајних незгода објашњавајући факторе који чине друге теорије. Социјална теорија сазнања има оријентацију према људском функционисању. Постоје три широке области као што су лични фактори, понашање и фактори животне средине који представљају најистакнутије детерминанте људског понашања.

Двосмерне стрелице у моделу показују однос између њих. Троструко реципрочни оквир теоријских области показује како они међусобно комуницирају једни са другима и такође указују на чињенице да су све области релевантне када је у питању објашњење исхода понашања. Генералне перспективе показују значај људских агенција у шемама ствари. Дакле, теорија може бити подељена у две широке области: људска агенција и структура. Лични фактори и понашање може бити груписано у категорију људска агенција, а животна средина се може поставити у структуру. Другачије речено, људско понашање се одређује помоћу интерних механизма и фактора животне средине. Нераздвојиво у људској агенцији је улога самоефикасности у одређивању за шта су ангажована индивидуална понашања. Суштина ове теорије је да нам омогући да се опишу и објасне понашања учесника у саобраћају. Она такође омогућава смернице за креирање и спровођење интервенција (нпр., мере против незгода и др.) које описују лоше особине понашања (нпр., прекорачење брзине).

Ова теорија одговара за ово истраживање јер се бави са две кључне области (ставови и понашање) из наслова ове теме. Под личним факторима, Бандура подразумева сазнања, афективне и биолошке догађаје који показују да је личност укључена у унутрашње диспозиције. Ови обрасци понашања у вези су са процесима животне средине и укључени су једни у друге. Ова теорија је слична јер прихвата да су природа и васпитање главне смернице понашања; она не сугерише која област је важнија од које. То је основа јер афектна веровања и сазнања чине саставне делове ставова. Истраживање показује да сазнања и понашања могу бити обрнуто повезани нпр., возачи мисле да је растројена вожња опасна, а неки од њих још и разговарају телефоном или шаљу поруке док управљају возилом. Међутим, улога ефеката у опасностима је документована.

Још једном, однос ставови – понашање је био предмет интезивне дебате у друштвеној психологији. Ово је дало повода за теорију разумних акција и њихова проширена верзија теорија планираног понашања. Али оно што је у недоумици је да ставови утичу на понашање и обрнуто. Мек Кри и Коста су известили да појединачне унутрашње диспозиције утичу на то како они доживљавају и процењују животну средину. Овај податак подржавају Бајлен и Мек Кенасов закључак да су ризични ставови учесника у саобраћају развијени пре адолесценције.

Фактори животне средине обликују понашање и карактеристике личности. Ови фактори представљају и физичке и социјалне аспекте животне средине. Помоћу опсервационих и индиректних учења појединаца (нпр., возачи) прекорачују брзину јер су запазили да слична понашања пролазе некажњено у њиховом окружењу. Пешаци такође могу да одлуче да прелазе коловоз ван пешачког прелаза јер су можда видели да други раде исто. У стварности, људски развој, адаптација и промена ставова је дубоко укорено у социјалном систему окружења. И тако, ова узрочна структура наглашава да су људи и произвођачи и производи њихове животне средине.

СТС је примењива у многим дисциплинама и може да се користи за проучавање различитих образаца понашања. Она предвиђа методологију истраживања и интегрише људску и друштвену структуру путем утицаја линија путање. Међутим, неки научници су критиковали за превелико истицање људског фактора.

3.4 ТЕОРИЈА РИЗИКА

Људи свакодневно преузимају ризике. Концепт ризика у безбедности саобраћаја је широко проучаван. “Ризик нас окружује, он нас обавија. То је наша лична и друштвена преокупација и наше спасење. Без разумевања да је све ризик и без капитализације над њим ништа не добијамо“.

То је концепт који се супротставља појединачној напредној дефиницији због своје мултидисциплинарне примењивости. На пример, проучавање ризика обављају преко физичких и друштвених наука психолози, социолози, географи, економисти, нуклеарни научници, еколози итд. Како се примењује у многим областима, термин ризик се понекад користи као синоним опасности и ако можда постоје

нијансе између њих. Технички, ризик се дефинише као вероватноћа помножена последицама. Брејквел дефинише ризик као “вероватноћа одређеног штетног догађаја који се десио током времена”. Брејквел види реч “вероватноћа” као могућност неких конкретних нежељених догађаја (нпр., саобраћајна незгода) који би могли бити резултат изложених опасности.

Нема сумње да су људи заинтересовани да знају могућност или вероватноћу негативних догађаја која им се дешавају и колико лош или лошији може бити ефекат.

Потрага за разумевање природе ризика и како га појединци доживљавају довело је до развоја теорије ризика и модела као што су теорија ризика хомеостазе, психометријска парадигма итд. Социолози предлажу да је ризик социјално конструисан и да треба да истражи како људи доживљавају дневне ризике као што су саобраћајне незгоде. Мора се напоменути да ове теорије и модели нису прошли без критика.

4. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Угроженост пешака изражена је приликом преласка коловоза од стране возила, на пешачким стазама због неправилно паркираних возила, али и због непажње самих пешака.

Пешаци имају предност и требало би да су безбедни на обележеним пешачким прелазима. Међутим, то у стварности није случај јер велика већина пешака буде повређена или погине на обележеним пешачким прелазима.

Посебну опасност представљају обележени пешачки прелазима са више саобраћајних трака у једном смеру без семафорске сигнализације. Проблем код ових пешачких прелазима може бити приликом пропуштања пешака од стране возила из саобраћајне траке ближе пешацима.

Возачи возила из даље саобраћајне траке углавном нису у могућности да примете пешаке од претходно заустављеног возила из друге саобраћајне траке па веома често долази до саобраћајне незгоде између возила и пешака. У таквим ситуацијама, поред возача, и пешаци треба да обрате посебну пажњу на своју безбедност.

Представљене теорије и модели имају своје предности и мане и нико нема потпуне научне доказе фактора који узрокују саобраћајне незгоде. Иако ниједна теорија или модел није универзално прихваћен међу саобраћајним истраживачима, ипак у значајној мери утичу на наше разумевање проблема саобраћајних незгода. Због наведених разлога три теорије су представљене у овом раду.

У складу са фокусом истраживања и циљевима рада, следеће теоријске перспективе и модели настоје да објасне учешће незгода у односу на људске факторе. То су теорија система, социјална теорија сазнања, и теорија ризика.

Они подразумевају приступ проучавања анализе незгода који сматра да стварни узроци незгоде не могу бити у потпуности познати јер су проучавани независно од контекста у којем су настали.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bandura, A. (1999a). A social cognitive theory of personality. In L. Pervin & O. John (Ed.), *Handbook of personality* (2nd ed., pp. 154-196). New York: Guilford Publications.
- [2] Christie, N. (1998). *Accident involvement of child pedestrians: A holistic study of relative risk*. Centre for Transport Studies. University College London.
- [3] Elvik, R., & Vaa, T. (2004). *The handbook of road safety measures*. Elsevier B. V., Sara Burgerharststraat 25, P. O. BOX 211, 1000 AE, Amsterdam, The Netherlands.
- [4] Fishbein, M., Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behaviour: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- [5] Haddon, W Jr. (1980). Advances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy. *Public Health Rep* 95 (5), pp. 411–21.
- [6] Hedlund, J. (2000). Risky business: safety regulation, risk compensation, and individual behaviour. *Injury prevention*, 6, pp. 82-90.
- [7] Lund, I.O., & Rundmo, T. (2009). Cross-cultural comparisons of traffic safety, risk perception, attitudes and behaviour. *Safety Science*, 47, pp. 547-553.
- [8] Morgan, D. L. (1993). Qualitative content analysis: A guide to paths not taken. *Qualitative Health Research*, 3, pp. 112-121.
- [9] OECD Road Transport Research (1997). *Road safety principles and models: Review of descriptive, predictive, risk and accident consequence models*. OECD/GD(97)153, OECD Road Transport Research, Paris.
- [10] Rundmo, T. & Iversen, H. (2004). Risk perception and driving behaviour among adolescents in two Norwegian counties before and after a traffic safety campaign. *Safety Science*, 42, pp. 1-21.
- [11] Slovic, P. (1992). Perception of risk risk: Reflections on the psychometric paradigm. In S. Krimsky & D. Golding (eds.), *Social theories of risk* (pp. 117-152). New York: Praeger.
- [12] Ulleberg, P., & Rundmo, T. (2003). Personality, attitudes and risk perception as predictors of risky driving behaviour among young drivers. *Safety Science*, Vol. 41, pp. 427-443.
- [13] Wegman, F., Aarts, L., & Bax, C. (2008). Advancing sustainable safety national road safety outlook for the Netherlands 2005-2020. *Safety Science*, 46, pp. 323-343.

Кратка биографија:



Марко Рајић рођен је у Сомбору 1982. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2015. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

**ANALIZA KARAKTERISTIKA PARKIRANJA KOD TRGA VOJVODANSKIH BRIGADA
U SREMSKOJ MITROVICI****ANALYSIS OF PARKING CHARACTERISTICS AT THE VOJVODINA'S BRIGADES
SQUARE IN SREMSKA MITROVICA**

Milan Rakita, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Osnovni predmet istraživanja ovog rada jeste funkcionisanje parkiranja u okviru centralne poslovne zone Sremske Mitrovice. Shodno tome, poseban akcenat stavljen je na istraživanje karakteristika parkiranja i sistema parkiranja u skladu sa odabranom lokacijom, Trgom vojvodanskih brigada.

Ključne reči: Sistem parkiranja, karakteristike parkiranja.

Abstract – The main subject of this paper is functioning of parking within the central business district of Sremska Mitrovica. Thus, special emphasis is placed on research of parking characteristics and parking system in accordance with the selected location, the Vojvodina's brigades square.

Key words: Parking system, parking characteristics.

1. UVOD

U gradskim sredinama sa velikim brojem stanovnika, posebno u centralnim gradskim područjima, postoji veliko suparništvo u oblasti korišćenja prostora između različitih gradskih funkcija kao što su: stanovanje, trgovina, zelene površine, saobraćaj i naravno parkiranje. Za podelu gradskog prostora su zaduženi nadležni gradski organi i ova podela mora biti izvršena u skladu sa mogućnostima i značaju gradskih funkcija koje one imaju za lokalnu zajednicu, jer u suprotnom će doći do neravnomernosti i nestabilnosti gradskog područja. Neuravnoteženost između zahteva za parkiranjem i ponude parking mesta je sve izraženija sa veličinom grada. Posledice su pojava smanjivanja propusne moći gradskih saobraćajnih mreža, povećanje troškova eksploatacije i pojava zakrčenosti na ulicama. Problemi sa parkiranjem utiču i na bezbednost učesnika u saobraćaju i zagađenje prirodne sredine.

Predmet istraživanja u ovom radu jeste parkiranje u centralnim zonama grada, a u tu svrhu su iskorišćene parking površine unutar i oko Trga vojvodanskih brigada, jednog od mnogih centralnih trgova Sremske Mitrovice. Za cilj ovog rada izabrano je određivanje potrebe za daljim redefinisanjem sistema parkiranja u centralnoj zoni Sremske Mitrovice uz sagledavanje konkretnog problema parkiranja kod Trga vojvodanskih brigada i predlaganje potrebnih intervencija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Papić, doc.

**2. PROBLEM PARKIRANJA I KARAKTERISTIKE
PARKIRANJA**

Problem smeštaja odnosno parkiranja vozila proizlazi iz ubrzanog razvoja gradova, povećanja stepena motorizacije, nepripremljenosti gradova za prihvatanje uvećanog broja vozila i porasta životnog standarda stanovništva, kao što je već i prikazano u prethodnom poglavlju.

Međutim, razlika između broja putničkih automobila i površina po kojima oni treba da miruju ukazuje na to da se nije pridavala značajna pažnja u planiranju saobraćaja. U velikom broju gradova se osećaju produkti lošeg upravljanja nad resursima parkiranja, naročito u centralnim (unutrašnjim) područjima gradova i područjima visoke atraktivnosti gde kapaciteti ne zadovoljavaju postojeće, a verovatno i buduće potrebe.

2.1 Karakteristike parkiranja

Da bi se izbegle navedene situacije, zahteva se pre svega organizovani, planski i stručni način rešavanja postojećeg problema. Neophodna je definicija veličina koje na ilustrativan način prikazuju postojeće stanje parkiranja. To mesto pripada veličinama kao što su karakteristike parkiranja:

- Motiv parkiranja
- Koncentracija parkiranja
- Trajnost parkiranja
- Obrt parkiranja
- Pešačenje
- Površina za parkiranje jednog vozila
- Potražnja za parkiranjem

**3. METODOLOGIJA UTVRĐIVANJA POTREBA
ZA PARKIRANJEM**

Utvrdjivanje potreba za parkiranjem počinje od sagledavanja postojećeg stanja parkiranja, zatim utvrđivanja problematičnih površina, i potom nabavka karti posmatranih površina i označavanja postojećih površina za parkiranje. Prikupljeni podaci mogu biti razni [2]:

1. inventarski broj parking mesta, njihova lokacija, karakteristike i tipovi parking mesta, režim parkiranja
2. uzroci i veličina saobraćajnog toka
3. karakteristike parkiranja (uzrok, trajnost, obrt, pešačenje, koncentracija, način i ugao parkiranja)
4. kapacitet, komfor, učestalost, redovnost JGP i taksi službe

- inventarski popis svih aktivnosti po delatnostima sa brojem zaposlenih
- broj stanovnika i broj vozila koje poseduju u posmatranoj zoni
- stepen motorizacije i distribucije po zonama
- karakteristike teretnog tranzitnog saobraćaja

Za prikupljanje navedenih podataka koristi se niz različitih metoda ili kombinacija metoda u zavisnosti od obima i nivoa istraživanja:

- metod posmatranja na terenu
- metod ankete
- skraćena metoda
- procena budućih potreba za parkiranjem
- metoda za približno određivanje potreba za parkiranjem

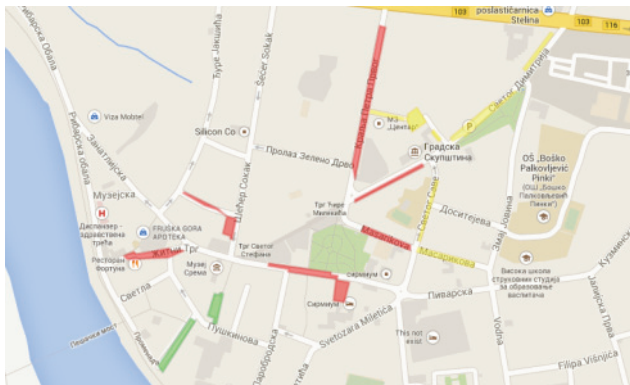
4. ISTRAŽIVANJE KARAKTERISTIKA PARKIRANJA U CENTRALNOJ ZONI SREMSKE MITROVICE — TRG VOJVODANSKIH BRIGADA

4.1 Sistem parkiranja u centralnoj zoni Grada

U centralnoj zoni Sremske Mitrovice primenjuju se režimi parkiranja koji imaju regulativnu funkciju vremena trajanja parkiranja komplementarno sa naplatom parkiranja. Režimi i naplata parkiranja sastoje se od određenih pojedinosti. Uglavnom su to vremenska ograničenja parkiranja i naknade za parkiranje izražene u novčanim jedinicama. Određeni režim sa restriktivnim načinom parkiranja deluje na nekoliko javnih parkirališta u centralnom gradskom području Sremske Mitrovice. Prema tome, kako na svakom parkiralištu deluje određeni režim parkiranja centar grada je podeljen na tri zone (tab. 4-1 i sl. 4-1).

Tabela 4-1. Javna parkirališta sa primenom režima parkiranja

Рб.	Зона паркирања	Назив	Број паркинг места	
			Под углом	Паралелно
1.	I зона (црвена)	ул. Краља Петра Првог	-	77
2.		ул. Светог Димитрија (први део)	-	27
3.		ул. Вука Караџића	54	10
4.		ул. Житни трг	27	10
5.		ул. Масарикова (први део)	-	25
6.		Трг Николе Пашића	43	23
7.		ул. Шећер сокак	-	7
8.	II зона (зелена)	Соларски трг	46	-
9.		ул. 28. Марта	-	40
10.	III зона (жута)	Трг војвођанских бригада	96	23
11.		ул. Светог Димитрија (други део)	42	36
12.		ул. Светог Димитрија (код Палате Правде)	25	-
13.		ул. Светог Саве	-	20
14.		ул. Масарикова (други део)	-	40
15.	Укупно		333	338
			671	



Slika 4-1. Zone parkiranja u centralnoj zoni Sremske Mitrovice

4.2 Trg vojvodanskih brigada —lokacija istraživanja

Obim istraživanja problema parkiranja u Sremskoj Mitrovici svodi se na jedinstvenu lokaciju koja u visokoj korelaciji reprezentuje probleme parkiranja centralne poslovno-stambene zone Grada Sremske Mitrovice. To jest, lokacija za istraživanje je skup parking površina u samoj sredini Grada, tačnije u neposrednom okruženju jednog od centralnih gradskih trgova — Trgu vojvodanskih brigada (slika 4-2) koji zajedno sa ulicama Kralja Petra I (sa zapadne strane trga) i Svetog Dimitrija (sa jugoistočne strane trga) čini kompaktan prostor.



Slika 4-2. Satelitski snimak lokacije istraživanja

4.3 Analiza karakteristika parkiranja dobijenih metodom posmatranja na terenu

Utvrđivanje karakteristika parkiranja je jako specifičan proces u oblasti saobraćaja i mora se sprovesti na bazi jasno definisane metodologije saobraćajnih istraživanja. Najpouzdanija metoda za istraživanje karakteristika parkiranja je metoda posmatranja na terenu. To je skup nezavisnih istraživačkih aktivnosti koje obuhvataju vrstu i način prikupljanja podataka, rokove, obrasce, organizaciju, termine, način obrade, verifikaciju i prikazivanje rezultata u saobraćaju.

4.3.1 Koncentracija parkiranja

Mere koncentracije parkiranja su obim i akumulacija parkiranja.

Kako se istraživanje u okruženju Trga vojvodanskih brigada sprovodi na parking površinama koje se razlikuju po organizaciji i interakciji sa dinamičkim saobraćajem, to nas dovodi do tabele 4-2, u kojoj je prikazan obim parkiranja.

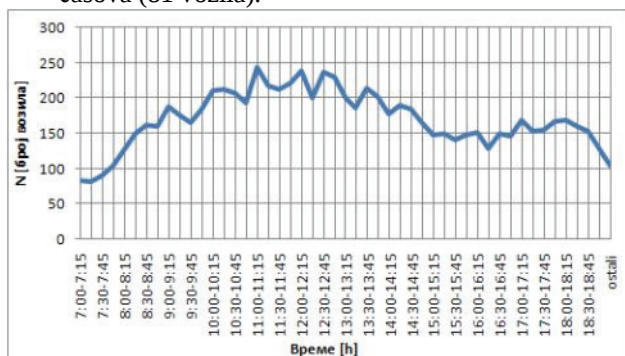
Tabela 4-2. Obim parkiranja kod Trga vojvodanskih brigada

Паркинг места	ул. Краља Петра I	ул. Светог Димитрија		иза Градске куће	Укупно
		прва зона	трећа зона		
Обим паркирања [воз. посм. период]	621	245	315	471	1652

Vidi se da je obim parkiranja, iako pod uticajem režima parkiranja, veoma visok. Time se i potvrđuje centralistički položaj i bogat spektar gradskih sadržaja na lokaciji istraživanja.

Što se tiče akumulacije parkiranja uviđaju se dve stavke:

- a.) Sagledavanjem akumulacije parkiranja, pojedine vrednosti odstupaju od uniformnog niza. Ove vrednosti se još nazivaju i vršne akumulacije. Po pravilu, pojavljuju se u prepodnevnom, popodnevnom, odnosno večernjim časovima. Za navedeni primer (dijagram 4-3), okvirno je konstatovano da vršne akumulacije se pojavljuju u periodu između 10:00 i 14:00 časova (podnevna – oko 200 vozila), i delimično u periodu između 17:15 i 18:45 časova (večernja – oko 150 vozila), dok minimalni broj vozila na parking mestima se pojavljuju na samom početku snimanja, oko sedam časova (81 vozila).



Dijagram 4-3. Tok akumulacije parkiranja na celokupnoj lokaciji istraživanja

- b.) Uvođenjem pojma iskorišćenosti parking mesta koji se izražava pomoću koeficijenta iskorišćenosti parking mesta (k) i predstavlja odnos između odgovarajuće akumulacije parkiranja (A) i broja parking mesta (N) dobija se pogled na akumulaciju parkiranja (preko obrasca 4.1) kroz dinamički i statički aspekt kapaciteta parkirališta:

$$k = \frac{A}{N} \cdot 100 \quad [\%] \quad (4.1)$$

4.3.2 Trajnost parkiranja

Vreme mirovanja vozila od trenutka dolaska na parking mesto, pa sve do trenutka kad vozilo napusti parking mesto naziva se trajnost parkiranja. Ova karakteristika parkiranja je jedna od glavnih za izračunavanje optimalnog kapaciteta parkirališta. Trajnost parkiranja zavisi od više faktora, kao što su veličina grada, svrha dolaska u posmatranu zonu, od mesta na kome se parkiranje obavlja, i dr. I predstavlja idealnu veličinu za prikazivanje dejstva različitih uticaja na broj parking mesta.

4.3.3 Obrt parkiranja

U ovoj analizi obrt parkiranja na specifičnim delovima lokacije izložen je različitim uticajima. Prosečne vrednosti obrta parkiranja prema određenim režimima (zonama) parkiranja date su u tab. 4-3.

Tabela 4-3. Obrt parkiranja prema zonama parkiranja

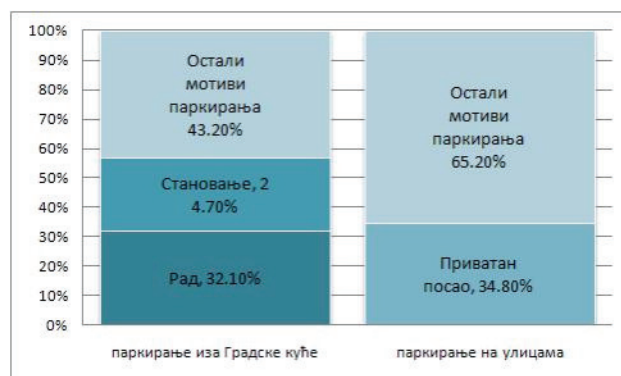
Parkirni mesto	Prva zona		Treća zona		Ukupno
	ul. Kralja Petra I	ul. Svetog Dimitrija	ul. Svetog Dimitrija	iza Gradske kuće	
Obrt parkiranja [vozila/1PM]	8,06	9,22	4,16	3,95	5,48
Obim parkiranja [voz./posl. period]	621	245	345	471	1682

4.4 Analiza karakteristika parkiranja dobijenih metodom ankete

Rezultati ankete su predstavljeni u vidu diskusije na odgovore korisnika parkiranja koji su učestvovali u anketi za datum, sreda 16. oktobar 2013. godine. U anketi je učestvovalo 147 korisnika parkiranja na području Trga vojvođanskih brigada.

4.4.1 Motiv parkiranja

Na visoko učešće ispitanika koji su se izjasnili da radije parkiraju na uličnim parking mestima iz razloga obavljanja privatnih obaveza (dijagram 4-4) uticaj ima to što su parking mesta na ulicama najveći generatori putovanja u centralnu gradsku zonu i zahtevaju najbližu vezu sa ciljem putovanja. Na isti način na parkiralištu iza Gradske kuće kod Trga vojvođanskih brigada neprikosnovenu dominaciju čine motivi parkiranja zbog radnog mesta i stanovanja (dijagram 4-4) iz razloga jer je prostorno okruženje oko ovog parkirališta sačinjeno od objekata koji su pretežno poslovno - stambenog karaktera i dužina trajanja zadržavanja vozila na parkiralištu je relativno duža u odnosu na parking mesta na ulicama.



Dijagram 4-4. Odnos dominantnih i ostalih motiva parkiranja oko Trga vojvođanskih brigada

5. PREDLOG MERA U PRAVCU UNAPREĐENJA PARKIRANJA NA PODRUČJU TRGA VOJVODJANSKIH BRIGADA I CENTRALNE ZONE SREMSKE MITROVICE

Kroz obuhvaćena saznanja u vezi organizacije parkiranja putničkih vozila u restriktivnom području Trga vojvođanskih brigada i centralne zone Sremske Mitrovice nadolazi se do niza mera koje bi u kratkom ili relativno dugom roku ublažile probleme stacionarnog saobraćaja, a u najboljem slučaju, i negativne posledice eksploatacije individualnog saobraćaja na prostoru čitave centralne zone Grada. Kratkoročne mere su:

- 1.) **Povećavanje naknada za parkiranje u najopterećenijoj zoni parkiranja.** Odgovor na neravnotežu kapaciteta parkirališta u okolini Trga vojvođanskih brigada, odnosno za veliki broj parking mesta koji u vremenu najvećih gužvi ostaje potpuno iskorišćen ili neiskorišćen, nalazi se u povećanju cene parkiranja na najopterećenijim parking mestima. Stoga, parking mesta u ulicama Kralja Petra I i Svetog Dimitrija (prvi deo), gde u određenim vremenskim intervalima dolazi do 100% iskorišćenja kapaciteta parkirališta, iako su pod uticajem najstrožih mera režimskog načina

parkiranja tačnije u prvoj zoni parkiranja, moraju biti podvrgnute postepenom rastu vrednosti zemljišta. Potrebno je povećati cenu parkiranja u prvoj zoni za najmanje 10 dinara po jednom satu parkiranja, kako bi se postigao cilj izmeštanja korisnika na susedna neiskorišćena parking mesta.

- 2.) **Ograničavanje parkiranja sa pretplatnim načinom plaćanja.** Upotreba pretplatnog načina parkiranja ima za cilj, prevashodno, da se određenim korisnicima nesmetano omogući parkiranje na malim udaljenostima do mesta krajnjeg odredišta. U tom cilju, javlja se nepravilnost na koju je ukazano na primeru prvog dela ulice Svetog Dimitrija, gde uprkos vremenskom ograničenju parkiranja od dva sata dolazi do nepredviđeno većeg broja korisnika sa posebnim dozvolama za parkiranje, to jest, korisnika sa pretplatnim parking kartama koji parkiraju svoje vozilo duže od dva sata. Zato, za rešavanje ovog problema, imperativ je ograničiti izdavanje pretplatnih parking karti na striktno povlašćene kategorije (određeni broj stanara i invalide), čime bi se uštedelo mnogo prostora na relaciji prirodnih ograničenja između postojećih kapaciteta parkirališta i prisutnog sistema parkiranja.
- 3.) **Unapređivanje tehnologije plaćanja parkiranja.** Za područje uličnog prostora oko Trga vojvođanskih brigada namenjenog za parkiranje, sledeći tehnološki iskorak u evoluciji upravljanja parkiranjem bio bi „Start – stop“ parking sistema. „Start – stop“ parking sistem je pogodan za primenu iz razloga jer omogućava korisnicima produžavanje vremena zadržavanja vozila na parking mestima sve do trenutka kada korisnik reši da napusti parking mesto. Ukupno provedeno vreme u određenoj zoni parkiranja se sabira i za to primenjuje odgovarajuća naknada za parkiranje.
- 4.) **Efektivnija kaznena politika.** Nesavesno parkiranje oko Trga vojvođanskih brigada, konkretno, u ulici Kralja Petra I na površinama koje nisu predviđene za to stvaraju značajne poteškoće u organizaciji rada izvršnih organa koji se bavi kontrolom i načinom sprovođenja parkiranja (Parking servis, Komunalna policija). Za početak, neophodno je uvećanje novčanih kazni za prekršaje zabranjenog parkiranja, kao i uvećanje broja osoblja koje vrši sprovođenje i kontrolu parkiranja. Radi boljeg vođenja kontrole parkiranja treba uzeti u obzir prednosti postavljanja fizičkih prepreka ili češće obeležavanja linija horizontalne signalizacije na kritičnim mestima.

Što se tiče relativno dugoročnih mera, u nastavku sledi niz potrebnih mera zasnovanih na iskorišćavanju postojećih resursa izvan Trga vojvođanskih brigada koji imaju direktne ili indirektno veze sa parkiranjem:

- 1.) **Iskorišćenje potencijala biciklističkog saobraćaja.** Oko Trga vojvođanskih brigada postoji izgrađena biciklistička staza koja se dalje proteže kroz pešačku zonu i ujedno kroz čitavu centralnu zonu Grada. Već iz ove konstatacije dobija se predstava o tome koliko je prostora ostavljeno za iskorišćenje mogućnosti

biciklističkog saobraćaja. Naravno, da bi ovaj vid saobraćaja doživeo svoje najbolje trenutke potrebna su velika ulaganja u dodatnu opremu. Neophodna su ulaganja u natkrivene parkinge za bicikle.

- 2.) **Predviđanje novih lokacija za parkiranje.** Nekad je efikasno rešavanje problema parkiranja moguće samo uz određene ustupke na uštrb oskudnog prostora u gradu. Jedan od takvih načina je predviđanje parking lokacija prilikom projektovanja urbanističkih planova. Nekoliko lokacija u centralnoj gradskoj zoni Sremske Mitrovice koje bi mogle da zadovolje navedene uslove su: lokacija iza zgrade Suda, proširenje postojećeg javnog parkirališta uz mogućnost postavljanja montažno-demontažne platforme u vidu površinskog parkirališta iza Gradske kuće.

6. ZAKLJUČAK

Iako je predstavljen niz potrebnih mera za rešavanje problema sa sistemom parkiranja, mora se uzeti u obzir i to da se odnosi u saobraćaju stalno menjanju, te se ne može očekivati da će problemi postojati u samo jednom obliku. Zato je u budućnosti neophodno preduzimati još naprednija istraživanja, pogotovo u oblasti stacionarnog saobraćaja, jer ostaje još neistraženog prostora u uličnom i vanuličnom parkiranju na teritoriji čitavog Grada Sremske Mitrovice. Već na ovom primeru može se započeti sa evidencijom različitih pristupa, tehnika i analiza istraživanja koje mogu biti od koristi za Grad Sremsku Mitrovicu, kao i za ostale gradove sličnog tipa.

7. LITERATURA

- [1] Kostić, S. Davidović, B. „Parkiranje i javne garaže“, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2012.
- [2] Putnik, N. „Autobaze i autostanice“, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.
- [3] Milosavljević, N. „Parkiranje“, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2010.
- [4] Brčić, D. Šoštarić, M. „Parkiranje i garaže“, Fakultet Prometnih Znanosti, Zagreb, 2012.
- [5] Pupavac, D. Maršanić, R. „Osnovne postavke optimizacije gradskih parkirališnih kapaciteta“, Ekonomski pregled, Vol. 61, No.7-8, 2010.
- [6] Grupa autora, „Plan generalne regulacije Grada Sremske Mitrovice, Laćarka i Mačvanske Mitrovice“, JP Direkcija za izgradnju grada Sremske Mitrovice, Sremska Mitrovica, 2009

Kratka biografija:

Milan Rakita rođen je u Tuzli 1985. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Drumski i gradski terminali odbranio je 2015. godine..

Zoran Papić rođen je u Novom Sadu 1965. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. godine, a od 1993. godine zaposlen je na Saobraćajnog odelu Fakulteta tehničkih nauka gde se trenutno nalazi u zvanju docenta iz oblasti saobraćajnog inženjerstva.

СТРАТЕШКИ ПРИСТУП УНАПРЕЂЕЊА БЕЗБЕДНОСТИ МОТОЦИКЛИСТА У САОБРАЋАЈУ**STRATEGIC APPROACH TO IMPROVING MOTORCYCLISTS TRAFFIC SAFETY**Синиша Митровић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – САОБРАЋАЈ**

Кратак садржај – Само стратешким приступом је могуће унапредити безбедност мотоциклиста у саобраћају. Последњих година чине се значајни напори ка развоју и унапређењу прописа, процедура и система за смањење страдања мотоциклиста у саобраћају. У раду су анализирани стратешки приступи унапређења безбедности мотоциклиста у саобраћају.

Abstract – Motorcyclists are vulnerable road users, and much more exposed to traffic risks. In recent years there has been made significant efforts towards the development and improvement of regulations, procedures and systems to reduce the suffering of motorcyclists in the traffic. The paper analyzes the strategic approach towards improving motorcyclists security in traffic.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, мотоциклисти, саобраћајне незгоде

1. УВОД

Развој друмског саобраћаја, од пешака, тераоца стоке, запрежних возила, преко парних машина па до савремених моторних возила, су пратиле одређене врсте опасности и негативне појаве које до сада у овом облику и интензитету нисмо познавали. Појава мотора са унутрашњим сагоревањем је за један век проузроковала веће проблеме него низ других социјалних фактора старих неколико векова.

Саобраћај никад није био, проблем сам за себе већ се преплиће у веома сложеним зависностима са многим другим појавама, стањима, односима и активностима људског друштва. Смрт проузрокована саобраћајним незгодама заузима једно од водећих места у морталитету највећег броја земаља. Наука је успела да епидемије заразних болести сведе на разумну меру, а њихово место у општој патологији заузима епидемија саобраћајних незгода. Такви проблеми су данас саставни део достигнутог степена развоја друштва. Они такође не смеју бити разлог за спутавање развоја саобраћаја, јер избацити саобраћајна средства или део средстава из употребе значило би враћање друштва уназад. Од саобраћаја зависи складно функционисање целог друштва.

Мотоциклисти су као учесници у саобраћају угрожени и много више изложени саобраћајном ризику.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. СТРАТЕШКИ ПРИСТУП УПРАВЉАЊА БЕЗБЕДНОШЋУ САОБРАЋАЈА

САД и Велика Британија су усвојили старатегију безбедности саобраћаја за мотоциклисте које имају за циљ да пронађу оптимална решења за побољшање безбедности мотоциклиста. Најбоља пракса приликом усвајања стратегије безбедности саобраћаја је укључивање свих актера у доношење одлука, као и државних и локалних власти и стручњака из области безбедности саобраћаја. Према мишљењу FEMA (Federation of European Motorcyclists Associations) такав интегрисани приступ је једини ефикасан начин да се стратегија одржи и да се спроведе низ акција. Користећи концепт под називом Haddon Matrix, FEMA је одабрала само најважније аспекте на које ће се фокусирати и које ће донети значајно побољшање безбедности саобраћаја мотоциклиста у Европи. Истраживања у вези мотоциклиста у великој мери проналазе да је људско понашање најчешћи узрок незгода. Међутим, у овом тренутку једини доступни подаци о незгодама су статистике о погинулим и настрадалим, као и истраживања која су се бавила анализом незгода.

2.1. Едукација и обука

Мотоцикл са прихватљивим нивоом безбедности захтева вештине, знање, фокус и свесно понашање. Према Klaas van der Valk и Wouter Rijnaerts, обрада информација треба да буде основа сваког образовања обуке младих возача. Нико не би требало да постане мотоциклиста без структуриране, релативне и економичне основне обуке. Возачка заједница може да пружи велики допринос у развоју и имплементацији програма обуке, али на жалост, консултовање искусних возача од стране власти је често недовољно. Друга препрека исплативости Пан-Европске шеме обуке возача је недостатак концезуса. Различита приватна предузећа и организације које нуде обуку мотоциклиста широм Европе у стању су да се договоре о основним смерницама, снажно бранећи свој приступ, који укључује и бесмислене несугласице о малолетницима и другим детаљима. FEMA, заједно са АСЕМ, FIM и другим организацијама, сачинили су пројекат почетне обуке мотоциклиста, Европска Комисија суфинансира пројекат који се фокусирао на озбиљан недостатак у Европској пракси обуке мотоциклиста. Пројекат почетне обуке дефинише основне елементе, као и начин који је свеобухватан, приступачан и могуће је развити европски модел обуке пре полагања за лиценцу возача. Овакав европски модел ставља

нагласак на исправну и релеванtnу обуку возача. Иницијални извештај обуке возача истакао је елементе који унапређују обуку возача широм Европе.

2.2. Обука возача

Читање намера и захтева других учесника у саобраћају и препознавање потенцијалне опасне ситуације веома су важне вештине. Коришћење ових вештина захтева да возачи схвате да су само он или она у стању да директно контролишу своје акције и да једино они могу да направе потребно прилагођавање брзине, положаја и удаљености при dobrим временским условима. Под одређеним околностима, мотоциклисти могу избећи незгоду, ако овладавају техникама које су ефикасне за избегавање незгода, као што је нагло кочење или измицање. У стварном животу ефикасни маневри избегавања незгода су међу најзахтевнијим акцијама за мотоциклисте, посебно при влажним условима, јер захтева много праксе и искуства. Основне технике избегавања незгода треба да буду део основне обуке возача. Типична грешка у паничним ситуацијама је неправилна употреба кочница, што узрокује блокаду точкова и губљење кочне силе у точковима. Возач често недовољно не употреби кочницу због страха и често губе контролу. Према McKillop (2006), инструктором вожње у Великој Британији, мотоциклиста је приликом сценарија незгода изненађен, где инстинктивно прво покушава да заочи, а не да предузме акцију избегавања. Возач гледа на аутомобил, а резултат ове акције је судар са аутомобилом. На основу овога зна се да стратегија неће бити довољна да се избегавање примени у хитним случајевима. Једна метода за обуку возача о свесности опасности је анализирана у пројекту почетне обуке мотоциклиста. Електронско учење мотоциклиста треба да се користи како би се створила перцепција од опасности и приликом обуке и учења избегавања, као и да се добије коректан однос и понашање у саобраћају. Потребни су квалификовани инструктори, јер од њих зависи квалитет и ефикасност обуке. Нико не би смео да врши обуку ако није прошао програм обуке за инструкторе. Од безбедности на путевима и перспективе развоја обуке, као и компетентности инструктора, који ће подстаћи ученике да више науче за мање времена, возачи постају безбеднији и много спремнији за стварне услове у саобраћају. Квалитет инструктора широм Европе значајно варира. ФЕМА чврсто верује да ће смернице за Европску безбедност мотоциклиста енорно користити у односу на остале образовне смернице. Квалитет и ефикасност обуке возача зависи у извесној мери и од објеката где се може безбедно вршити обука. Већина субјеката која се баве обуком у Европи су у приватном власништву и потребно је инвестирати у објекте за обуку возача како би обука била квалитетнија. Међутим, чињеница је да је само веома мали број предузећа у финансијској ситуацији да себи дозволи овакве велике инвестиције. Стога, прво се мора доказати исплативост ове инвестиције, као што је потребна и помоћ владе и локалних власти у изградњи објеката за обуку мотоциклиста. Добровољни тренинзи после

добивања дозволе су изузетно корисни за оне који је похађају, али корист у укупној безбедности мотоцикала је веома мала, углавном због чињенице да мањи број мотоциклиста користи ову погодност. Потреба за добровољном обуком након добијања дозволе је уско повезана са квалитетом основне обуке. Ако основна обука није довољна, може постојати већа потреба за додатним часовима обуке. Основна сврха теста добијања дозволе је гаранција квалитета основних вештина и знања кандидата, као и одређивање минималних вештина и знања која су потребна за безбедно руковање мотоциклом на јавним путевима. На жалост, већина обука у Европи излажу кандидате неким веома необичним вежбама које су апсолутно безначајне у стварном животу и које не повећавају безбедност саобраћаја на путевима. Резултат овога је да добри кандидати неће положити испит, а спорни кандидати, који су „научили трикове“ могу проћи. Ретроспективни амандмани на возачке дозволе које доноси промене у полагању теста, покушаће да реше овај проблем. Међутим, питање је да ли ће се побољшати увођење кандидата у бољи систем образовања. Према извештају MAIDS (2004), број незгода у којима је возач био под дејством алкохола је мањи од 5 % за мотоциклисте, што представља низак проценат у поређењу са другим студијама, али такви возачи чешће не праве незгоде. Слично томе, анализа података из Department for Transport's Road Accident Statistics у Великој Британији показала је да проценат мотоциклиста који се нису подлегли тестирању даха био нижи у 2004. години него за све остале кориснике пута. Алкохолна пића су често доступна и промовисана на окупљањима мотоциклиста, ефекти алкохола на одлуке и вештине вожње су добро познате међу мотоциклистима и већина мотоциклиста је опрезна и не пије алкохол пре вожње. Многи организатори мото сусрета су свесни да пијани возачи имају проблем и ујутро их алкотестирају пре него што покушају да возе мотоцикл. Кациге су дизајниране да спрече повреде главе и сматра се да су најважнији део личне заштитне опреме. Смањење ефеката повреда помоћу квалитетних кацига добро су познати мотоциклистима, а иако неки национални савези прописују, по неким филозофским основама, против принуде, велика употреба кацига је широко прихваћена код мотоциклиста.

2.3. Фактори возила

Дизајн мотоцикала учинила је специјализованим и генерално бољим за безбедност саобраћаја. Тренутни мотоцикли имају боље кочнице, већу стабилност, боље управљање, ефикаснију контролу, побољшану ергономију седишта која смањује умор и побољшању поузданост у свим системима, него чак пре 10 година. Пнеуматици су кључне компоненте мотоцикла и значајно доприносе перформансама, поузданости и безбедности самог мотоцикла. Модерни пнеуматици нуде боље приањање приликом кретања, скретања и заустављања, посебно у влажним условима. Кочнице су знатно моћније, а већина мотоцикала сада имају хидраулички активне диск кочнице. Већина мотоцикала и даље има две одвојене контроле кочног

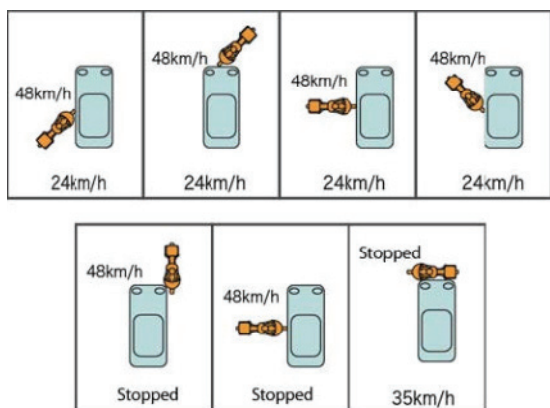
система, један за предњи точак и један за задњи точак. Да би се надокнадило несналажење возача у опасним ситуацијама (због панике) неколико произвођача мотоцикала је развило Анти Блокирајуће Системе (АБС) кочница или су повезали предње и задње кочнице (комбиновани кочни систем). Проблем недостатка перцепције мотоциклиста од стране возача аутомобила је кључан фактор за безбедност мотоциклиста. The European Road Safety Action Programme (RSAP) је увидео овај проблем и у исто време је препоручио обавезно коришћење дневних светала за сва возила. Увођење обавезног паљења светала за сва возила ће очигледно повећати примећивање мотоцикала по дану. Релативно једноставан дизајн мотоцикала и доступност замене компоненти олакшава и популаризује измене. Квалитет и безбедност компоненти се постепено побољшава и у неким случајевима значајно су боље од еквивалентних стандардних компоненти. Неки власници квалитетних мотоцикала модификују додатно и дизајн и производе сами компоненте. Овај креативни приступ је довео до иновативних, високо функционалних дизајна, понекад то усвоји и мото индустрија и производи као стандардну опрему код масовне производње мотоцикала. Модификације се мењају са технологијом, модом и другим факторима, па не само да су модификације нереалне, већ и неоправдане у дужем временском периоду. Сходно томе, мере анти модификације, као што су оне које се спроводе у Немачкој (где се захтева да било која модификација мора бити тестирана и оверена пре продаје мотоцикала) где постоји много споредних ефеката, као што је ограничавање приступа возача пнеуматичима, кочницама и другим компонентама. Према извештају Monash University (2006), веома мало интелигентних транспортних система (ИТС) је специјално развијено само за мотоцикле и сви системи који постоје су системи у возилу. Веома је важно да ће ставови заједнице бити правилно постигнути и разумни, а да се то знање користи за дизајн и распоређивање технологије која је за њих прихватљива. Није било никаквих формалних студија из ове области. Од тих система који су били посебно развијени мало података је употребљиво. Ефикасност ових система и побољшање безбедности помоћу ових система су још увек непознати. FEMA признаје да развој апликација може имати потенцијално значајно побољшање безбедности саобраћаја на путевима и зато се врше истраживачки пројекти у неколико земаља. Неки системи који се користе у возилима са четири и више точкова могу се адаптирати и применити на мотоциклима. Коришћење апликација које могу да утичу на понашање мотоцикла, на пример применом кочнице или регулацијом система потрошње горива, увек треба да се бирају од стране корисника. Ове апликације треба узети у обзир само када је утврђено да не дестабилизују мотоцикл у разним околностима. Поред тога, због динамике мотоцикала, неке апликације ових система неће се моћи прилагодити мотоциклима или не могу се исправити. Апликације за управљање саобраћајем помоћу интелигентних транспортних система треба да омогуће мотоциклима предност у односу на друга

возила. FEMA тражи од влада да смање стопу ПДВ-а за ове апликације како би се побољшала безбедност саобраћаја широм Европе.

2.4. Социјални фактори

Социјални фактори покривају широк спектар области који се тичу избора личног транспорта и интеракције са другим учесницима у саобраћају у смислу људског понашања, кампања, оглашавања, притиска вршњака итд. Свест возача у многим Европским земљама, доприноси да сукоби између аутомобила и мотоциклиста чине скоро 50 % свих незгода у којима учествују мотоциклисти. Студије показују да 8 до 10 незгода између аутомобила и мотоциклиста су узроковане непажњом возача аутомобила, најчешћи пример је то када возачи не дају предност мотоциклима иако правила саобраћаја то захтевају. Неколико фактора покушава да објасни зашто возачи имају тенденцију да повређују мотоциклисте: Мотоциклисти чине релативно мали проценат укупног саобраћаја и стога је њихова препознатљивост смањена. Многи возачи не предвиђају да се могу сусрести са мотоциклистима у саобраћају. Мотоциклисти су мање видљиви и могу често бити заклоњени; Возачи имају тенденцију да скенирају велике правоугаоне објекте на свом правцу кретања и мање гледају на мање објекте попут мотоциклиста, они углавном гледају водоравно, док мотоциклисте возач може приметити само ако гледа и вертикално. Аутомобили имају слепе тачке, као што су стубови врата, који могу сакрити надоласећи мотоцикл. Објекти и фактори животне средине, укључујући и друга возила, објекте поред пута и већа светлост може отежати возачима да идентификују мотоциклисте у саобраћају. Традиционална сметња за возаче, као што је храна, пушење, намештање радија и коришћење навигације и мобилних телефона могу довести до непажње и налета на мотоциклисте. Истраживања показују да возачи који возе и мотоцикле или неки њихов члан породице или близак пријатељ, више ће посматрати и очекивати мотоциклисте и имају мању вероватноћу да ће се сударити са њима. Ово показује да је најважнији фактор за возаче аутомобила да возачи предвиде да на коловозу морају да посматрају и мотоциклисте. Возачи могу да виде мотоциклисте ако су ментално обучени да то учине. Према томе, боља едукација возача је најважнија акција при спречавању незгода између аутомобила и мотоциклиста. FEMA је уверена да најефикаснији начин да се смање смртни случајеви мотоциклиста, као и њихове повреде је да се подигне свест возача кроз одређене стратегије. Свест о мотоциклистима треба да постане обавезан елемент обуке почетника приликом полагања за возачку дозволу. FEMA такође препоручује пан-европске кампање за подизање свести возача. ISO 13232 прописује минималне захтеве за тестирање и анализу поступака за процену изводљивости безбедносних уређаја који су постављени на мотоцикле у сврху заштите возача приликом незгода. Процедуре обухватају: мотоцикле са два точка, прецизирање путање кретања возила, аутомобил може стајати или се кретати или могу бити два возила у

покрету, за било које возило у покрету брзина мора бити константна и кретање праволинијско непосредно пре судара, лутка са кацигом у нормалном положају на седишту мотора, мерење потенцијалних повреда на различитим деловима тела, обрада података упоредних утицаја (тј. упоређивање опремљених мотоцикала и оних који су опремљени предложеним уређајима). Циљ оваквог развоја је да се смање повреде мотоциклисте приликом чеоног судара са возилима или другим објектима. Циљ јастука је да апсорбују кинетичку енергију и смање брзину кретања мотоциклисте после чеоних судара.



Слика 1. ISO 13232 crash test сценарију

3. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Постоји тенденција у истраживањима везаним за мотоциклисте у којој преовладава стереотип, на основу чега су сви мотоциклисти другачији од остатка друштва. Међутим, ови стереотипи представљају веома мали део много веће слике. Широм Европе ризик од настанка смртних случајева код мотоциклиста је отприлике 20 пута већи од ризика који имају путници у аутомобилима (ETSC, 2003). У Белгији, Француској, Португалу и Великој Британији постоји велики ризик од незгода мотоциклиста у односу на ризик настанка незгода за возаче аутомобила. Овај висок ризик за мотоциклисте ће се током времена повећавати, ако не буде значајнијих побољшања у безбедности саобраћаја мотоциклиста. Будуће мере безбедности саобраћаја ће морати да се позабаве и мањим и већим мотоциклистима, јер иако продаја мањих мотоцикала опада и даље представља значајно тржиште, нарочито на глобалном нивоу. С друге стране већи мотоцикли све више се продају, нарочито у Европи. Студија коју су анализирали Schultz и Koch (1991) утврдила је да мотоцикли (њихова снага), сами по себи, нису главни фактор настанка незгода. По питању сценарија саобраћајних незгода потребно је истраживати поменутих седам главних сценарија незгода због утврђивања учесталости и тежине повреда и ови сценарији су подржани стандардом ISO 13232. APROSYS наводи да постоји јасан сценарио незгода, а то је када возило скреће лево и таква ситуација није у складу са ISO 13232. Хонда је развила низ тестова за различите врсте незгода и различите утицаје, као што су: утицај величине мотора, утицај положаја мотоциклисте, утицај велике брзине и утицај незгода где примарни контакт мотоцикла није био на предњем

точку мотоцикла. Разумевање због чега возачи врше ове маневре може такође да буде један од планова будућих система. Већина незгода се дешава због људске грешке и студија MAIDS наводи главне факторе који утичу на настанак незгода. Возач мотоцикла доприноси у 37,1 % случајева, а возач аутомобила са 50,4 %. Грешке од стране мотоциклисте укључују погрешне одлуке, губитак контроле (због превелике брзине, алкохола, недостатка искуства итд.). Грешке возача укључују непримећивање мотоциклиста, незавршетак маневра скретања и бахато скретање, итд.

Брзина је један од главних фактора у свим врстама саобраћајних незгода и повезана је са бројем смртних случајева због губитка контроле, повећања озбиљности повреда, нарочито код снажнијих мотоцикала. Смањењем брзине утицај на смањење није велики. Неке студије наглашавају да лош квалитет коловозне површине утиче у 5 % случајева на настанак саобраћајних незгода, а Грчка истраживања сматрају да је то један од главних узрока настанка незгода. У Грчкој велики број људи вози мотоцикле, али мањи број користи кацигу и друге мере безбедности саобраћаја. Заштитне ограде такође утичу негативно на озбиљност повреда, јер изазива озбиљне повреде главе, кичме и доњих екстремитета и повећава учесталост тежих телесних повреда за дупло и за пет пута повећава смртност мотоциклиста. Највећи потенцијал у смањењу страдања мотоциклиста представља побољшање безбедности саобраћаја у целини. Сугерише се следеће: да се снага мотора смањи, побољша дизајн мотоцикала, користе штитници за ноге, ваздушни јастуци на врху резервоара и слично.

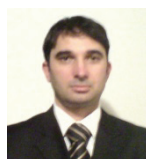
4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Federation of European Motorcyclists Associations, The Motorcyclists' Point of View, Brussels, Belgium, 2009.
- [2] European Transport Safety Council, Vulnerable riders - Safety implications of motorcycling in the European Union, Brussels, Belgium, 2008.
- [3] Sharon Cook, Richard Frampton and Rachel Grant, Powered Two Wheeler Integrated safety, Vehicle Safety Research Centre, Loughborough University, 2011.

Кратка биографија:



Синиша Митровић рођен је у Зеници 1990. Основне академске студије (Bachelor) је завршио 2013. године на Факултету техничких наука у Новом Саду из области безбедности саобраћаја.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

PRIMENA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA NA ŽELEZNICI APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY ON THE RAILWAY

Milena Videnović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – *Železnica, kao specifičan transportni sistem, ispoljila je izuzetne pogodnosti za primenu inteligentnih transportnih sistema. Poslednjih godina razvijeni su mnogi savremeni sistemi sa povećanom bezbednošću i organizovanijim regulisanjem kretanja vozova koji su objašnjeni u ovom radu. Cilj izrade ovog rada je prikaz značaja, razvoja i primene savremenih tehnologija na železnici.*

Abstract–*The railway, as a specific system of transportation, has offered various opportunities for the application of intelligent transportation systems. In recent years, a number of modern systems with increased security and organized regulation of train movement, have been developed, which is all further explained in this paper. The main objective of this paper was to show the significance development and application of modern technology to the railway.*

Ključne reči: *Informacione tehnologije, Savremeni sistemi.*

1. UVOD

Vrtoglavi razvoj informacionih tehnologija poslednjih decenija izazvao je revoluciju u svim privrednim oblastima, posebno u transportu. Smatra se da je korišćenje telematike, telekomunikacije i kompjuterizacije u oblasti transporta jedna od najvećih inovacija u ovoj oblasti.

Razvoj informacionih i telekomunikacionih tehnologija omogućio je njihovu integrisanu i široku primenu u železničkom saobraćaju. Intelligentni transportni sistemi usmereni su prvenstveno na unapređenje bezbednosti i efikasnosti odvijanja saobraćaja, a suštinu čine sistemskom upravljačkom i informaciono komunikativna rešenja implementirana u saobraćajnu infrastrukturu, vozila, kontrolni centri i dr.

Atribut "inteligentni" označava sposobnost adaptiranja u dinamičnim saobraćajnim uslovima i situacijama, pri čemu je potrebno prikupiti dovoljno podataka i obraditi ih u realnom vremenu.

Informacione tehnologije koje su nenadmašne u prikupljanju, obradi i skladištenju velikog broja podataka, zadovoljavaju ove zahteve.

2. SAVREMENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE NA ŽELEZNICI

2.1. Globalni sistem za pozicioniranje

Globalni sistem za pozicioniranje (eng. Global Positioning System - GPS) predstavlja globalni satelitski

navigacioni sistem koji obezbeđuje pouzdane prostorne i vremenske informacije radio prenosom u bilo kom trenutku u svim vremenskim uslovima. GPS sateliti predstavljaju mrežu od 24 satelita koji kruže oko Zemlje dva puta dnevno po precizno utvrđenoj putanji. Sve informacije dobijene snimanjem, sateliti direktno prenose GPS prijemnicima koji precizno izračunavaju lokaciju traženog objekta.



Slika 1. Sistem kontrole kretanja vozova sa GPS pozicioniranjem

Osnovna ideja GPS sistema kontrole saobraćaja voza jeste napuštanje tradicionalnog operativnog principa, pa cela operacija dobija kompjutersku podršku dodavanjem radio sistema za komunikaciju između vozova i centralnog železničkog kontrolora.

Kompjuter u vozu je odgovoran za određivanje lokacije voza i zasnovan je na podacima o poziciji GPS sistema i odometrijskim podacima. Računar u vozu prima upravljačke informacije od centralnog železničkog kontrolora i prikazuje ih mašinovođi preko kontrolne table u kabini. On, takođe, nadgleda rad mašinovođe. Osim toga, računar prati kretanje voza i automatski će aktivirati kočnicu ako vozač pređe data ograničenja kretanja. Komunikacija između centralnog uređaja i vozova oslanja se na radio prenos na pruži, što ne zahteva instaliranje pružne opreme (Slika 1).

Struktura GPS sistema kontrole vozova je usmerena ka niskoj ceni investicije, ali sigurnim obavljanjem operacija. Bezbednost kretanja voza se postiže na taj način što sistem povremeno proverava svoje mogućnosti da bi se utvrdili mogući kvarovi i nedostaci. Isto tako, računar u vozu ima ugrađen algoritam za izbegavanje sudara koji automatski šalje komande kočnici vozova čija je bezbednost ugrožena [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Simić, vanr.prof.

2.2. Geografski informacijski sistem

Geografski informacijski sistem (eng. Geographic Information System - GIS) predstavlja kompjuterski sistem za prikupljanje, obradu, prenos, arhiviranje i analizu podataka koji imaju i geografsku referencu. Mogu da ga koriste sve institucije i preduzeća koja se na bilo koji način bave prostorom, odnosno upravljanjem i eksploatacijom prostornih objekata.

GIS zapravo funkcioniše zahvaljujući mogućnosti čuvanja geografskih informacija u digitalnoj formi, u dva osnovna vida. Jedan način čuvanja informacija predstavlja čuvanje geografskih informacija putem tačaka, linija i poligona. Drugi način predstavlja čuvanje atributa geografskih podataka u organizovanoj bazi podataka koja je povezana sa svojom grafičkom predstavom. Svaka promena u jednom ili drugom segmentu se odražava na celokupan GIS projekat.

GIS sistem obuhvata, osim same lokacije geografskog objekta/pojave/procesa i sve dodatne informacije - atribute (npr. predstavljanjem pruge, tj. njene lokacije, pomoću linije, a u okviru atributa imamo: njenu kategoriju, dužinu, širinu koloseka, ograničenje brzine kretanja itd.). GIS olakšava problem smeštanja ovakvih opisa na analognu kartu (zapravo, to je bilo i nemoguće zbog same preglednosti karte), tako što sve te attribute čuva u organizovanim bazama podataka vezanim za vizuelne predstave objekata na koje se odnose. Jednostavnim klikom miša na određeni objekat, iz baze podataka, pozivaju se svi atributi vezani za taj objekat u vidu tabele, grafikona ili neke druge predstave tih atributa.

Primena Geografskog informacionog sistema na železnici postaje veoma važna zato što su bezbednost i sigurnost oduvek bila kritična pitanja vezana za ovaj sistem. Ovaj sistem omogućava bolju javnu komunikaciju preko veb sajta železničke organizacije koji sadrži mape i bazu raznih podataka. Pored toga što pruža informacije o prostornom rasporedu železničke infrastrukture, železničke organizacije pokušavaju da koriste GIS sistem i za operacije donošenja odluka.

2.3. Primena radio - frekventne identifikacije na železnici

RFID (eng. Radio Frequency Identification) predstavlja savremeni sistem automatske identifikacije koji je značajan za identifikaciju i praćenje kretanja vozova na železnici.

Osnovni elementi bez kojih RFID sistem ne bi mogao da funkcioniše su:

- ID tag koji je montiran na prednjoj strani, ispod ili iznad svakog pojedinačnog vozila i poseduje podatke o vozilu na kome je smešten. Takođe, može se montirati na pragovima kada sadrži podatke o karakteristikama pruge. Kada čitač prođe pored njega, automatski identifikuje podatke koje ID-tag sadrži i emituje ih u centralni računarski sistem za dalju obradu.
- Čitači koji se postavljaju pored koloseka, mogu da se lociraju na ključnim lokacijama kao što su stanice, na ulazima terminala, ili u centrima za opravku i održavanje kako bi omogućavali identifikovanje vozila (Slika 2.).

- Heavy Duty čitači koji su dizajnirani tako da su veoma otporni na spoljne uticaje kao što su ekstremne temperature, vlažnost ili vibracije. Koriste se za preciziranje lokacije voza koje se prosleđuju računaru u vozu.
- Čitači na kolosecima su specijalno dizajnirani da izdrže teške radne uslove jer se direktno montiraju na pragove koloseka.
- Ručni čitač koji se koristi u sektorima za održavanje i kontrolu ispravnosti vozila i služi za identifikaciju vozila.
- Aplikacioni softver—za obradu prikupljenih podataka.



Slika 2. RFID čitači pored koloseka

RFID sistem se uspešno primenjuje na železnici u funkciji kontrole kretanja vozova i utvrđivanja njegove lokacije u svakom trenutku što je izuzetno važno s aspekta efikasnosti i bezbednosti pravoza [2].

2.4. Savremeni sistemi za zaštitu pružnih prelaza

Pružni prelazi predstavljaju kritične tačke za železnički i drumski saobraćaj, pa je oduvek postojala potreba za ugradnjom uređaja koji će obezbediti što veću zaštitu i bezbednost saobraćaja. Otkrivanje prepreka na pružnim prelazima predstavlja rešenje za smanjenje grešaka i smanjenje broja nastradalih u ovakvim vrstama saobraćajne nezgode. Detekcija vozila, pešaka ili drugih prepreka na pružnom prelazu zahteva upotrebu raznih vrsta detektora tako da postoji veliki broj konvencionalnih tehnologija koje se koriste (optički ili zvučni senzori, induktivne petlje itd.).

Savremene tehnologije za kontrolu kretanja vozova koje su zasnovane na informacionim sistemima, radio prenosu i satelitskoj navigaciji utiču na menjanje postojećih sistema na pružnim prelazima kako bi se povećala bezbednost i pouzdanost.

Povećanje nivoa bezbednosti u savremenim sistemima izaziva i povećanje troškova, što usporava njihov razvoj. Ipak, u ekonomsko razvijenim zemljama, inteligentni sistemi bazirani na radio prenosu ili video nadzoru se uspešno primenjuju na pružnim prelazima i obezbeđuju mnogo veću efikasnost u radu [3].

3. EVROPSKI SISTEM ZA UPRAVLJANJE ŽELEZNIČKIM SAOBRAĆAJEM – ERTMS

ERTMS sistem (eng. European Rail Traffic Management System) je unifikovan standard za železničku signalizaciju i telekomunikacije. Razvijen je sa ciljem da eliminiše razlike između postojećih evropskih železničkih sistema i stvari jedinstveni sistem koji bi povećao efikasnost i bezbednost železničkog saobraćaja. ERTMS sistem

se uspešno primenjuje u raznim evropskim zemljama i polako preuzima vodeću ulogu u kontroli železničkog saobraćaja Evrope.

3.1. Osnovni elementi ERTMS sistema

Osnovne komponente ERTMS -a su:

- ETCS (eng. European Train Control System) – Evropski železnički kontrolni sistem, i
- GSM-R (eng. Global System for Mobile communication - Rail) – Globalni sistem za mobilnu komunikaciju na železnici.

ETCS predstavlja signalni, kontrolni i zaštitni sistem na železnici, konstruisan da zameni nekompatibilne sisteme koji se trenutno koriste širom Evrope. Praćenje, snimanje i analiza podataka u realnom vremenu omogućava preciziranje lokacije voza u svakom trenutku, kontrolu njegove brzine i puta kočenja, kao i integritet celokupnog železničkog sistema.

Osnovne komponente ETCS sistema su :

- Pružna elektronska jedinica (eng. Lineside Electronic Unit - LEU) – označava široku familiju uređaja koji spajaju eurobalize i europetlje sa daljom fiksnom signalizacijom..
- Eurobaliza (baliza)- predstavlja uređaj postavljen između šina na pruži kao deo automatske zaštite voza koji daje informacije o tačnoj poziciji voza na pruži (Slika 3.).



Slika 3. Eurobaliza

- Kompjuter u vozu ili kabinska signalizacija (eng. on-board computer) obuhvata opremu koju čine: jezgro koje se često naziva EVC (European Vital Computer), interfejs mašinovođe, GSM-R primopredajnik, JRU (snimanje podataka za pravne svrhe) i oprema za eurobalize i europetlje.
- Europetlja (Euroloop) – predstavlja delimično kontinualan sistem prenosa podataka koji se bazira na zračućem kablju položenom po nožici šine, koji takođe šalje informaciju vozu nakon indukovanja magnetnog polja voza

U ETCS sistemu neophodna je kooperacija između ETCS opreme na pruži i kompjutera u vozu. Ovakav nivo operacija koji definiše vezu pruga-voz i korišćenje njihove opreme naziva se ETCS aplikacioni nivo. Postoje sledeći nivoi ETCS -a:

- ETCS nivo 0 – predstavlja železničke sisteme gde voz opremljen ETCS opremom saobraća na pruži koja nije opremljena ETCS -om, ili sisteme gde nije dozvoljena primena ETCS -a;
- ETCS nivo STM – predstavlja železničke sisteme gde voz opremljen ETCS -om saobraća na pruži bez ETCS opreme, ali je komunikacija pruga – voz ostvarena preko STM interfejsa;

- ETCS nivo 1 – predstavlja železnički sistem gde voz opremljen ETCS opremom funkcioniše na pruži sa balizama, europetljom ili euroradiom;
- ETCS nivo 2 – predstavlja železnički sistem gde voz opremljen ETCS opremom saobraća na pruži pod kontrolom RBC-a pomoću GSM-R komunikacije i koja je opremljena eurobalizama;
- ETCS nivo 3 – predstavlja železnički sistem koji je u interoperabilnom smislu sličan ETCS nivou 2, ali sa određivanjem lokacije voza i aplikacije integriteta voza na osnovu informacija dobijenih iz voza (Slika 4.).



Slika 4. ETCS nivo 3

GSM - R standard za mobilnu komunikaciju predstavlja skok u digitalnom pogledu, a jednako je važan i za saradnju između železničkih kompanija. Osnovni elementi GSM-R sistema su kontrolni centar i bazne stanice duž pruge. Ostala prateća oprema GSM-R sistema obuhvata primopredajnike u samim vozovima, interfejsa za mašinovođe, prenosive jedinice slične mobilnim telefonima, dispečerske terminale i centrale[4].

3.2. Prednosti ERTMS sistema u odnosu na naš postojeći sistem

S obzirom da ERTMS sistem predstavlja inteligentan transportni sistem u kome su vozovi vođeni duž pruge sa visokom bezbednošću i sigurnošću saobraćaja, gde primenom radio prenosa, kao i zbog velikih brzina nije potrebna signalizacija duž pruge, njegova prednost nad našim postojećim sistemom i tehnologijom regulisanja saobraćaja je izrazito velika.

Za razliku od zemalja u kojima se primenjuje ERTMS sistem, železnička infrastruktura u Srbiji je nerazvijena, neadekvatna i u veoma lošem stanju, a pritom su i saobraćajna sredstva vremenski i tehnološki zastarela. Za regulisanje saobraćaja se primenjuju organizacije saobraćaja vozova u staničnom i blokovnom razmaku koje su u velikom zostatku u odnosu na ERTMS sistem.

ERTMS sistem omogućava povećanje propusne moći pruge jer vozovi saobraćaju na dužini zaustavnog puta. Isto tako, u najnaprednijem nivou ovaj sistem ne zahteva signalizaciju, tako da su smanjeni troškovi njene ugradnje i održavanja. ERTMS se najmanje moguće oslanja na ljudski faktor, tako da regulisanje kratanja vozova preuzima aplikativni softver velike pouzdanosti čime je mogućnost greške svedena na minimum.

3.3. Troškovi ugradnje ETCS nivoa 2

ETCS sistem se sastoji iz dva dela: opreme na pruži i opreme u vozu. Ugradnja ETCS -a veoma često uključuje kompletno renoviranje železničkih pruga. Iz tog razloga je

30.000-300.000 €/km. Troškovi opreme voza zbog ovakvih složenih funkcija za novu opremu iznose oko 100.000 €. Ovi troškovi zavise i od same vrste vozila ako je potrebno postojeća vozila prilagoditi novom sistemu [6].

Tabela 1. Ukupni troškovi instaliranja ETCS nivoa 2 [6]

Procenjeni troškovi instaliranja ETCS nivoa 2	
jedinični troškovi ugradnje eurobaliza	8.000 (€/km pruge)
jedinični troškovi ugradnje RBC	23.000(€/km pruge)
jedinični troškovi ugradnje baznih stanica	35.000(€/km pruge)
jedinični troškovi ugradnje sistema podrške	120.000(€/km pruge)
jedinični troškovi ugradnje konvencionalnog sistema za zaštitu pružnog odseka	700.000 (€/km pruge)
Ukupno	886.000 (€/km pruge)
troškovi ugradnje GSM-R centra	16.000.000 €

Ukupni troškovi instaliranja ETCS nivoa 2 predstavljaju zbir troškova ugradnje eurobaliza, RBC-a, GSM-R centra i baznih stanica, sistema podrške i postojećeg konvencionalnog sistema za zaštitu pružnih odseka i prikazani su u Tabeli 1.

4. LOGISTIČKI ASPEKT MODERNIZACIJE ŽELEZNICE SRBIJE

Železnica Srbije imaju značajno mesto u evropskom tranzitnom železničkom saobraćaju, a magistralne pruge Srbije uključene su u mrežu najvažnijih međunarodnih železničkih pravaca. Zbog loše privredne i ekonomske situacije došlo je do opadanja transportne tražnje u unutrašnjem saobraćaju, što je imalo za posledicu drastičan pad obima transportnih usluga, a samim tim i kvaliteta pružanja usluga.

Najnovija investicija koja bi popravila postojeće stanje i poboljšala primenu železničkog saobraćaja je izgradnja nove pruge Beograd – Budimpešta. Izgradnja ove brze pruge bi bila korisna za Srbiju, Mađarsku, ali i za ceo region jer bi ubrzala i putnički i teretni saobraćaj ka centralnoj i zapadnoj Evropi. Železnički saobraćaj bi ovom modernizacijom zauzeo mesto na tržištu koje mu pripada u prevozu koncentrovanog masovnog i jeftinijeg prevoza robe, a isto tako bi imao veći udeo i u prevozu putnika zbog udobnosti i cene prevoza i veće brzine kretanja vozova. Primenom novih ili modernizovanih sredstava povećava se brzina prevoza, ali i iskorišćenost raspoloživih kapaciteta što će se odraziti i na veće ekonomske koristi.

U poslednjih nekoliko decenija u razvijenim zemljama u ekspanziji je primena logističkih principa u svim sferama saobraćaja, pri čemu dolazi do stvaranja i primene kombinovanog (intermodalnog) transporta kao pouzdanog i efikasnog sistema novih tehnologija transporta. Razvoj brze pruge u Srbiji omogućio bi pravilnu raspodelu transportnog rada među vidovima saobraćaja, i iskorišćavanje prednosti svakog od njih.

Železnicu karakteriše masovan prevoz konkretovanog tereta na veća rastojanja, niža cena, ušteda energije, kao i zalaganje za zaštitu životne sredine, a nasuprot tome drumski saobraćaj karakteriše prevoz „od vrata do vrata“. Njihova kombinacija na ovim prostorima može adekvatno odgovoriti na sve intenzivnije i izoštrijenije zahteve svetskog tržišta.

5. ZAKLJUČAK

Razvoj i primena informacionih tehnologija stvara nove mogućnosti za racionalno, ekonomično i bezbedno odvijanje železničkog saobraćaja. Inteligentni transportni sistemi predstavljaju hardver za visoku automatizaciju sistema informisanja i komunikacije koji pored statičkih daje i dinamičke informacije i obezbeđuje visok nivo bezbednosti i koordinirano kretanje vozova.

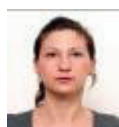
ERTMS sistem postaje vodeći lider organizacije železničkog saobraćaja u Evropi. Jedinstvenost železničke tehnologije i organizacije koju propagira ovaj sistem doprineće boljoj konkurentskoj poziciji železničkog saobraćaja u odnosu na ostale vidove saobraćaja. Bezbednost i pouzdanost prevoza, velike brzine, niže cene, smanjenje troškova održavanja su glavni aduti, a s obzirom da se neprestano radi na unapređenju i projektima, dalje inovacije tek predstoje.

Međutim, primena savremenih informacionih tehnologija u našoj zemlji stvara probleme koji se vezuju za ekonomski faktor. Materijalne mogućnosti društva i korisnika saobraćajnih usluga predstavljau limit potpune primene naučnih i tehničkih dostignuća. Postepeno uvođenje novina, počev od infrastrukture pa do edukacije i privikavanja korisnika na savremene tehnologije, analiza i primena iskustava drugih zemalja moraju biti elementarni cilj Železnica Srbije zarad praćenja modernih tokova razvitka saobraćaj.

6. LITERATURA

- [1] B. Stadlmann, S. Mairhofer, G. Hanis, Field Experience with GPS based Train Control System, Braunschweig, 2010.
- [2] <http://www.tagmaterna.com> (poslednji put pristupljeno 01.12.2014.)
- [3] Oorni R., Reliability of an in-vehicle warning system for railway level crossings a user-oriented analysis, IET Intelligent Transport Systems, Espoo, 2014.
- [4] Leveque O., ETCS Implementation Handbook, Paris, 2008.
- [5] <http://www.uic.org/> (poslednji put pristupljeno 01.12.2014.)
- [6] Elia M.M., Impementation ETCS level 2, UIC ERTMS Conference, Leipzig, 2003.

Kratka biografija:



Milena Videnović rođena je u Zaječaru 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Primena informacionih tehnologija na železnici odbranila je 2015.

JAVNA POŠTANSKA MREŽA NA PODRUČJU GRADA NOVOG SADA**PUBLIC POSTAL NETWORK IN CITY NOVI SAD***Zorana Jović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast –SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Predmet rada jeste javna poštanska mreža i organizacija mreže u gradovima. Cilj ovog rada je da se na primeru organizacije javne poštanske mreže u Novom Sadu daju smernice za organizaciju mreže u urbanim gradskim područjima, za gradove iznad 20000 stanovnika.

Abstract – Subject of the work is public postal network and networks organisation in cities. The aim of this work is to the example of the organisation of the public postal network provide guidelines for the organisation of the network in urban city areas for cities above 20000 citizens.

Ključne reči: poštanska mreža, organizacija poštanske mreže, univerzalna poštanska usluga, lokacijski problem maksimalnog pokrivanja (MCLP)

1. UVOD

U skladu sa zahtevima tržišta poštanskih usluga i posebnih zahteva korisnika potrebno je pristupiti novom načinu organizovanja poštanske mreže u urbanom i ruralnom području, vodeći računa da javna poštanska mreža bude dostupna svim korisnicima usluga.

Bitno za poštu zbog specifičnosti u pružanju usluga je njena dostupnost, pristup korisnika tradicionalnom opsluživanju usluga kao i lokacijski pogodna mesta za postavljanje jedinice poštanske mreže. Starost i veličina preduzeća, kakva su poštanska preduzeća, utiču na organizacionu strukturu u smislu da poštanska preduzeća imaju izražene formalizovane postupke i zahtevaju pretežno klasičnu strukturu i neguju više otpora prema promenama.

Organizaciju preduzeća, prati i organizacija poštanske mreže, posebno javne mreže, koja se koristi za pružanje univerzalnih poštanskih usluga.

U organizaciji javne poštanske mreže, bitan faktor je opseg usluge koju mreža pruža korisnicima na celokupnoj teritoriji jedne zemlje. U Tabeli 1. dati su primeri opsega univerzalne usluge.

Postoje znatne razlike u opsezima univerzalne usluge, u smislu da neke zemlje kao univerzalnu uslugu posmatraju prenos direktne pošte (Španija), dok kod drugih ta usluga nije u domenu univerzalne usluge. Ovakav pristup znatno utiče na troškove i organizaciju javne poštanske mreže.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Šarac, docent.

Tabela 1. Organizacija jedinice poštanske mreže u okolnim zemljama

	Opseg u poštanskim uslugama
Francuska	Univerzalna poštanska usluga mora pokriti pružanje domaće i prekogranične poštanske usluge za sledeće: • Predmeti mase do 2 kg, • Novine i časopisi mase do 2 kg • Katalozi i drugi štampani materijal težine do 2 kg • Poštanske pošiljke mase do 20 kg, • Osigurana predmeti u vrednosti ispod limita utvrđenog
Italija	• Pismo mase do 2 kg uključujući i osiguranu i registrovanu poštu mase do 20 kg, • Izborne predmete i • Predmete u vezi sa sudskom i administrativnom procedurom.
Španija	• Pismo mase do 2 kg uključujući registrovanu i osiguranu poštu • Direct mail i novine, knjige, časopisi i katalozi.

2. ORGANIZACIJA JAVNE POŠTANSKE MREŽE U REPUBLICI SRBIJI

JP Pošta Srbije pruža sledeće usluge korisnicima:

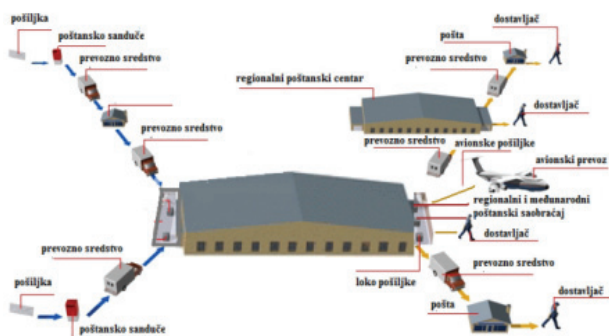
- prijem, prevoz i isporuka domaćih i međunarodnih pisanih saopštenja, robe i novca,
- prijem i uručenje hitnih saopštenja,
- promet i distribucija poštanskih maraka i vrednosnica i prodaja maraka u filatelističke svrhe,
- poslovi platnog prometa i isplate po žiro i tekućim račuima, štednim ulozima i poštanskim i telegrafskim uplatnicama,
- poštansko štedna služba (dinarska i devizna),
- menjački poslovi,
- drugi poslovi u funkciji poštanskog saobraćaja, utvrđeni osnivačkim aktom i Statutom.

Organizacija javne poštanske mreže poverena je JP Pošta Srbije. Organizaciona jedinica koja se bavi ovim poslovima je Direkcija za poštansku mrežu.

O otvaranju novih i zatvaranju postojećih pošta, kao i o radnom vremenu pošta brine JP Pošta Srbije i Republička agencija za poštanske usluge.

3. UNIVERZALNA POŠTANSKA USLUGA I ORGANIZACIJA JAVNE POŠTANSKE MREŽE

Javna poštanska mreža koristi se za prijem i prikupljanje poštanskih pošiljaka, obuhvaćenih univerzalnom poštanskom uslugom iz pristupnih tačaka sa cele teritorije; usmeravanja i rukovanja prikupljenim poštanskim pošiljkama od pristupnih tačaka do preradnih centara i do dostavnih pošta; dostavu pošiljaka na označene adrese (Slika1.).



Slika 1. Javna poštanska mreža

Član 11a poštanske direktive u 2008. godine obavezuje države članice EU da osiguraju transparentne, nediskriminirajuće uslove pristupa i dostupnost usluga koje se pružaju u okviru univerzalne poštanske usluge. Bez obzira na napore koji se ulažu u ovom pravcu, ne postoji univerzalna metoda za definisanje vrednosti kriterijuma za pristup ulugama.

Republička agencija za poštanske usluge propisala je standarde kvaliteta za obavljanje univerzalne poštanske usluge i donela je Pravilnik o uslovima za obavljanje univerzalne poštanske usluge.

4. PRIMENA LOKACIJSKIH PROBLEMA MAKSIMALNOG POKRIVANJA KORISNIKA

Uočeni problemi organizacije jedinice poštanske mreže na području grada Novog Sada odnose se na dostupnost poštanskih jedinica odnosno na kriterijume pokrivenosti jedinica poštanske mreže u gradu Novom Sadu.

Grad Novi Sad iz dana u dan sve više se razvija, gradi i proširuje svoju teritoriju i samim tim izložen je i većem prilivu stanovnika. Tako da pojedini delovi grada Novog Sada ne poseduju jedinicu poštanske mreže na svom području već korisnici su prinuđeni da idu u jedinice poštanske mreže koje su im najbliže.

Kriterijum za planiranje lokacije poštanskih jedinica je prostorni koji se odnosi na broj i raspored poštanskih jedinica u skladu sa brojem stanovnika, odnosno domaćinstava i međusobnim rastojanjem poštanskih jedinica.

Lokacijski problem koji ima najviše smisla primeniti za određivanje broja i rasporeda poštanskih jedinica jeste Lokacijski problem maksimalnog pokrivanja (MCLP-maximal covering location problem). Cilj je odrediti unapred zadati broj lokacija – čvorova na mreži tako da se pokrije što veći broj korisnika.

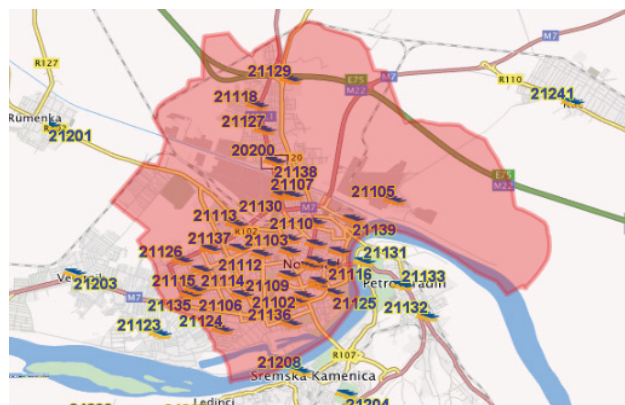
Ovaj lokacijski problem može biti vrlo koristan u procesu analize postojećeg broja i rasporeda poštanskih jedinica i njihove dostupnosti korisnicima, merene kroz ukupnu pokrivenost korisničke tražnje, ali i u postupku određivanja novih lokacija.

5. JAVNA POŠTANSKA MREŽA NA PODRUČJU GRADA NOVOG SADA – TREKUTNO STANJE

Prema popisu stanovništva iz 2011. godine, na području Grada Novog Sada živelo je 299.294 stanovnika. Uže gradsko jezgro Novog Sada (bez Petrovaradina i Sremske Kamenice) ima 191.405 stanovnika, dok zajedno sa ovim naseljima, broj stanovnika u urbanom delu Novog Sada 216.583 stanovnika.

Radnu jedinicu poštanskog saobraćaja „Novi Sad“ čini 118 poštanskih jedinica. Od kojih 46 poštanskih jedinica se nalazi na području gradske zajednice Novog Sada, 7 poštanskih jedinica na teritoriji Petrovaradina, 1 poštanska jedinica u Sremskim Karlovcima, 5 poštanskih jedinica na teritoriji Temerina, 6 poštanskih jedinica na teritoriji Titela, 6 poštanskih jedinica na teritoriji Bača, 16 poštanskih jedinica na teritoriji Bačke Palanke, 4 poštanske jedinice na teritoriji Bačkog Petrovca, 6 poštanskih jedinica na teritoriji Bečeja, 6 poštanskih jedinica na teritoriji Beočina, 3 poštanske jedinice na teritoriji Srbobrana, 8 poštanskih jedinica na teritoriji Vrbasa i 4 poštanske jedinice na teritoriji Žabalja.

Područje grada Novog Sada ima 29 poštanskih jedinica čiji je raspored po delovima grada predstavljen na Slici 2.



Slika 2. Raspored JP mreže na području grada Novog Sada

Parametar na osnovu koga se određuje pokrivenost korisničke tražnje je vremenski interval koji je potreban da korisnik dođe do najbliže poštanske jedinice – „minutna zona“. Nekadašnji prostorni kriterijum za gradove poput Novog Sada bio je „dvanaestominutna zona“ i kao takav je iskorišćen i u ovom radu. Usvojeno je da je prosečna brzina pešačenja 5 km/h, što implicira da radijus pokrivanja u MCLP-u iznosi $R=1$ km.

U ovom radu nije korišćena GIS platforma za dobijanje podataka o raspodeli stanovnika i putnoj mreži na teritoriji grada Novog Sada, imajući u vidu da su usluge Pošte bazirane na GIS-u komercijalne. Oni su, za potrebe analize koju ovaj rad pokriva procenjeni postupkom koji je objašnjen u nastavku.

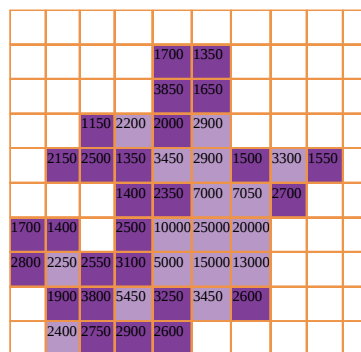
Teritorija je podeljena na određen broj zona. Određene su zone 1000x1000 metara koje su po proceni, u funkciji prikazivanja željene metodologije, „prava mera“ za dolaženje do potrebnih podataka. Dobijena je „rešetka“ površine 5x5 km. Zone koje nisu naseljene na Slici 3. su obeležene belom bojom i njih ima 56. Ustanovljene su na osnovu Plana namene prostora iz Generalnog urbanističkog plana Novog Sada preuzetog od Direkcije za urbanizam i izgradnju JP Novi Sad.

Za sve zone utvrđen je broj stanovnika prebrojavanjem. Prebrojavanje je vršeno na osnovu, ukrštanja podataka o veličini zone i gustini naseljenosti. Ukupan broj „prebrojanih“ stanovnika na užem području grada Novog Sada iznosi 191.400. Na Slici 3. naseljene zone su obeležene ljubičastom bojom i za svaku je dat broj stanovnika. Zone u kojima se nalaze postojeće lokacije poštanskih jedinica obeležene su svetlo ljubičastom bojom.

Sve zone aproksimirane su tačkom, koja će se nalaziti u preseku dijagonala određenog kvadrata. Ova tačka predstavlja čvor korisničke tražnje.

Postojeće pošte postavljene su na tačne lokacije u svojim zonama, kako bi izračunavanje pokrivenosti korisničke tražnje bilo što realnije,

Formirana je matrica rastojanja između svih parova čvorova (čvorova korisničke tražnje i čvorova u kojima se nalaze poštanske jedinice). Matrica rastojanja je formirana merenjem rastojanja između svaka dva čvora u Google Earth-u, putanjama kojima idu pešaci. Najpre je ucrtan svaki čvor na mapi tačnim određivanjem longitude i latitute. Putanje su merene kroz šemu onih ulica kojima bi pešaci inače hodali. Zbog velikog obima matrice, ona ovde neće biti predstavljena.



Slika 3. Gradske zone sa brojem stanovnika

Uzimajući u obzir usvojene parametre i rešavajući MCLP, izračunata je ukupna pokrivena korisnička tražnja za postojećih 29 lokacija poštanskih jedinica. Takođe, očigledno je veliko „preklapanje“ oblasti pokrivanja korisničke tražnje. To je posledica rastojanja između poštanskih jedinica, u šta se uvid može steći iz Tabele 2.

Tabela 2. Matrica rastojanja između poštanskih jedinica

	101	102	103	104	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	120	121	122	123	124	125	126	128	130	135	136	137	139	140
101		1180	1070	660	2240	2140	830	720	1360	840	1320	2470	3220	3220	826	762	585	820	209	4910	328	1280	3750	883	2290	3470	1890	3010	1840	1930
102	1180		1950	1850	1600	3150	1520	897	2530	1930	1630	2940	2870	2950	1430	1620	922	756	1420	4080	2380	1140	3590	226	3280	3060	820	3080	2960	2340
103	1070	1950		762	2140	1280	1740	1140	955	1610	900	1540	2700	3020	1650	384	1530	1810	936	4740	3420	2290	3180	178	1330	3310	2710	2360	1980	1400
104	660	1850	762		2600	1540	1050	1170	680	764	1520	2390	3450	3720	800	721	1160	1400	478	5370	3800	1650	3970	1560	1740	3980	2590	3250	1320	2230
106	2240	1600	2140	2600		3430	2850	1540	3150	3110	1290	2220	1410	1280	2870	1960	2240	2310	2330	2770	1270	2660	2100	1820	3250	1470	1680	1720	3970	1380
107	2140	3150	1280	1540	3430		2470	2320	692	1930	2000	2070	3610	4040	2340	1700	2540	2810	1840	5920	4650	3300	4130	2900	593	4340	3900	3070	1530	2330
108	830	1520	1740	1050	2850	2470		1590	174	664	1970	3310	3960	3920	105	1570	651	811	855	5520	3890	792	4550	1310	2910	3990	2120	3910	1730	2740
109	720	897	1140	1170	1540	2320	1590		1720	1680	795	2160	2670	2480	1310	704	809	937	860	4120	2530	1700	3190	717	2390	2550	1570	2430	2590	1500
110	1360	2530	955	680	3150	692	1740	1720		1130	1760	2260	3700	3850	1510	1190	1790	2100	1180	5770	4310	2490	4190	2250	1180	4180	3220	3290	984	2210
111	840	1930	1610	764	3110	1930	664	1680	1130		2000	3030	4060	4050	466	1410	1130	1400	734	5850	4240	1440	4580	1800	2390	4200	2650	3700	1120	2660
112	1320	1630	900	1520	1290	2000	1970	795	1760	2000		1560	2130	2340	1860	570	1480	1720	1180	4000	2640	2430	2590	1350	1960	2370	1980	1900	2680	645
113	2470	2940	1540	2390	2220	2070	3310	2160	2260	3030	1560		1720	2310	2370	1710	2880	3140	2480	4020	3220	3920	2070	2850	1550	2530	3500	1010	3210	1010
114	3220	2870	2700	3450	1410	3610	3960	2670	3700	4060	2130	1720		712	3950	2550	3390	3400	3350	2340	1860	4090	597	3020	3420	951	3090	683	4770	1480
115	3220	2950	3020	3720	1280	4040	3920	2480	3850	4050	2340	2310	712		4050	2850	3350	3340	3370	1860	1170	3980	1200	2720	3810	207	2670	1340	4950	1810
116	826	1430	1650	800	2870	2340	105	1310	1510	466	1860	2370	3950	4050		1560	888	953	719	5680	3950	847	4510	1380	2730	4040	2290	3780	1580	2650
117	762	1620	384	721	1960	1700	1570	704	1190	1410	5770	1710	2550	2850	1560		1260	1550	870	4570	3120	2170	3090	1420	1740	2930	2320	2340	2000	1280
120	585	922	1530	1160	2240	2540	651	809	1790	1130	1480	2880	3390	3350	888	1260		313	608	4920	3230	952	4100	522	2900	3410	1470	3320	2190	2290
121	820	756	1810	1400	2310	2810	811	937	2100	1400	1720	3140	3400	3340	953	1550	313		938	4770	3040	671	4090	393	3150	3440	1410	3470	2390	2340
122	209	1420	936	478	2330	1840	855	860	1180	734	1180	2480	3350	3370	719	870	608	938		5040	3450	1390	3800	1150	2180	3500	2130	3080	1660	1950
123	4910	4080	4740	5370	2700	5920	5520	4120	5770	5850	4000	4020	2340	1860	5680	4570	4920	4770	5040		1870	5490	2320	4220	5580	1570	3790	2940	6640	3480
124	328	2380	3420	3800	1270	4650	3890	2530	4310	4240	2640	3220	1860	1170	3950	3120	3230	3040	3450	1870		3440	2540	2490	4540	1220	2100	2590	5160	2540
125	1280	1140	2290	1650	2660	3300	792	1700	2490	1440	2430	3920	4090	3980	847	2170	952	671	1390	5490	3440		4900	1130	3550	4030	1810	4060	2420	3170
126	3750	3590	3180	3970	2100	4130	4550	3190	4190	4580	2590	2070	597	1200	4510	3090	4100	4090	3800	2320	2540	4900		3610	3460	1270	3650	830	5090	1970
128	883	226	178	1560	1820	2900	1310	717	2250	1800	1350	2850	3020	2720	1380	1420	522	393	1150	42220	2490	1130	3610		3110	3090	958	3100	2720	2170
130	2290	3280	1330	1740	3250	593	2910	2390	1180	2390	1960	1550	3420	3910	2730	1740	2900	3150	2180	5580	4540	3550	3460	3110		3990	3980	2760	2230	2140
135	3470	3060	3310	3980	1470	4340	3990	2550	4180	4200	2370	2530	951	207	4040	2930	3410	3440	3500	1570	1220	4030	1270	3090	3990		2680	1570	5070	2100
136	1890	820	2710	2590	1680	3900	2120	1570	3220	2650	1980	3500	3090	2670	2290	2320	1470	1410	2130	3790	2100	1810	3650	958	3980	2680		3240	3710	2510
137	3010	3080	2360	3250	1720	3070	3910	2430	3290	3700	1900	1010	683	1340	3780	2340	3320	3470	3080	2940	2590	4060	830	3100	2760	1570	3240		4340	1080
139	1840	2960	1980	1320	3970	1530	1730	2590	984	1120	2680	3210	4770	4950	1580	2000	2190	2390	1660	6640	5160	2420	5090	2720	2230	5070	3710	4340		3190
140	1930	2340	1400	2230	1380	2330	2740	1500	2210	2660	645	1010	1480	1810	2650	1280	2290	2340	1950	3480	2540	3170	1970	2170	2140	2100	2510	1080		

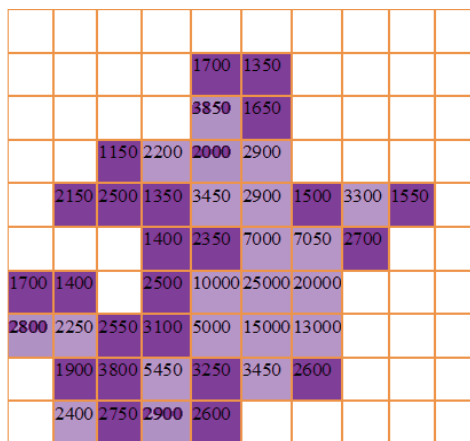
7. PRIMENA MCLP NA PRIMERU JAVNE POŠTANSKE MREŽE U NOVOM SADU

Primenom MCLP metode predstavljeno je kolika je pokrivenost korisnika poštanskih usluga i kakav je raspored jedinica poštanske mreže na području grada Novog Sada. Trenutna pokrivenost korisnika poštanskih usluga raspodelom postojećih jedinica poštanske mreže na području grada Novog Sada je 68%. Od 44 naseljenih zona prikazanih na Slici 3. zone koje su obeležene ljubičastom bojom su naseljene. Zone u kojima se nalaze postojeće lokacije poštanskih jedinica obeležene su svetlo ljubičastom bojom.

Zbog neravnomernog rasporeda jedinica poštanske mreže pojedini delovi grada nisu dovoljno pokriveni poštanskom mrežom, a dok u drugim delovima grada ima više poštanskih jedinica nego što je potrebno.

Radi rešavanja ovog problema, postavljeni su kriterijumi i ograničenja. Ograničenje je bilo da se dostavnim poštama ne može menjati postojeća lokacija. Kriterijumi za promenu lokacije bili su prihod, troškovi, red pošte i rastojanje do najbliže poštanske jedinice.

Na osnovu ovih kriterijuma i ograničenja, utvrđeno je da neke od poštanskih jedinica gube na značaju za javnu poštansku mrežu, i to: 21115 Novi Sad, 21116 Novi Sad, 21126 Novi Sad i 21128 Novi Sad. Pošte 21115 Novi Sad i 21126 Novi Sad pripadaju poštama V reda, a pošte 21116 Novi Sad i 21128 Novi Sad pripadaju IV redu. Pomeranjem navedenih poštanskih jedinica na područje Adice i Detelinara pokrivenost korisnika poštanskih usluga iznosila bi 74%. Realizovani plan pomeranja jedinica poštanske mreže je prikazan na Slici 4.



Slika 4. Rešenje problema

8. ZAKLJUČAK

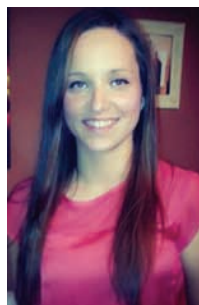
Kapacitet javne poštanske mreže je strateška prednost zemlje, jer omogućava pristup univerzalnom servisu na unutrašnjem tržištu. Održavanje javne poštanske mreže, povereno je poštanskom operateru, ali su mu data i ograničenja u pogledu maksimalnog broja i rasporeda stalnih pošta, na celokupnoj teritoriji grada Novog Sada.

U ovom radu ideja je bila da se analizira poštanska mreža, u kontekstu broja i rasporeda poštanskih jedinica, koja je uvek aktuelna tema zbog uloge Pošte u društvu i tradicionalnih navika samih korisnika radi opsluživanja poštanskih usluga i smanjenja troškova poslovanja kao i smanjena vremena čekanja korisnika u jedinicama poštanske mreže na području grada Novog Sada.

9. LITERATURA

1. Šarac D., Atanasković P., Unterberger M., Sinergija resursa i javna poštanska mreža, XXIX simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, zbirka radova PosTel 2011, str. 136 – 146, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2011. Beograd
2. Dimitrijević B., Nikolić M., Jedan pristup lociranju poštanskih jedinica na primeru područja grada Kruševca, HHH simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, zbirka radova PosTel 2012, str. 60 – 67, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, 2012. Beograd
3. Kujačić M., Osnove poštanskog saobraćaja, FTN izdavaštvo, 2009. Novi Sad
4. Kujačić M., Nove tehnologije i usluge u poštanskom saobraćaju, FTN izdavaštvo, 2012. Novi Sad
5. Šarac D., Kopic M., Jovanović B., Kujačić M., Određivanje minimalnog broja čvorova u javnoj poštanskoj mreži – studija slučaja za gradove preko 20000 stanovnika, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad
6. Zakon o poštanskim uslugama, Službeni glasnik RS, 2005.
7. Strategija razvoja poštanskih usluga u Srbiji za period 2013- 2016. godine
8. Simidevid A., Lokacijski problemi na mrežama, diplomski rad
9. <http://www.posta.rs/>
10. <http://www.posta.rs/struktura/lat/onama/postanski-recnik.asp>

Kratka biografija:



Zorana Jović rođena je 08.09.1989. godine u Zvorniku. Bila je učenik gimnazije „Petar Kočić“ u Zvorniku. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2012. godine (osnovne akademske studije) na smeru Saobraćaj, Poštanski saobraćaj i telekomunikacije gde je završila i diplomatske – master studije.

ANALIZA UPRAVLJANJA U PREDUZEĆU „IGM Stražilovo“ KAO DEO NEXE GRUPE SA PREDLOGOM MERA ZA POBOLJŠANJE POSLOVANJA SEKTORA TRANSPORT**MANAGMENT ANALYSIS FOR COMANY „IGM Strazilovo“ AS PART OF NEXE GROUP WITH A PROPOSALS FOR IMPROVING OF TRANSPORT SECTOR**

Nikola Adamović, Milica Miličić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je obrađen rad menadžmenta preduzeća “IGM stražilovo” koje se nalazi u sastavu NEXE Grupe i zajedno sa ostalim preduzećima koja se nalaze u sastavu iste funkcijonišu kao jedinstven i usklađen sistem. Nakon menadžmenta preduzeća obrađen je vozni park u svom punom sastavu, na osnovu čega su ustanovljene osnovne karakteristike istog. Nakon dolaska do zaključka da se u sastavu voznog parka nalaze pretežno radne i mašine koje pomažu proces proizvodnje, data su dva predloga za nabavku teretnog vozila koje bi služilo za pružanje usluge transporta gotovih proizvoda od preduzeća do kupca. Za svaki od predloga izvršen je proračun potencijalnih troškova i prihoda prilikom eksploatacije vozila na osnovu prethodno postavljenih ograničavajućih faktora.

Abstract – The paper describes the work of the management of “IGM Stražilovo” which is a part of NEXE Group and together with other companies function as a unified and harmonized system. After work of management the analysis of the fleet is given in its full composition, based on which they established the basic characteristics of the same. After coming to the conclusion that the composition of the fleet are mostly labor and machines that help the process of production, given the two proposals for procurement of freight vehicles that would serve to provide transport services for transportation of finished products from company to the customer. For each of the proposals made calculation of potential costs and income during the operation of vehicles which is based on the pre-set limiting factors.

Ključne reči: *Preduzeće, upravljanje, vozni park, teretno vozilo*

1. UVOD

Savremeno privredno preduzeće sa svojom složenom strukturom predstavlja rezultat razvoja društvenih proizvodnih snaga i društvenih odnosa u proizvodnji. Uporedo sa organizacijom procesa rada na individualnom planu, pojava podele rada u procesima proizvodnje upotrebnih vrednosti imala je za nužnu posledicu i jedan novi kvalitet u organizovanju elemenata proizvodnje, jedan nov organizacioni princip, princip koordinacije. Pojava funkcija i pojava koordinacije čine suštinu

organizacije na kolektivnom nivou. Poslovanje preduzeća dobija svoju ekonomsku ocenu u svom rezultatu, te se samostalnost preduzeća u tom poslovanju kreće u onim granicama u kojima ekonomski zakoni obezbeđuju zadovoljavajući ekonomski rezultat. Svi odnosi koji se, poslovanjem preduzeća, uspostavljaju u preduzeću, u njegovoj strukturi i izvan preduzeća, u društvenoj strukturi, organizovani su na određen način. Organizacija je forma u kojoj se ti odnosi uspostavljaju i rešavaju. Unutrašnja organizacija preduzeća je forma u kojoj se obavlja proces rada koji predstavlja sadržinu poslovanja preduzeća i u kojoj se donose odluke o ekonomskom rezultatu poslovanja. Unutrašnja organizacija preduzeća obuhvata organizovanje radnog kolektiva i svih odnosa u njemu, organizovanje sredstava i organizovanje procesa rada u kojima se radna snaga primenjuje na sredstva.

2. NEXE GRUPA

NEXE Grupa predstavlja poslovni sistem od 26 preduzeća organizovanih u tri regije: Hrvatska, Bosna i Hercegovina i Srbija. Grupa je izrasla iz preduzeća “Našicecement” d.d. Našice i danas predstavlja jedan od vodećih poslovnih subjekata u regijonu u delatnosti proizvodnje građe–vinskog materijala. NEXE Grupa posluje pod ovim imenom od 2003. godine. Osnovna delatnost jeste proizvodnja građevinskog materijala dok se kao sporedne delatnosti nalaze usluge u niskogradnji i visokogradnji, usluge rečnog pretovara, trgovina [2].

3. SISTEM UPRAVLJANJA U NEXE GRUPACIJI

Nexe Grupa kao grupacija društava koja se bave širokom lepezom delatnosti odlučila se za uvođenje i sertifikovanje sistema upravljanja, kao podrške delotvornijem upravljanju i garanciji postizanja kvalitetnih proizvoda i usluga koje nudi na tržištu. Od sistema implementiranih u rad preduzeća koja se nalaze u sastavu grupacije javljaju: sistem menadžmenta kvalitetom, sistem upravljanja zaštitom životne sredine, sistem upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu, sistem menadžmenta bezbednošću hrane.

4. “IGM Stražilovo” DOO Sremski Karlovci

“IGM Stražilovo” d.o.o. Sremski Karlovci poznati je proizvođač blokova za zidanje i tavanice od pečene gline. Ovo preduzeće je osnovano 1923. godine. Osnivači su bili braća Paunovići iz Vukovara i baron Josif Rajačić iz Sremskih Karlovaca. U Junu 2006. godine NEXE Grupa

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Miličić.

postaje jedini vlasnik "IGM Stražilovo" koja od tada posluje pod imenom "IGM Stražilovo" d.o.o. Sremski Karlovci. Ulaskom "IGM Stražilovo" u sastav NEXE Grupe otpočinje rekonstrukcija čitavog kompleksa kao i njegovo tehničko - tehnološko usavršavanje. Sa investicijom od oko 11,5 miliona eura u novi proizvodni pogon "IGM Stražilovo" postaje najveći proizvođač blokova za zidanje i tavanice u Republici Srbiji sa proizvodnjom od oko 135 – 140 miliona JNF. Pored postojećeg asortimana u proizvodnju se uvodi i proizvod EURO blok velikog formata, koji je prvi takve vrste koji se proizvodi na teritoriji Republike Srbije. Danas je "IGM Stražilovo" organizovano kao jedinstvena tehničko – tehnološka celina, koja je podeljena na organizacione jedinice. Kao jedinice, sektori u sastavu preduzeća se javljaju: služba proizvodnje i tehničkih poslova (deli se na odeljenje proizvodnje i odeljenje tehničke potpore), odeljenje prodaje, odeljenje potpornih funkcija. Trenutno je u preduzeću zaposleno 75 radnika koji su sistematizovani prema katalogu radnih mesta od čega je u sam proces proizvodnje direktno uključeno 56 radnika, a ostalih 19 čine podršku proizvodnji [1].

5. PROIZVODNI PROGRAM I PROCES U "IGM Stražilovo"

Proizvodni program "IGM Stražilovo" sastoji se od tri grupe proizvoda.

U prvu grupu proizvoda spada Klasičan program, a to su BH, PH, GITER blokovi koji se koriste kod spoljašnjih, pregradnih zidova i FERT gređice koji se koriste kod ispune polumontaže, međuspratne konstrukcije i ostalo.

U drugu grupu spada asortiman proizvoda Termo programa, a u treću Optim program.

Ukupan procenjeni broj proizvedenih JNF celokupnog asortimana "IGM Stražilovo" za 2014. godinu iznosi 60.988.874 JNF dok je planirani sumarni broj celokupnog asortimana za proizvodnju u 2015. godini 64.623.880 JNF. Ukupan procenjeni broj prodatih JNF celokupnog asortimana "IGM Stražilovo" za 2014. godinu iznosi 63.719.468 JNF, dok je planirani sumirani broj celokupnog asortimana za prodaju u 2015. godini iznosi 64.979.166 JNF. Proizvodnja blokova spada u grupu složene proizvodnje građevinske keramika na bazi gline. Proces proizvodnje blokova sastoji se od sledećih tehničko - tehnoloških faza:

dopremanje gline i priprema sirovine, oblikovanje, sušenje, pečenje, sortiranje, istovar. Navedeni procesi su povezani u celinu jedinstvenim transportnim sistemom. Celokupan proces formiranja i proizvodnje blokova od oblikovanja, preko formiranja vagona za sušare i vagona tunelske peći i njihovog razlaganja je potpuno automatizovan uz pomoć industrijskih robota.

Upotrebom savremene opreme za proizvodnju pored proizvodnje klasičnih blokova omogućena je i proizvodnja termoizolacionih blokova sa olakšanom glinenom masom.

Vreme proizvodnje jedne palete, ne računajući proces ekstrahovanja gline, iznosi za proizvod FERT – 14 i FERT – 16, 46 časova i 10 minuta, dok je vreme proizvodnje za proizvode TB – 20 i TB – 30, 60 časova i 10 minuta, a za proizvod TB – 25, 77 časova i 10 minuta i proizvod TB – 38, 81 čas i 10 minuta. Efektivni kapacitet

"IGM Stražilovo" je 312 tona/dan, dok je maksimalni kapacitet 400 tona/dan.

6. VOZNI PARK PREDUZEĆA "IGM Stražilovo"

Preduzeće "IGM Stražilovo" spada u grupu preduzeća kome je saobraćajna delatnost sporedna delatnost tj. ono je privredna organizacija koja se delatnošću saobraćaja bavi za sopstvene potrebe.

Na početku analize voznog parka treba naglasiti da preduzeće "IGM Stražilovo" sa svojim klijentima radi na principu klauzule INCOTERMSA – C P T (Prevoz plaćen do). Ova klauzula znači da je prodavac izvršio isporuku kada je robu predao prevozniku ili drugom licu koje je on imenovao u tački isporuke unutar mesta otpreme, ali je dužan da zaključi ugovor o prevozu i plati troškove prevoza do naznačenog odredišta [3].

Sastav voznog parka "IGM Stražilovo" je heterogen i prvenstveno ga čine radne mašine različitih marki. Od radnih mašina tu su bageri, viljuškari i traktori različitih izvedbi dok je ostali deo voznog parka rezervisan za putnička vozila i dostavna vozila. Dva dostavna vozila koja se nalaze u sastavu voznog parka omogućavaju transport male količine gotovog proizvoda samo u nužnim situacijama tačnije samo pod nepredviđenim okolnostima. Jedna od osnovnih potreba zbog koje su kupovane radne mašine jeste skladištenje gotovih proizvoda kao i sam proces proizvodnje opekarskih proizvoda.

Proces skladištenja se omogućava, organizuje i izvršava pomoću viljuškara i traktora sa prikolicama. Skladištenje počinje postavljanjem gotovog proizvoda na Euro paletu i pripremom same palete za dalji transport.

Masa natovarene i uredno upakovane i pripremljene Euro palete za transport zasebno za svaki proizvod iznosi: za Fert 14 sa 144 JNF iznosi 936 kg, za Fert 16 sa 120 JNF iznosi 816 kg, pregradni blok 1 sa 180 JNF iznosi 1188 kg, za pregradni blok 2 sa 150 JNF iznosi 1095 kg, za TB 20 sa 84 JNF iznosi 1226 kg, za TB 25 sa 72 JNF iznosi 1188 kg, za TB 30 sa 96 JNF iznosi 1469 kg, za TB 38 sa 72 JNF iznosi 1289 kg, za pregradni termo blok 1 sa 144 JNF iznosi 1239 kg, za pregradni termo blok 2 sa 120 JNF iznosi 1152 kg, za Giter 25 optim sa 210 JNF iznosi 1239 kg, za TB 25 optim sa 72 JNF iznosi 1059 kg, za TB 20 optim sa 84 JNF iznosi 1075 kg, za TB 30 optim sa 96 JNF iznosi 1133 kg, za Giter 25 sa 180 JNF iznosi 1242 kg i za Giter 29 sa 160 JNF iznosi 1200 kg.

7. PREDLOG ZA POBOLJŠANJE RADA SEKTORA TRANSPORT U "IGM Stražilovo"

Vozni park preduzeća "IGM Stražilovo" u svom sastavu poseduje mali broj vozila koji se na bilo koji način mogu iskoristiti za transport gotovih proizvoda do kupca. Trenutno u sastavu voznog parka pretežno se nalaze vozila koja se koriste u procesu proizvodnje i skladištenja kao što su bageri, viljuškari, traktori. Pored njih se nalazi i pet motornih vozila od kojih su tri putnička i dva dostavna. Proizvodi koji se transportuju iz preduzeća pakuju se na Euro palete standardnih dimenzija 1200 mm x 800 mm površine na koje se slaže teret mase u opsegu od 1059,0 kg do 1469,0 kg. Takođe visina upakovane palete i spremne za transport kreće se od oko 1,5 m do 2,5 m. Na osnovu ovih ulaznih parametara koji predstavljaju

određena ograničenja predložiće se dva teretna vozila različitih nosivosti i tehničkih karakteristika. Prvo vozilo će biti manje nosivosti ali u isto vreme boljih vozno dinamičkih karakteristika, dok će se nakon njega predložiti i vozilo znatno veće nosivosti. Proračunom će se izračunati ekonomska vrednost količine tereta koji će prevoziti kako jedno tako i drugo vozilo uz proračun svih troškova i zarada koje ostvaruju tokom svoje eksploatacije. Kako trenutno ne postoji ni jedno adekvatno vozilo koje se koristi u ove svrhe, samim tim ne postoji ni deo voznog parka koji bi bio sačinjen od teretnih vozila različitih nosivosti. Posmatračemo hipotetički slučaj nabavke jednog teretnog vozila nosivosti od 3,5 t -12,0 t koje saobraća na određenoj relaciji transporta od preduzeća do kupca i nazad. Na osnovu dosadašnjeg rada preduzeća ne postoje informacije iz kojih bi se moglo zaključiti na kojoj relaciji bi bio najveći broj vožnji za transport gotovih proizvoda od preduzeća do kupca. Za razmatranje projektovanog transporta posmatraće se teritorija glavnog grada Beograda. To će biti mesto kupca na koje će se prevoziti svi gotovi proizvodi. Udaljenost glavnog grada od preduzeća "IGM Stražilovo" je 80,0 km. Ova dužina predstavlja polovinu obrta tako da se za proračun uzima kilometraža punog obrta u koju se uračunava i vraćanje praznog vozila od kupca do preduzeća i ona iznosi 160,0 km. Kako je utvrđena kilometraža, treba odabrati jedinično vozilo koje će se koristiti za proračun. Teretno vozilo koje je odabrano kao najpogodnije za posmatranje hipotetičke situacije je vozilo DAF LF 45 prikazano Slikom 1. Od tehničkih karakteristika ovog vozila najbitnije za razmatranje jesu nosivost samog vozila koja iznosi oko 7000,0 kg dok su dimenzije nadogradnje za tovarni prostor 7,25 m x 2,45 m x 2,85 m. Cena odabranog polovnog teretnog vozila sa gore navedenim karakteristikama, starosti od sedam godina sa pređenom kilometražom od 630.000 km iznosi 20.500,00 eura ili 2.460.000 dinara.



Slika 1. Teretno vozilo DAF LF 45

Na osnovu dimenzija tovarnog prostora kao i maksimalne nosivosti vozila može se reći da se predloženim vozilom može prevesti oko 6 paleta nekog od proizvoda iz asortimana ciglane. Vrednost prevezene robe bi se kretala u rasponu od oko 22.500,00 dinara za najjeftinije proizvode u ovom slučaju pregradne blokove, do 69.120,00 dinara za termo - blokove koji su najskuplji. Tabelom 1. biće prikazani svi troškovi koji se ostvaruju usled pružanja usluge transporta teretnim vozilom DAF LF 45 i

njegovom eksploatacijom za predpostavljeni slučaj, a sve projektovano na 2015. godinu.

Tabela 1. Troškovi eksploatacije na godišnjem nivou

Troškovi teretnog vozila DAF LF 45 za 2015. godinu	
Troškovi eksploatacije	Iznos (u dinarima)
Gorivo	1.892.160,00
Mazivo	283.824,00
Pneumatici	165.388,80
Osiguranje i registracija vozila	30.000,00
Lični dohodak radnika	420.000,00
Održavanje i opravke	50.000,00
UKUPNO	2.841.372,8

Na osnovu troškova eksploatacije vozila usled pružanja usluge transporta, iznosa potrebnog za nabavku teretnog vozila i cene usluge transporta robe izražen je potencijalni profit za pružanje ove usluge projektovan na četvorogodišnji period i prikazan je Tabelom 2.

Tabela 2. Potencijalni profit za četvorogodišnji period

Profit ostvaren radom teretnog vozila DAF LF 45	
Profit za godinu	Iznos (u dinarima)
2015.	392.627,00
2016.	2.852.627,00
2017.	2.852.627,00
2018.	2.852.627,00
UKUPNO	8.950.508,00

U prethodnom delu je obrađen predlog nabavke teretnog vozila DAF LF 45 sa osvrtom na troškove eksploatacije i ostvarenje profita za pružanu uslugu transporta samim teretnim vozilom. U narednom delu će biti razmotren predlog nabavke tegljača sa poluprikolicom uz iste hipotetičke preduslove kao i u prethodnom predlogu, a to su: transport na relaciji "IGM Stražilovo" – Beograd – "IGM Stražilovo", na vozilu radi jedan vozač koji obavlja transport u toku jedne osmočasovne smene u toku dana i tako dalje. Za ovo razmatranje odabran je tegljač marke SCANIA R420 prikazan Slikom 2. i poluprikolica marke KOGEL SN 24 prikazana Slikom 3. Nosivost poluprikolice je maksimalnih 27.990,0 kg dok su dimenzije iste 13,95 m x 2,55 m x 4,00 m. Cena ovakvog polovnog tegljača starosti 8 godina sa pređenom kilometražom od 700.000 km iznosi 15.500,00 eura ili 1.860.000,00 dinara, dok je suma koju treba izdvojiti kako bi se nabavila poluprikolica gore pomenutih karakteristika 11.000,00 eura ili 1.320.000,00 dinara. Ukupna cena nabavke ova dva vozila iznosi 26.500,00 eura ili 3.180.000,00 dinara.



Slika 2. Tegljač SCANIA R420



Slika 3. Poluprikolica KOGEL SN 24

Analizom tehničkih karakteristika same poluprikolice ustanovljeno je da se u istu može postaviti i transportovati oko 17 euro paleta gotovih proizvoda.

Najmanja vrednost pošiljke prevezene ovim skupom vozila iznosila bi 63.750,00 dinara dok bi najveća vrednost pošiljke iznosila 195.840,00 dinara. Ovi iznosi su mnogo veći posmatrajući u odnosu na vrednosti tereta prevezenog teretnim vozilom DAF LF 45 na jednom obrtu.

Tabelom 3. prikazani su potencijalni troškovi eksploatacije skupa vozila prilikom pružanja usluge transporta proizvoda do kupaca na godišnjem nivou.

Tabela 3. Troškovi eksploatacije skupa vozila

Troškovi tegljača sa poluprikolicom za 2015. godinu	
Troškovi eksploatacije	Iznos (u dinarima)
Gorivo	1.497.960,00
Mazivo	224.694,00
Pneumatici	116.683,00
Osiguranje i registracija vozila	84.400,00
Lični dohodak radnika	480.000,00
Održavanje i opravke	70.000,00
UKUPNO	2.473.737,00

Kao i za prethodni predlog na osnovu troškova eksploatacije, iznosa potrebnog za nabavku skupa vozila i cene usluge transporta robe do kupca Tabelom 4. prikazan je potencijalni profit koji se ostvaruje za četvorogodišnji vremenski period.

Tabela 4. Potencijalni profit za četvorogodišnji period

Profit ostvaren radom tegljača sa poluprikolicom	
Profit za godinu	Iznos (u dinarima)
2015.	- 1.755.537,00
2016.	- 331.074,00
2017.	1.093.389,00
2018.	1.424.463,00
UKUPNO	431.241,00

8. ZAKLJUČAK

Vozni park preduzeća pretežno čine radne mašine kao što su bageri, viljaškari i traktori koji predstavljaju nezamenljivu pomoć u procesu proizvodnje i skladištenja proizvoda.

U sastavu voznog parka ne postoje teretna vozila koja bi omogućavala pružanje usluge transporta gotovih proizvoda do kupaca. Iz ovog razloga za uslugu transporta se angažuju spoljni auto - prevoznici. Kako bi "IGM Stražilovo" poboljšalo poslovanje i izdiglo se kao preduzeće na viši nivo potrebno je u vozni park kao i sektor transporta uvrstiti određena teretna vozila pomoću kojih bi se omogućilo pružanje usluge transporta proizvoda.

Ovo vozilo može biti jedan od prethodno obrađena dva predloga. Teretno vozilo DAF LF 45 ili tegljač SCANIA R420 sa poliprikolicom KOGEL SN 24 za čiju je nabavku, eksploataciju, a takođe i ostvarenje potencijalne zarade za usluge transporta izvršen proračun.

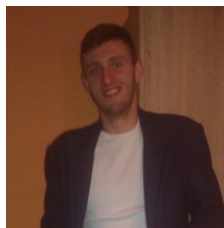
Na osnovu ovih proračuna može se zaključiti da nabavka bilo kog od ova dva vozila ili oba vozila samom preduzeću može da se isplati. Ovo iz razloga uštede koja se javlja usled gubitka potrebe za angažovanjem spoljnih auto-prevoznika, a što bi sa druge strane predstavljalo ostvarenje zarade za preduzeće kroz godine rada. Odluka o strategiji nabavke teretnog vozila za transportni sektor koje će pružati uslugu transporta gotovih proizvoda do kupaca prepušta se Upravnom odboru preduzeća "IGM Stražilovo".

Oni bi na osnovu količine materijalnih sredstava koje su u mogućnosti da izdvoje za nabavku i troškove eksploatacije teretnog vozila trebali da donesu konačan sud. U koliko postoji dovoljna količina sredstava mogla bi se nabaviti oba teretna vozila u isto vreme, dok u koliko ne postoji dovoljna količina sredstava odabir se ostavlja preduzeću na izbor. Uprava preduzeća bi svakako trebalo da se pozabavi opcijom nabavke nekog od teretnih vozila koje bi se koristilo za usluge transporta robe do kupca jer bi ovo omogućilo značajne uštede, a ujedno i zaradu za preduzeće što bi se kasnije reflektovalo i na unapređenje njihovog celokupnog poslovanja.

9. LITERATURA

- [1] Interni podaci preduzeća "IGM Stražilovo", Sremski Karlovci, 2014.
- [2] <http://www.nexe.hr/default.aspx?id=1457>
- [3] [Nova Incoterms pravila 2010 godina.](#)

Kratka biografija:



Nikola Adamović rođen je u Novom Sadu 1990. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka na departmanu za Saobraćaj iz oblasti Upravljanje transporta odbranio 2015. godine.

SISTEMI ZA PROVERU IDENTITETA KORISNIKA I ZAPOSLENIH U POŠTI
SYSTEMS AUTHENTICATION OF USERS AND EMPLOYEES IN THE POSTKatarina Varjačić, Dragana Šarac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj: U ovom radu obrađen je sistem za proveru identiteta korisnika i zaposlenih u pošti. Ukazano je na značaj i savremenih metoda koje obezbeđuju veću bezbednost učesnicima elektronskog poslovanja, korisnicima i zaposlenima u Pošti. Posebno je istaknut značaj biometrije i njeno kombinovanje sa drugim metodima autentifikacije. Ukazano je na moguća rešenja u omogućavanju autentifikacije korisnika i zaposlenih u Pošti.

Abstract: This paper deals with one of systems authentication users and employees in the mail. It was pointed out to its significance and modern methods that provide greater security to participants of e-business, customers and employees at the Post Office. It is especially prominent importance of biometrics and its combination with other authentication methods. It was pointed out the possible solutions to enable authentication of customer and employees at the Post Office.

Cljučne reči: Autentifikacija, Bezbednost, Biometrija, Pošta

1. UVOD

Danas, moderne informacione tehnologije predstavljaju potrebu bez koje poslovanje ne može biti uspešno. Ta potreba se ogleda u brzini i jednostavnijoj komunikaciji, trenutnim prenošenjem velike količine podataka na velike udaljenosti, direktnim plaćanjem putem interneta, stvaranjem virtuelnih organizacija.

Svi ovi elementi predstavljaju oblik novog poslovanja, tzv. elektronskog poslovanja.

Elektronsko poslovanje predstavlja opšti koncept koji obuhvata sve oblike poslovnih transakcija ili razmene informacija korišćenjem informacionih i komunikacionih tehnologija:

- između preduzeća,
- između preduzeća i njihovih kupaca,
- između preduzeća i javne administracije

Kao veliki problem elektronskog poslovanja nameće se pitanje bezbednosti i zaštite podataka od neovlašćenog pristupa i promena u svim fazama prenosa, od pošiljaoca do primaoca.

Rešenje ovog problema se vidi u tehničkim i organizacionim inovacijama da bi se u što većoj meri sprečile zloupotrebe [1].

U ovom radu je opisana funkcija autentifikacije, kao i metode pomoću kojih možemo da autentifikujemo korisnike i zaposlene u Pošti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Šarac.

2. AUTENTIFIKACIJA KORISNIKA

Autentifikacija korisnika je neophodan deo u ostvarivanju osnovnih sigurnosnih zahteva. Korisnik stvara svoj digitalni identitet putem registracije na željenu uslugu, a kasnije potvrđuje svoj identitet postupkom autentifikacije. Sama autentifikacija je široko područje koje obuhvata niz metoda. Autentifikacija se postiže tako da korisnik predoči neku vrstu faktora kojim dokazuje svoj identitet. Autentifikacijski faktori mogu uključivati jednu ili više stvari.

Postoje tri metoda kako se možemo autentifikovati:

- **Nečim što korisnik zna** – obično se radi o tajnom podatku koji je poznat samo korisniku. Na primer, lozinka je najčešće ostvarenje ovog faktora autentifikacije.
- **Nečim što korisnik ima** – podrazumeva upotrebu dodatnih uređaja kojima korisnik potvrđuje svoj identitet. Takvi uređaji se obično nazivaju tokenima i često se koriste u bankarstvu. Tokeni u bankarstvu obično proizvode jednokratne lozinke kojima se korisnik autentifikuje. Kreditne kartice koriste kombinaciju ovog i prethodnog faktora za autentifikaciju korisnika. Kreditne kartice predstavljaju fizički faktor autentifikacije, dok se PIN (engl. *Personal Identification Number*) lozinka koristi kao faktor znanja.
- **Nečim što korisnik jeste** – autentifikacija se oslanja na fizička svojstva korisnika. Na primer, otisci prstiju, raspoznavanje glasa, uzorak vena u očima, geometrija ruke i drugo. Ovakav način autentifikacije se naziva biometrija i predstavlja posebnu naučnu disciplinu.

2.1. Uloga lozinki u obezbeđivanju autentifikacije

Autentifikacija korisnika lozinkom je danas najrašireniji oblik autentifikacije. Oslanja se na prvi od ranije spomenutih faktora dokazivanja identiteta, korisničkom znanju. Tačnije, oslanja se na autentifikaciju korisnika deljenim znanjem. Korisnik dokazuje svoj identitet tako da šalje vlastitu lozinku, a sistem mora prepoznati je li priložena lozinka ispravna.

Upotreba lozinke kao sistem autentifikacije korisnika u Pošti ima najveću primenu. Jedan od primera jeste korišćenje usluge PTT NET-a, gde je potrebna autentifikacija korisnika unosom lozinke i šifre, kako bi se moglo doći do uvida u potrošnju i zaduženja.

2.2. Uloga token uredaja u obezbeđivanju autentifikacije

Uređaji za autentifikaciju (tokeni) obezbeđuju daleko viši nivo sigurnosti od nepromenljivih PIN-ova (sami ili u kombinaciji sa telefonskim brojem) i bazirani su na takozvanom konceptu dva faktora:

1. Nešto što samo korisnik fizički poseduje (token)
2. Nešto što samo korisnik zna - PIN tokena.

Tokeni su mali delovi hardvera (Slika 1.), oko pola veličine kreditne kartice (ali malo deblji). Obično imaju ekrane od tečnog kristala.

Pri samom pristupu sam token generiše jednokratnu lozinku (One Time Password- OTP), nakon što je korisnik uneo PIN. Ista lozinka će sinhrono biti generisana i na strani servera i važiće samo za taj pristup. Praktično je nemoguće predvideti sledeću lozinku poznajući PIN i predhodne lozinke.

Uloga tokena je naročito začajna u bankarstvu, zato Banka Poštanska štedionica izdaje tokene prilikom potpisivanja ugovora o korišćenju usluga elektronskog bankarstva.

Token omogućava raspolaganje sredstvima sa tekućeg računa, plaćanje računa, apliciranje za kredit i korišćenje ostalih usluga.



Slika 1. Token izdat od strane Banke Poštanske štedionice

2.3. Uloga biometrije u obezbeđivanju autentifikacije

U biometrijskim identifikacionim sistemima prepoznavanje korisnika vrši se na osnovu njegovih fizičkih i/ili karakteristika ponašanja. Biometrijski sistemi se, shodno tome, mogu podeliti u dve osnovne kategorije i to:

- Sistemi zasnovani na prepoznavanju fizičkih karakteristika (otisak prsta, prepoznavanje lica, skeniranje irisa...).
- Sistemi zasnovani na prepoznavanju karakteristika ponašanja (prepoznavanje glasa, potpis, način hodanja...).

Na sledećem grafičkom prikazu (Slika 2.) možemo videti u kom procentualnom odnosu se koriste različite biometrijske tehnike.

Najčešće korišćena biometrijska tehnika u sistemima autentifikacije je dakle otisak prsta.

Ovaj podatak nam govori da već imamo razvijenu infrastrukturu (čitači otisaka prstiju) tako da početna pozicija ove biometrijske tehnike daleko ispred drugih.



Slika 2. Odnos biometrijskih tehnika u praksi

3. IDENTIFIKACIJA KORISNIKA I ZAPOSLENIH ZA ODREĐENE USLUGE

3.1. Elektronski poštanski orman

U sistemu dostave pošiljaka i paketa korisnicima, bezbednost je postala najznačajnija. Načini dostave su se veoma promenili i modernizovali, ali krajnji cilj, dostava stvari na pravu adresu nije se bitno promenila. Elektronski orman je samostojeći uređaj, koji omogućava automatizovanu dostavu i preuzimanje pošiljaka.



Slika 3. Elektronski poštanski orman

Sistem dostave pomoću elektronskog ormana (Slika 3.) je sistem dostave dostupan 24 sata 7 dana u sedmici. Sistem je aktivan uvek i svaka pojedinačna stranka ga koristi kada po svojoj želji samostalno planira svoje vreme za preuzimanje pošiljke [2].

Sistem dostave putem elektronskih poštanskih ormana je spoj tradicionalne i elektronske dostave pošiljaka. Sam proces uručivanja pošiljaka se obavlja elektronski, odnosno, putem verifikacije identiteta korisnika, koje je obezbeđeno unošenjem PIN koda koji korisnik dobija u poruci.

Da bi se sistem identifikacije korisnika dodatno obezbedio kao predlog se navodi postojanje smart kartice koja poseduje digitalni sertifikat, sa svim neophodnim podacima korisnika. Tako bi se pored tog naplatnog terminala koji je postavljen zbog naplate poštarine mogao instalirati čitač tih kartica kojim se pruža mogućnost unosa PIN-a tek nakon verifikacije korisnika.

3.2. Elektronska registrovana pošta

Korišćenje registrovane elektronske pošte je brz i efikasan način slanja važne komunikacije sa dokazom o isporuci.

Ova usluga pruža brže, sigurnije i manje troškove, kao alternativu tradicionalnoj pošti i kurirskim službama.

Pomoću šifrovanja email-a i elektronskog potpisa, omogućeni su, zaštita privatnosti za osetljivu komunikaciju kao i pravno potpisani dokumenti, odmah, putem email-a. Usluge registrovane pošte su jako jednostavne za korišćenje na desktop, mobilnim ili veb aplikacijama. Pošto ovu uslugu koriste uglavnom firme, kao mogućnost dodatne bezbednosti navodi se na primer dodatna zaštita putem unosa neke šifre koja je stigla nekim drugim medijumom do klijenta koji treba da otvori taj registrovani email. Prilikom klika na email poruku, mogao bi da se otvori još jedan prozor koji zahteva unos te šifre koja je stigla SMS porukom do korisnika. Tek kada bi se verifikovala ta šifra mogao bi da se ima uvid u sadržinu tog email-a.

3.3. Uvođenje biometrije u sistem poslovanja Pošte

Pošta, kao javno preduzeće je podeljena na više organizacionih oblasti. Svaka od tih oblasti ima određene zadatke za koje je zadužena, tako da zaposleni iz jedne oblasti nemaju ovlašćenje da obavljaju poslove iz drugih oblasti. Ovo se zasniva na tome da svaka aplikacija u pošti ima određeni nivo sigurnosti, i da samo radnici sa pravom lozinkom i šifrom mogu da pristupe određenim aplikacijama, najčešće onim za koje su plaćeni. Taj nivo sigurnosti je određen najprimitivnijim načinom autentifikacije radnika, korišćenjem lozinke. Kao jedino rešenje za poboljšanje sigurnosti navodi se upotreba biometrije. Ona omogućava identifikaciju zaposlenih, u smislu da će njihov identitet zaista i biti dokazan. Kao predlog uvodi se uvođenje čitača otiska prsta koji bi se nalazio na svakom radnom mestu kako bi se zaposleni autentifikovali pre ulaska u određenu aplikaciju (Slika4.). Ovo je najjednostavniji oblik biometrijske autentifikacije korisnika, ali bi u ovom konkretnom primeru koristilo, posebno ukoliko bi se uz ovu identifikaciju koristila i identifikacija putem lozinke, s tim da bi mogla da se koristi vremenski ograničena šifra koja bi morala da se menja na nedeljnom nivou, ako ne i češće. Korišćenje ovog metoda bi dodatno obezbedilo bezbednost poslovanje Pošte, posebno sa aspekta autentifikacije.



Slika 4. Čitač otiska prsta

3.4. Implementacija čitača otiska prsta u Pošti

Pošta, kao javno preduzeće ima viziju da ostane dominantan partner građanima, privredi i državi, poznat

po kvalitetnim, dostupnim i pristupačnim poštanskim, elektronskim i finansijskim uslugama, koji će kroz zadovoljstvo korisnika i svih zaposlenih zadržati leadersku poziciju na liberalizovanom tržištu poštanskih usluga i ostvariti značajno učešće na tržištu transportno-logističkih usluga. Glavni cilj poštanskog sistema je bezbedan prijem, prenos i uručenje pošiljaka na teritoriji cele Srbije.

Zaštita prilikom slanja odnosi se prvo na autentifikaciju zaposlenog koji šalje te podatke ka radnoj jedinici. Upravo ovdje se vidi značajna primena čitača otiska prsta, gde bi zaposleni mogao da se jedinstveno identifikuje jer nemaju svi zaposleni isti stepen ovlašćenja. Prilikom prenosa podataka, potrebno je iste obezbediti od neautorizovanih promena, i korišćenja u pogrešne svrhe. To se obavlja šifrovanjem tih podataka, tako da ako i dođu do neovlašćenih lica, oni ne mogu da dođu do sadržaja podataka. Na prijemu se vrše iste operacije kao i prilikom prenosa. Skladištenje zahteva hardversku zaštitu, obezbeđenje baza podataka, instaliranje jakih firewall-a.

Plan uvođenja biometrijskih čitača otiska prsta zasniva se na postepenoj implementaciji, u jedinice postanske mreže sa većim protokom pošiljaka i novca. Za početak je potrebno izdvojiti finansijska sredstva za kupovinu 50 čitača otiska prsta, i odgovarajućeg softvera. Prosečna cena čitača otiska prsta iznosi 80\$ (oko 8.000,00 dinara). Kao što se vidi na slici ispod pošta je imala u planu da izdvoji za kupovinu opreme preko milion dinara, tako da za vreme inicijalne implementacije ne bi bilo potrebno tražiti investiture (Slika 5).

РЕДНИ БРОЈ	ПОЗИЦИЈА	ПЛАН 1-III 2013.
1	2	3
1.	ГРУП	2.057.416
2.	ПУТ ОБЈЕКТИ	199.000
3.	ПОШТАНСКИ ПРОЈЕКТИ	3.600
4.	ОПРЕМА	1.156.819
	- мобил., јавн. и лични савијачи	667.123
	- рачунарска	292.660
	- поштанска	69.909
	- телекомуникацион	144.817
	- остало	162.310
5.	ТРАНСПОРТНА СРЕДСТВА	150.724
6.	КАНЦЕЛАРИЈСКИ НАМЕНТАЈ	29.994
7.	ПОШТА НЕТ	575.800
8.	ЛЕГАЛИЗАЦИЈА ОБЈЕКТА	16.275
УКУПНО		4.189.638

Slika 5. Pregled investicionih ulaganja za 2013.godinu

4. ZAKLJUČAK

U radu su prikazani metodi autentifikacije, i na osnovu priloženog dolazi se do zaključka da su najbezbedniji metodi višestruke autentifikacije, odnosno kombinovanje više metoda autentifikacije. Uvođenje čitača otiska prsta kao sredstva za poboljšanje bezbednosti u poslovanju Pošte svakako bi predstavljao napredak. Predloženo je parcijalno uvođenje, prvo u pošte sa većim protokom

pošiljaka i novca a zatim i šire. Tokom ovog perioda potrebno je obratiti pažnju na tri ključne stvari:

- Organizacione uticaje: u kolikoj meri je potrebno modifikovati postojeći informacioni sistem, i aplikaciju da bi biometrijski sistem bezbednosti ostvario zadovoljavajuće rezultate.
- Kadrovske uticaje: postoji mogućnost da će doći do otpora zaposlenih u prihvatanju novih načina njihovog svakodnevnog rada. Ovo je najkritičniji faktor, jer ukoliko kadrovi ne prihvate takav sistem, onda ni sva oprema i modifikacije neće biti delotvorne.
- Spoljne uticaje: ova stavka se odnosi na promene na finansijskom planu. Ukoliko dođe do naglog skoka cena opreme, dovešće se u pitanje nastavak implementiranja ovog sistema.

Implementacija čitača otiska prsta kao jedna od opcija bezbednosti, daleko bi unapredila poslovanje Pošte i obezbedilo sigurnost, kako za korisnike, tako i za zaposlene. Ova investicija se svakako isplati, ali pitanje je da li je Pošta spremna da izdvoji finansijska sredstva za ovakvu vrstu autentifikacije, posebno ako se uzme u obzir

moguća nekompatibilnost sa aplikacijama koje su danas aktuelne u Pošti.

5. LITERATURA

[1] Prof. dr Božidar Radenković, Elektronsko poslovanje – stanje i perspektive, FON, Beograd, 2009

[2] <http://www.inpost24.com/en/inpost-lockers/how-it-works>

Kratka biografija:



Katarina Varjačić je rođena 04.07.1989. godine u Kragujevcu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranila je 2015.god.

**КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА СТАВОВА И ПОНАШАЊА УЧЕСНИКА У
САОБРАЋАЈУ НА ПОДРУЧЈУ ЕВРОПЕ****COMPARATIVE ANALYSIS OF ATTITUDES AND BEHAVIOR OF PARTICIPANTS IN
TRAFFIC IN EUROPE**

Сандра Борић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Из разлога велике распрострањености саобраћаја, постоји и велики број његових корисника, односно учесника. Навике, понашања и ставови се разликују од учесника до учесника, како се пореде различите категорије тако и међу учесницима исте категорије. У раду су приказани резултати о ставовима и понашањима возача на подручју Европе.

Abstract – For reasons of high prevalence of traffic, there is a large number of its users or participants. Habits, behaviors and attitudes vary from participant to participant, as if to compare the different categories and among participants in the same category. The paper presents results on attitudes and behaviors of drivers in the area of Europe.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, понашање, аутоматизовани системи.

1. УВОД

Студије за спречавање саобраћајних незгода у различитим културама имају за циљ да пронађу стратегију спречавања која је комбинација ефективних стратегија које су спроведене у различитим културама. Планирање безбедности саобраћаја има за циљ да унапреди ставове људи иако се безбедност саобраћаја боље показује у земљама са већим националним доходком. Ставови о ризицима у саобраћају зависе од различитих култура. Такође је могуће кроз разлике у култури увидети важне разлике у факторима понашања.

Земље се разликују у спољашњим факторима који утичу на саобраћајни систем, као што су економски, демографски, климатски, јавна свест као културалне и националне карактеристике.

Ови фактори су у интеракцији са унутрашњим факторима везаним за саобраћајни систем као што је инжењеринг (инжењеринг везан за саобраћај и путеве и инжењерство у аутоиндустрији), као и учеснике у саобраћају (понашање возача и њихове могућности), који су укључени у саобраћајне незгоде.

Предмет рада су ставови и понашање учесника у саобраћају.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

**2. ФАКТОРИ КОЈИ УТИЧУ НА БЕЗБЕДНОСТ
САОБРАЋАЈА**

Земље се разликују у спољашњим факторима који утичу на саобраћајни систем, као што су економски, демографски, климатски, јавна свест као културалне и националне карактеристике. Ови фактори су у интеракцији са унутрашњим факторима везаним за саобраћајни систем као што је инжењеринг (инжењеринг везан за саобраћај и путеве и инжењерство у аутоиндустрији), као и учеснике у саобраћају (понашање возача и њихове могућности), који су укључени у саобраћајне незгоде. Саобраћајна незгода, са друге стране, је исход комбиновања независних људских фактора као, фактора везаних за возила као и путеве. Они су уграђени у скуп социотехничких система, и укључује спољашње факторе. То може значити да људски фактор може бити процењен као доминантан фактор у 90% случајева саобраћајних незгода. Изузетна побољшања у инжењерингу (технологији возила) су такође наглашена у истраживању о људским факторима. Побољшање се спроводи кроз безбедност саобраћаја као праћење у понашању учесника у саобраћају.

Претпоставља се да је саобраћајна култура у земљама или регионима већ формирана или може бити формирана по формалним и неформалним правилима, нормама и вредностима, другим речима, центрима механизма саобраћајне културе. Формална правила имају утицај на принуду од стране власти, и образовање, док учесници у саобраћају су склонији неформалним правилима, нормама и вредностима као резултат изложености интеракције са другим учесницима у саобраћају. Овим се дефинише прихватљива и потребна понашања учесника у саобраћају и њихове могућности и избори инжењерске праксе. Саобраћајна култура је такође резултат културног наслеђа и представља државно окружење укључујући економске и политичке утицаје. Слично култури у земљи, економски фактори (економија и положај), социјални и културолошки фактори такође доприносе развоју и одржавању образаца институција и политичких тела (законодавство, инжењеринг и образовни систем). Када ове институције буду стабилне, социјалне норме и вредности као и формална и неформална правила биће ојачана и границе понашања учесника у саобраћају биће утврђене. Jaeger и Lassagne (2000), показали су, на пример, да су фактори окружења и спољашњи фактори (клима, економија, демографија, регулисање саобраћаја), повезани са унутрашњим

факторима (возила, возачи и инфраструктура) и заједно са њима чине транспортни систем. Унутрашњи фактори саобраћајног система дефинишу понашање возача (просечна брзина), који имају ефекта на број саобраћајних незгода са смртоносним исходом. Тако се саобраћајна култура у земљи формира и повезује са функцијом великог броја фактора и праксом, и постаје са више нивоа и слојева.

3. СТАВОВИ О ВОЖЊИ ПОД УТИЦАЈЕМ АЛКОХОЛА И ВОЖЊИ БРЗИНОМ ИЗНАД ДОЗВОЉЕНЕ

Доношење закона, као мере за спречавање одређених радњи није довољно, потребно је утицати на свест људу и дати им јасне и прихватљиве разлоге да исти поштују и самим тим да га се придржавају. Како би се дали јасни разлози, потребно је познавати смер у којем људи размишљају, односно начин њиховог размишљања, њихове ставове и навике. Један од начина за постизање овог циља, јесте анкетаирање.

3.1 Метод

Испитивање је вршено упитником у којем су испитаници упитани о њиховим ставовима везаним за вожњу у пијаном стању и вожњу брзином за 20km/h изнад дозвољене у насељеним подручјима.

Питање које се односи на вожњу под дејством алкохола, гласи: „Током протеклог месеца, колико често сте управљали аутомобилом чак иако сте конзумирали и малу количину алкохола?“, док питање које се односи на брзину, гласи: „Током следећег месеца, колико је вероватно да ћете возити за 20km/h преко ограничене брзине у насељеном подручју“.

Ова два питања су конципирана тако да испитаници сами пријаве своје понашање и ставове. Одговори на ова два питања дефинисани су моделом Ликертове скале од 1-никад до 6-увек.

У оквиру питања који се односи на вожњу у пијаном стању, дефинисана су питања која се односе на ставове према уређајима за спречавање вожње под дејством алкохола, према принуди, према перцепцији понашања других возача у вези са алкохолом, перцепцији ризика од саобраћајне незгоде, перцепција вероватноће провере и кажњавања од стране полиције, мишљење у вези законског лимита у вези са кажњавањем од стране полиције и искуство учешћа у саобраћајним незгодама.

У оквиру питања које се односи на вожњу брзином изнад дозвољене, дефинисана је намера возача да брзо возе у насељеном подручју. У оквиру упитника су дефинисана питања која се односе на ставове према уређајима за ограничење брзине у возилима, према појединим мерама које се односе на брзину, према принуди, затим перцепција понашања других возача у вези са брзом вожњом, перцепција ризика од саобраћајних незгода, перцепција вероватноће повреде и кажњавања од стране полиције, као и поједини мотиви у вези са брзином и искуство у вези са кажњавањем од стране полиције.

3.2 Резултати

Питање: „Током протеклог месеца Колико често сте управљали аутомобилом под дејством алкохола?“, је питање на које возачи одговором пријављују своје понашање, а њихови одговори класификовани су према Ликертовој скали од никад до увек. Када се ради о испитивању о вожњи након конзумирања алкола, испитаници одговарају на питања да ли им је исти пронађен у крви и да ли су учествовали у саобраћајним незгодама док су возили након конзумирања алкохола. Испитаници су подељени према полу и годинама.

Табела 1. Приказ самопријављеног понашања у вези вожње након конзумирања алкохола

		N	%
Вожња након конзумирања алкохола	Никад	7605	70,1%
	Ретко	1899	17,5%
	Понекад	1021	9,4%
	Често	225	2,1%
	Веома често	75	0,7%
	Увек	30	0,3%
Пронађен алкохол у крви	Не	6303	58,1%
	Да	4552	41,9%
Учествовање у незгодама	Не	8227	75,8%
	Да	2628	24,2%
Пол	Мушкарци	5887	54,2%
	Жене	4968	45,8%
Године	18-24	1374	12,7%
	25-34	2318	21,4%
	35-44	2379	21,9%
	45-54	2165	19,9%
	55-64	1578	14,5%
	65+	1041	9,6%
Важеће		10855	100,0%
Неважеће		1652	
Укупно		12507	

Број испитаних учесника је 12.507, али је број валидних одговора 10.855. Највећи број учесника није возило након конзумирања алкохола (70,1%), док је проценат испитаника који су одговорили да су возили након попијене и мале количине алкохола 0,3%. Проценат испитаника код којих је пронађен алкохол у крви износи (24,2%), а њих 75,8% није учествовало у саобраћајним незгодама (вожња под утицајем алкохола) Већи проценат испитаних учесника чине мушкарци (54,2%), док, посматрајући старосну доб, највећи број испитаних учесника припада добу од 35-аа године (24,9).

Приликом постављања питања: „Колико је вероватно да ћете у наредном периоду возити 20km/h изнад дозвољене брзине у насељеном подручју?“ од возача испитаника се очекује да пријави своје понашање у саобраћају везано за прекорачење брзине, а исто тако и да се увиди степен процене опасности приликом вожње недозвољеном брзином. Одговори на ова питања класификовани су према Ликертовој скали. Испитаници су подељени према полу и годинама, а такође су упитани о томе да ли су добили казну за прекорачење брзине и да ли су учествовали у саобраћајној незгоди док су возили брзином већом од дозвољене.

Табела 2. Приказ самопријављеног понашања у вези
вожње након конзумирања алкохола

		N	%
Прекорачење брзине у насељеном подручју	Никад	4142	35,3%
	Ретко	3701	31,5%
	Понекад	2564	21,8%
	Често	782	6,7%
	Веома често	413	3,5%
	Увек	147	1,3%
Пол	Мушкарци	6440	54,8%
	Жене	5309	45,2%
Године	18-24	1545	13,2%
	25-34	2635	22,4%
	35-44	2550	21,7%
	45-54	2283	19,4%
	55-64	1650	14,0%
	65+	1086	9,2%
Казна_брзина	Не	9008	76,7%
	Да	2741	23,3%
Искуство у незгодама	Не	8804	74,9%
	Да	2945	25,1%
Валидно		11749	100,0%
Невалидно		758	
Укупно		12507	

Број испитаника који су одговорили на питање: „Колико је вероватно да ћете током следећег месеца у насељеном подручју возити за 20km/h изнад дозвољене брзине?“. Број испитаника је 12.507, док је број валидних одговора 11.749. Одговори ових испитаника класификовани су према Ликертовој скали, од никад, па до увек. Проценат испитаника чији је одговор никад износи 35,3%, док је број испитаника чији је одговор увек 1,3%. Проценат мушкараца у укупном броју испитаних је 54,8%, док највећи проценат 22,4% припада испитаницима од 25-34 године. Из табеле се може прочитати да проценат испитаника који нису били кажњени због прекорачења брзине износи 76,7%, док њих 74,9% није учествовало у саобраћајним незгодама док су возили прекораченом брзином.

4. ДИСКУСИЈА

Закон у саобраћају се разликује између земаља, а самим тим и начини кажњавања. У којој мери ће учесници у саобраћају поштовати закон, у многоме зависи од вероватноће да ће бити кажњени уколико начине прекршај, као и начин кажњавања. Може се десити да је возња под утицајем алкохола дозвољена уколико учесник у крви има 0,2 промила алкохола, али да многи учесници возе и са већом количином алкохола у крви, а такође постоји могућност да је

дозвољена количина алкохола у крви 0,5 промила али да се веома мали број учесника усуди да возе и након мале количине попијеног алкохолног напитка. Ово умногоме зависи од могућности избегавања одговарања за непрописно понашање. Уколико је вероватноћа избегавања изузетно велика, то доприноси порасту учесника у саобраћају који возе након конзумирања алкохола. Иста ситуација је могућа и са другим прекршајима.

Најприметније разлике у погледу поштовања саобраћајних прописа, када је Европа у питању, огледају се између севера и југа овог континента. Многи возачи из Француске, Холандије и Шведске, сматрају да је брзина прихватљива како би се смањило време утрошено на путовање. Возачи из земаља на југу Европе, мање су конзервативни у поређењу са Северном Европом, а посебно Грчка и Турска у односу на Велику Британију и Финску. Када је у питању коришћење појаса, возачи из Јужне Европе сматрају на исти није потребан уколико се пажљиво вози, а ове земље имају негативно мишљење о коришћењу уређаја за надзор брзине и њено ограничење, који се постављају у возилима, док већина возача са севера подржава ове уређаје. Када је реч о возњи под утицајем алкохола, она је прихватљивија у земљама Јужне Европе (Италија, Португалије, Грчка) него у земљама Северне Европе, али наравно постоје одступања.

Уобичајене границе алкохола у крви подељене у три групе односно на 0,5; 0,2; и 0 промила. Земље у којима је дозвољена количина алкохола у крви 0,5 промила су: Аустрија, Белгија, Финска, Француска, Немачка Грчка, Ирска, Израел, Италија, Холандија, Пољска, Словенија и Шпанија. На основу овако приказаних података не може се тачно рећи да са повећањем дозвољене количине алкохола у крви расте и број људи који возе након конзумирања алкохола, а ли не може се рећи ни да су ове две вредности у реципрочном односу. На пример, иако је дозвољена количина алкохола у крви 0,5 промила. Холандија, Аустрија, Пољска и Финска, имају мали проценат возача који су одговорили да возе након конзумирања алкохола, док су возачи у Грчкој, Белгији, Израелу, Ирској, Шпанији, Словенији, Немачкој и Француској, много више склонији возњи након конзумирања алкохола.

Возачи у Холандији су изједначени када се ради о возњи након конзумирања алкохола са возачима у Мађарској код којих је дозвољена количина алкохола у крви 0 промила. Када се говори о Холандији, треба напоменути да ако се открије да возач има између 1,3 и 2,1 промила алкохола у крви, он мора да иде на 3 часа рехабилитационог курса који он сам финансира. Након рехабилитационог курса, учесник може повратити своју дозволу, али ако се деси да је са истог дисфалификован, може се десити да му се одузме возачка дозвола и да се подвргне лекарском прегледу. Новчана казна за возњу под утицајем алкохола у Холандији, креће се од 150-900 еура, (односно најмање 7% БДП-а) а такође се добијају и казни поени и могућ је одлазак у затвор. Ово све зависи од тога да ли је особа први пут ухваћена да вози под

утицајем алкохола или је повратник, а и од пронађене количине алкохола у крви.

Аустрија, Пољска и Финска имају мање возача који су одговорили да су возили након конзумирања алкохола у односу на Србију у којој је дозвољена количина алкохола у крви 0,3 промила.

Возачима у Аустрији који су откривени да возе под утицајем алкохола узима се дозвола у случају да су други пут начинили овај прекршај са 0,5-0,8 промила алкохола у крви. Дозвола им се узима на 3 недеље, а ако овај прекршај учине по трећи пут у току исте године, суспензија није мања од 4 недеље. Ако им је у крви откривено од 1,2-1,6 промила, шаљу се на психолошке терапије везане за алкохолизам, а у случају да имају више од 1,6 промила алкохола у крви потребно је да обаве додатни возачки испит на којем им се проверавају физичке и психичке способности. Новчани трошкови у Аустрији крећу се од 300 па и до 11.000 евра, (мин. 13% БДП-а) све у зависности од количине алкохола у крви и да ли су у таквом стању начинили још неки прекршај, као и то да ли су повратници или први пут откривени.

У Финској висина новчане надокнаде за овакав вид преступа зависи од висине месечне плате, тачније казна износи 1/90 месечне плате. Такође у Финској за овакав вид прекршаја одузима се дозвола и могућ је одлазак у затвор. Ако се вози са количином алкохола у крви која је изнад дозвољене, тачније изнад 0,5 промила, може се завршити у затвору до 6 месеци, а возачка дозвола може бити одузета од 1 месец, па све до 5 година. За количину алкохола откривену у крви током вожње која се налази у интервалу од 1,2 до 1,49 промила казна затвора се повећава на две године, а поред тога и одузимање дозволе. У Финској не постоје разлике у погледу казни за вожњу под утицајем алкохола између повратника и оних који су први пут откривени, једино у случају да су откривени у кратком временском периоду. Узимање дозволе у Финској не траје више од 18 месеци са свим пропратним обукама и курсевима.

5. ЗАКЉУЧАК

Саобраћај је једна комплексна област која је зависна од великог броја фактора, а њеној сложености доприноси и велики број учесника. Сходно предходно наведеном, безбедност саобраћаја зависи од више различитих фактора, па ако се тежи побољшању безбедности, мора се деловати на различитим пољима.

У зависности од величине БДП-а, појединац ризик у саобраћају схвата више/мање, опасним, па ће самим тим бити мање или више спреман да ризикује. Економски статус земље повезан је са величином улагања у саобраћајну инфраструктуру и у возила, што може довести до повећања броја пређених километара, па се самим тим поклања више пажње саобраћајној безбедности.

Саобраћајна култура зависна је и од околине у којој се појединац налази, односно од културе земље. Тако неке земље, као што су земље Јужне Европе, имају већи број возача који опасније возе и склонији су прекршајима, док су земље Северне Европе више безбедносно оријентисане. Заједничко за оба

подручја, јесте да су њихови возачи склони вожњи при великој брзини.

Да ли ће учесници у саобраћају кршити или не саобраћајна правила, зависи од начина кажњавања односно толерисања ових поступака. Како би човек схватио опасност која му прети кршењем саобраћајних прописа, казне за ова дела морају бити строжије и мање толерисане. У неким земљама, постоје друге области живота које се сматрају опаснијим по живот. Улогу у оваквом начину сагледавања опасности имају и медији, па је могуће помоћу њих саобраћајну ситуацију представити на озбиљнији начин. Ово је нарочито значајно у промовисању уређаја који се користе у возилима и који доприносе смањеном броју прекршаја кога што су алко-браве, уређај за надзор брзине, уређај за ограничење брзине...

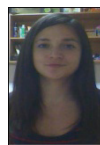
Како би се повећала свест о опасности одређених радњи и понашања у саобраћају, потребно је организовати различите кампање како би се популација упознала са последицама неадекватног понашања. Само подизање висине казне није довољно да се правило поштује, потребна је чешћа и ригорознија контрола како на местима на којима има веома мали број пропуста, тако и на магистралама на којима они постоје у много већој мери.

Кампање је потребно спровести у медијима, а исто тако и помоћу билборда и уличних реклама. Потребно је пронаћи одговарајући разлог за поштовање правила, а исти је потребно представити на јасан, једноставан и недвосмислен начин. Буђење свести може бити помоћу апела да људ кршењем саобраћајних прописа угрожавају своје животе, животе блиских људи и осталих учесника. Такође, потребно је организовати едукативне кампање које ће бити доступне свима и на којима ће се посматрати упознати са последицама непоштовања правила, а ако постоји могућност и практично уверити то.

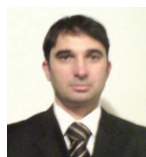
6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Lund, I.O., Rundmo, T. (2009). Cross-cultural comparisons of traffic safety, risk perception, attitudes and behaviour. *Safety Science* 47. 547–553.
- [2] Özkan, T. (2006). The regional differences between countries in traffic safety: A cross-cultural study and Turkish Case. Academic dissertation. Faculty of Behavioural Sciences at the University of Helsinki.
- [3] Vardaki, C., Yannis, G. (2013). Investigating the self-reported behavior of drivers and their attitudes to traffic violations. *Journal of Safety Research* 46. 1–11.

Кратка биографија:



Сандра Борић рођен је у Зрењанину 1989. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранила је 2015. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

**INTEGRISANJE PAK SISTEMA U GIS U CILJU OPTIMIZACIJE DOSTAVE
POŠTANSKIH POŠILJAKA****INTEGRATION PAC SYSTEM IN GIS IN ORDER TO OPTIMIZE THE DELIVERY
POSTAL ITEMS**

Vladan Paravinić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast –SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršena je analiza trenutnog stanja dostave poštanskih pošiljaka na dostavnom reonu 25, utvrđeni su određeni problemi, a zatim su predložena rešenja za optimizaciju dostave poštanskih pošiljaka, korišćenjem PAK i GIS sistema, odnosno njihovom integracijom.

Abstract – In this paper was performed analyzes the current status of delivery of postal items on the delivery region 25, identified some problems, and the proposed solutions to optimize the delivery of postal items, using the PAC and GIS systems, respectively to their integration.

Ključne reči: Optimizacija, Dostava poštanskih pošiljaka, PAK, GIS.

1. UVOD

Dostava poštanskih pošiljaka predstavlja završnu fazu u procesu vršenja poštanskih usluga, koja zahteva najveći obim uloženog rada uz najintenzivniji kontakt sa korisnicima usluga. Upravo dostava poštanskih pošiljaka ima presudni uticaj na kvalitet vršenja poštanskih usluga, jer predstavlja segment u kome se Pošta direktno predstavlja svojim korisnicima.

Takođe, dostava poštanskih pošiljaka značajno učestvuje u troškovima vršenja poštanske usluge. Optimizacijom dostave poštanskih pošiljaka omogućuje se smanjenje ukupnih troškova, povećava iskorišćenje resursa i kao posledica toga povećava se ukupni kvalitet vršenja poštanskih usluga.

Ovaj master rad razmatra integraciju PAK (Poštanski adresni kod) i GIS (Geografski informacioni sistem) sistema s ciljem da se izvrši optimizacija dostave poštanskih pošiljaka. Sa ovim ciljem je dat pregled toka dostave poštanskih pošiljaka sa problemima koji se javljaju u dostavi pošiljaka. Na osnovu analize predložena su rešenja za optimizaciju korišćenjem PAK i GIS sistema, odnosno njihovom integracijom.

2. GIS (Geografski informacioni sistem)

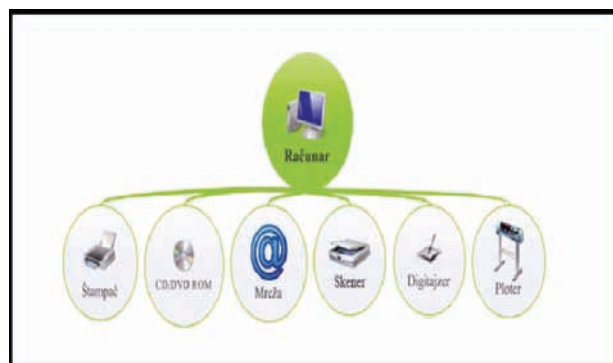
Postoje brojne definicije GIS-a koje su zasnovane na ciljevima raznovrsnih namena i funkcija.

Najveći broj definicija GIS-a može se svrstati u grupu definicija koje su zasnovane na GIS-u kao sredstvu za rad, zatim u grupu definicija koje su zasnovane na bazama podataka i u definicije koje se zasnivaju na organizaciji rada sa GIS-om [1]. Geografski Informacioni Sistem (GIS) predstavlja skup baza podataka, softvera i hardvera koji pruža mogućnost upravljanja prostornim podacima. U najužem smislu to je sistem koji je sposoban za integrisanje, čuvanje, uređivanje, analiziranje i prikazivanje prostornih informacija koje omogućavaju donošenje važnih odluka [2].

2.1. Komponente geografskih informacionih sistema

GIS sadrži tri važne komponente – kompjuterski hardver, niz aplikacionih softverskih modula i odgovarajući organizacioni sadržaj, koji obuhvata obučene ljude. Sve navedeno treba da je usklađeno, kako bi sistem mogao da bude funkcionalan. Pored, kompjuterskog hardvera, kompjuterskog softvera i kadra, osnovu svakog GIS-a čine, svakako, i podaci [1].

Glavne hardverske komponente GIS-a čine[1]: računar, memorijski uređaji, skeneri, digitajzeri, ploteri, štampači i računarske mreže (Slika 1).



Slika 1. Glavne hardverske komponente GIS-a[1]

Prema osnovnoj definiciji GIS uvek sadrži module za unos podataka, pakovanje i kreiranje baza podataka, za analizu i prikazivanje prostornih podataka.

To zahteva postojanje softverske arhitekture koja treba da omogući kreiranje navedenih modula i pri tom da bude usklađena sa glavnim funkcijama GIS-a [1]. Mesto i uloga modula prikazani su na slici 2.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Kranjac, docent.



Slika 2. Softverska arhitektura u GIS-u[1]

Za optimalan razvoj i primenu geografskih informacionih sistema neophodno je da korisnici poseduju određeni nivo obrazovanja. Posedovanje GIS znanja potrebno je za korišćenje raspoloživih i razvijanje različitih, novih aplikacija.

Širina buduće primene GIS tehnologija zavisi u mnogome od obrazovanja i obuke, kako onih koji rade na postavcu i razvoju GIS-a, tako i potencijalnih korisnika [1].

2.2. Vrste geografskih podataka

S obzirom na karakter podatka, strukturu zapisa, odnosno na njihovu organizaciju, geografski informacioni sistemi integrišu sledeće tipove podataka[1]:

- rasterske podatke,
- vektorske podatke,
- alfa-numeričke podatke,
- digitalni model visina.

Rasterski podaci

Rasterski podaci ili rasterske slike dele se na [1]:

- georeferencirane slike i
- negeoreferencirane slike

Georeferencirane slike pored rezolucije, dimenzije, broja boja, imaju još jednu važnu karakteristiku, a to je prostorna definisanost. U georeferencirane slike spadaju karte, satelitski snimci, a u nekim slučajevima i digitalni model visina i sl.

Negeoreferencirane slike su posebna vrsta rasterskih slika koje se ne mogu, ili ih nema smisla, georeferencirati. Najčešće su rezultat procesa skeniranja različitih dokumenata ili direktnog snimanja optičkim digitalnim kamerama. U ovu vrstu rasterskih slika ubrajamo fotografije, skenirana dokumenta, obrasce, opise i slično [1].

Vektorski podaci

Vektorski podaci su poseban tip podataka čiju strukturu čine osnovne geometrijske primitive: tačka, linija i poligon. Poseban tip vektorskih podataka su nazivi i opisi. Ovaj tip podataka predstavlja bročanu ili slovnu oznaku kojom se izražava neka od karakteristika entiteta[1].

Alfa-numerički podaci

Atributskim podacima se izražavaju negeometrijske karakteristike entiteta. Najveći deo atributskih podataka u GIS-u dat je u alfa-numeričkom obliku, odnosno izražen je pomoću slova i cifara (teksta i brojeva). Najčešći

nosioi alfa-numeričkih podataka su razni oblici statističkih godišnjaka, izveštaja, tablica, pregleda, opisa i sl. [1].

Digitalni model visina

“Digitalni model visina je organizovani skup podataka o visinama terena zapisan u digitalnom obliku”[1]. Karakteristika digitalnog modela visina kao organozovanog skupa podataka podrazumeva mogućnost da se za svaku tačku terena mogu dobiti podaci o njenom položaju uključujući i visinu.

3. PAK (Poštanski adresni kod)

Poštanski adresni kod (PAK) je šestocifreni broj koji označava deo ulice u koju poštonoša, odnosno poštar dolazi da bi uručio pošiljku primaocu. Upisivanjem PAK-a preciznije se određuje lokacija za uručenje pošiljaka, u odnosu na adresovanje kada se upisuje samo poštanski broj. Primena poštanskog adresnog koda omogućava uručenje pošiljaka u propisanom roku nezavisno od čestih promena naziva ulica i postojanja ulica sa istim nazivom u istom gradu ili opštini. Upisivanjem PAK-a povećava se pouzdanost i brzina prenosa poštanskih pošiljaka. Prve dve cifre označavaju opštinu, a treća i četvrta cifra dostavno područje, dok zadnje dve cifre označavaju ulicu ili deo ulice, ili bolje rečeno, jednu stranu ulice, između dve susedne poprečne ulice, mada mogu označavati i celu ulicu ili naselje ili, pak samo neki pojedinačni objekat [3].

4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA DOSTAVE POŠILJAKA NA DOSTAVNOM REONU 25

Da bi se izvršila odgovarajuća optimizacija dostave pošiljaka na dostavnom reonu 25, neophodna je prethodna analiza postojećeg stanja dostave poštanskih pošiljaka. Pod ovom analizom podrazumeva se sagledavanje svih procesa koji se dešavaju od momenta prispeća pošiljke u dostavnu poštu, pa sve do momenta uručjenja korisniku.

U cilju boljeg analiziranja postojećeg stanja dostave poštanskih pošiljaka na dostavnom reonu 25, proces dostave podeljen je na tri procesa, koji kao celina čine proces dostave poštanskih pošiljaka, a to su: zaduženje poštanskih pošiljaka od strane poštonoše u dostavnoj pošti, kretanje poštonoše na dostavnom reonu i uručjenje pošiljaka primaocima.

4.1. Zaduženje poštanskih pošiljaka od strane poštonoše u dostavnoj pošti

Proces dostave poštanskih pošiljaka počinje u dostavnoj pošti, odnosno kada poštonoša zaduži pošiljke koje se odnose na njegov dostavni reon.

Procesi tokom dostave pošiljaka na dostavnom reonu su sledeći:

1. Svakog radnog dana, kada poštonoša dođe u svoju dostavnu poštu, on prvo zadužuje obične pismonosne pošiljke koje se odnose na njegov dostavni reon i koje su tog jutra stigle u dostavnu poštu.
2. Nakon zaduženja pošiljaka, svaki poštonoša vrši ručno razvrstavanje pošiljaka, i to prvo po ulicama koje se nalaze na njegovom dostavnom reonu, a zatim vrši njihovo sortiranje na bazi svog kretanja na dostavnom reonu. Ovaj postupak razvrstavanja i sortiranja u zavisnosti od broja pošiljaka traje oko sat vremena.

3. Nakon zaduženja običinih pismonosnih pošiljaka, poštomoša zadužuje i preporučene pošiljke sa spiskom primalaca preporučenih pošiljaka. Potom vrši njihovo razvrstavanje i sortiranje.

4. Na kraju zadužuje vrednosne pošiljke, vrši takođe njihovo razvrstavanje i sortiranje i nakon toga kreće na svoj reon dostave.

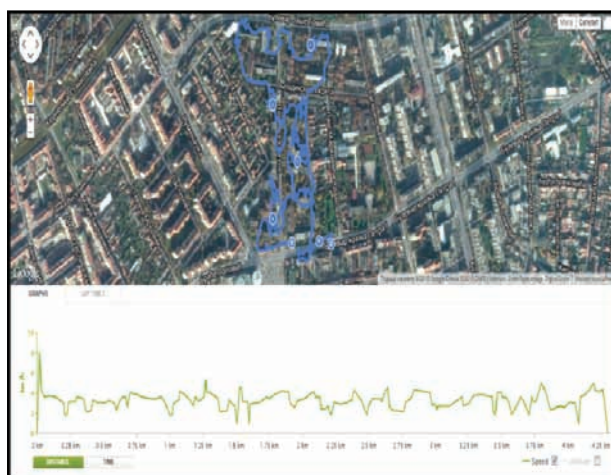
Nakon analiziranja ovog procesa, uočavaju se problemi koje se dešavaju u procesu zaduženja poštanskih pošiljaka.

- Usled neadekvatnog rukovanja sa mašinom za automatsku preradu poštanskih pošiljaka, a i usled neadekvatnih uslova za automatsku preradu poštanskih pošiljaka u Glavnom poštanskom centru u Novom Sadu, dolazi do pojave grešaka. Dešava se da među običnim pošiljkama budu:
 - pošiljke koje ne pripadaju ovom dostavnom reonu ili
 - pošiljke koje čak ne pripadaju dostavnom području grada Novog Sada.
- Zatim, veoma bitan problem, je i vreme koje je potrebno poštomoši da ručno razvrsta i sortira pošiljke. Umesto da poštomoša dobije već razvrstane i sortirane pošiljke za njegov dostavni reon i da krene odmah sa dostavom, on mora svaki radni dan da obavlja ovaj posao ručno i kao posledica toga smanjuje se produktivnost poštomoše. Ovo je posebno bitno u periodima kada dolazi do veće koncentracije poštanskih pošiljaka, kao npr. kada se dele računi za struju, telefon i sl.

4.2. Kretanje poštomoše na dostavnom reonu

Kada se govori o kretanju poštomoše po dostavnom reonu, podrazumeva se putanja kojom će se poštomoša kretati, kao i koje sve adrese u tom kretanju mora da poseti, kako bi obavio dostavu na celom dostavnom reonu. Sve ovo je predstavljeno u putnom listu poštomoše. Prema ovom putnom listu pređeni put poštomoše iznosi 3900m hodajući peške, svakog radnog dana. Kada se analizira ovaj putni list, i kada se pogleda stanje na terenu, uviđa se određeni problem vezan za kretanje poštomoše. Naime, u putnom listu je prikazano rastojanje koje poštomoša pređe između dve adrese, odnosno rastojanje koje pređe po PAK-u, ali nije uzeto u obzir rastojanje koje pređe na samoj adresi. Da bi se utvrdilo stvarno kretanje, odnosno stvarno pređeni put poštomoše na ovom dostavnom reonu, urađeno je GPS praćenje poštomoše u toku jednog dana dostave pošiljaka. Na slici 3 prikazano je GPS praćenje poštomoše na dostavnom reonu, i koje pokazuje stvarno kretanje poštomoše i njegov pređeni put. Kao što se na slici vidi, pređeni put je 4300m što je za 400m više od predviđenog pređenog puta koje se nalazi u putnom listu. Ovaj pređeni put koji poštomoša ostvari na adresi primaoca je promenljiv, odnosno različit je za svaki dan, pa ga je teško sa preciznošću odrediti. Takođe, treba napomenuti i da je u putnom listu poštomoše za dostavni reon 25, napravljena već optimalna putanja kojom bi poštomoša trebao da se kreće, tako da sem ukazanog nedostatka u računanju pređenog puta ne postoji drugi

bitniji razlog za dodatnu optimizaciju kretanja poštomoše. Na slici 3 prikazana je i brzina kretanja poštomoše po pređenom rastojanju.



Slika 3. Kretanje poštomoše na dostavnom reonu

4.3. Uručenje pošiljaka primaocima

Kada se govori o ključnim problemima u procesu uručenja pošiljaka primaocu tu se javljaju sledeći problemi:

- Nepotpuna adresa primaoca,
- Pošiljka ne pripada dostavnom reonu,
- Onemogućeno pronalaženje primaoca na adresi.

5. OPTIMIZACIJA DOSTAVE POŠILJAKA INTEGRACIJOM PAK-A U GIS NA DOSTAVNOM REONU 25

Da bi se izvršila optimizacija dostave pošiljaka na dostavnom reonu 25, neophodno je bilo prethodno prikupljanje informacija o trenutnom stanju dostave pošiljaka i njihova analiza. U prethodnom delu rada prikazana su tri procesa u dostavi pošiljaka i izvršena je analiza njihovog trenutnog stanja. U svakom od tri procesa na osnovu analize trenutnog stanja, utvrđeni su određeni problemi.

Rešenja za problem u procesu zaduženja pošiljaka od strane poštomoše, je upotreba PAK-a. S obzirom na to da PAK čini šest cifara koje preciznije određuju adresu primaoca, nameće se logičan zaključak da bi pre svega automatska prerada pošiljaka bila bolja, jer mašine za automatsku preradu pošiljaka koriste optičke čitače kojima je svakako lakše da očitaju šestocifreni PAK, nego adresu ispisanu rukom. Ovim bi se pre svega smanjila verovatnoća greške u očitavanju, a samim tim i povećao broj uspešno automatski prerađenih pošiljaka. Upotrebom PAK-a moguće bi bilo napraviti jedinstvenu listu primaoca na svakom dostavnom reonu. Na osnovu te liste pravila bi se i optimalna ruta kretanja poštomoše na dostavnom reonu, a samim tim bi se i pošiljke za taj dostavni reon na osnovu urađene liste mogle automatski razvrstati i sortirati, tako da poštomoša ne bi imao potrebu svakog dana da ručno razvrstava i sortira pošiljke, već bi jednostavno samo preuzeo već razvrstane i sortirane pošiljke i otišao na svoj reon dostave. Ovim bi se svakako povećala iskorišćenost poštomoše, a samim tim i povećao broj uručenih pošiljaka.

Što se tiče problema koji se javljaju u procesu uručanja pošiljaka primaocima, jasno se može zaključiti da bi upotreba PAK-a bila dobro rešenje. Pored PAK-a i upotreba GIS-a bi omogućila rešavanje problema koji se javljaju u ovom procesu. Kao rešenje koristila bi se karta dostavnog reona 25 u formatu avionskog snimka, na koju bi se pomoću GIS-a ucrtavali PAK-ovi, i tu kartu bi poštunoša zajedno sa putnim listom nosio sa sobom po dostavnom reonu. Ukoliko bi se desilo da postoji pošiljka koja ne pripada dostavnom reonu 25, poštunoša bi iskoristio ovu kartu da na osnovu PAK-a utvrdi da li ta adresa uopšte postoji na tom dostavnom reonu. Primer izgleda karte prikazan je na slici 4.



Slika 4. Karta sa ucrtanim PAK-ovima dostavnog reona 25

Pored karte poštunoša bi imao i tabelu sa spiskom adresa za svaki PAK. Na tabeli 1 prikazan je spisak adresa za svaki PAK.

Tabela 1. Spisak PAK-ova, adresa i ulica na dostavnom reonu 25

id	PAK	Adresa	Ulice
1	401323	31-999/Š	Pariske komune
2	401331	19-23/Š	Pariske komune
3	401332	25-25/Š	Pariske komune
4	401333	27-27/Š	Pariske komune
5	401334	29-29/Š	Pariske komune
6	401335	42-998/Š	Pariske komune
7	401336	30-40/Š	Pariske komune
8	401337	22-28/Š	Pariske komune
9	401338	10-20/Š	Pariske komune
10	401339	8-8/Š	Pariske komune
11	401340	2-6/Š	Pariske komune
12	401341	1-9/Š	Pariske komune
13	401342	11-13/Š	Pariske komune
14	401343	15-17/Š	Pariske komune
15	401377	20-998/Š	Bogoboja Atanac...
16	401378	2-18/Š	Bogoboja Atanac...
17	401379	cela neparna str...	Bogoboja Atanac...
18	401382	55-58/Š	Bul. kralja Petra I
19	401383	60-998/Š	Bul. kralja Petra I
20	401380	44-46/Š	Bul. kralja Petra I
21	401381	48-50/Š	Bul. kralja Petra I
22	401319	3-11/Š	Bul. Jaše Tomica
23	401320	13-13/Š	Bul. Jaše Tomica
24	401321	15-15/Š	Bul. Jaše Tomica
25	401322	17-17/Š	Bul. Jaše Tomica
26	401324	19-19/Š	Bul. Jaše Tomica
27	401325	21-27/Š	Bul. Jaše Tomica
28	401326	29-999/Š	Bul. Jaše Tomica
29	401505	9-12/Š	Bul. Jaše Tomica

6. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada je da se pokaže da upotrebom GIS i PAK sistema, odnosno njihovom integracijom, može optimizovati dostava pošiljaka. Kao realan primer korišćen je dostavni reon 25 na teritoriji grada Novog

Sada. Da bi se optimizovala dostava poštanskih pošiljaka na ovom dostavnom reonu, neophodno je bilo prethodno analiziranje trenutnog stanja dostave pošiljaka. U cilju bolje analize, kompletan proces dostave poštanskih pošiljaka, podeljen je na tri zasebna procesa, koji zajedno kao celina čine proces dostave poštanskih pošiljaka. Analizom svakog od tih procesa utvrđeni su određeni problemi koji na manji ili veći način negativno utiču na kvalitet dostave poštanskih pošiljaka.

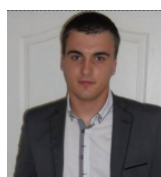
U dostavnoj pošti je predviđeno da bi upotreba PAK-a, mogla da reši problem sa vremenom koje poštunoša koristi na početku svakog radnog dana na ručno razvrstavanje i sortiranje pošiljaka. Upotrebom PAK-a olakšana bi bila automatska prerada pošiljaka, a pored toga upotrebom PAK-a omogućeno bi bilo i formiranje liste korisnika za svaki dostavni reon. Na osnovu te liste bi se pravila i optimalna ruta kretanja poštunoše, a samim tim i pošiljke bi se na osnovu te liste mogle automatski razvrstati i sortirati, tako da poštunoša ne bi morao ručno da razvrstava i sortira pošiljke. Na dostavnom reonu prilikom uručivanja pošiljaka primaocima, predviđeno je da bi integracijom PAK-a u GIS bilo omogućeno da se problemi (kao što su nepotpuna adresa ili pošiljka koja ne pripada dostavnom reonu), reše na taj način, što bi se formirala karta sa ucrtanim PAK-ovima za svaki reon. Pored karte predviđeno je pravljenje tabele sa nazivima ulica i adresama za svaki PAK. Na taj način bi bilo omogućeno da poštunoša na osnovu PAK-a pronađe adresu primaoca, ili da utvrdi da li ta pošiljka pripada njegovom dostavnom reonu.

Sva predložena rešenja upotrebom PAK-a i GIS-a u ovom radu, predstavljaju značajna poboljšanja u dostavi pošiljaka. Ukoliko bi se dostava pošiljaka optimizovala na ovakav način, sigurni pokazatelji ove optimizacije bi bili pre svega veća produktivnost poštunoše, veći broj uručenih pošiljaka i zadovoljniji korisnici.

7. LITERATURA

- [1] Jovanović V., Đurđev B., Srdić Z., Stankov U., *Geografski informacioni sistemi*, Univerzitet u Novom Sadu, Univerzitet Singidunum, (prvo izdanje), Beograd, 2012.
- [2] <http://www.urbel.com/documents/info26-tema.pdf>, (datum pristupa: 27.11.2014.)
- [3] Peković O., *Organizacija i automatizacija u poštanskom saobraćaju*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.

Kratka biografija:



Vladan Paravinić rođen je u Bijeljini 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Poštanski saobraćaj i telekomunikacije – Geografski informacioni sistemi u saobraćaju odbranio je 2015. god.

PRAKTIČNI ASPEKTI MOBILNE TELEFONIJE

PRACTICAL ASPECTS OF MOBILE TELEPHONY

Mile Todorović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj: U ovom radu opisano je funkcionisanje sistema za elektronske dopune prepaid korisnika putem mPOS terminala. Prikazan je postupak aktivacije prodajnog mjesta, kao i sama procedura obavljanja transakcija na mPOS terminalu. Opisane su sve mogućnosti operativne kontrole kako na prodajnom mjestu, tako i u sistemu distributera, kao i načini generisanja izvještaja i fakturisanja. Na kraju je dat prikaz telekomunikacionih indikatora u BiH na osnovu kojih je iznijeto predviđanje rada sistema za elektronske dopune prepaid korisnika u budućnosti.

Abstract: This paper describes the functioning of Top Up systems for prepaid users via mPOS terminals. It shows the point of sale activation process, as well as the procedure itself of performing transactions on mPOS terminal. All the possibilities of operational control both on the sales point and in the system of distributors have been described, as well as the ways of generating reports and invoicing. In the end, there is a review of telecommunication indicators in Bosnia and Herzegovina based on which a prediction regarding the Top Up system operation for future prepaid users is presented.

Cljučne riječi: postpaid, prepaid, MSISDN, mPOS terminali, Transakcioni centar.

1. UVOD

Usluge mobilne telefonije u Bosni i Hercegovini nude tri operatera sa značajnom tržišnom snagom: m:tel, BH Telecom i HT Eronet. Pored ova tri klasična mobilna operatera na teritoriji Bosne i Hercegovine djeluju i četiri alternativna mobilna operatera (Haloo, IZI Mobile, Happy i Blicnet) koji za pružanje svojih usluga koriste izgrađenu infrastrukturu gore pomenutih operatera [1].

Prema načinu plaćanja usluga koje pružaju mobilni operateri, korisnici se dijele u dvije vrste: postpaid korisnici i prepaid korisnici. U postpaid varijanti usluge mobilnog operatera korisnici plaćaju nakon korišćenja usluge na mjesečnom nivou po obračunu, dok se u prepaid varijanti usluge plaćaju prije njihovog korišćenja. Prepaid korisnici mogu dopunjavati svoje račune jednostavno i lako, a načini za to su zaista brojni. Cilj ovoga rada jeste upravo da opiše jedan od najrasprostranjenih načina dopunjavanja računa prepaid korisnika, kao i poslovne i tehničke procese u realizaciji servisa elektronske dopune prepaid računa putem mPOS terminala korisnika mobilnog operatera m:tel.

NAPOMENA:

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

2. DOPUNJAVANJE FRENDA RAČUNA

Frend je naziv za m:tel prepaid i sinonim za odličnu komunikaciju za sve ljubitelje kontrole troškova, telefoniranja bez ugovornih obaveza i bez mjesečne pretplate. Frend računi se dopunjavaju jednostavno i lako, a načini za to su zaista brojni:

- elektronska dopuna putem mPOS terminala
- preko vaučera za dopunu
- preko samouslužnog uređaja za elektronske dopune
- kreditnom karticom
- putem fiksnog telefona
- sa postpaid broja
- putem usluge „podijeli dopunu“

3. E-DOPUNA PUTEM MPOS TERMINALA

Elektronska dopuna (e-dopuna) je usluga mobilnih operatera koja omogućava korisnicima brz i jednostavan način dopune prepaid kredita. Kod e-dopune preko mPOS terminala podaci se veoma lako unose, a ukoliko dođe do neke greške na svim terminalima je omogućeno storniranje transakcije. Prodavac ili krajnji korisnik mPOS terminala ima na raspolaganju 10 minuta od unosa dopune za storniranje transakcije dopune. Po isteku ovoga vremena terminal ne dozvoljava storniranje čime se mobilni operater štiti od zloupotreba.

Za svaku transakciju, uobičajeno je da prodavac mora da unese svoj PIN kod, MSISDN i željenu vrijednost dopune. U trenutku kada je transakcija izvršena, štampa se slip i istovremeno se šalje SMS potvrdna poruka na MSISDN koji je upravo dopunjen.

3.1. mPOS terminali

mPOS terminali (mobile Point of Sale) predstavljaju uređaje na kojima je implementirana funkcija realizacije elektronske dopune (slika 1.).

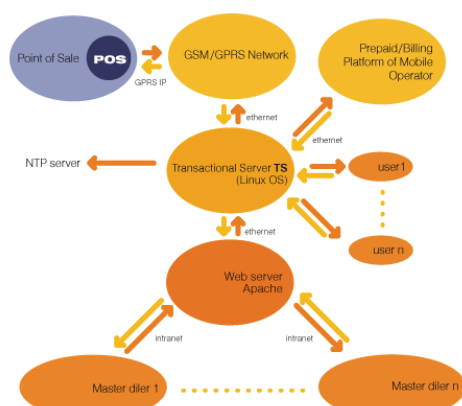


Slika 1. mPOS terminal ver. 5.0

U sebi mogu imati SIM karticu, a mogu se napraviti specijalno za svrhu realizacije e-dopuna ili se na već postojećem hardveru koji ima neku drugu osnovnu namjenu može implementirati ova funkcija. Svaki od mPOS terminala vezan je za određenu SIM postpaid karticu preko koje se uspostavlja GPRS prenos podataka preko dodijeljenog APN-a (Access Point Name).

3.2. Transakcioni centar

Povezivanje mPOS terminala sa sistemom e-dopune mobilnih operatera uvijek ide preko transakcionog centra koji predstavlja upravljački centar za jednog distributera. Veza između terminala i transakcionog centra može se ostvariti na tri načina: preko GSM mreže, preko GPRS mreže za prenos podataka, nekim fizičkim linkom (npr. preko UTP kabla i ADSL modema). Na slici 2. prikazana je arhitektura cjelokupnog sistema za elektronske dopune.



Slika 2. Arhitektura sistema za e-dopunu

Transakcioni server vrši kontrolu, nadzor i evidenciju svih transakcija izvršenih preko mPOS terminala i omogućava povezivanje mPOS terminala sa prepaid sistemom mobilnog operatera.

3.3. Web aplikacija

Interfejsi Web Servera omogućavaju ograničenu vezu sa spoljnim svijetom i obezbjeđuju web pristup ovlaštenim korisnicima i uvid u status prodajnih mjesta koja su pod njihovom nadležnošću. Pored njihove tipične namjene, oni određuju i lokaciju na kojoj će se generisati različite vrste izvještaja.

4. UGOVOR O PROCESIRANJU I UGOVOR O DISTRIBUCIJI

Distributer (posrednik) prije početka rada u posredništvu e-dopuna za mobilne operatere mora da sklopi dva ugovora: sa firmom proizvođačem mPOS terminala o isporuci mPOS terminala i uspostavljanju tehničkih uslova za pružanje usluga e-dopune (procesiranje) i mobilnim operaterom (u konkretnom slučaju m:tel-om) kojim se definišu prava i obaveze svakog od potpisnika ugovora prilikom realizacije usluge e-dopune putem mPOS terminalima.

Nakon sklapanja ovih ugovora, a prije nego li posrednik krene sa distribucijom elektronskih dopuna, dužan je da izvrši trebovanje SIM kartica od mobilnog operatera. Trebovanje SIM kartica posrednik vrši putem obrasca

“Zahtjev za uspostavu GPRS Data servisa“ koji distributer prosleđuje nadležnoj službi m:tel-a (direkcija za tehniku).

5. PROCES AKTIVIRANJA NOVOG PRODAJNOG MJESTA

Prvi i osnovni korak u procesu aktiviranja novog prodajnog mjesta jeste dostavljanje “Najave za instalaciju” nadležnoj službi m:tel-a.

Nakon odobravanja najave za instalaciju od strane nadležne službe m:tel-a, Distributer priprema i m:tel-u dostavlja “Zapisnik o instalaciji MPOS terminala” u elektronskoj formi putem mail-a. Na slici 3. prikazan je izgled zapisnika o instalaciji mPOS terminala.

ZAPISNIK O INSTALACIJI TERMINALA	
Tip instaliranog Terminala	
Vlasništvo instaliranog Terminala	
Serijski broj instaliranog Terminala	
Serijski broj SIM kartice koja je instalirana u Terminal	
GSM broj SIM kartice koja je instalirana u Terminal	
Naziv Pružatelja na čijem je prodajnom mjestu instaliran Terminal	
Naziv prodajnog mjesta	
PIB prodajnog mjesta	
Kontakt osoba	
Adresa prodajnog mjesta	
Telefon prodajnog mjesta	
Broj i datum Ugovora o nabavi (između Telekomunikacije RS i Posrednika, za posredovanje u prodaji vaučera elektronskim putem	
Datum instalacije	
Gore navedeno potvrđuje:	
PROCESOR: (naziv Posrednika)	Producente instalacije MPOS terminala: (naziv Posrednika)
(ime i prezime odgovornog lica)	(ime i prezime odgovornog lica)
POSREDNİK: (naziv Posrednika)	Zapisnik zapisan u m:tel, dana:
(ime i prezime odgovornog lica)	(ime i prezime odgovornog lica)

Slika 3. Zapisnik o instalaciji terminala

Prije nego što se uradi priprema aktivacije za neko prodajno mjesto ili prodajna mjesta potrebno je u sistemu izvršiti unos i definisanje kupca. Jedan unešeni kupac za sebe može da ima vezanih jedno ili više prodajnih mjesta. Da bi prodajno mjesto bilo aktivirano u sistemu, neophodno je da distributer uradi pripremu podataka za aktivaciju prodajnog mjesta. Podaci o prodajnom mjestu se vezuju za serijski broj terminala namijenjenog za aktivaciju. Aktiviranjem prodajnog mjesta od strane procesora, prodajno mjesto može početi sa operativnim radom.

6. KONTROLA, IZVJEŠTAJI I FAKTURISANJE

Kontrola sistema elektronskih dopuna je veoma važan dio ovako složenog sistema i može se posmatrati kroz nekoliko procesa podjednako važnih za njegovo stabilno i uspješno funkcionisanje.

Web interfejs sistema elektronskih dopuna omogućava distributeru apsolutnu kontrolu kada su u pitanju dnevne transakcije svih prodajnih mjesta iz njegove distributivne mreže. Ova kontrola i praćenje transakcija odvija se u realnom vremenu, što je prikazano slikom 4.

Distributer	Prodajno mjesto	Terminal	Vrijeme	Ukupno	M/S/G/D/A
WELDING	DRINA PROMET DOO RI	023506	13.08.2014	5.00	+38760213275
WELDING	ZELJO DOO PRODUKCIJA PERIZONERKA	023405	13.08.2014	10.00	+3876000400
WELDING	ZELJO DOO PRODUKCIJA PERIZONERKA	023406	13.08.2014	10.00	+38760076034
WELDING	TR SARABON SP	023102	13.08.2014	5.00	+38760270506
WELDING	BRNO DOO RI DOBRO	023074	13.08.2014	5.00	+38760075489
WELDING	ZELJO DOO DRISIN	023409	13.08.2014	5.00	+38760000979
WELDING	LA VITA SP	023381	13.08.2014	2.00	+38760074403
WELDING	WELD MANG RI	023047	13.08.2014	5.00	+38760221966
WELDING	TR SARABON SP	023102	13.08.2014	2.00	+38760221131
WELDING	DRISIN SP	023323	13.08.2014	10.00	+38760000313
Distributer	Prodajno mjesto	Terminal	Vrijeme	Ukupno	M/S/G/D/A

Slika 4. Praćenje transakcija u realnom vremenu

Praćenjem liste storno dopuna moguće je u realnom vremenu vidjeti šta se desilo sa nekom od transakcija, da li ju je sistem sam stornirao ili je pak kupac na svom prodajnom mjestu putem mPOS terminala izvršio storniranje.

Distributer ima mogućnost operativne kontrole nad radom prodajnih mjesta na tri načina: limitiranje prometa prodajnog mjesta, blokiranje prodajnog mjesta i deaktiviranje prodajnog mjesta.

Limitiranje prometa prodajnog mjesta predstavlja definisanje dva parametra koja omogućavaju sistemsko (automatsko) blokiranje mjesta ukoliko dostigne definisan nivo prometa i ukoliko mu je dodijeljena mogućnost sistemskog (automatskog) blokiranja. Ukoliko prodajno mjesto dostigne limit koji je postavljen i ukoliko mu je podešena mogućnost blokade, njemu će sistem onemogućiti dalje obavljanje dopuna.

Blokiranje prodajnog mjesta predstavlja trenutno, privremeno onemogućavanje daljeg vršenja elektronskih dopuna željenom prodajnom mjestu. Distributer manuelno u sistemu dodjeljuje prodajnom mjestu status blokiran i status ostaje na snazi sve dok distributer ne odluči da ga vrati u prvobitno stanje (neblokiran).

Prilikom deaktivacije prodajnog mjesta potrebno je ispoštovati proceduru i prpratnu papirologiju vezanu za tu proceduru. Kao i kod aktivacije prodajnog mjesta i kod deaktivacije potrebno je nadležnoj službi dostaviti zapisnik, u ovom slučaju "Zapisnik o deinstalaciji mPOS terminala" na željenom prodajnom mjestu.

Posrednik je u obavezi da održava mrežu svojih prodajnih mjesta funkcionalnom i u slučajevima pojavljivanja bilo kakvih smetnji i nepravilnosti u pružanju e-dopune korisnicima dužan je pravovremeno da reaguje. U slučajevima neispravnosti terminala, potrebno je izvršiti njegovu zamjenu. Proces zamjene prati i izrada "Zapisnika o zamjeni mPOS terminala" (slika 5.).

ZAPISNIK O ZAMJENI TERMINALA	
Tip Terminala (stariog i zamjenjivog)	
Vlasništvo Terminala koji se mijenja	
Serijski broj Terminala (stariog i zamjenjivog)	
Serijski broj SIM-kartice koja je instalirana u Terminal	
GSM broj SIM-kartice koja je instalirana u Terminal	
Nativ Proizvođača na čijem prodajnom mjestu se vrši zamjena Terminala	
Nativ prodajnog mjesta	
PIB prodajnog mjesta	
Kontakt osoba	
Adresa prodajnog mjesta	
Telefon prodajnog mjesta	
Broj i datum Ugovora zaključenog između Telekomunikacije RS i Posrednika, za posredovanje u prodaji vančara elektroničkim putem	
Datum zamjene	
Gore navedeno potvrđuje:	
PROCESOR: _____ (Ime i prezime odgovornog lica)	Proizvođače zamjene MPOS terminala: _____ (Ime i prezime Posrednika)
POSREDNIK: _____ (Ime i prezime odgovornog lica)	Zapisnik zapečaćen u m tel, dana: _____ (Ime i prezime odgovornog lica)

Slika 5. Zapisnik o zamjeni mPOS terminala

Izvještaji i analiza podataka su veoma važan dio sistema. Distributeru su na raspolaganju izvještaji koje može da preuzme sa web aplikacije i izvještaji koje dobija sa sistema putem mail-a. Izvještaji koji se preuzimaju sa web aplikacije su u csv formatu i pdf formatu, dok se putem mail-a izvještaji dobijaju u excel formatu. Sa web aplikacije izvještaji se mogu preuzeti u bilo kom trenutku, dok se izvještaji koji se dobijaju putem mail-a generišu od strane sistema automatski u toku noći za predhodni dan i šalju se distributeru.

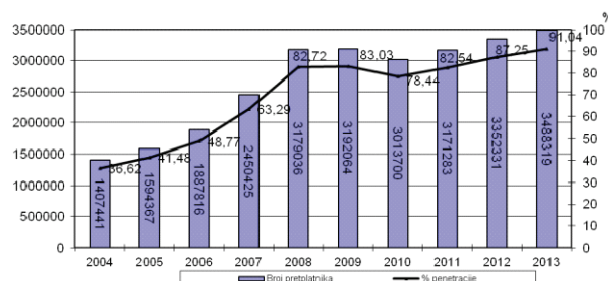
Kupcu su na raspolaganju izvještaji koje može da preuzme sa mPOS terminala na svome prodajnom mjestu, kao i izvještaji u pdf formatu koje može da dobija od

distributera putem mail-a. Uobičajeno je da se izvještaji generišu na dnevnom, sedmičnom i mjesečnom nivou. Najvažniji izvještaj koji se u sistemu za elektronske dopune generiše je mjesečni račun/faktura. Ovaj račun se koristi za knjiženje i distributer ga šalje kupcu u dva primjerka, putem pošte ili elektronski putem mail-a. Dovoljno je da kupac napiše broj izlaznog računa i vrati jedan primjerak distributeru na osnovu koga će distributer izvršiti obračun ulaznog PDV-a.

Svoje obaveze prema mobilnom operateru distributer izmiruje takođe na sedmičnom nivou i to za sva prodajna mjesta iz svoje distributivne mreže u punom bruto iznosu. Za svoje usluge, a u skladu sa potpisanim ugovorom o posredništvu sa mobilnim operaterom, distributer svakog ponedjeljka šalje fakturu za obavljene usluge sa provizijom koja mu pripada za posredovanje u prodaji elektronskih dopuna prepaid korisnicima.

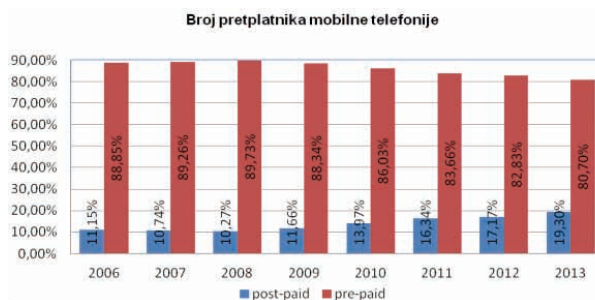
7. TELEKOMUNIKACIONI INDIKATORI U MOBILNOJ TELEFONIJI BiH

Na tržištu mobilnih komunikacija u toku 2013. godine ostvaren je rast broja pretplatnika kao i ostvarenog prometa dok je zabilježen pad ukupnog prihoda. Broj pretplatnika u Bosni i Hercegovini na dan 31.12.2013. godine bio je 3.488.319, dok je nivo penetracije (broj mobilnih pretplatnika na 100 stanovnika) iznosio 91,04% što predstavlja porast od 4,35% u odnosu na 2012. godinu. Stopa penetracije u 2013. godini određena je na osnovu procjene Agencije za statistiku BiH o broju stanovnika od 30.06.2013. godine, koji je iznosio 3.831.555 stanovnika. Na slici 6. prikazan je broj mobilnih telefonskih linija i stopa penetracije u Bosni i Hercegovini za period 2004. – 2013. godine [2].



Slika 6. Br. mobilnih tel. linija i stopa penetracije u BiH

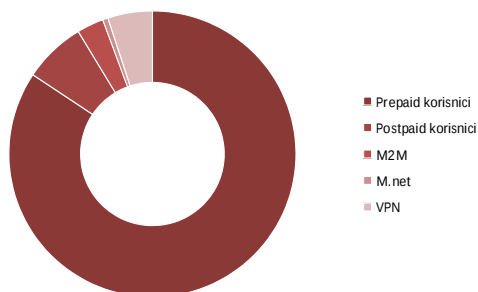
I dalje se nastavlja trend višestrukog porasta prepaid pretplatnika u odnosu na postpaid pretplatnike, što je karakteristično za cijelo evropsko tržište mobilnih komunikacija. Odnos broja postpaid i prepaid pretplatnika u BiH za period 2006. - 2013. godine prikazan je slikom 7 [2].



Slika 7. Odnos prepaid i postpaid korisnika u BiH

7.1. m:tel, korisnici i saobraćaj

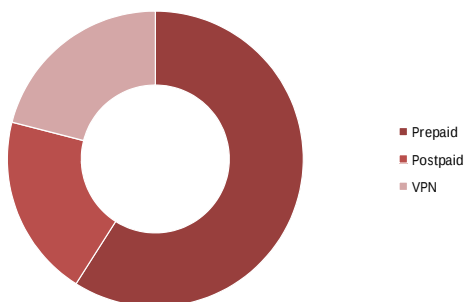
U strukturu ukupnog broja korisnika mobilne telefonije mobilnog operatera m:tel za 2012. god. (slika 8.), prepaid korisnici participiraju sa 84%, postpaid korisnici sa 7%, korisnici poslovne mreže (VPN) sa 5%, M2M sa 3% i M:net (tarifni paketi za prenos podataka za privatna lica) korisnici sa 0,6%. Gotovo identični podaci vezuju se i za 2011. godinu [3].



Slika 8. Struktura korisnika mobilne telefonije

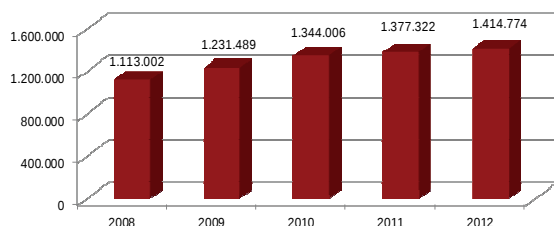
Ovi podaci nam pokazuju da su prepaid korisnici daleko najzastupljeniji, da njihov broj iz godine u godinu raste i da im je neophodno obezbijediti pristupačnu i rasprostranjenu mrežu za dopunjavanje korisničkog kredita što je elektronskom dopunom putem mPOS terminala moguće ostvariti.

U ukupnom ostvarenom saobraćaju, prepaid saobraćaj participira sa 59%, postpaid saobraćaj sa 20% i saobraćaj VPN korisnika participira sa 21% (slika 9.). Najveći rast ostvarenog saobraćaja mobilne telefonije u odnosu na 2011. godinu, ostvaren je u okviru prepaid saobraćaja, i to od 22% [3].



Slika 9. Udio korisnika mobilne telefonije

Broj korisnika mobilne telefonije gledano pet godina unazad rastao je iz godine u godinu (slika 10.), što garantuje da će taj trend da se nastavi.



Slika 10. Ukupan broj korisnika mobilne telefonije

8. ZAKLJUČAK

Sistem elektronske distribucije prepaid kredita omogućava direktne benefite mobilnim operaterima i krajnjim korisnicima i opravdava investicije usled mnogo brže distribucije usluge. Troškovi distribucije postaju značajno manji usled smanjenja troškova u štampi, prevozu i ljudskim resursima. Eliminiraju se zloupotrebe i manipulacije pri eksploataciji robe za distribuciju.

Komunikacija sa korisnicima postaje personalizovana korišćenjem elektronskog sistema za dopune. Navike potrošača se identifikuju kroz prodajna mjesta kao budući kanal za distribuciju novih proizvoda. Ogromna količina podataka omogućava izradu sofisticiranih "data warehouse" rješenja koja će omogućiti donošenje boljih poslovnih odluka.

Posmatrajući trend koji se ponavlja iz godine u godinu a tiče se porasta broja prepaid korisnika, kao i samog broja korisnika mobilne telefonije koji se mahom odlučuju za prepaid uslugu, biće neophodno obezbijediti što pristupačniji i funkcionalniji način dopune prepaid kredita. Jedan od ovakvih načina je svako i elektronska dopuna putem mPOS terminala.

Širenjem usluga klasičnih mobilnih operatera u BiH i pojavljivanjem sve većeg broja alternativnih mobilnih operatera koji svoje usluge baziraju na prepaid korisnicima, treba očekivati da će u bližoj budućnosti doći do povećanja broja distributera na teritoriji BiH kada je u pitanju ova usluga i do stvaranja što šire i pristupačnije distributivne mreže.

9. LITERATURA

- [1] Regulatorna agencija za komunikacije BiH, *Lista operatera sa značajnom tržišnom snagom*, Sarajevo, avgust 2012.
- [2] Regulatorna agencija za komunikacije BiH, *Telekomunikacioni pokazatelji Bosne i Hercegovine za 2013. godinu*, Sarajevo, 2014.
- [3] Telekomunikacije Republike Srpske AD, *Godišnji izvještaj za poslovnu 2012. godinu*, Banja Luka, 2013.

Kratka biografija:



Mile Todorović rođen je u Brčkom 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštaanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2015.god.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2014. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slavko Đurić
Aleksandar Ristić	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Dudić
Bato Kamberović	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Slobodan Krnjetin
Biljana Njegovan	Đura Oros	Milan Vidaković	Slobodan Morača
Bogdan Kuzmanović	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Sonja Ristić
Bojan Batinić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Kolaković
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milica Miličić	Srđan Popov
Bojan Tepavčević	Goran Sladić	Milinko Vasić	Srđan Vukmirović
Bojana Beronja	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Staniša Dautović
Branislav Atlagić	Gordana	Miloš Živanov	Stevan Milisavljević
Branislav Nerandžić	Milosavljević	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Branislav Veselinov	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Strahil Gušavac
Branislava Kostić	Igor Budak	Miodrag Zuković	Svetlana Nikoličić
Branislava	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Tanja Kočetov
Novaković	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branka Nakomčić	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Mirjana Vojnović	Todor Bačkalić
Branko Škorić	Ivan Tričković	Miloradov	Toša Ninkov
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Damir Đaković	Ivana Katić	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Nimrihter	Velimir Todić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Miroslav Plančak	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jeličić	Miroslav Popović	Veran Vasić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mitar Jovanović	Veselin Avdalović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Mladen Kovačević	Veselin Perović
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Mladen Radišić	Vladan Radlovački
Dragan Jovanović	Jureša	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Nađa Kurtović	Vladimir Radenković
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nebojša Pjevalica	Vladimir Strezoski
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Škiljajica
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nemanja	Vlado Delić
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlastimir
Dragana	Karl Mičkei	Nenad Katić	Radonjanin
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zdravko Tešić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zora Konjović
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragiša Vilotić	Nešić	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radivoje Rinulović	Željen Trpovski
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Radovan Štulić	
Duško Bekut	Milan Rackov	Rastislav Šostakov	