



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXIV

Број: 9/2009

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXIV Свеска: 9

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

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

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

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

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

Председник Савета: проф. др Радомир Фолић

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је девета 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, тако да је последњи број, пре његовог обнављања, објављен 1991. год., као двоброј/двогодишњак 20/21, 1990/1991.

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 докторских студија, доносе потребу да ови, веома значајни и вредни резултати, постану доступни академској и другој јавности. Оживљавање „Зборника радова Факултета техничких наука“, као јединственог форума за презентацију научних и стручних достигнућа, 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. Електронска верзија часописа излази једном месечно, док се штампана верзија публикује 5-6 пута годишње у оквиру промоције дипломираних инжењера-мастера.

У овом броју штампани су радови студената, сад већ дипломираних инжењера – мастера, који су дипломирали у периоду 16.10. – 15.12.2009. год., а који се промовишу 27.01.2010. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових завршних радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих научних конференција: ЕТРАН и ТЕЛФОР.

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 9, објављени су радови из области машинства, електротехнике и рачунарства, саобраћаја и мехатронике.

У свесци са редним бројем 10. објављени су радови из области грађевинарства, графичког инжењерства и дизајна, архитектуре и менаџмента.

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. Danijel Ilić, Jovan Vladić,
AUTOMATIZACIJA POSTUPAKA ZA PRORAČUN I IZBOR ELEMENATA MONTAŽNO-
DEMONTAŽNIH OBJEKATA 2669
2. Nenad Mihajlov, Ivan Pešenjanski,
GASIFIKACIJA KOTLARнице ZA SNABDEVANJE POTROŠAČA TOPLOTNOM ENERGIJOM
STAMBENOG BLOKA "HEMOGRAD" U VRŠCU 2673
3. Ivan Ujfaluš,
PROJEKTOVANJE KOMPRESORSKE STANICE ZA POTREBE FABRIKE ZA PROIZVODNJU I
REMONT BRODOVA „SAVA“- SREMSKA MITROVICA 2677
4. Marko Đurđević,
LINIJA ZA UTISKIVANJE PRIRODNOG GASA U PODZEMNO SKLADIŠTE PRIRODNOG
GASA 2681
5. Aleksandar Pavlović, Rastislav Šostakov,
PRIMENA LAKIH VISEĆIH MOSNIH DIZALICA U MONTAŽNIM HALAMA LAKE
KONSTRUKCIJE 2685

Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo

1. Suzana Borjanović, Nikola Luković, Miroslav Nimrihter,
VIZIJA BUDUĆEG RAZVOJA ELEKTRODISTRIBUTIVNIH MREŽA 2689
2. Milan Kalinić, Miloš Živanov,
ANALIZA I MERENJE HROMATSKE I POLARIZACIONE DISPERZIJE 2693
3. Nikola Trailović, Vojin Ilić,
PRIMENA FUZZY LOGIKE U ELEKTROMIOGRAFIJI 2697
4. Mladen Erak,
ESTIMACIJA BRZINE ELEKTROMOTORNOG POGONA PRIMENOM REFERENTNO-
ADAPTIVNOG MODELA 2700
5. Nikola Koprivica,
REALIZACIJA PODSISTEMA ZA VALIDACIJU MJERENIH PODATAKA U OKVIRU SISTEMA
ZA DALJINSKO OČITAVANJE KUĆNIH BROJILA 2704
6. Milica Čokić, Andrija Sarić,
UPRAVLJANJE ZAGUŠENJIMA U PRENOSNOJ MREŽI 2708
7. Maja Novković, Andrija Sarić,
KOORDINISANA AUKCIJA ZA DODELU PRENOSNIH KAPACITETA 2712
8. Darko Matešić, Branko Perišić,
JEDNO REŠENJE PROBLEMA AUTOMATSKOG GENERISANJA ARHITEKTURE POSLOVNIH
APLIKACIJA 2716
9. Goran Savčić,
PLANIRANJE RAZVOJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA PRIMENOM PROGRAMSKOG PAKETA
CBC (COIN-OR BRANCH AND CUT) 2720
10. Dario Trivunović,
MATRICE ADMITANSI NEURAVNOTEŽENIH MREŽA 2724
11. Milenko Tošić, Dragan Bošković,
PROJEKTOVANJE BEŽIČNE MEŠ MREŽE NA UNIVERZITETU U NOVOM SADU
(DIMENZIONISANJE KAPACITETA I DIZAJN ADMINISTRATIVNE KONTROLE) 2728

12.	Dragan Davidović, MULTI-TOUCH TEHNOLOGIJE I INTERAKCIONE TEHNIKE	2732
13.	Stojan Konjević, JEDNA PRIMENA WINDOWS WORKFLOW FOUNDATION U NADZORNO-UPRAVLJAČKIM SISTEMIMA	2736
14.	Marko Mladenović, PREDIKCIJA TIPA GREJANJA UZ POMOĆ ENERGY PLUS PROGRAMA I FUZZY LOGIKE	2740
15.	Varga Žolt, Endre Kečkes, Miloš Slankamenac, PRIKAZIVANJE PODATAKA NA UDALJENOM DISPLEJU PRIMENOM SERVISA GSM MREŽE, Konferencija ETRAN, Vrnjačka Banja, jun 2009.	2744
16.	Nemanja Crnomut, Milan Vidaković, IMPLEMENTACIJA AUDIO I VIDEO STREAMINGA UPOTREBOM .NET OKRUŽENJA	2748
17.	Siniša Vik, Dušan Majstorović, Zoltan Pele, Dragan Topalović, JEDNO REŠENJE DALJINSKOG UPRAVLJANJA KAMEROM POSEBNE NAMENE, Konferencija ETRAN, Vrnjačka Banja, jun 2009.	2751
18.	Nebojša Konstantinović, REFAKTORING FUNCTION HOST SERVERSKE KOMPONENTE DMS SOFTVERA	2755
19.	Ljubinko Petrović, RAZVOJ INTERNET APLIKACIJE ZA UVID U POTROŠNJU ENERGENATA KORIŠĆENJEM PROTOKOLA MULTISPEAK	2759
20.	Strahinja Vuković-Davidovac, Stevan Odri, RAZVOJ I PRIMER PRIMENE PLC-A TIPA NT-300	2763
21.	Miroslav Mikloš, Vlado Porobić, Darko Marčetić, PRIMENA SAVREMENIH WEB KOMUNIKACIJA U INDUSTRIJSKOM OKRUŽENJU	2767
22.	Milan Gornik, OBJEKTO-ORIJENTISAN MULTIPLATFORMSKI MODUL ZA RUKOVANJE VREMENSKIM PODACIMA	2771
23.	Kristijan Zavodski, PRORAČUN REŽIMA ELEKTROENERGETSKIH SISTEMA SA KVAROM U FAZNIM KOORDINATAMA	2775
24.	Žarko Rikanović, Stevan Odri, AUTOMATIZACIJA I IZRADA NADZORNO – UPRAVLJAČKOG SOFTVERA PARNOG KOTLOVSKOG POSTROJENJA ZA SAGORIJEVANJE BIOMASE	2779
25.	Branislav Vukašinović, Željko Trpovski, ALARMNI SISTEMI	2783
26.	Mirko Medić, DINAMIČKI TERMIČKI MODEL ZA PRORAČUN TEMPERATURE VAZDUŠNIH VODOVA	2787
27.	Milan Bugarski, Ivan Mezei, PROJEKTOVANJE FPGA MIKROPROCESORSKIH SISTEMA KORIŠĆENJEM POWERPC MIKROPROCESORA I EMBEDDED LINUX OPERATIVNOG SISTEMA, Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2009.	2791
28.	Dejan Berić, SPECIJALIZACIJA HDR TONEMAPPING ALGORITAMA ATI STREAM TEHNOLOGIJI	2795
29.	Tijana Tadić, SMS TEHNOLOGIJA KAO SREDSTVO ZA OBAVEŠTAVANJE I INFORMISANJE U POSLOVNIM SISTEMIMA	2799
30.	Milovan Vidović, Dragan Trifunović, Miodrag Temerinac, REALIZACIJA KONTROLE SENZORA UBRZANJA NA MOBILNOM TERMINALU, Konferencija ETRAN, Vrnjačka Banja, jun 2009.	2803
31.	Dušan Živkov, Petar Jovanović, Miroslav Popović, Slavko Svirčević, KONTROLA UREĐAJA SA MOBILNOG TELEFONA PREKO PROFILA UREĐAJA ZA WEB USLUGE, Konferencija ETRAN, Vrnjačka Banja, jun 2009.	2806

32.	Željko Todorović, DEFINICIJA MODELA IZGRAĐENOSTI ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE KORIŠĆENJEM PODATAKA U GML FORMATU	2810
33.	Jasenska Džakula, FORMIRANJE DMS MODELA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA KORIŠĆENJEM MEĐUMODELA IZGRAĐENOSTI MREŽE I STANDARDA CIM 61970-301	2814
34.	Laslo Brusnjai, RAZVOJ OPERATERSKE STANICE/KONZOLE ZA POVEZIVANJE SA RAZNORODNIM SCADA SISTEMIMA	2818
35.	Milko Leporis, Milan Vidaković, GENERATOR DINAMIČKE WEB APLIKACIJE U PHP TEHNOLOGIJI	2822
36.	Miodrag Manojlović, RAZVOJ UPRAVLJAČKOG I KOMUNIKACIONOG PODSISTEMA APLIKACIJE ZA ELEKTROENERGETSKE PRORAČUNE	2826
37.	Milijana Miodanić, RAZVOJ PODSISTEMA UPRAVLJANJA TEHNOLOŠKIM OBJEKTIMA U SCADA SISTEMU OASYS DNA	2830
38.	Branislav Veriš, Vladimir Zlokolica, Tomislav Maruna, REALIZACIJA T9 NAVIGATORA NA TV PRIJEMNIKU, Konferencija ETRAN, Vrnjačka Banja, jun 2009.	2834
39.	Đulinka Čukurov, REALIZACIJA SERVISNE STANICE ZA INSPEKCIJU I NADZOR PROCESNIH VELIČINA U SCADA SISTEMU	2837
40.	Biljana Bajić, MODELOVANJE ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA U ARCGIS I INTEGRACIJA SA DMS OBJEKTNIM MODELOM	2841
41.	Mirjana Pavlović, UPOTREBA TEHNIKA ZA UKLANJANJE ZAVISNOSTI IZMEĐU KLASA/MODULA	2845

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1.	Ilija Lemajić, Emil Šećerov, 3G MOBILNI SISTEMI	2849
2.	Uglješa Ždrnja, PRORAČUN KAPACITETA I NIVOA USLUGE GRADSKJE ULIČNE MREŽE PREMA METODOLOGIJI HCM 2000	2853
3.	Иван Шкиљаица, ПРЕЛИМИНАРНО ОДРЕЂИВАЊЕ ГЛАВНИХ КАРАКТЕРИСТИКА БРОДА ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ ВАРИЈАНТНОГ ПРОЈЕКТОВАЊА	2857
4.	Ivan Utržen, INTERNET PROTOKOL TELEVIZIJA	2861
5.	Slobodan Četojević, MODEL PRETICANJA VOZILA U SAOBRAĆAJU	2865
6.	Vidak Krtolica, Dragan Jovanović, ANALIZA BEZBIJEDNOSTI SAOBRAĆAJA NA PODRUČJU OPŠTINE NIKŠIĆ SA POSEBNIM OSVRTOM NA OPASNA MJESTA	2869
7.	Branimir Timotijević, Pavle Gladović, MERE ZA POVEĆANJE EFIKASNOSTI RADA VOZNOG PARKA PREDUZEĆA „KONVOJ TRANS doo” IZ KRAGUJEVCA	2873
8.	Milko Dmitrović, Željen Trpovski, ANALIZA PRIMENE OPTIČKIH KABLOVA U SAVREMENIM TELEKOMUNIKACIJAMA	2877
9.	Zoran Marčeta, Emil Šećerov, FIKSNA BEŽIČNA TELEFONIJA-NAČIN TARIFIRANJA	2881

10. Зоран Тојић, Ратомир Врачаревић,
АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА САОБРАЋАЈА НА САОБРАЋАЈНИЦИ СУБОТИЧКИ БУЛЕВАР У
НОВОМ САДУ 2885
11. Dušanka Danilović, Željko Trpovski, Željko Janković,
ISTRAŽIVANJE POTREBA ZA BEŽIČNIM ŠIROKOPOJASNIM PRISTUPOM U OPŠTINI
STARA PAZOVA 2889
12. Nikola Knežević, Milomir Veselinović,
MOBILNOST I NAČINSKA RASPODELA PUTOVANJA PO ČLANOVIMA DOMAĆINSTAVA
SREMSKIH KARLOVACA 2893

Radovi iz oblasti: Mehatronika

1. Dario Goronja,
SISTEM ZA AKVIZICIJU PODATAKA U REALNOM VREMENU U STAMBENOM
OKRUŽENJU 2897
2. Dane Radaković,
UPRAVLJANJE KLIMA UREĐAJIMA 2901
3. Vladimir Maslić,
REALIZACIJA ROBOTIZOVANOG MEHANIZMA ZA SNIMANJE ŽIVOTINJA U PODZEMNIM
JAZBINAMA 2905
4. Miloš Dodig,
SISTEMI UBRIZGAVANJA LAKIH GORIVA 2909
5. Luka Lukić, Aleksandar Rodić, Duško Katić,
MODELIRANJE, UPRAVLJANJE I PLANIRANJE DVORUČNE MANIPULACIJE KOD
HUMANODNIH ROBOTA 2913
6. Miroslav Bogaroški,
DETEKCIJA TRIHINELOZE 2917
7. Marko Đuković,
WINDOWS MOBILE REŠENJE PROGRAMSKE PODRŠKE ZA UPRAVLJANJE AUKCIJSKIM
PROCESOM TRGOVINE ELEKTRIČNE ENERGIJE 2920
8. Zoran Stanković,
SISTEM ZA DALJINSKI NADZOR I UPRAVLJANJE KORIŠĆENJEM GSM MODULA 2924

AUTOMATIZACIJA POSTUPAKA ZA PRORAČUN I IZBOR ELEMENATA MONTAŽNO-DEMONTAŽNIH OBJEKATA

AUTOMATIZATION OF CALCULATION AND SELECTION OF ELEMENTS FOR PREFABRICATED FACILITIES

Danijel Ilić, Jovan Vladić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast –MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Objasnjena je ideja, koraci razvoja i značaj savremenih montažnih objekata. Na osnovu odabrane montažne hale sproveden je postupak izrade programa za proračun izbora pojedinih konstruktivnih elemenata montažnih objekata.

Abstract – The idea, the steps of development and the importance of modern prefabricated buildings are explained. Based on the selected fabricated hall, the procedure of development of the program for calculation of individual constructive elements of prefabricated buildings is conducted.

Ključne reči: Montažni objekti, Excel, automatizacije postupka

1. UVOD

Danas je skoro nezamislivo obavljati bilo kakav inženjerski posao bez primene računara u oblasti konstruisanja i projektovanja. Računari nam olakšavaju proračune, izradu crteža, sprovođenje simulacije, optimizaciju i sl.

Cilj ovoga rada jeste da prikaže postupak izrade specijalizovanih programa za proračun i izbor pojedinih konstruktivnih elemenata montažnih objekata, i da pokaže mogućnost lake nadogradnje istog programa. Za tu svrhu primenjen je softverski paket *Microsoft Office Excel 2007*.

2. MONTAŽNO-DEMONTAŽNI OBJEKTI

Razvoj montažnih elemenata i konstrukcija danas uzima veliki mah iz razloga što većeg iskorišćenja materijala, brže i jeftinije proizvodnje, montaže, kao i što većeg procenta uloženog rada u proizvodnim pogonima. Ovakav način izrade nalazi primenu u svim sektorima gradnje: proizvodnih hala, sportskih objekata, škola, skladišta, farmi, rekonstrukcija krova, međuspratne konstrukcije itd. Na slici 1. dat je izgled nekih od objekata.



Slika 1. Montažne hale, kuće, tržni centri

NAPOMENA:

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

Kod ovakvih montažnih metalnih konstrukcija razmatraju se specifičnosti: proračuna, projektovanja i izrade nosećih struktura konstrukcija širokog spektra namene, kako u građevinarstvu tako i u mašinstvu.

2.1. Metalne konstrukcije i njeni elementi

Svaka konstrukcija sastoji se od delova koji ugrađeni u konstrukciju čine celinu.

Kao materijal izrade kod ovih objekata u najvećoj meri se koriste čelik i aluminijum.

Prema obliku konstrukcije i elemenata vrši se podela na:

- rešetkaste konstrukcije
- limene konstrukcije

U ovom radu razmatrane su rešetkaste konstrukcije i njihovi elementi.

Elementi konstrukcije se dobijaju oblikovanjem:

- traka (lamela) i punih profila,
- limova,
- profilnih nosača,
- složenih profila i
- hladno oblikovanih profila.

Zbog velike čvrstoće i male težine, hladno oblikovani profili su našli veliku primenu kao konstrukcijski elementi montažnih objekata. Proizvode se od toplo pocinkovanog čeličnog lima sa nanosom cinka od 200 g/m^2 . Spajanje elemenata metalnih konstrukcija vrši se pomoću zakovica, vijaka ili zavarivanjem. Pri tom se razlikuju rastavljivi i nerastavljivi spojevi. Za slučaj montažnih objekata od bitnog značaja su vijčane veze s obzirom na mogućnost demontaže i delimičnih rekonstruisanja.

3. POSTUPAK AUTOMATIZACIJE PRORAČUNA SA STANOVIŠTA IZRAČUNAVANJA MASE

Program za izračunavanje mase savremenih industrijskih montažnih konstrukcija napisan je na osnovu podataka firme "VOS-SYSTEM", iz Žablja i projekta „Razvoj, projektovanje i optimizacija sistema i konstrukcionih elemenata nosećih konstrukcija montažnih hala”, koji se finansira od strane Ministarstva za nauku i tehnički razvoj Republike Srbije.

Program služi za proračun mase hala, lake čelične pocinkovane konstrukcije, a potom kalkulacije cene za tu konstrukciju, koja bi bila merodavna kako za potencijalnog kupca, tako i proizvođača. Celokupan program se odnosi na montažno-demontažne objekte (u daljem tekstu hale) i obuhvata njihove različite parametre: širinu (10m, 12m, 14m, 16m, 18m, 20m, 22m, 24m), visinu (3m, 3.5m, 4m, 4.5m, 5m, 5.5m, 6m, 6.5m, 7m), raster (4m, 5m, 6m), broj polja (2 do 15), brzinu udara vetra kojem je hala izložena (19m/s, 26m/s, 35m/s) i način postavljanja zidnih

obloga (horizontalno i vertikalno). Sa promenom jednog od ovih parametara, menja se masa hale, a ta promena menja i cenu hale.

Excel predstavlja program prevashodno napravljen za tabelarno izračunavanje, i kao takav sastoji se od radnih svesaka (Sheet1, Sheet2...), a onda i od ćelija. Ćelije su osnovni elementi radnog lista u koje se upisuju podaci. Identifikuju se putem adrese, koja se sastoji od slova kolone i broja reda, u čijem preseku se ćelija i nalazi (npr. ćelija D4, nalazi se u koloni D i redu 4). U ćeliju se mogu upisati tri vrste podataka: numeričke vrednosti, tekst i formule. U ovom radu su uglavnom korišćene formule, a one mogu da sadrže sledeće elemente:

- operatore (+, -, *, /, <, >, &, =...)
- reference (adrese) ćelija (B10, A1:A12...)
- funkcije radnog lista (IF, MAX ...)

3.1. Način pisanja programa

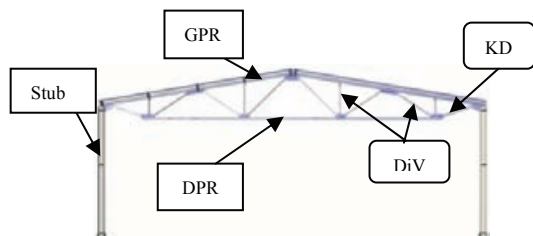
Kako bi što jasnije bilo pisanje programa izabrani su parametri jedne hale, i na osnovu elemenata od kojih je ona sastavljena dat je način pisanja i funkcionisanja programa.

Izabrani parametri hale:

širina 16 [m], raster glavnog nosača 5 [m], korisna visina 6 [m], brzina vetra 26 [m/s], način postavljanja obloge vertikalno, broj polja 10, dužina objekta 50[m], nagib krova 7°, opterećenje snegom 1 [kN/m²].

Program je sačinjen tako da za svaku širinu postoje dve stranice (Sheet-a) u Excel-u, od kojih se na prvoj nalaze krajnji podaci („početna strana”), a na drugoj se nalaze podaci koji figurišu u proračunu mase hale („baze podataka”).

Prvo se grupišu elementi u tabelama, u zavisnosti od mesta gde se nalazi konstrukcija hale, kao na slici 2.



Slika 2. Elementi rešetke

Potom se formiraju tabele za tih pet grupa elemenata. U prvom delu tabele upisuje se vrsta profila, a u drugom njegova jedinična vrednost. Jedan deo te tabele koji opisuje stub izgleda kao na slici 3.

IZBOR Σ PROFILA	JT [kg/m]
2 Sigma 200x50x2.0	10.46
2 Sigma 200x50x2.5	13.32

Slika 3. Tabela sa podacima stuba

Kada su uneti podaci za elemente (Stub, GPR, DPR, DiV, KD), tj. njihova vrsta profile i jedinične težine, ostaljeno je za svaku grupu elemenata par praznih polja, slika 3., koja će se koristiti za naknadno proširivanje programa, što će kasnije biti detaljno objašnjeno.

3.1.1. Pozivanje tabele i njenih parametara

Napravljena je klasifikacija broja mogućih kombinacija, u zavisnosti od izbornih podataka, i dobijeno je da ima oko 90-tak mogućnosti za halu širine 16m (prilog 2). Potom su za svaku moguću kombinaciju ubačeni parametari u zasebnu tabelu. Izgled jedne tabele dat je na slici 4.

Širina 16 [m]	Korisna visina h= 2.5 [m]	Brzina vetra 19 [m/s]
Stub	2 Sigma 200x50x2.0	6.4
GPR	2 Sigma 200x50x2.0	16.2
DPR	2 C 120x50x2.0	16.3
DiV	2 L 50x30x2.0	19.5
KD	0	0
ΣG[kg]=		411.482
UT[kg]		66.944
JT[kg/m]		10.46
ΣG[kg]=		373.722

Slika 4. Tabela rastera 4m, visine 2.5, udar vetra 19m/s

Kako se vidi na slici 4., u vrhu tabele napravljen je za svaku kombinaciju „tabelarni kod”, koji zavisi od njenih parametara. Taj kod je poređen sa kodom koji bi se dobio na početnoj strani, logičkom funkcijom IF. Redosled operacija je sledeći: prvo je napravljena tabela od tri polja, u prvom polju se komandom IF zadaje - ako se izabrana visina na početnoj strani podudara sa prvim brojem koda (u ovom slučaju 4, slika 4.), tada se u polju ispisuje „1”, a ako ne „0”. Potom se to ponavlja za ostala dva broja „tabelarnog koda”. Na taj način, pored svake kombinacije tabele se ispisuje „binarni kod” od tri broja.

Usledećem koraku ponovo se preko komande IF ispisuje funkcija, koja poziva tabelu i njene parametre čiji je „binarni kod” sastavljen od tri „1”, i njeni parametri se uzimaju pri računanju mase u ostalom delu programa. Pri pisanju ove funkcije dolazi se do male ograničenosti u Excel-u, a to je da funkciji IF može da ima najviše 63 zavisnosti. U ovom slučaju ima 90 zavisnosti (tabela), pa se formiraju dve zasebne tabele, u kojima bi pretraga prvih 60 kombinacija bila vršena u prvoj tabeli, a u drugoj preostalih 30, tako od tih 90 tabela jedna se izdvaja i postavlja na početnu stranu. Detaljnije dato u prilogu 2.

3.1.2. Definisane rožnjača

Krovne rožnjače koje se koriste pri montaži, ulaze sa velikim udelom u masu hale. Po preporuci proizvođača hale, vrsta profila rožnjača prvenstveno zavisi od rastera. U konstrukcije hala ulaze tri različita rastera (4m, 5m, 6m), tako i tri vrste profila, to je lako uvedeno u proračun preko logičke funkcije IF (prilog 2).

3.1.3. Način oblaganja

U proračunu su uvedena dva načina oblaganja, tj. horizontalno i vertikalno oblaganje.

Vertikalno oblaganje

Kod vertikalnog oblaganja postavljaju se horizontalni nosači, slika 8. Broj nosača po polju se računa tako što se visina objekta deli na toliko delova da razmak između nosača bude oko 1,7 m. U konkretnom slučaju objekta je visina 6m, tada se postavljaju 4 nosača u jednoj strani polja. Vrsta profila nosača obloge zavisi od visine, rastera i brzine udara vetra. Na slici 5. dat je izgled jednog dela tabele za vertikalno oblaganje i rastera 5 m.

	Visina [m]	Raster [m]	Vetar [m/s]	Profil	JT [kg/m]
3x2.0	5.5	5	19	C200x70x2.0	5.54
	5.5	5	26	C200x70x2.5	6.87
	5.5	5	35	C250x70x2.5	7.85
3x2.2	6	5	19	C200x70x2.0	5.54
	6	5	26	C200x70x2.5	6.87
	6	5	35	C250x70x2.5	7.85
	6.5	5	19	C200x70x2.0	5.54

Slika 5. Deo tabele za vertikalno oblaganje

Kao što se i vidi na slici 5., vrsta profila je promenljiva a ujedno i jedinična masa istog. Stoga, pisanjem zavisnosti kojom se upoređuje visina, raster i vetar, poziva se taj profil i njegova JT iz tabele.

Horizontalno oblaganje

Kod horizontalnog oblaganja postavlja se horizontalni nosač u vrhu i jedan vertikalni (međustub), s tim što se pri visini većoj od 5m postavlja još jedan horizontalni nosač zidne obloge, što se vidi u tabeli sa slike 6.

visina	raster				
5	5	26	2 Sigma 200x50x2.5	12.94	
			C 200x50x2.0	4.91	
5	5	35	0	0	
			2 Sigma 290x80x2.5	19.22	
5	5	19	C 290x80x2.0	7.27	
			0	0	
5	5	26	2 Sigma 200x50x2.0	10.46	
			C 200x50x2.0	4.91	
5	5	26	C 200x50x1.5	3.73	
			2 Sigma 250x65x2.5	16.34	
5	5	26	C 250x50x2.0	5.7	
			C 250x50x1.5	4.43	

Slika 6. Deo tabele za horizontalno oblaganje

3.1.4. Vezni elementi

Kao sledeći korak definiše se broj veznih elemenata, njihova pojedinačna i ukupna masa, i broj vijaka koji ulaze u konstrukciju. Od proizvođača montažnih hala su dobijeni potrebni podaci o tim veznim elementima i uneti su na sledeći način: izvršena je podela na unutrašnji ram, slika 7. i elemente kalkanskog (spoljašnjeg) rama.

Kao što se vidi sa slike 7., svaka kolona se ispisuje nekom prostom funkcijom. Pa tako u gornjem delu slike 7, množe se dva polja – polje sa brojem ploča i polje sa masom tih ploča, da bi se dobila ukupna masa potrebnog broja veznih elemenata.

Compact	Masa po komadu	Broj	Ukupna masa[kg]	Broj vijaka po ploči	
Ploča šlemena	1	7.6	3	=G984*E984	10
Krajnje ploče	1	10.4	6		10
Vezna ploča 2	2	1.9	6		6
Vezna ploča 3	2	9.9	6		8
Vezna ploča 4	3	5.2	9		8
Ugaonik rožnjača	2	1.8	48		4
VERTIKALNO OBLAGANJE					
Ugaonik obloga	2	1.8	48		4
HORIZONTALNO OBLAGANJE					
Ugaonik obloga	2	1.8	28		4
			Ukupna masa[kg]		742

Slika 7. Vezni elementi

Za proračun broja veznih elemenata bitan je broj polja hale (jer on definiše broj većeg dela veznih elemenata), kao i način zidnog oblaganja hale (jer je broj ugaonika različit za različit način oblaganja).

3.1.5. Definisane zatege



Slika 8. Izgled hale sa zategama

Kao što se vidi na slici 8., objekat je ovičen zategama sa svih strana koje primaju opterećenje i drže objekat

stabilnim. Što se tiče broja krovnih zatega, on se menja sa promenom broja polja, i njihov broj nije posebno objašnjavan. Broj bočnih zatega menja se sa promenom vrste oblaganja, tako da kod vertikalnog oblaganja igra ulogu broj horizontalnih nosača obloge, jer se zatege postavljaju između. Kod horizontalnog oblaganja sa visinama većim od 5m, dodat je još jedan horizontalni nosač slika 9., a ujedno i još jedan par zatega (prilog 2).

Raster	Korizna visina	Način oblaganja	Broj polja	Broj rožnjača	Broj nosača obloga
5	5	HORIZONTALNO	8	8	8
BROJ ZATEGA			Način oblaganja	Broj zatega	U bočnom polju
			VERTIKALNO	2*(975-1)*4	2
			HORIZONTALNO	12	1
			HORIZONTALNO	40	2

Slika 9. Broj zatega

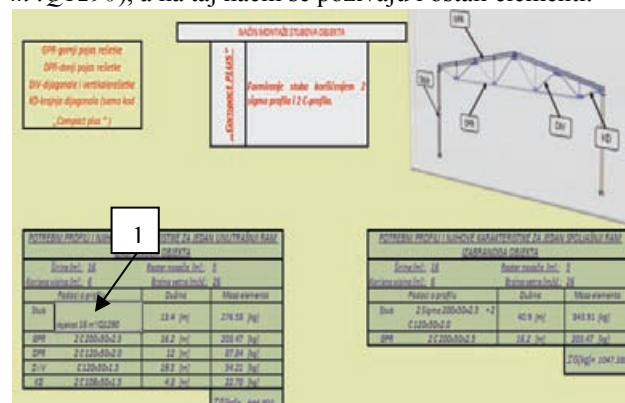
3.2. Izrada ponude (cene) za objekat

Prethodno definisanje profilisanih elemenata, veznih ploča, zatega i vijčane robe vršilo se da bi se formirala cena hale na osnovu utrošene mase čelika.

Prvo su razvrstani elementi u nekoliko grupa tabela (prilog 2), jer nije svaki deo isto izrađen, obrađen, a i montiran, pa zbog te razlike i cena se na drugi način formira. U prvu tabelu je svrstana vijčana roba, na osnovu pređašnjih dobijenih podataka o potrebnom broju vijaka za izabranu halu. Podaci o JCN i JCP dobijeni su od firme „VOS-SYSTEM”, a to je njihova jedinična cena nabavke po kilogramu utrošenog materijala. Druga tabela je za limove, ploče, spregove i druge elemente. U nju su uneseni preporučeni parametri cene, kako svih elemenata hale, tako i montaže. Cena montaže je 12% od cene konstrukcije.

3.3. Izgled početne stranice

Po završetku svih ovih definisanja elemenata jedne hale svaki podatak je prenešen na „početnu stranu” pomoću komande (=) na željeno mesto, tako da se izgled „početne strane” može lako izmeniti. Sa slike 10., u polje „1” je pozvan podatak iz ćelije (=Tabela za objekat 16 m!Q1290), a na taj način se pozivaju i ostali elementi.



Slika 10. „Početna strana”

„Početna strana” sa slike 10., se sastoji od dve formirane tabele u koje se unose podaci o potrebnim profilima za unutrašnji ram i kalkanski ram. Pored ove dve tabele data je slika sa označenim pozicijama iz tabele kao i legenda tabele. U sledećem koraku je formirana tabela čitave hale sa nosačima obloga, rožnjačama, profilima u kalkanu, i svih veznih elemenata za kompletnu halu, slika 11.

ZABRANI MONTAŽNI OBJEKAT		Širina [m]: 16	Korisna visina [m]: 6	Brzina vetra [m/s]: 26	
		Raster nosača [m]: 5	Dužina objekta [m]: 50	Opterećenje snegom [kN/m ²]: 1	
Oblik elementa	Mesto ugradnje elementa	Vrsta elementa	Podaci o profilu	Podatna dužina profila	Masa elementa
GLAVNI RAM	Noseći stub	Σ III Σ I C profil	2 Sigma 200x50x2.5	120.60 [m]	2489.18 [kg]
			2 C 120x50x2.0		
	Kalkanski rigla	Σ profil	2 C 200x50x2.5	145.80 [m]	1831.25 [kg]
			2 C 120x50x2.0	108.00 [m]	790.56 [kg]
Kalkanski rigla	Σ profil	2 C 120x50x1.5	175.50 [m]	487.89 [kg]	
		2 C 108x50x1.5	38.70 [m]	204.34 [kg]	
KALKANSKI RAM	Noseći stub	Σ III Σ I C profil	2 Sigma 200x50x2.5	81.77 [m]	1687.82 [kg]
			2 C 120x50x2.0		
Kalkanski rigla	Σ profil	2 C 200x50x2.5	32.40 [m]	406.94 [kg]	
		2 C 120x50x2.0			
Profilsani lim	Krovne raznjače	Σ profil	Sigma 250x65x2.0	500.00 [m]	3240.00 [kg]
Profilsani lim	Nosaci zidnih obloga	Horizontalni garjni nosac	C 250x50x2.0	132.00 [m]	752.40 [kg]
			C 250x50x1.5	132.00 [m]	584.76 [kg]
			2 Sigma 250x65x2.5	130.00 [m]	2124.20 [kg]
					Σ G = 14599.34 [kg]

ZABRANI MONTAŽNI OBJEKAT		Širina [m]: 16	Korisna visina [m]: 6	Brzina vetra [m/s]: 26	
		Raster nosača [m]: 5	Dužina objekta [m]: 50	Opterećenje snegom [kN/m ²]: 1	
Vrsta elementa	Broj elemenata	Ukupna masa elemenata			
Ploča u slemenu	22	204.6 [kg]			
Spojna ploča stuba i GPR	44	387.2 [kg]			
Vezna ploča 2	44	387.2 [kg]			
Vezna ploča 3	44	316.8 [kg]			
Vezna ploča 4	0	0.0 [kg]			
Ugaonik raznjače	100	254.0 [kg]			
Ugaonik nosača obloga	174	313.2 [kg]			
Broj vijaka	3957	449.1 [kg]			
Broj sregava	48	599.7 [kg]			
Zarezni navrtki M14	48	20.6 [kg]			
Broj stopa	50	1130.0 [kg]			
Broj temeljnih ploča	50	676.8 [kg]			
					Σ G = 4739.3 [kg]

Cena čelične konstrukcije iznosi: 32644 [€]
Montaža: 3917.3 [€]

Slika 11. Okvirna cena konstrukcije

Kao što se vidi sa slike 11., u dnu je ponuđena cena toga objekta i ona iznosi 32644 evra, dok je cena montaže 3917.3 evra.

4. NAČIN KORIŠĆENJA PROGRAMA

Prvo što program zahteva je izbor širine hale, slika 12., a to je ponuđeno preko tzv. *Sheet-a* koji se nalazi u dnu „početne strane“.

Ширина објекта

10m objekat 12m objekat 14m objekat 16m objekat 18m objekat 20m objekat 22m objekat 24m objekat

„Compact PLUS“

Ulazni podaci za objekat širine 16 [m]:

Raster glavnog nosača [m]:	5	Izborni parametri III
Zavisno od potrebne visine prostora objekta, bira se korisna visina		
Korisna visina [m]:	6	Izborni parametri III
Uticaj brzine vetra na konstrukciju zavisno od mesta ugradnje		
Brzina vetra [m/s]:	26	Izborni parametri III
Način postavljanja obloge:	VERTIKALNO	Izborni parametri III
Broj polja biramo da bi se dobila potrebna dužina objekta		
Broj polja:	10	Izborni parametri III
Dužina montažnog objekta je zavisna od izbora rastera glavnih nosača i broja polja		
Dužina objekta [m]:	50	
Po proračunskim parametrima došlo se do optimalnoga nagiba krova konstrukcije		
Nagib krova:	α = 7	
Uzimajući u obzir klimatsko područje u kome se nalazi naša zemlja, uvodi se u proračun opterećenje snegom		
Opterećenje snegom [kN/m ²]:	1	

Slika 12. Izborni parametri

Nakon izbora hale širine 16 m, program poziva sliku 4.1, na kojoj su ponuđeni sledeći izborni parametri preko padajućih listi: raster (prvi parametar na slici 12.), korisna visina, brzina udara vetra kojem je hala izložena, način postavljanja obloge i broj polja. Program iz tih parametara izračunava dužinu objekta, a po preporuci proizvođača se uzima da je nagib krova 7° i opterećenje snegom za naše područje 1 [kN/m²].

Podaci koje potom program izračunava dati su na „početnoj strani“, i mogu se videti u tabelama iz prethodnog poglavlja.

5. MOGUĆNOSTI PROŠIRIVANJA PROGRAMA

Mogućnost kasnije dorade je uzeta u obzir kroz čitav dosadašnji program. Jedna od najjednostavnijih mogućnosti dobijena je prepravkom jedne od tabela koje su već date, a drugi način je preko tabela koje su ostavljene prazne za većinu širina hale. To je izvedeno tako što su pri dnu strane „baze podataka“ pripremljene prazne tabele. Taj deo programa je skriven pomoću komande *Group*. Detaljnije je dato u prilogu 2.

Po popunjavanju tih tabela, program ih proverava i postaju aktivne. U slučaju da su profili u tabelama novi, podaci o njima nisu uneseni u tabelu, slika 3. Kao što se vidi na toj slici, ostavljeno je nekoliko praznih mesta u vrhu tabele, koja se popunjavaju sa karakteristikama novih profila.

6. ZAKLJUČAK

Prethodno opisana primena programa *Excel* predstavlja idealno rešenje za male i srednje firme, koje žele da budu konkurentne na veoma zahtevnom tržištu današnjice. Kroz ovaj program pokazane su prednosti automatizovanog izvođenja proračuna, čime se postiže ogromna ušteda vremena i izbegavaju slučajne ljudske greške. Napredniji nivo pisanja programa pomoću *Excel-a* je integracija istih sa *Visual Basic-om*, čime mogućnosti programa znatno rastu, kao i integracija sa programom za crtanje.

7. LITERATURA

- [1] Domazet Ž., Krstulović L.: Metalne konstrukcije i konstruisanje, Fakultet elektrotehnike, Split, 2006.
- [2] Katalog građevinskih komponenata za montažne industrijske objekte, *VOS-SYSTEM d.o.o.*
- [3] Fred N.Kugel: Tricks of the Microsoft Office 2007., London, 2007
- [4] Projekat Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj: „Razvoj, projektovanje i optimizacija sistema i konstrukcionih elemenata nosećih konstrukcija montažnih hala“

Kratka biografija:



Danijel Ilić rođen u Zenici 1983.god. Student je Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu od 2002.god.

GASIFIKACIJA KOTLARNICE ZA SNABDEVANJE POTROŠAČA TOPLOTNOM ENERGIJOM STAMBENOG BLOKA "HEMOGRAD" U VRŠCU**DESIGN OF GASIFICATION OF BOILER – ROOM FOR DELIVERING HEAT ENERGY TO THE CONSUMERS IN BLOCK "HEMOGRAD" IN VRŠAC**Nenad Mihajlov, Ivan Pešenjanski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U diplomskom – master radu data je izrada gasifikacije kotlarnice na prirodni gas pri normalnim uslovima ($p=1,01325$ bar, $t=0$ °C). U sklopu ova ga treba održati stabilan pritisak, zadovoljiti sigurnosne uslove, izvršiti provetranje kotlarnice, uraditi dimovodnu instalaciju i projektovati cevovod. Na osnovu analize potrošnje energetskih resursa na godišnjem nivou koji se koriste kao goriva za snabdevanje potrošača toplotnom energijom će se odlučiti o izboru najisplativijeg rešenja.

Abstract – In graduation – master thesis the design of gasification of boiler – room on natural gas in normal conditions ($p=1,01325$ bar, $t=0$ °C) is given. According to this it is in need to keep stabile pressure, satisfy safety conditions, design pipeline for ventilation of boiler – room, design smoke – pipeline and gas pipeline installation. On the basis of analysis consumptions of energetic resurs in time of one year, which is used as fuels for delivering heat energy to the consumers, for most economical sollution will be decided.

Ključne reči – Gasifikacija, kotlarnica, MRS, Prirodni gas

1. UVOD

U današnje vreme potreba za gasom kao energentom je velika. U okviru gasifikacije kotlarnice potrebno je da se predvidi potpuna zamena svih trenutno korišćenih goriva (drvo, ugalj, lako lož ulje, električna energija..) prirodnim gasom kao glavnim energentom za snabdevanje potrošača toplotnom energijom.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRIRODNOG GASA

Prirodni gas predstavlja danas jedan od osnovnih goriva koje se koristi u industriji, energetici i širokoj potrošnji. Prirodni gas koji se distribuira u našoj zemlji predstavlja smešu gorivih gasova uz odredjenu količinu čvrstih i tečnih primesa. U gorive gasove spadaju metan (CH_4), čiji se sadržaj kreće do preko 90% zapreminskih udela, ugljen monoksid (CO) i azot (N_2) i drugi teški ugljovodonici čiji sadržaj opada sa porastom njihovih molekularskih težina.

Prirodni gas je bez boje i mirisa, granice eksplozivnosti su između 4,4 – 15 % zapremine a oktanski broj između

120 i 130. Sa sastavom mu se menja i toplotna moć. Veći udeo ugljovodonika sa većim brojem atoma ugljenika u prirodnom gasu uzrok je njegove veće toplotne moći. Toplotna moć zemnih gasova se orijentaciono kreće od 33 MJ / m³ do 36 MJ / m³. Zahvaljujući činjenici da mu je glavni sastojak metan, on u poređenju sa ostalim fosilnim gorivima ima najmanji koeficijent emisije CO₂ po jedinici oslobođene energije.

Tabela 1. Hemijski sastav prirodnog gasa

HEMIJSKI SASTAV	OZNAKA	SASTAV[%]
Metan	CH ₄	96,833%
Etan	C ₂ H ₆	0,537%
Propan	C ₃ H ₈	0,240%
Teži ugljovodonici	C _m H _n	0,3%
Azot	N ₂	0,995%
Ugljendioksid	CO ₂	1,292%

Širokoj primeni prirodnog gasa doprinose njegova svojstva koja ga izdvajaju u odnosu na ostala goriva:

- Velika toplotna moć
- Mogućnost dostizanja visokog η uređaja za sagorevanje

Nizak sadržaj balasta (CO_2 , NO_2), mali sadržaj ili potpuno odsustvo vlage i prašine, tako da nema prljanja gasnih instalacija, uređaja za sagorevanje, zagrevnih površina i dimnih kanala

- Lakši i jednostavniji transport
- Mogućnost potpune automatizacije korišćenja gasa
- Znatno smanjenje zagađenja čovekove okoline
- Zanimljiv sadržaj ili potpuno odsustvo sumpora, što bitno utiče na smanjenje korozije zagrevnih površina
- Ne traži se poseban prostor za skladištenje, ..

Zbog svih navedenih svojstava i povoljne činjenice da se gas plaća na kraju meseca distributeru, a ne unapred kao što je slučaj sa drugim energentima, prirodni gas se izdvaja kao jedno od najkvalitetnijih goriva [1].

3. ANALIZA ENERGIJSKOG OKRUŽENJA

Troškovi za energiju i promena cena energenata u sadašnjem vremenu često vrlo značajno utiču na poslovanje. Zbog toga se pri izboru tehnologija za

NAPOMENA:

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

snabdevanje energijom i energetskih izvora pristupa sa dužnom pažnjom i studioznošću. Pri izgradnji novih objekata, nezavisno od njihove namene, uvek se postavljaju isti zadaci. Kako ih snabdjeti energijom? Koja tehnološka rešenja za pripremu energije usvojiti i koji energent ili energente koristiti?

Za rešavanje ovakvih zadataka osnovni i nezaobilazni podaci su cene svih vidova energije koje su na datom lokalitetu dostupne.

Sledeći važan aspekt za izbor energetskog resursa je aktuelna i na duži rok programirana politika u oblasti energetike. Primera radi, globalno je usvojeno intenziviranje primena svih vidova obnovljivih izvora energije.

Zbog toga, sa aspekta korisnika primena termalne energije gasa mora biti opravdana povoljnim cenama, subvencijama ili nekim drugim merama koje će omogućiti njegovo bolje poslovanje. Bez toga korisnici nemaju interes da koriste ovaj energetski resurs.

Ako se uzme u obzir ekonomska analiza cena koštanja posmatranog energenta iz tabela 2 i 3, u konkretnom slučaju prirodnog gasa, izvršice se poređenje sa nabavnom cenom ostalih energenata.

Za srednji kurs evra, 1€= 93,5 RSD.

Tabela 2. cene nabavke energenata

jedinice	Električna energija	Prirodni gas	Lako lož ulje
Cena jedinice količine	4,765 (d /kWh)	36,38 (d/ m ³)	72 (d/L)
Toplotna moć jedinice	3600 (kJ/kWh)	35462 (kJ/m ³)	40000 (kJ/L)
Cena jedinice na godišnjem nivou	334642,45 (€ /god)	261122,51 (€ /god)	456330,61 (€ /god)

Tabela 3. cene nabavke energenata

jedinice	Mrki ugalj	drvo	biomasa
Cena jedinice količine	9 (d/kg)	5,8 (d/kg)	1,24 (d/kg)
Toplotna moć jedinice	25000 (kJ/kg)	14000 (kJ/kg)	18200 (kJ/kg)
Cena jedinice na godišnjem nivou	91266,12 (€ /god)	103941,97 (€ /god)	17746,182 (€ /god)

Vidimo iz tabela 2.i 3; da je cena prirodnog gasa skupa, cena biomase je ubedljivo najjeftinija u odnosu na ostale energente. Ali gledajući sa strane kvaliteta prirodni gas je u prednosti.

Domaća proizvodnja primarne energije, inače, obuhvata eksploataciju i korišćenje domaćih resursa uglja, sirove nafte, prirodnog gasa i obnovljivih izvora energije

(hidropotencijal, ogrevno drvo i biodizel) na godišnjem nivou.

Ukupne potrebe Republike Srbije na godišnjem nivou prikazuju se u okviru zbirnog energetskog bilansa [2], a na osnovu prethodno definisanih pojedinačnih bilansa za naftu i derivate nafte, prirodni gas, ugalj, električnu i toplotnu energiju.

U proizvodnji toplotne energije u 2009. godini, kao energetsko gorivo ugalj učestvuje sa 37%, prirodni gas sa 47% i tečna goriva sa 16%.

Planom za 2009. godinu [2] u strukturi potrošnje energenata za proizvodnju toplotne energije predviđeno je smanjenje utroška uglja sa 41%, koliko je trošeno 2008. godine na 37% i povećanje utroška gasa sa 43% na 47%. Istovremeno, planirano je smanjenje potrošnje uglja za 17,5% i tečnih goriva za 4,34% i povećanje potrošnje gasa za 1%.

Strategija razvoja u ovom trenutku obzirom na malu potrošnju prirodnog gasa i trenutnu razvijenost transportnog sistema u mnogome zavisi od razvoja privrede i usmeravanja privrednih subjekata ka korišćenju prirodnog gasa kao energenta.

4. OSNOVNE TERMOTEHNIČKE KARAKTERISTIKE KOTLARNICE

4.1. Polietilenske (PE) cevi

Zbog svojih svojstava, (velika gustina površine; mala specifična masa; jednostavnim postupkom spajanja i polaganja; hemijskom postojanošću itd.), danas se za izradu polietilenskih gasovoda uglavnom koristi polietilen visoke gustine koji se pojavljuje u dva tipa PE 80 i PE 100.[3]

Standardom JUS G.C6.661. utvrđuju se zahtevi za fizička svojstva cevi od polietilena koje se primenjuju za gasovode koji se ukopavaju kao i neka opšta svojstva za polietilenski materijal (PE materijal)

4.2.MERNO REGULACIONA STANICA (MRS)

Merno regulaciona stanica je stanica opremljena armaturom i uređajima za merenje protoka, temperature i pritiska gasa tehnološki spojena sa gasovodom, ona redukuje vrednost ulaznog natpritiska distributivne mreže na vrednost izlaznog natpritiska potrebnog za rad potrošača.

Vrednost parametara na ulazu u MRS:

- $p_{max} = 4$ bar
- $p_{min} = 1,5$ bar
- $B_{epmax} = 90,24 \text{ Sm}^3 / \text{h}$

Vrednost parametara na izlazu iz MRS:

- $p_{max} = 0,1$ bar
- $B_{epmax} = 90,24 \text{ Sm}^3 / \text{h}$

U meraču protoka, meri se protekla količina gasa, dok se manometrima očitavaju vrednost ulaznog i izlaznog pritiska. Prolaskom kroz izlaznu kuglastu slavinu, gas izlazi iz stanice i dalje se vodi do potrošača.

Ventil sigurnosti se automatski aktivira u slučajevima kada dođe do povišenja pritiska iznad dozvoljenog, čime se fluid (ispusnim vodom) ispušta u atmosferu. Ispuštanje traje sve dok se pritisak ne snizi na

vrednost izlaznog. Ukoliko pritisak nastavi i dalje da raste, aktivira se blokadni ventil koji zatvara dalji dotok fluida. Njegovo ponovno aktiviranje je moguće izvršiti samo ručno, na licu mesta. Na ovaj način štiti se instalacija posle regulatora, od prekoračenja pritiska.

4.3. KOTLARNICA

4.3.1. Toplovodni kotao

Razvodni gasovod nazivnih prečnika DN 65 i ogranci DN 50 gasne instalacije kotlarnice su od čeličnih bešavnih cevi i standardnih cevnih elemenata („T“-komadi, cevni lukovi, koncentrične redukcije i sl.) istog kvaliteta kao i cevi. Gasovod se vodi po zidu i tavanici sa odgovarajućim osloncima i vešaljama fiksiranim za čeličnu krovnu konstrukciju.

Na osnovu potrebne snage i izračunatog kapaciteta i eventualno grejanja prostorija na objektu kotlarnice bira se kotao iz kataloga proizvođača.

- Ukupni gubici toplote u kotlarnici

$$Q_{ukg} = 5280 \cdot 130 = 686400 \text{ W} \approx 686,4 \text{ kW} \quad (1)$$

- Kapacitet kotlarnice

$$Q_{uk} = Q_g \cdot (1 + a + b) = 686,4 \cdot (1 + 0,15 + 0) = 789,36 \text{ kW} \quad (2)$$

a – dodatak za toplotne gubitke kotla i mreže

b – dodatak za brže zagrevanje vode

Za pokrivanje ukupne maksimalno potrebne toplotne energije od $Q_u = 789360 \text{ W}$ predviđena je ugradnja dva toplovodna kotla i to svaki kotao sa 75% ukupno potrebnog kapaciteta.

Za kotlarnice veće snage od 40 kW poželjno je imati dve kotlovske jedinice (ili više), bez obzira na koncepciju (oba kotla 100% kapaciteta, oba po 50%...itd). Ovakvim izborom se obezbeđuje da u slučaju ispada gorioničke instalacije na jednom kotlu drugi ostane u funkciji i spreči mogućnost hlađenja gasa do te mere da bi se mogli pojaviti kristali leda koji mogu prouzrokovati oštećenje fine armature na instalaciji. [1], [4].

4.3.2. Gorionici

Za gasovita goriva korišćene su nazivne i priključne mere gorionika tipa firme – Weishaupt -.

Gorionici su pogodni za montažu na blok kotlove, odnosno na ložišta koja rade sa natpritiskom. Pre paljenja goriva gorionika automatski se vrši provetrevanje ložišta. U slučaju kvara rad gorionika se automatski blokira. Kućište gorionika je zaokretno, što omogućava brz i lak pristup svim delovima gorionika. Gorionici se izrađuju sa dvostepenom, klizno-dvostepenom regulacijom i modularnom regulacijom.

4.3.3. Gorionička gasna rampa

Gorioničke gasne rampe moraju biti usklađene prema JUS M.E3. 432, odnosno prema preporuci proizvođača gorionika. Za atmosferske gorionike manjeg kapaciteta sva oprema gorioničke rampe nalazi se u okviru gorionika (JUS M.E3. 432 se odnosi na ventilatorske gorionike).

Svaki proizvođač daje odgovarajuće gorioničke rampe sa svim potrebnim elementima za dati gorionik.

Na osnovu kapaciteta gorionika usvaja se jednostepena monoblok gasna rampa proizvođača tip **W-MF-SE-507** u sklopu gorionika.

Na sl. 1. data je tehnološka šema gasovoda.

5. DIMOVODNA INSTALACIJA

Odvod produkata sagorevanja vrši se dimovodnom instalacijom koju čine ložište, spoljna dimovodna cev i dimnjak.

Visina dimnjaka određuje se iz uslova osiguranja optimalnog potpritiska (1) za siguran rad ložišta i uslova da ne dolazi do nedopuštenog zagađenja.

- Minimalni potpritisk u dimnjaku

$$p_{d\min} = f_u \cdot H_D \cdot (T_{dc} - T_o) = 7,89 \text{ Pa} \quad (3)$$

Dimnjaci treba da budu projektovani tako da se efektivnom visinom izbacivanja dimnih gasova u atmosferu iskoristi pojava rasprostiranja dimnih gasova u atmosferu kako bi se njihovim razređivanjem postiglo takvo snižavanje koncentracije štetnih materija da se u zoni rasprostiranja ne poveća koncentracija iznad dozvoljene vrednosti. U produktima sagorevanja prirodnog gasa prisutni su ugljendioksid, vodena para i azot. Čelični dimnjaci koriste se za kotlove manjeg kapaciteta i postavljaju se uglavnom u prostor kotlarnice. Na dnu dimnjaka mora postojati revizijski otvor za njegovo čišćenje. Dimnjača koja spaja kotao sa dimnjakom, mora imati nagib veći od 10 °C i biti tako izvedena da se omogući montaža i demontaža kotla. Vidimo u tabeli 4. karakteristike samostojećeg dimnjaka.

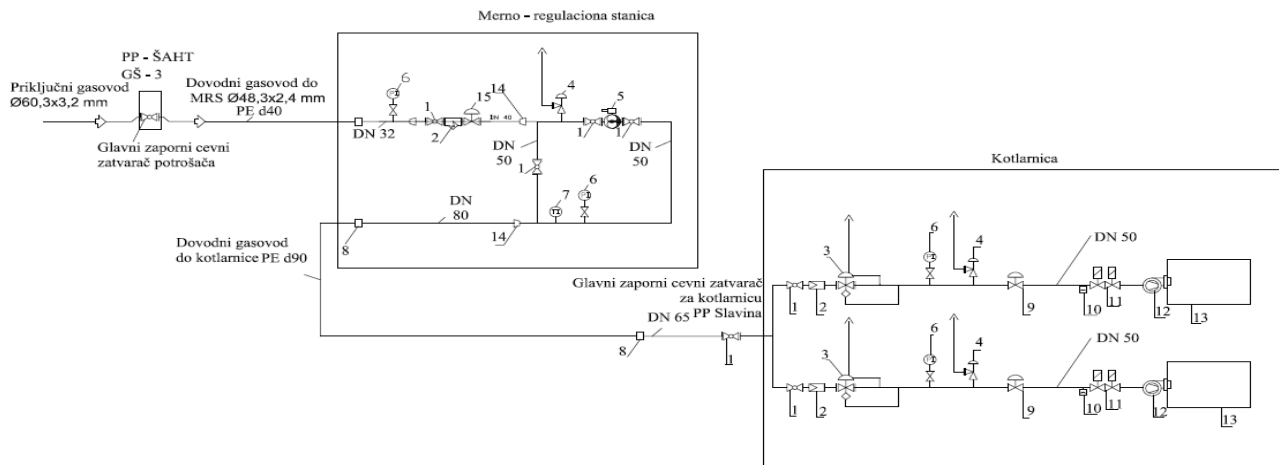
Tabela 4. Karakteristike samostojećeg čeličnog dimnjaka

Dužina dimne cevi	Ldc	11	m
Prečnik dimne cevi-unutrašnji	Ddc	450	mm
Obim dimnjaka	Odc	1,413	m
Poprečni presek dimne cevi	Adc	0,15896	m ²
Aktivna visina dimnjaka	HD	20,00	m
Prečnik dimnjaka-unutrašnji	Dd	500	mm
Obim dimnjaka	Od	1,570	m
Poprečni presek dimnjaka	Ad	0,19625	m ²

6. VENTILACIJA

Prostor kotlarnice mora se provetravati tako da se osigura potrebna količina vazduha za sagorevanje i održavanje standardnih radnih uslova.

- Stvarna količina vazduha potrebnog za sagorevanje 1 m³ gasa :



1. KUGLASTA GASNA SLAVINA
2. GASNI FILTER
3. REGULATOR PRITISKA GASA SA SIGURNOSNO - PREKIDNIM VENTILOM
4. SIGURNOSNO - ODUŠNI VENTIL (SOV)
5. MERILO ZAPREMINE GASA tip " Elster - Instromet"
6. MANOMETARSKI SKLOP
7. TERMOMETAR
8. PRELAZNI KOMAD
9. REGULATOR - STABILIZATOR PRITISKA
10. PRESOSTAT PROTIV NISKOGR PRITISKA GASA
11. ELEKTROMAGNETNI VENTILI
12. MONOBLOK GASNI GORIONIK
13. TOPLOVODNI KOTAO
14. KONCENTRIČNI REDUCIR

15. REGULATOR PRITISKA GASA tip 233 - 8 "Actaris"

Sl. 1.1. Tehnološka šema gasovoda

$$V_s^o = \lambda \cdot V^o = 1,15 \cdot 9,55 = 10,98 m^3 / m^3 \quad (4)$$

Ventilacija je vrlo značajna preventivna mera jer se dovođenjem vazduha razređuje smeša nastala kontrolisanim ili nekontrolisanim ispuštanjem gasa u kotlarnici. Cilj je da se ostvari takvo razređenje da koncentracija gasa u vazduhu kotlarnice bude ispod donje granice eksplozivnosti.

- Količina curenja nastala nekontrolisanim ispuštanjem gasa

$$Q_c = 0,1 \cdot B_{\max p} \cdot n = 0,1 \cdot 90,24 \cdot 2 = 18,05 Nm^3 / h \quad (5)$$

- Koncentracija gasa

$$n_{gc} = \frac{Q_c}{L_p} \cdot 100 = \frac{18,05}{1008} \cdot 100 = 1,79\% \quad (6)$$

Uz uslov da je $n_{gc} < 4$ tj. (Koncentracija gasa manja od dozvoljene), koncentracija gasa pri 10 % mogućeg curenja zadovoljava.

Prirodnom ventilacijom prostora kotlarnice, dimenzije i položaj dovodnih i odvodnih otvora, moraju zadovoljiti uslove i zahteve pravilnika za izradu gasne kotlarnice[5].

7. MERE ZAŠTITE

Kako se u kotlarnici koristi zapaljiv gas postoji verovatnoća da dođe do njegovog nekontrolisanog ispuštanja. Da bi se sprečila eksplozija gasa treba preduzeti mere. Pre svega održavanje gasnih instalacija, i zamena dotrajalih delova (npr. prirubničkih i drugih zaptivača) mora vršiti u određenim rokovima. Mora se otkloniti štetno dejstvo korozije i sprečiti mehaničko oštećenje gasovoda kao i prekomerno zagrevanje delova gasovoda Radnici koji izvode radove moraju biti upoznati sa potrebnim merama koje moraju preduzeti radi lične zaštite pre svega, a sa kojima ih upoznaju odgovarajuće službe nadzora.

8. ZAKLJUČAK

Rezultati koji su prikazani u tabelama 3.1.a; 3.1.b pokazuju da u trenutku izrade diplomskog rada prirodni gas predstavlja jedno od najskupljih rešenja, ali ima široku upotrebu prevashodno zbog svojih kvaliteta u odnosu na ostale navedene energente. Na osnovu ove činjenice celokupna instalacija je predviđena za korišćenje prirodnog gasa kao glavnog energenta.[6];[5].

9. LITERATURA

- [1] Srđa Popović, dipl.maš.inž. Priručnik za projektovanje i izradu merno-regulacionih stanica na prirodni gas ; Beograd 1999.god
- [2] Energetski bilans Autonomne Pokrajine Vojvodine: Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine Novi Sad ,2009.god;
- [3] Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje i polaganje distributivnog gasovoda od polietilenskih cevi za radni pritisak do 4bara. broj 20/1992.
- [4] Pravilnik o tehničkim normativima za unutrašnje gasne instalacije. broj 20/1992
- [5] Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje, građenje, pogon i održavanje gasnih kotlarnica. broj 10/1990.
- [6] Martin Bogner, Miodrag Isailović " PRIRODNI GAS " ETA, Beograd 2005.god.

Kratka biografija:



Nenad Mihajlov rođen je u Vršcu 1981.godine. Srednju školu završio u Vršcu a Fakultet tehničkih nauka završio je u Novom Sadu. Diplomski-master rad iz oblasti Mašinstva – Energetike i procesne tehnike odbranio je 2009. godine.



**PROJEKTOVANJE KOMPRESORSKE STANICE ZA POTREBE FABRIKE ZA
PROIZVODNJU I REMONT BRODOVA „SAVA“- SREMSKA MITROVICA**

**DESIGNING COMPRESSOR STATIONS FOR THE NEEDS OF FACTORY FOR
BUILDING AND REPARATION OF SHIPS „SAVA“- SREMSKA MITROVICA**

Ivan Ujfaluš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu su date teorijske osnove o kvalitetu komprimovanog vazduha i načinima njegove obrade. Opisani su načini rada različitih uređaja za prečišćavanje vazduha od kojih se neki nalaze u pripremljenoj grupi projektovane kompresorske stanice. Drugi deo rada sadrži projekat kompresorske stanice: proračun, tehnički opis, i grafičku dokumentaciju.

Abstract – In this paper are given the theoretical basis of the quality of compressed air and manner of its processing. Also are described different ways of air control devices some of which are placed in the preparatory group of designed compressor stations. The second part of the paper includes compressor station: calculation, technical description and graphic documentation.

Ključne reči – vazduh, kvalitet vazduha, obrada vazduha kompresori, kompresorske stanice, prečišćivači.

1. UVOD

Moglo bi se reći da je istorija komprimovanog vazduha dugačka kao i istorija ljudskog roda. Naši preci koristili su vazduh pod pritiskom još mnogo pre nego što su upoznali njegovu prirodu, možda pre nego što su postali svesni njegovog postojanja.

Razvoj metalurgije zahtevao je postizanje temperature preko 1000 °C. Ljudi su primetili da vatra bolje gori kada se duva u nju, ali su ubrzo shvatili da su njihova pluća premalog kapaciteta za potrebe topljenja metala. Tako su tokom trećeg milenijuma pre naše ere nastali prvi mehovi, a oko 1500 godina kasnije počelo je korišćenje snažnijih nogom pokretanih mehova. To vreme bi se moglo smatrati početkom korišćenja komprimovanog vazduha kakvog ga danas poznajemo.

U fabrici za proizvodnju i remont brodova, brodogradilišta „SAVA“, komprimovani vazduh se koristi za pokretanje mnogobrojnih ručnih pneumatskih alata, raznih vrsta izvršnih elemenata i peskarnice.

Kako se oprema u postojećoj kompresorskoj stanici (kompresori i elementi iz pripremljene grupe) nalazi u veoma lošem stanju, zadatak je bio izrada projekta kompresorske stanice, koja će sa postojećom pneumatskom instalacijom

NAPOMENA:

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

obezbediti sigurno snabdevanje komprimovanim vazduhom svih tehnoloških potrošača.

2. ČISTOĆA VAZDUHA

Kao što je poznato, atmosferski vazduh je mešavina više različitih gasova koji su uvek prisutni u vazduhu u datim koncentracijama. Prema svom zapreminskom udelu najznačajniji su: azot, kiseonik, argon, ugljen-dioksid i vodonik. Ostali gasovi čine manje od 0,01% zapremine vazduha.

Osim navedenih gasova, vazduh najčešće sadrži i izvesne materije čiji sadržaj i koncentracija variraju zavisno od toga gde je uzorak uzet, pa se zbog toga ne smatraju sastavnim elementima vazduha, nego primesama. Te primese mogu biti u čvrstom ili gasovitom stanju. U njih spadaju: prašina, vlaga, ugljovodonici, klice, jezgra kondenzacije, i različite vrste gasova koji se javljaju kao produkti sagorevanja ili truljenja. Najznačajnije primese su čvrste čestice, vodena para i čestice ulja.

Komprimovanjem vazduha, usled smanjenja njegove zapremine, koncentracija primesa se srazmerno povećava, ukoliko nisu uklonjene pri komprimovanju. Ovoj, uvećanoj koncentraciji primesa sada se dodaju nove, poreklom iz kompresora i cevovoda kroz koje se vazduh transportuje.

S obzirom na široko polje primene komprimovanog vazduha u raznim granama industrije i samim tim veoma različite zahteve u pogledu njegovih svojstava, javila se potreba za definisanjem klase kvaliteta, što u prvom redu znači klase čistoće komprimovanog vazduha. Prema međunarodnom standardu *ISO 8573-1:2001*, klase kvaliteta komprimovanog vazduha definisane su u odnosu na:

- Veličinu i količinu čvrstih čestica koje su sadržane u vazduhu;
- Sadržaj vlage u komprimovanom vazduhu što se definiše kompresionom tačkom rose;
- Sadržaj ulja u svim oblicima (aerosoli, magla, uljne pare) u komprimovanom vazduhu.

Na taj način kvalitet vazduha se definiše preko tri jednocifrena broja koji definišu maksimalni dopušteni sadržaj nečistoća, redosledom: čvrste čestice, voda, ulje.

Na primer, oznaka *ISO 8573-1, 2-4-3* označava komprimovani vazduh sa sadržajem čestica koji odgovara klasi čistoće 2 (maksimalno 100000 čestica veličine ispod 0,5 μm, maksimalno 1000 čestica veličine između 0,5 i 1 μm i maksimalno 10 čestica veličine između 1 i 5 μm),

sadržajem vode koji odgovara klasi čistoće 4 (kompresiona tačka rose +3 °C ili niža), i ukupnim sadržajem ulja koji odgovara klasi čistoće 3 (maksimalno 1 mg/m³) [5].

Klase kvaliteta sa odgovarajućim sadržajem primesa prikazane su u tabeli 1.

Tabela 3.1 Klase kvaliteta vazduha

Klasa čistoće	Čvrste primese					Voda		Ulje
	Maksimalni broj čestica po m ³			Veličina čestica	Koncentracija	Para	Tečna	Ukupno**
	Veličina čestica, d (µm)							
	0,1 ≤ d ≤ 0,5	0,5 ≤ d ≤ 1	1 ≤ d ≤ 5	µm	mg/m ³	KTR*	g/m ³	mg/m ³
0	Prema specifikaciji kupca							
1	100	1	0	-	-	≤ -70 °C	-	0,01
2	100000	1000	10	-	-	≤ -40 °C	-	0,1
3	-	10000	500	-	-	≤ -20 °C	-	1
4	-	-	1000	-	-	≤ +3 °C	-	5
5	-	-	20000	-	-	≤ +7 °C	-	-
6	-	-	-	≤ 5	≤ 5	≤ +10 °C	-	-
7	-	-	-	≤ 40	≤ 10	-	C _w ≤ 0,5	-
8	-	-	-	-	-	-	0,5 ≤ C _w ≤ 5	-
9	-	-	-	-	-	-	5 ≤ C _w ≤ 10	-

* Kompresiona tačka rose (°C) pri natpitisaku 7 bar

** U svim oblicima: aerosoli, tečnost i para

Sl.1. Klase kvaliteta komprimovanog vazduha

3. OBRADA VAZDUHA

Većina procesa u kojima se primenjuje komprimovani vazduh zahteva njegovu obradu pre primene, što znači da mu je potrebno smanjiti sadržaj neke, a najčešće svih balastnih materija koje sadrži.

3.1. Uklanjanje vlage

Smanjenje sadržaja vlage u vazduhu može se izvršiti na više načina, kao što je prikazano na slici 2.

Osnovni principi po kojima se odvija sušenje vazduha su:

- kondenzacija
- sorpcija (apsorpcija ili adsorpcija) i
- difuzija.

Sušenje vazduha sistemom kondenzacije podrazumeva primenu rashladnih sistema tipa vazduh - vazduh ili vazduh - rashladno sredstvo.

Sušenje vazduha rashlađivanjem je postupak u kome se komprimovani vazduh hladi pomoću rashladnog sredstva u izmenjivaču toplote. Deo vlage iz vazduha se tom prilikom kondenzuje i izbacuje iz sistema kroz ručne ili automatske odvajачe kondenzata. Ovim postupcima se može sniziti kompresiona tačka rose na +2 °C, jer daljim snižavanjem temperature dolazi do zamrzavanja vode u sistemu.



Sl.2. Metode sušenja vazduha

Za postizanje nižih koncentracija vode koriste se sušači vazduha po sistemu adsorpcije, koji mogu postići kompresionu tačku rose i do -110 °C [1]. Sušenje komprimovanog vazduha adsorpcijom je u potpunosti fizički proces. Vлага se vezuje za adsorbent adhezionim silama i zadržava na unutrašnjim i spoljnim površinama adsorpcione mase, bez ikakve hemijske reakcije.

Difuzioni procesi podrazumevaju izdvajanje vode molekularnim transferom kroz odgovarajuću membranu. Rad ovih sušača zasniva se na činjenici da voda prolazi kroz posebno obrađena šuplja vlakna 20000 puta brže nego vazduh.

3.2. Uklanjanje čvrstih čestica i ulja

Za uklanjanje čvrstih čestica i kapljica ulja iz komprimovanog vazduha koriste se različite vrste filtera. Da bi mogli upoređivati i pravilno odabrati filtere, neophodno je definisati i objasniti osnovne pojmove.

Koeficijent izdvajanja filtera η (%) - pokazuje razliku koncentracije primesa ispred i iza filtera. Takođe se naziva koeficijent efikasnosti i predstavlja meru efikasnosti filtera. Minimalna veličina čestica koju filter može da izdvoji u μm se mora navesti.

$$\eta = 100 - \left(\frac{C_2}{C_1} \cdot 100 \right) \quad (1)$$

C₁ - koncentracija čestica ispred filtera,

C₂ - koncentracija čestica iza filtera.

Pad pritiska Δp - je razlika pritiska ispred i iza filtera, prouzrokovana otporom filtera. Pad pritiska se vremenom povećava usled sakupljanja prašine i drugih nečistoća u filterskom elementu. Na većini filtera je ugrađen diferencijalni manometar za merenje pada pritiska. Ukoliko pad pritiska pređe dozvoljeni limit, mora se očistiti filter, ili zameniti filterski uložak.

Radni pritisak - Maksimalni zapreminski protok filtra se uvek odnosi na normirani pritisak $p = 7$ bar. Sa

promenom pritiska menja se i maksimalni protok kroz filter.

Za uklanjanje čvrstih čestica iz komprimovanog vazduha prevashodno su namenjeni predfilteri i odvajачi prašine, dok se za uklanjanje ulja koriste mikrofilteri i filteri sa aktivnim ugljem. Uklanjanje bakterija, virusa i drugih mikro organizama vrši se sterilizacionim filterima.

4. PROJEKAT KOMPRESORSKE STANICE

Projekat kompresorske stanice u osnovi se sastoji od: izbora kompresora i elemenata iz pripremljene grupe, proračuna zapremine rezervoara za komprimovani vazduh, proračuna ventila sigurnosti, proračuna brzine strujanja vazduha u cevima i projekta ventilacije kompresorske stanice.

4.1 Izbor kompresora

Izbor kompresora se vrši na osnovu ukupnog kapaciteta svih instalisanih potrošača i njihovih radnih pritisaka. Potrebni kapacitet kompresora računa se po formuli:

$$Q_c = f_s \cdot Q \cdot i \quad (2)$$

f_s - dodatak od 10 % radi sigurnosti u isporuci

i - koeficijent jednovremenosti usvojen iz literature prema broju potrošača [2].

Vijčani ili klipni kompresori su pravi izbor za većinu aplikacija. Za slučaj iz ovog master rada, usvojeno je da se postizanje zahtevanog kapaciteta od 50 Nm³/min i radnog pritiska od 7 bar ostvari paralelnom vezom dva stabilna vijčana kompresora. Vijčani kompresori sa ubrizgavanjem ulja su danas najrasprostranjenija grupa kompresora. Zbog malog broja pokretnih delova, koji osim toga samo rotiraju, ovi kompresori su veoma dugovečni i pouzdani u radu. Izrađuju se za opseg srednjih kapaciteta što je ovde slučaj. Obezbeđuju konstantnu isporuku vazduha, temperatura komprimovanog vazduha je niska, a pogodni su i za sve vrste regulacije.

4.2. Proračun zapremine rezervoara

Vrsta regulacije kompresora važna je pri određivanju veličine, odnosno dimenzionisanju rezervoara za komprimovani vazduh. Pri regulaciji praznim hodom, veličina rezervoara je zavisna od perioda uključenja i isključenja kompresora. Za određivanje zapremine rezervoara može se iskoristiti izraz:

$$V = \frac{0,25 \cdot Q_c \cdot P_1 \cdot T_0}{f_{\max} \cdot \Delta P \cdot T_1} \quad (3)$$

Gde je:

V - zapremina rezervoara komprimovanog vazduha

Q_c (l/s) - kapacitet kompresora,

P_1 (bar) - apsolutni pritisak na ulasku u kompresor,

f_{\max} - učestanost ciklusa rasterećenja/opterećenja kompresora,

ΔP (bar) – razlika pritiska uključenja i isključenja kompresora,

T_0 (K) – temperatura komprimovanog vazduha posle hlađenja,

T_1 (K) – temperatura vazduha na usisu kompresora.

Da bi se smanjili troškovi treba birati rezervoar standardne veličine.

4.3. Proračun ventila sigurnosti

Ventil sigurnosti ugrađen u potisnoj grani kompresora mora imati dovoljan kapacitet da ispusti pun kapacitet kompresora pri pritisku višem za 10 % od radnog u pneumatskoj instalaciji [6]. Proračun ventila sigurnosti može se izvršiti po JUS ISO 4126-1, prema sledećim formulama:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4A_0}{\pi}} ; A_0 = \frac{q}{q_{mc}} ; \quad (4)$$

$$q_m = P_{ov} \cdot C \cdot \sqrt{\frac{M}{Z \cdot T}} ; \quad (5)$$

$$q_{mc} = 0,9 \cdot K_d \cdot q_m ; \quad (6)$$

gde su:

K_d - koeficijent protoka kroz ventil

$C = 2,7$ - funkcija izentropskog koeficijenta $\kappa = 1,4$

A_0 - površina otvora sedišta

d - prečnik ventila sigurnosti

q - protok na radnim uslovima

ρ - gustina vazduha na radnim uslovima

Q_c - kapacitet kompresora

q_m - teorijski protok

q_{mc} - deklarirani protok

M - molekulska masa gasa

$Z = 1$ - faktor stišljivosti.

4.4. Proračun brzine strujanja

Proračun brzine strujanja svodi se na proveru brzine strujanja u cevovodu. Brzina strujanja se računa po formuli:

$$w = \frac{4Q_r}{D_u^2 \pi} \text{ m/s} \quad (7)$$

Gde je:

$$Q_r = Q_n \cdot \frac{P_0 \cdot T}{P \cdot T_0} \quad (8)$$

Q_n [m³/h] - protok vazduha pri normalnim uslovima ($P_0 = 1$ bar i $T_0 = 273$ K)

Q_r [m³/h] - protok vazduha pri radnim uslovima

D_u [m] – unutrašnji prečnik cevi

Preporučene vrednosti brzine strujanja vazduha u cevima kreću se u granicama od 3,5 do 12,5 m/s [6].

4.5. Proračun ventilacije

Najznačajniji uslov za normalan rad kompresora hlađenih vazduhom je dovoljan protok rashladnog vazduha. Otpadna toplota koju generiše kompresor mora biti pouzdano odvedena iz kompresorske stanice u svim situacijama. Postoje tri različite mogućnosti ventilacije u zavisnosti od snage i broja kompresora i raspoloživog prostora. To su prirodna, prinudna i kanalna ventilacija.

Prema preporukama o ventilaciji mašinskih sala vazdušno hlađenih kompresora, za kompresorske stanice koje se

sastoje iz više kompresorskih jedinica, kao što je to bio slučaj u ovom radu, usvaja se tip ventilacije sa odvodnim kanalom [1].

Potrebna količina rashladnog vazduha za hlađenje određuje se prema tipu ventilacije i snazi kompresora.

Dakle, ukupna količina vazduha koja se dovodi u stanicu sastoji se od vazduha potrebnog za rad kompresora i vazduha potrebnog za njegovo hlađenje. Prema toj količini vazduha određuje se površina ulaznih i izlaznih žaluzina:

$$A = \frac{q}{w \cdot k_s} \quad (9)$$

q - ukupna količina vazduha koju je potrebno dovesti
 k_s - koeficijent svetlog otvora žaluzina

w - preporučena brzina vazduha kroz otvor $3 \div 5$ m/s.

5. ZAKLJUČAK

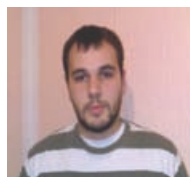
Danas komprimovani vazduh predstavlja bitnu dopunu električnoj energiji i industrija se bez njega ne bi mogla ni zamisliti. Svakodnevno proširenje polja primene komprimovanog vazduha leži u činjenici da je on istovremeno i nosioc energije i radni medijum, dok je električna energija samo nosilac energije. Transport komprimovanog vazduha na velike daljine nije problematičan, tako da se može proizvoditi relativno daleko od mesta upotrebe.

Komprimovani vazduh ima široku primenu u pneumatskom transportu rasutih materijala, u svim granama prehrambene industrije, rudarstvu i metalurgiji, a ne može da se ne pomene i upotreba veoma kvalitetnog komprimovanog vazduha u bolnicama i farmaceutskoj industriji. Samim tim rasprostranjenost postrojenja za komprimovanje vazduha je veoma velika, a ovaj rad obrađuje problematiku projektovanja jednog takvog postrojenja.

6. LITERATURA

- [1] Martin Bogner, Oktavijan Popović: *Kompresorska postrojenja*, ETA, Beograd 2008.
- [2] Martin Bogner, *Termotehničar*, ETA, Beograd, 2004.
- [3] Dušan Uzelac, Zoran Savić: *Pumpne i kompresorske stanice (autorizovana predavanja 2001/2002 godine)*, Novi Sad
- [4] Dušan Uzelac: *Hidropneumatske komponente*, Stylos, Novi Sad, 2000.
- [5] M. Bogner, M. Stanojlović: *Prečišćavanje i filtriranje gasova i tečnosti*, ETA, Beograd, 2006.
- [6] Reknagel, Šprenger, Šramek, Čeperković: *Grejanje i klimatizacija 05/06*, Interklima, Vrnjačka Banja, 2004.

Kratka biografija:



Ivan Ujfaluš rođen je u Sremskoj Mitrovici 1982god. gde je završio srednju elektrotehničku školu „Nikola Tesla“. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti mašinstva - pumpne i kompresorske stanice odbranio je u novembru 2009g. godine.

LINIJA ZA UTISKIVANJE PRIRODNOG GASA U PODZEMNO SKLADIŠTE PRIRODNOG GASA

NATURAL GAS FILLING LINE FOR NATURAL GAS STORAGE FACILITIES

Marko Đurđević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: MAŠINSTVO

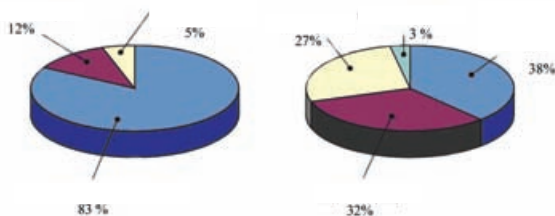
Kratak sadržaj: U ovom radu je definisana struktura linije za utiskivanje prirodnog gasa u podzemno skladište do kompresorske jedinice, pri čemu se vodilo računa da ona može poslužiti i nameni proizvodnje uskladištenog gasa. Izabrani su elementi gasne linije tako da zadovolje različite kapacitete koji se javljaju tokom utiskivanja, odnosno proizvodnje, sa posebnim osvrtom na elemente za pripremu gasa.

Abstract: Theme of this work is defining part of gas line, which is used to fill natural gas into underground storage facilities, taking care that gas line could be used for production of stored natural gas.

Ključne reči: Prirodni gas, linija za utiskivanje, filter, separator, skladištenje.

1. UVOD

Problem nesklada dinamike isporuka i dinamike potreba za prirodnim gasom, je problem odavno prisutan u Srbiji, ali i u celoj Evropi. Svaka zemlja koja sopstvenom proizvodnjom ne može da zadovolji svoje potrebe za prirodnim gasom upućena je na uvoz i tu nastaje problem pouzdanog snabdevanja. Srbija sopstvenom proizvodnjom prirodnog gasa zadovoljava svega 8,5% ukupnih potreba, a nedostajuće količine uvozi iz Rusije. Kada se tako velike količine uvoze, troškovi snabdevanja prirodnim gasom u uslovima neravnomernih potreba značajno rastu. Razlog tome je što proizvodnja i transport gasa angažuju visoki kapital i što se transport obavlja gasovodima čije se nedovoljno korišćenje ne može kompenzovati transportom drugih roba. To je sasvim dovoljan razlog koji ukazuje na potrebu izgradnje podzemnog skladišta gasa.



Slika 1. Skladišni kapaciteti prema mestu skladištenja

Podzemno skladištenje se najčešće vrši u poroznim geološkim formacijama iscrpljenih ležišta nafte i

NAPOMENA:

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

prirodnog gasa, ali se skladišti i u napuštenim rudnicima, ili na neki drugi način. U svetu postoji više od 650 podzemnih skladišta čiji je kapacitet skladištenja između 250 i 300 milijardi kubnih metara prirodnog gasa. To je oko 13% celokupne potrošnje gasa. Kapaciteti skladišta gasa u Americi i Zapadnoj Evropi prema mestu skladištenja prikazani su na slici 1.

2. LINIJA ZA UTISKIVANJE

Ovim radom obrađuje se oprema na liniji utiskivanja gasa i to samo do kompresora. To znači da se u fazi izgradnje na objektu PSG (podzemno skladište gasa) postavljaju gasovodi, separator, filter, merne linije, izmenjivač, kondenz posuda. Jasno je da se na opremu postavlja odgovarajuća instrumentacija kao što su manometri, termometri, merila nivoa, regulacioni ventili, ON - OFF ventili, sigurnosni ventili. Na samom početku linije postavlja se procesni gasni hromatograf koji se uključuje u proces komercijalnog merenja količina gasa koji se utiskuje, odnosno proizvodi iz skladišta. Kompletna linija se izgrađuje kao nadzemni gasovodni objekat i postavlja na odgovarajuće nosače.

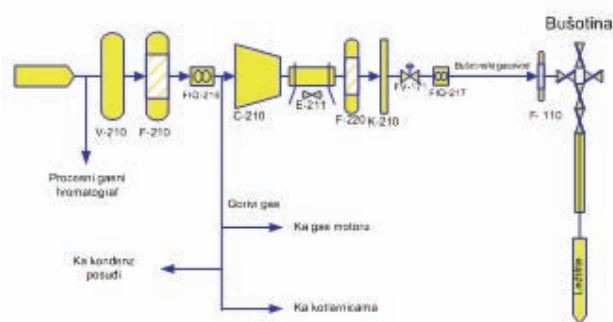
2.1. Opis procesa

Podzemna skladišta gasa rade u dva ciklusa, utiskivanje i vađenje prirodnog gasa. Period utiskivanja, u našem klimatskom pojasu je uglavnom od aprila do polovine oktobra tokom godine i vrši se preko linije za utiskivanje. Uprošćena tehnološka linija strujanja gasa pri utiskivanju u ležište – skladište gasa, prikazana je na slici 2. i čine je: gasovod, separator (V-210), filter (F-210), komercijalno merenje (FIQ-216), kompresor (C-210), hladnjak (E-211), filter (F-220), bušotinski razvodnik (K-210), regulacioni ventil (FV-171), merilo protoka gasa (FIQ-171), bušotinski cevovodi, filter na bušotini (F-110), bušotinska glava i ležište.

Gas namenjen za utiskivanje se iz transportnog gasovoda pri pritisku od 30 bar (minimalno) usmerava u separator V-210, a zatim u filter separator F-210 radi uklanjanja eventualnih tragova svih tečnosti i/ili čvrstih materija ponesenih iz gasovoda. Nakon prolaska kroz filter F-210 gas se meri na mernoj liniji FIQ-216 za komercijalni obračun količine gasa.

Gas se zatim usmerava na usisni kolektor kompresorske stanice. U kompresorskoj jedinici gas se u dva stepena sabija na pritisak potreban za utiskivanje u ležište. Potisni pritisak kompresora tokom jednog ciklusa utiskivanja će se postepeno povećavati. U prvom ciklusu početni potisni pritisak će iznositi oko 95 bar i povećaće se do maksimalnih 105 bar na kraju ciklusa. Konačna vrednost

pritiska zavisi od količine gasa koja bude utisnuta u ovom početnom ciklusu.



Slika 2. Tehnološka šema linije za utiskivanje

Nakon komprimovanja gas se hladi do oko 50 °C u vazдушnom hladnjaku izlaznog gasa iz kompresora E-211. Poneto mazivo ulje iz kompresora se zatim uklanja u filteru koalesceru kompresorske jedinice i konačno u zbirnom filteru koalesceru mazivog ulja F-220. Gas koji se utiskuje u skladište zatim se usmerava na kolektorski razvodnik, gde se struja gasa deli na pojedinačne bušotine.

U utisnoj liniji pojedinačne bušotine gas protiče kroz regulacioni ventil FV-171 i merilo protoka FIQ-171, čime se omogućava regulacija i merenje dotoka gasa u svaku bušotinu. Gas zatim dospeva do pojedinačnih bušotina kroz koje se utiskuje u ležište. Eventualno preostali tragovi tečnosti uklanjaju se u filterima na lokaciji bušotine F-110.

Gorivi gas za potrebe rada nekih podsistema postrojenja za utiskivanje, uzima se iza filter separatora F-210, posle merenja, a pre sniženja pritiska, i zagreva u razmenjivaču toplote E-330. Gorivi gas se posebnim vodovima usmerava ka gas motoru kompresora, ka kondenz posudi i ka kotlarnici za predgrevanje gasa i kotlarnici za zagrevanje poslovnih prostorija upravne zgrade na lokaciji podzemnog skladišta.

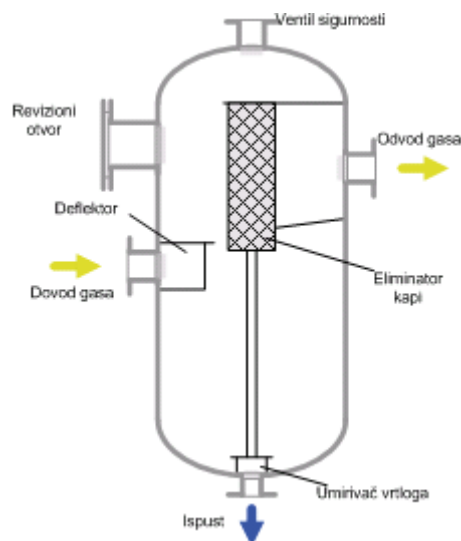
Na gasovodu, ispred procesne opreme ugrađen je procesni gasni hromatograf koji kontinualno analizira uzorke prirodnog gasa i tako učestvuje u ukupnom merenju protekle zapremine i energije prirodnog gasa. Ovaj PGH, kao i ostala oprema, radi u režimu utiskivanja i u režimu vađenja gasa. Osnovni parametri predmetne linije za utiskivanje su:

- Maksimalna količina gasa za utiskivanje..... do $3,5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dan}$,
- Vrednost pritiska na ulazu iz gasovoda..... od 35 bar do 41 bar,
- Pritisak na potisu kompresoraod 90 bar do 105 bar,
- Temperatura gasa na potisu do 50 °C.

Ovi parametri, očekivani hemijski sastav prirodnog gasa i raspoloživi prostor na lokaciji podzemnog skladišta, uslovili su dimenzije i klasu procesne opreme, kao i dužine pojedinih deonica instalacije i ukupnu dužinu celokupne linije za utiskivanje.

3. TEHNIČKI OPIS ELEMENATA NA LINIJI ZA UTISKIVANJE

Separator koji se koristi na liniji za utiskivanje gasa, slika 3, je namenski izrađen, a osnovna namena posude je da prihvati i pripremi gas koji dolazi iz gasovoda, u periodu utiskivanja gasa, u podzemno skladište.



Slika 3. Separator

Ulazni gas treba da je suv, bez ugljovodoničnih i vodenih tečnih čestica, sa minimalnom količinom čvrstih čestica. Kada količina tečne faze pređe $0,1 \text{ m}^3$ počinje automatsko uklanjanje tečne faze iz posude. Tečnost se uklanja do potpunog pražnjenja posude. Preostala tečnost isparava u suvom ulaznom gasu i usmerava se prema kompresoru. U cilju sprečavanja isticanja gasne faze sa dna posude, usled neispravnosti regulatora nivoa tečnosti, postavljen je dodatni plovak u ulaznom cevovodu sa dna posude. Plovak pri pojavi gasne faze u cevovodu za ispuštanje tečnosti uključuje havarijski alarm i ne dozvoljava otvaranje ispusnog ventila.

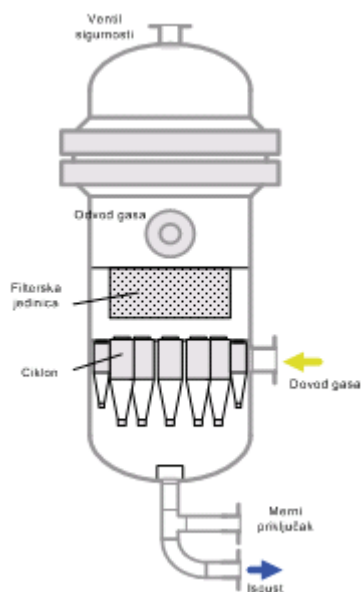
Ako veliki priliv tečnosti izazove akumulaciju tečnosti veću od 1 m^3 uključuje se havarijski alarm visokog nivoa. Tečne i čvrste čestice veće od $20 \mu\text{m}$, koje povremeno može da nosi ulazni gas, se uklanjaju pomoću ugrađene ispune tipa "vane" u posudi. Navedeni tip ispune je izabran zbog najmanjeg pada pritiska (manje od 10 kPa) i neosetljivosti na prisustvo čvrstih čestica u ulaznom gasu. Projektna temperatura posude je 110 °C, da bi se u slučaju potrebe mogla reparirati. Temperatura gasa iz gasovoda varira između 10 i 15 °C. Projektni pritisak posude je 77 bar.

Radni pritisak varira u različitim periodima utiskivanja između 25 i 55 bar. Posuda se od povećanja ulaznog pritiska štiti instrumentalnom ESD opremom, tako što se automatski blokira ulaz gasa kada pritisak dostigne 70 bar. Ventil sigurnosti na posudi počinje da otvara kada pritisak u posudi dostigne 74 bar. Pored navedene osnovne uloge, kroz posudu prolazi gas i pri proizvodnji gasa iz podzemnog skladišta u zimskim uslovima. U ovim uslovima posuda ima ulogu da odvoji tečnu fazu iz osušenog proizvedenog gasa, formirane usled hlađenja, a neželjno ponesene iz apsorpcione kolone.

Pri proizvodnji gasa protok može bitno odstupiti od navedenih procesnih parametara i značajno se povećati.

Pri tim uslovima radni pritisak u posudi može biti veći od 55 bar. U pojedinim periodima proizvodnje gasa, protok kroz posudu se može znatno smanjiti. U navedenim ekstremnim uslovima se očekuje potpuno uklanjanje formirane tečne faze u gasu i smanjena efikasnost pri uklanjanju čestica koje sa sobom nosi gasni tok.

Filter F-210 je namenjen za uklanjanje čvrstih i tečnih čestica iz prirodnog gasa. Pre ulaska u filter iz gasa se u separatoru ukloni tečna faza i čestice veće od 20 μm . Iz filtera, slika 4, gas se u letnjem periodu usmerava prema kompresorima (utiskivanje gasa), a u zimskom periodu u gasovod (proizvodnja gasa). Filter se sastoji iz dva povezana dela, multiciklonskog i filterskog. Multiciklonski deo se sastoji od 11 levih i 11 desnih identičnih većih ciklona i po jednog levog i desnog manjeg ciklona. Pri prolasku kroz ciklone, iz gasa se odstrane čestice veće od 10 μm i usmere prema dnu filtera. Posle ciklona gas se usmerava prema filterskom delu (filterska jedinica). U filterskom delu je postavljena višeslojna filterska tkanina navučena na cilindrični metalni nosač. Na i u slojevima tkanine se zadržavaju čestice veće od 5 μm , a gas se izvodi iz filtera. Pri remontu filtera, tkanina se pere ili zamenjuje novom. Pojava tečne faze na dnu filtera, izdvojene u ciklonima, izaziva automatsko potpuno uklanjanje tečnosti iz posude. Visok nivo tečnosti u filteru uključuje alarm i jedan je od uslova za zaustavljanje dotoka gasa u postrojenje.

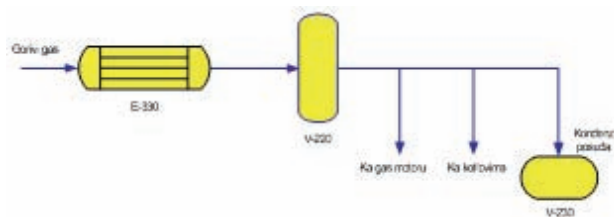


Slika 4. Filter

Posuda je projektovana za protok gasa od 3500000 m^3/dan , maksimalno 5000000 m^3/dan . Pri različitim periodima utiskivanja gasa, protok će varirati u intervalu od 900000 do 3500000 m^3/dan . Pri proizvodnji gasa u zimskom periodu protok gasa kroz posudu varira od 200000 do 5000000 m^3/dan . Projektna temperatura posude je 110 $^{\circ}\text{C}$ da bi se u slučaju potrebe mogla propariti. Temperatura gasa iz gasovoda varira između 10 $^{\circ}\text{C}$ i 30 $^{\circ}\text{C}$. Projektni pritisak posude je 77 bar. Radni pritisak varira u različitim periodima od 25 bar do 60 bar. Posuda se od povećanja pritiska štiti instrumentalnom opremom tako što se automatski blokira ulaz gasa kada

pritisak dostigne 68 bar. Ventil sigurnosti na posudi počinje da otvara kada pritisak u posudi dostigne 72 bar i projektovan je za protok koji nastaje usled širenja gasa ako blokirana posuda bude izložena požaru.

Gorivi gas je deo fluidne (gasne) struje iz linije za utiskivanje, koji se odvaja posebnim tokom, slika 5, i koristi se za pokretanje motora kompresora, kao i za rad kotlova koji služe za zagrevanje kako gasa tako i upravne zgrade. Prilikom utiskivanja, gas najčešće nije potrebno zagrevati, jer je ulazna temperatura gasa od oko 20 $^{\circ}\text{C}$ sasvim dovoljna da ne dođe do podhlađivanja, ali kada se utiskivanje vrši u hladnijem periodu godine, gas je potrebno zagrevati. Izdvojeni gas se zove gorivi gas. Pre ulaska u motor kompresora i kotlove, gorivi gas prolazi dodatnu pripremu. Gorivi gas za postrojenje se uzima iza filter separatora F-210, posle merenja i pre sniženja pritiska, i putem posebnog voda ide do izmenjivača toplote (zagrejač gasa E-330), gde se gas zagreva, a potom ka separatoru za gorivi gas V-220, gde se vrši završno uklanjanje zaostalih tečnih i čvrstih čestica. Tek posle separatora za gorivi gas V-220, gorivi gas stiže do motora kompresora i kotlova. Iza separatora se nalazi kolektor iz kojega se izdvaja više vodova. Jedan ide ka kondenz posudi (separator proizvedene vode V-230), drugi ka kotlarnici, a treći ka motoru kompresora.



Slika 5. Linija gorivog gasa

Separator proizvedene vode - sve nečistoće koje se pojave u sistemu i koje su izdvojene u separatoru i filteru, kao i nečistoće i ulje iz kompresora se dopremaju na jedno mesto (u jednu posudu- separator proizvedene vode).

Ova posuda predstavlja trofazni separator gas-tečno-tečno i ima ulogu prihvatne posude za tečne tokove iz svih separatora gas-tečno na postrojenju podzemno skladište gasa. U slučaju većeg priliva tečnosti od 0,5 m^3/h posuda se prevodi u protočnu sa automatskim održavanjem nivoa. Sastoji se iz dva dela razdvojena pregradnom demontažnom pločom. Deo za prijem vodene faze omogućuje odvajanje eventualne (incidentno prispele) ugljovodonične tečne faze i izdvajanje dela rastvorenih ugljovodoničnih gasova. Formirana ugljovodonična faza se prelijeva preko pregrade u uljni deo posude. Deo za prijem uljne faze prihvata izdvojeno kompresorsko ulje na postrojenju. U posudi se vrši izdvajanje dela rastvorenih gasova. Instalirano merilo nivoa uljnog dela posude postaje merilo ukupnog nivoa u posudi ako nivo u incidentnim situacijama bude iznad nivoa pregrade. Automatskim ispuštanjem izdvojene gasne faze u posudi se održava zadati pritisak. Posuda je zaštićena od pojave vakuuma. Za bezbedan rad u zimskim uslovima posuda se izoluje i obezbeđuje elektrozagrejačima u donjoj polovini posude.

4. MERNÁ INSTRUMENTACIJA NA LINIJI ZA UTISKIVANJE

Predhodno opisani procesi se vode i kontrolišu uz pomoć odgovarajuće merne instrumentacije koja vrši merenje pritiska, temperature, nivoa tečnosti, protoka kao i odgovarajućih ventila koji vrše regulaciju protoka i zaštitu sudova pod pritiskom.

Merenje pritiska se vrši lokalnim manometrima i transponderima pritiska koji su postavljeni na cevovodu i posudama. Obavezno se ispred svakog manometra i transpondera pritiska ugrađuje zaporni organ tj. „manometarska slavina“ kako bi se omogućilo odvajanje od procesa, sa priključkom za rasterećenje od zadržanog visokog pritiska. Priključak za rasterećenje služi i za kontrolu manometara na mestu ugradnje.

Merenje temperature se vrši lokalnim termometrima (bimetalnim) i transponderima temperature. Lokalni termometri se postavljaju na cevovod i posudu u prirubničke zaštitne cevi prečnika 1½" za klase pritiska ANSI 1500, a prečnik 1" za niže klase pritiska. Senzorski element za transponder temperature je sonda Rt100 i ugrađuje se na isti način kao i kod lokalnog merenja temperature. Svi transponderi temperature imaju mogućnost priključenja prenosnog kontrolnog instrumenta za proveru na mestu ugradnje.

Merenje nivoa tečnosti u posudama pod pritiskom vrši se lokalnim indikatorima (nivokazima) i daljinskim nivo prekidačima i transponderima za kontinualno merenje nivoa koji odgovaraju za zahtevane pritiske, sa svom potrebnom armaturom.

Regulacioni ventili za regulaciju protoka, nivoa, ili pritiska gasa instaliraju se u kompletu sa SMART pozicionerom. Merene vrednosti protoka i pritiska na osnovu kojih se vrši regulacija su digitalni signali. Transponderi i ventili koji čine regulacionu petlju (merena i upravljačka veličina) povezuju se na isti signalni segment. Signali nivoa na osnovu kojih se vrši regulacija su eltrični signali 4-20mA. Ventili su dimenzionisani na osnovu maksimalnog protoka i dozvoljenog pada pritiska i radnih uslova.

Sigurnosni ventili namenjeni su pre svega za zaštitu sudova pod pritiskom od prevelikog pritiska fluida u posudi. U svakoj posudi pod pritiskom je ograničen maksimalni pritisak fluida. U slučaju dostizanja tog pritiska ovi ventili se aktiviraju i rasterećuju posudu ispuštanjem fluida u atmosferu. Sigurnosni ventili su dimenzionisani uzimajući u obzir količinu fluida, presek cevovoda, pritisak, gustinu i viskozitet fluida, u ovom slučaju prirodnog gasa. Zadat je pritisak pri kojem sigurnosni ventil mora da otvori, a ostali parametri se određuju na osnovu proračuna i propisom zadatih koeficijenata.

ON-OFF ventili se postavljaju za brzo zatvaranje cevovoda i upravljaju se preko elektromagnetnih razvodnika. Svaki ventil ima ugrađene signalizatore

krajnjih položaja (otvoren/zatvoren). ON-OFF ventili za regulaciju nivoa imaju membranski pneumatski aktuator koji se napaja pritiskom instrumentalnog gasa od 5 bar. Blokadni ON-OFF ventil, koji ima ESD funkciju, ima aktuator sa pneumatskim cilindrom i odgovara visokom nivou sigurnosti SIL2. Zbog toga se za njegovo upravljanje koriste dva na red vezana ventila, tako da neispravnost jednog od njih ne utiče na pouzdanost zatvaranja ventila.

5. ZAKLJUČAK

Situacija u kojoj se prošle zime našla Srbija, kada je prekinuta isporuka ruskog gasa preko Ukrajine, ukazuje na značaj snabdevanja energentima i upravljanja raspoloživim domaćim potencijalima, kao i uvoznim resursima. Linija za utiskivanje je koncipirana tako da svi izabrani elementi u normalnim uslovima rada ne mogu biti uzrok zastoja. Sve posude pod pritiskom su ispitane, a merna oprema i sva instrumentacija na liniji je od renomiranih svetskih proizvođača, sa odgovarajućim sertifikatima o kvalitetu. Posvećena je pažnja i zaštiti životne sredine, tako što je u sastavu linije kondez posuda čiji sadržaj se prazni i odlaže na način koji sprečava zagađenja radnog i životnog prostora.

6. LITERATURA

- [1.] Uzelac D. i saradnici: Priručnik za kurs iz rukovanja i održavanja cevovoda, uređaja i postrojenja za prirodni gas, N. Sad, 2005.
- [2.] NIS – INŽENJERING: Dopunski rudarski projekat podzemnog skladišta gasa Banatski Dvor faza I, tehnološko-mašinski deo, knjiga XII, sveska 1/II, N. Sad, 2005.
- [3.] Bogner M., Stanojević M., Livio L.: Prečišćavanje i filtriranje tečnosti i gasova, Beograd 2006.
- [4.] Strelec V. i saradnici: Plinarski priručnik 6. izdanje, Zagreb 2001.
- [5.] Trond Austrheim: Experimental characterization of high-pressure natural gas scrubbers, disertation for the philosophiae doctor (PhD) at the university of Bergen, 2006.

Kratka biografija:



Marko Đurđević, rođen je u Novom Sadu 1985. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti hidropneumatske tehnike odbranio je u 2009. godine.

PRIMENA LAKIH VISEĆIH MOSNIH DIZALICA U MONTAŽNIM HALAMA LAKE KONSTRUKCIJE**APPLICATION OF LIGHT HANGING OVERHEAD TRAVELLING CRANES IN LIGHT STRUCTURED ASSEMBLY HALLS**Aleksandar Pavlović, Rastislav Šostakov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast: MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj: U radu je izvršena naliza mogućih rešenja ugradnje lakih visećih mosnih dizalica u montažne hale lake konstrukcije. Izrada projekta noseće konstrukcije dizalice, prikaz rešenja u obliku 3D modela i dokumentacije noseće konstrukcije.

Abstract: Analysis of possible solutions for installing light hanging overhead travelling cranes into the light structured assembly halls is shown in this paper. Project completion of crane supporting structure, outline of solution in a form of a 3D model and of a crane supporting structure documentation.

Ključne reči: Mosna dizalica, noseća konstrukcija, proračun prema standardima, CATIA V5.

Key words: overhead travelling crane, supporting structure, calculation according to standards, CATIA V5.

1. UVOD

Mosna dizalica se sastoji od glavnog nosača koji je vezan za bočne nosače, kolica koja se kreću po glavnom nosaču i pogona dizanja. Mosna dizalica može imati jedan ili dva glavna nosača. Kod velikih nosivosti se mogu koristiti dve dvogrede dizalice. U svakom industrijskom objektu ili magacinskom prostoru neophodno je prisustvo dizalica koje omogućavaju manipulaciju materijalom ili opremom u horizontalnom i/ili vertikalnom pravcu. Primer korišćenja mosne dizalice za manipulaciju je distribuciono skladište cevi. U objekte koji nemaju primarnu namenu za skladištenje cevi, a ne postoji mogućnost ugradnje mosne dizalice na šinama, često se ugrađuje viseća mosna dizalica.

Objekat u koji bi se ugrađivala viseća mosna dizalica je hala iz proizvodnog programa firme „VOS-SYSTEM“, Žabalj. Navedena firma proizvodi objekte koji su formirani od specijalnih tankozidnih profila radi optimizacije.



Sl.1. Izgled objekta

2. PRORAČUN JEDNOGREDE MOSNE DIZALICE

Glavni nosač se izrađuje od valjanog i profila. Izvršena je analiza svih tipova valjanih I profila koji zadovoljavaju sve kriterijume proračuna. Akcenat je na masi profila po dužnom metru obzirom da se radi o halama i dizalicama lake konstrukcije. Mogu se izdvojiti profili sa kosim stopama i profili sa ravnim stopama tipa IPE. Ukoliko se koriste profili sa kosim stopama dolazi do samocentrisanja, ali imaju veću masu po dužnom metru od profila tipa IPE. Sa druge strane kolica su skuplja kod profila sa ravnim stopama, ali su vrednosti ugiba i napona manje.

Tabela 1. Pregled profila koji zadovoljavaju

	I26	I28	IPE 270	IPE 300	IPB HEA 240	IPB HEB 220	IPB HEM 200
Ugib f_{uk} [cm]	1,65	1,25	1,63	1,13	1,22	1,17	1,26
Masa profila [$\frac{kg}{m}$]	41,9	47,9	36,1	42,2	60,3	71,5	88,9

Za materijal glavnog nosača usvajan je nelegirani konstrukcioni ugljenični čelik oznake S 355 J2G3. Usvojeni konstrukcioni čelik je pogodniji za zavarene konstrukcije u odnosu na druge čelike iste zatezne čvrstoće, S 355 JR i S 355 JO.

Usvajanjem materijala veće zatezne čvrstoće se dobija manja masa glavnog nosača, a to je u skladu sa temom rada. Osim toga ekonomičnije je ići na usvojeni materijal nego koristiti konstrukcioni čelik S 235 J2G3.



Sl. 2. Model viseće mosne dizalice firme STAHL

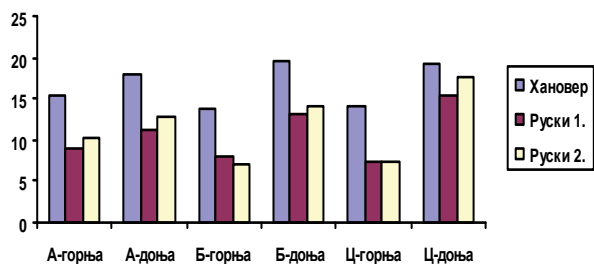
NAPOMENA:

Rad je nastao iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio doc. dr Rastislav Šostakov.

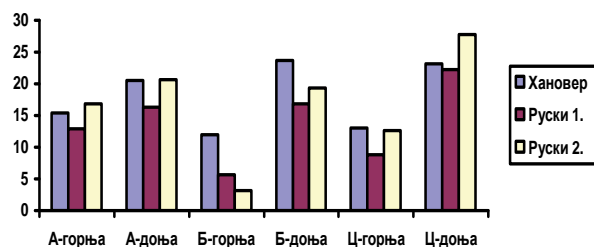
Proračun glavnog nosača obuhvata sledeće provere:

- Savijanje glavnog nosača u vertikalnoj ravni
- Savijanje glavnog nosača u horizontalnoj ravni
- Lokalno savijanje donjeg pojasa glavnog nosača
- Uvijanje glavnog nosača
- Određivanje tangencijalnih napona usled transverzalnih sila
- Dokaz statičke čvrstoće
- Kontrola sigurnosti na bočno izvijanje
- Kontrola ugiba glavnog nosača

Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli za sve valjane I profile, a ovde je prikazana redukovana tabela. U slučaju kretanja kolica po donjoj stopi valjanih I profila javlja se dvoosno naponsko stanje, pa je neophodna analiza. Postoje razni proračuni dvoosnog naponskog stanja, ali do sada nije usvojen najprikladniji, najtačniji. Teorijsko određivanje lokalnih napona je komplikovano, pa se oni definišu empirijskim obrascima koji su dobijeni na osnovu brojnih ispitivanja. Postoje velike razlike u proračunskim modelima koji se koriste za proračun lokalnih napona. Izvršeno je poređenje lokalnih i uporednih napona po nemačkim i ruskim propisima, a u skladu sa preporukama iz [1] i [2].



Dijagram 1. Profil sa kosim stopama I slučaj

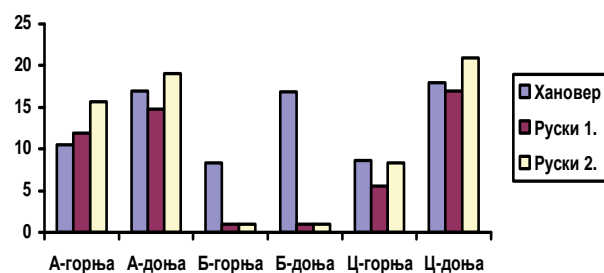


Dijagram 2. Profil sa kosim stopama II slučaj

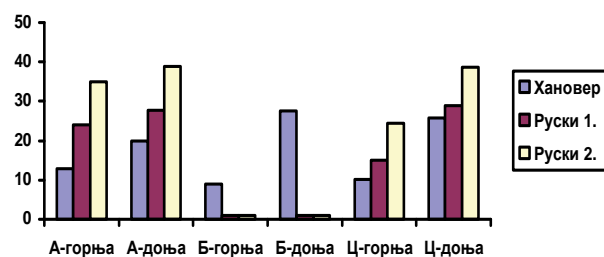
Navedeni dijagrami se odnose na profile sa kosim stopama. Prvi dijagram pokazuje vrednost uporednih napona za konkretan primer glavnog nosača, a kod drugog dijagrama je smanjen raspon, a povećano opterećenje tako da vrednosti globalnih napona budu jednake.

Naponi koji nastaju od lokalnog savijanja donjeg pojasa jako zavise od načina ostvarenja kontakta točka i donjeg pojasa profila. Neophodno je posvetiti pažnju preciznosti izrade kolica i nosača.

U slučaju male nepreciznosti ugla nagiba, pri izradi gazeće površine točka, dolazi do poremećaja raspodele opterećenja i gubi se veza sa proračunskim modelima. Kod valjanih I profila neophodno je obratiti pažnju na tačnost mera i oblika koje propisuje standard i težiti što manjim odstupanjima.



Dijagram 3. Profil IPE I slučaj



Dijagram 4. Profil IPE II slučaj

Intezitet lokalnih napona u donjem pojasu zavise prvenstveno od sile i kvadrata debljine donjeg pojasa i iznose:

$$\sigma_{fx}^{lok} = C_x \cdot \frac{F_T}{t_I^2} \quad \sigma_{fz}^{lok} = C_z \cdot \frac{F_T}{t_I^2} \quad (1)$$

Pristupa se određivanju koeficijenata C_{ij} , a zatim određivanju lokalnih napona. Uporedni naponi se određuju kao zbir lokalnih i globalnih napona.

$$\sigma_z^{uk} = 0,75 \cdot \sigma_{fz}^{lok} + \sigma_f^{uk} \quad (2)$$

Uporedni napon se dobija korišćenjem sledeće formule:

$$\sigma_{up} = \sqrt{(\sigma_x^{uk})^2 + (\sigma_z^{uk})^2 - \sigma_x^{uk} \cdot \sigma_z^{uk} + 3 \cdot (\tau_T + \tau_s)^2} \quad (3)$$

Navedeni proračun je vršen na osnovu preporuka iz [1]. Proračun lokalnih i uporednih napona na osnovu preporuka iz [2] je prikazan u nastavku.

Intenzitet lokalnih napona u donjem pojasu zavise prvenstveno od sile i kvadrata debljine donjeg pojasa i iznose:

$$\sigma_{XI} = \pm K_X \cdot \frac{P}{t_{SR}^2} \quad \sigma_{ZI} = \pm K_Z \cdot \frac{P}{t_{SR}^2} \quad (4)$$

$$\sigma_{UP} = \sqrt{(\sigma_Z + \sigma_{ZI})^2 + (\sigma_{XI})^2 - (\sigma_Z + \sigma_{ZI}) \cdot \sigma_{XI}} \quad (5)$$

U prvom slučaju se pretpostavlja da se opterećenje od tereta i kolica ravnomerno prenosi na sva četiri točka. Može se desiti da se napadna tačka užeta poklopi sa osom točka i dobije se veće lokalno opterećenje, odnosno opterećenje se raspoređuje ravnomerno, drugi slučaj po ruskim propisima.

Kod prvog slučaja po ruskim propisima se smatra da se opterećenje ravnomerno deli na sve točkove, kao kod nemačkih propisa.

3. PRORAČUN OPTEREĆENJA IZAZVANIH ZAKOŠENJEM DIZALICE

3.1. Proračun po JUS-u

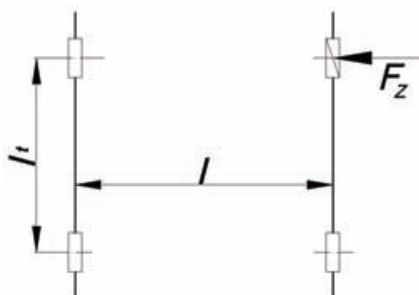
Poprečne reakcije upravno na pravac vožnje usled zakošenja dizalice, a koje deluju na mestu dodira venca točka i dizaličke staze izračunavaju se:

$$F_z = \lambda \cdot F_K \quad (6)$$

$$\lambda = f \left(\frac{l}{l_t} \right) \quad (7)$$

Vertikalno opterećenje točka se određuje za najnepovoljniji raspored masa dizalice, kada su kolica sa teretom pomerena na kraj grednog nosača.

Ukoliko se pretpostavi da je pogon dizanja uključen u trenutku nastanka poprečne reakcije, potrebno je težinu tereta uvećati dinamičkim koeficijentom ψ .



Sl.3. Poprečna reakcija usled zakošenja

Vrednost koeficijenta λ mogu se smanjiti tri puta ukoliko se koriste točkovi sa konusnom površinom kotrljanja, a moraju se povećati za slučaj točkova sa cilindričnom površinom kotrljanja i velikim zazorom između venca točka i šine. Zakošenje kolica dizalice i reakcija usled istog je mala i neće se razmatrati. U radu je korišćen rezultat koji je dobijen za standardnu mosnu dizalicu, a ne vrednosti koje su za viseću mosnu dizalicu kao što je slučaj. Razlog za to je da se pri proračunu po drugim standardima dobijaju veće vrednosti poprečnih reakcija, pa se na taj način postiže sigurnija konstrukcija.

3.2. Proračun po EN13001-2

Sila vođenja računa se kao:

$$S = \mu_a \cdot \lambda \cdot \sum G \quad (8)$$

Koeficijent aksijalnog trenja:

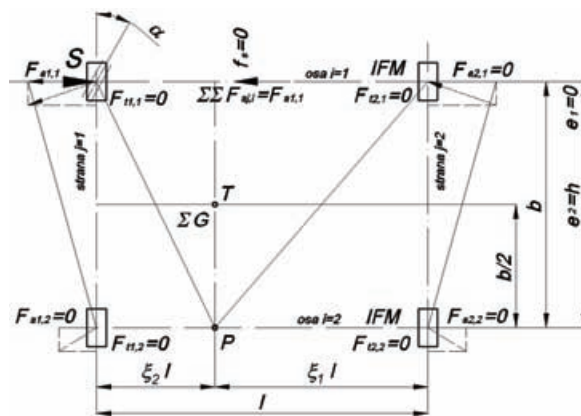
$$\mu_a = 0,3 \cdot \left(1 - e^{-250 \cdot \hat{\alpha}} \right) \quad (9)$$

Sile aksijalnog klizanja su:

$$F_{a_{i,j}} = \mu_a \cdot \lambda_{a_{i,j}} \cdot \sum G \quad (10)$$

Na osnovu navedenih formula izračunava se sila aksijalnog klizanja. Vrednost sile aksijalnog klizanja je zapravo opterećenje izazvano zakošenjem dizalice.

Navedeni proračun je za standarde mosne dizalice koje se kreću po šini, a ne za viseće.



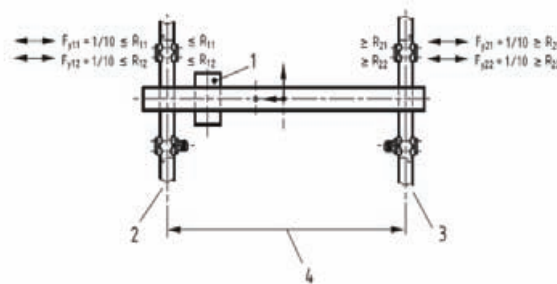
Sl. 4. Sile aksijalnog klizanja kod posmatrane dizalice

3.3. Proračun po prEN15011

prEN15011 definiše pet tipova konfiguracije noseće konstrukcije od A do E kojima se određuje proračunski model. Korišćena je kruta metoda za proračun.

$$Y_F = \mu_f \cdot (S - S_d \cdot b) = \sum Y_j \quad (11)$$

Izvršen je proračun sila usled zakošenja standardne mosne dizalice i viseće da bi se uporedili rezultati.



Sl. 5. Sile usled zakošenja kod visećih mosnih dizalica

U tabeli 2. prikazane su vrednosti sila usled zakošenja. Može se videti da su u ovom slučaju vrednosti sila dobijene po EN približno dva puta veće od vrednosti sila dobijene po JUS-u.

Tabela 2. Vrednosti sila usled zakošenja

Standard	F_{xx}	kN
JUS	F_{z1}	1,72
	F_{z2}	0,6
EN 15011 Metoda krutog tela	F_F	3,07
EN 15011 Viseća dizalica	F_{11}	1,03
EN 13001-2	F_{a11}	1,54

4. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena uporedna analiza tipova I profila koja je pokazala da se za glavni nosač lake konstrukcije dizalice mogu koristiti I profili sa kosim stopama i I profili sa ravnim stopama tipa IPE. Prednost imaju IPE profili zbog manje mase. U slučaju da je masa profila približno ista, vrednosti napona su manje kod IPE profila, pa je glavni

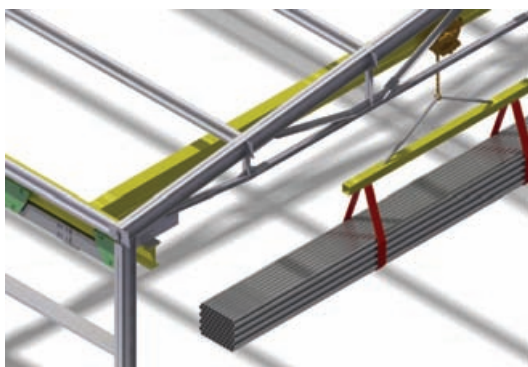
nosač „sigurniji“. Veća ušteda materijala i smanjenje opterećenja objekta se može postići kod staze viseće mosne dizalice. Ukoliko bi posmatrali prva dva profila koja zadovoljavaju, I26 i IPE270 dobila bi se ušteda mase od 14%, a samim tim i manje opterećenje objekta. Druga komparacija bi bila I28 i IPE300 dobila bi se ušteda mase od 12% i takodje manje opterećenje objekta.

Uporedna analiza proračuna dvoosnog naponskog stanja je pokazala da kod I profila sa kosim stopama je sigurnije računati po nemačkim propisima. Do navedenog proračuna se došlo metodom konačnih elemenata, pa se može pretpostaviti da je tačniji. Kod ruskog proračuna dvoosnog naponskog stanja profila sa ravnim stopama, nedostatak je nedefinisanost tačke B. Za navedenu tačku po nemačkim propisima se dobijaju visoke vrednosti napona, pa bi preporuka bila da se proveravaju naponi po nemačkim i ruskim propisima.

Izvršeno je modeliranje dizalice i objekta. Za izradu 3D modela korišćen je programski paket CATIA V5. Navedeni paket je svetsko CAD-CAM-CAE softversko rešenje koje korisnicima daje veliki broj namenskih rešenja.



Sl. 6. Dizalica i objekat



Sl. 7. Dizalica i paket cevi

Izvršena je uporedna analiza opterećenja izazvanih zakošenjem dizalice. Pokazano je da se proračunom po drugim standardima dobijaju veće vrednosti sila u odnosu na naš standard. U konkretnom slučaju dobijaju se približno dva puta veće vrednosti sila. Konstatovano je da je neophodno posebno obratiti pažnju na tolerisanje mera i oblika.

Standard JUS C.B3.131 odnosi se na vruće valjane I profile sa kosim stopama, izrađene od raznih vrsta čelika čije se karakteristike kvaliteta propisuju posebnim standardima ili dogovorom. Valjani I profili se isporučuju pravi kako izlaze ispod valjka. Odstupanje od pravosti ovih profila ne sme da prekorači 0,15% od dužine profila. Ostali zahtevi (uvrnutost, nesimetričnost, itd.) mogu se ugovarati. Odstupanje od visine profila i širine nožice se kreće u granicama od $\pm 2-3$ mm.

Osim što odstupanje može neznatno smanjiti nosivost, značajno može da poveća opterećenje i ugrozi funkcionalnost dizalice (primer sile usled zakošenja). Ukoliko bi se zahtevala veća tačnost, profili bi bili znatno skuplji. Preporuka bi bila da se od prvih šarži u proizvodnji od navedenih profila, odaberu profili koji bi se koristili za glavne nosače i staze dizalica. Takođe neophodno je obratiti pažnju pri pretovaru profila, da se ne pojave pomenute nepravilnosti koje će kasnije prouzrokovati probleme na konstrukciji.

Bočni nosači izrađuju se od standardnih šavnih cevi. Standard JUS C.B5.249 utvrđuje oblik i mere za čelične zavarane cevi. Kao i kod glavnih nosača, pa tako i kod bočnih potrebno je svesti odstupanja mera i oblika na minimum.

U radu je korišćen program u Excel-u za proračun glavnog nosača. Ukoliko bi se uradio kompletan program za celu dizalicu i povezao sa nekim softverom za modelovanje (na primer CATIA V5), rezultat bi bila automatizacija projektovanja. Znatno bi se skratilo vreme proračuna i izrade dokumentacije. Na ovaj način bi se dobio pregled čitave palete rešenja visećih mosnih dizalica za potencijalne korisnike, različite raspone i nosivosti.

5. LITERATURA

- [1] Hannover H.O., Rechwald R.: Lokale Biegebeanspruchung von Trägerunterflanschen. Fördern und Heben 1982.
- [2] Petković Z., Ostrić D.: Metalne konstrukcije u mašingradnji 1, Mašinski fakultet, Beograd, 1996.
- [3] Šostakov R.: Autorizovana predavanja iz predmeta Dizalice, FTN, Novi Sad, 2005.

Kratka biografija:



Aleksandar Pavlović rođen u Smederevu 1983. godine. Srednju tehničku školu završio u Smederevu. Diplomski-master rad na FTN u Novom Sadu odbranio iz oblasti Mašinstvo – Dizalice 2009. godine.



Rastislav Šostakov rođen u Beogradu 1949. godine. Doktorirao na FTN u Novom Sadu 2007. godine i od tada u zvanju docenta. Oblast interesovanja: mašine unutrašnjeg transporta, pogonska čvrstoća, elektromotorni pogoni.

VIZIJA BUDUĆEG RAZVOJA ELEKTRODISTRIBUTIVNIH MREŽA THE VISION OF FUTURE DISTRIBUTION NETWORKS DEVELOPMENT

Suzana Borjanović, Nikola Luković, Miroslav Nimrihter, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu dat je prikaz budućeg razvoja distributivnih mreža, gde se akcent stavlja na pouzdanost i kvalitet napajanja potrošača električnom energijom. U radu je, takođe dat primer proračuna pokazatelja pouzdanosti i ocena opravdanosti uvođenja elementa distributivne automatike - u ovom slučaju autosekciionalizera (AS).

Abstract – In this paper different points view of future developments in distribution networks are shown, where the accent is on reliability and quality of power supply for customers. In this paper an example of analysis and evaluation of introduction justifiability for elements of distributive automation, in this case autisectionalizer (AS) is also given.

Ključne reči: budućnost distributivnih mreža, distributivna automatika, pokazatelji pouzdanosti i troškovi.

1. UVOD

Budućnost elektrodistributivnog sektora, odnosno distributivnih mreža leži u sve masovnijem uvođenju automatizacije, elektronike i distribuirane proizvodnje, kao i u korišćenju distributivnih menadžment sistema (Distribution Management System – DMS), distributivnih kontrolnih sistema (Distribution Control System – DCS) i SCADA sistema (Supervisory Control and Data Acquisition) [1].

S obzirom na neposrednu povezanost distributivnog i potrošačkog sektora, pouzdanost distributivnih mreža, direktno utiče na pouzdanost snabdevanja potrošača električnom energijom. Iz tehničko-ekonomskih razloga distributivni sistemi imaju ograničene rezervne kapacitete, tako da kvarovi elemenata ovih sistema po pravilu dovode do prekida napajanja većih ili manjih grupa potrošača, što za sobom povlači finansijske gubitke.

Kod planiranja izgradnje, izbora konfiguracije, elemenata mreža i postrojenja, izbora zaštite i automatike i načina upravljanja i održavanja, posebna pažnja mora se posvetiti mogućim kvarovima, kako bi se njihove posledice svele na prihvatljiviju meru uz racionalna ulaganja. Uređaji distributivne automatike su razvijeni s ciljem povećanja pouzdanosti napajanja potrošača. Ovi uređaji omogućavaju skraćenje postupka detekcije deonice u kvaru, a samim tim i skraćenje vremena trajanja otkaza.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Suzane Borjanović. Mentor je bio dr Miroslav Nimrihter, red.prof.

Sama automatizacija omogućava fleksibilnu kontrolu sistema distribucije, što dovodi do efikasnije eksploatacije i dužeg roka trajanja postojeće infrastrukture.

Funkcije koje mogu da budu automatizovane u sistemima distribucije spadaju u dve kategorije, funkcije nadzora - monitoringa i funkcije kontrole. Funkcije nadzora zadužene su za očitavanje rezultata na različitim lokacijama u sistemu i za utvrđivanje statusa sistema na različitim lokacijama. Nadgledani parametri na nivou sistema nisu korisni samo kod svakidašnjih operacija tokom eksploatacije sistema, već i prilikom njegovog planiranja.

Potreba potrošača za jeftinim i pouzdanim napajanjem električnom energijom, dovela je do povećanog interesovanja za izvorima distribuirane energije. Reorganizacija energetskog sektora kao i deregulacija i otvaranje tržišta električne energije, stvorili su povoljne uslove za razvoj malih i srednjih proizvodnih jedinica, priključenih na mrežu na distribuirani način. Obično se takve jedinice grade za lokalno snabdevanje obližnjih potrošača, a instalisani kapaciteti su mali u poređenju sa konvencionalnim elektranama. Upravo su lokacija i instalisana snaga ono što razlikuje distribuiranu proizvodnju od konvencionalne.

DMS i DCS omogućuju kompletan menadžment i kontrolu distributivnih sistema kako pri normalnim tako i pri nepredviđenim okolnostima, dok SCADA sistemi služe za nadzor, upravljanje i prikupljanje podataka [2].

U ovom radu će biti dat pregled trenutnog stanja kao i prisutnih trendova u distributivnim sistemima u različitim delovima sveta, a zatim će biti analiziran uticaj ispada određenih grana u mrežama sa i bez autosekciionalizera (AS), na ukupnu pouzdanost distributivne mreže i ukupne štete koje nastaju zbog prekida napajanja potrošača.

2. PREGLED STANJA DISTRIBUTIVNIH SISTEMA U SVETU

2.1. Sjedinjene Američke Države [3]

Značaj primene automatizacije u sistemima distribucije, najbolje se vidi na primeru Sjedinjenih Američkih Država, gde distributivne kompanije teže ka uvođenju potpuno automatizovanih sistema distribucije. Karakteristike ovih sistema su decentralizovana proizvodnja, "inteligentne" sklopke, trenutna dostupnost podataka za bilo koji uređaj i bilo koje radno stanje.

2.2. Kina [4]

Brz ekonomski rast u protekle dve decenije uslovio je i naglo povećanje potreba za električnom energijom. Mada su distributivni sistemi u pomenutom periodu bili značajno rekonstruisani, pouzdanost i kvalitet napajanja

potrošača i nivo distributivne automatike su još uvek na nižem nivou od onih u razvijenim zemljama.

2.3. Indija [5]

Dok su privatna distributivna preduzeća pod povećanim pritiskom zbog redukovanja cena i rešavanja problema amortizacije infrastrukture, veliki broj potrošača zahteva bolji kvalitet napajanja i veću pouzdanost. Problem je što deo potrošača nije voljan da plati za bolji kvalitet, pošto različiti potrošači imaju različite potrebe. Država, s druge strane, veliku pažnju posvećuje tarifnoj racionalizaciji i redukciji troškova.

2.4. Latinska Amerika [6]

Zemlje Latinske Amerike stimulativnim regulativama za distributivne kompanije, privlače investitore, dajući adekvatne povrate investicionom kapitalu. Ogroman rast tražnje praćen je konstantnim povećanjem nivoa elektrifikacije, kao i rastom pouzdanosti i kvaliteta snabdevanja električnom energijom.

2.5. Evropa [7]

Strategija razvoja distributivnih sistema u Evropi bazira se na izgradnji proizvodnih jedinica unutar distributivnog sektora. Distributivne mreže na ovaj način postaju aktivne mreže, a u zavisnosti od instalisane snage, definisane su i odgovarajuće norme za njihovo priključenje u elektoenergetski sistem. Radi se o generatorima, najčešće male snage (do 5 MW), koji koriste obnovljive izvore energije. Ovakav način proizvodnje, iako ekološki prihvatljiv, donosi i neke probleme vezane za zaštitu i upravljanje ovakvim sistemima, a samim tim i za pouzdanost napajanja potrošača električnom energijom.

3. POKAZATELJI POUZDANOSTI [8]

Pouzdanost distributivnih električnih sistema zavisi od pouzdanosti njegovih elemenata. Elementi DES-a (transformatori, sklopne naprave, sabirnice, vodovi...) mogu se u analizama prikazati na različite načine kao da imaju dva stanja i to:

1. stanje ispravnog rada,
2. stanje otkaza.

Sam DES se prema tome može naći samo u jednom od ova dva stanja. Verovatnoća nalaženja DES-a u stanju otkaza (neradnom stanju) je mala, samim tim mala je i verovatnoća neizvršavanja osnovnih zadataka sistema. Pouzdanost je teško iskazati jednim numeričkim pokazateljem, tj. jednim brojem, usled različitih posledica koje trpe potrošači zbog otkaza. Postoji niz pokazatelja pouzdanosti koji se u osnovi mogu podeliti na neekonomske i ekonomske.

3.1. Neekonomske pokazatelje pouzdanosti

Neekonomske pokazatelje dele se na:

- A. Osnovne pokazatelje pouzdanosti,
- B. Pokazatelje pouzdanosti orijentisane na broj potrošača pogođenih kvarom,
- C. Pokazatelje pouzdanosti orijentisane na snagu i neisporučenu energiju

A. Osnovni pokazatelji pouzdanosti:

Osnovni pokazatelji treba da ukažu na uzroke i posledice otkaza. Pod otkazom se obično podrazumeva trajan prekid napajanja. U trajne prekide ubrajaju se prekidi koji su duži od 3 minuta, a po nekim izvorima koji su duži od 1 minut.

Kratkotrajni prekidi koji se imaju tokom delovanja uređaja za automatsko ponovno uključivanje, tokom uspešnog delovanja ili pre neuspešnog delovanja se u ovim analizama ne uzimaju u obzir i izučavaju se u okviru oblasti nauke i tehnike koja analizira kvalitet električne energije.

B. Pokazatelji pouzdanosti orijentisani na broj potrošača pogođenih kvarom:

Indeks prosečne učestanosti prekida napajanja sistema – SAIFI (SAIFI – System Average Interruption Frequency Index)

Indeks prosečnog trajanja prekida napajanja sistema – SAIDI (SAIDI – System Average Interruption Duration Index)

C. Pokazatelji pouzdanosti orijentisani na snagu i neisporučenu energiju:

Indeks neisporučene energije – ENS (ENS – Energy Not Supplied Index)

Prosečna neisporučena energija po potrošaču – AENS (AENS – Average Energy Not Supplied)

3.2. Ekonomski pokazatelji pouzdanosti

Ekonomski pokazatelji pouzdanosti uzimaju u obzir proračun novčanog iznosa štete koju trpe potrošači usled prekida napajanja. Ekonomski pokazatelji zavise od vrste i veličine potrošača, trajanja otkaza, vrste otkaza (iznenadni ili planirani) itd.

Ocena štete koju trpe potrošači usled iznenadnih otkaza, kao posledica neisporučene električne energije potrošačima u mreži (ENS- Energy Not Supplied Index), data je sa:

$$\check{S} = \sum ENS_i \cdot C_i, \quad (1)$$

gde je:

C_i - cena štete po jedinici neisporučene električne energije i-tog potrošača (din / kWh)

4. PRIMERI PRORAČUNA POUZDANOSTI SN-DEM-a

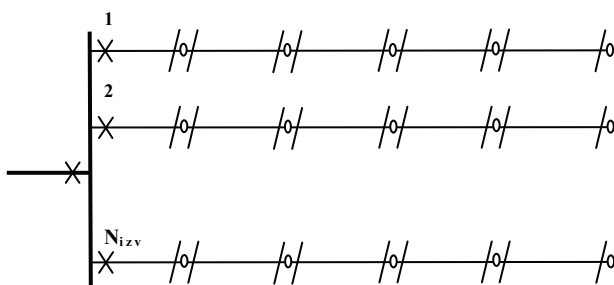
Distributivne mreže se mogu razlikovati ne samo po svojoj konfiguraciji (otvoreni prsteni, međupovezni vodovi, itd.), već i po opremljenosti sklopnim i zaštitnim napravama (prekidačima, osiguračima, rastavljačima). Ovde će se posmatrati primeri SN DEM-a koji imaju istu radijalnu konfiguraciju, ali sa različitom opremljenošću sklopnim napravama. Analiza primera ima za cilj izračunavanje parametara pouzdanosti SAIFI, SAIDI,

ENS i AENS, štete koja nastaje usled kvarova i benefita (uštede) koju donosi autosekcionalizer (AS).

Posmatrane DEM imaju isti broj izvoda $N_{izv}=10$, broj TS po vodu $NTSK=15$, prosečno trajanje postupka za sekcionalizaciju voda $r_s=1$ (h) i prosečno trajanje opravke $r_{op}=8$ (h). Sve TS SN/NN su opterećene približno istom srednjom snagom $P_{sr}=P_n=630$ (kW), a broj potrošača po jednoj TS SN/NN je $N=400$.

Primer 1:

Svaka sekcija (deonica) voda se može odvojiti rastavljačima koji se nalaze u vodnim ćelijama TS SN/NN, kao što je prikazano na (Sl.1.). Nakon otkaza reaguje prekidač na početku voda i svi čvorovi na vodu ostaju bez napona, sve dok se ne sprovede postupak sekcionalizacije voda, tj. otkrije deonica u kvaru i izoluje u toku vremena r_s .



Sl.1. SN-DEM sa rastavljačima

Usvaja se da ova mreža napaja seosko područje nadzemnim vodovima, gde je intenzitet otkaza napajanja potrošača $\lambda=0.3$ (1 / god), što je nekoliko puta veće nego u slučaju gradske kablovske mreže. Pokazatelji pouzdanosti za primer 1 nalaze se u (Tabeli 1.)

Tabela 1. Pokazatelji pouzdanosti za primer 1

VOD	SAIFI [1/god]	SAIDI [h/god]	ENS [kWh/god]	AENS [kWh/god.potr.]	Šteta [din/god]
1	4.52	23.82	223965	37.33	27323730
DEM	4.52	23.82	2239650	37.33	273237300

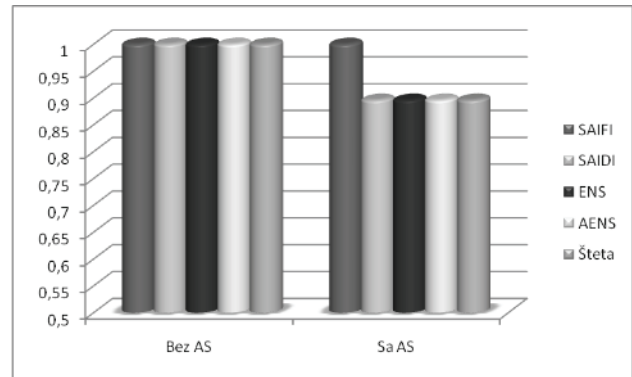
Svih 10 vodova imaju iste tehničke karakteristike, istu sklopnu opremu i isto opterećenje tako da su njihovi pokazatelji pouzdanosti jednaki. Zbog toga su predstavljeni rezultati samo za jedan vod i celu mrežu.

Primer 2:

U ovom primeru, razmatraće se mreža iz primera 1. U cilju smanjenja posledica jednostrukih otkaza (iznenadnih i planskih) uvodi se autosekcionalizer (AS), koji ima ulogu da smanji vreme sekcionalizacije, a samim tim i ukupno vreme beznaponske pauze. Autosekcionalizer se postavlja na sredinu voda, ispred čvora osam. Vreme reagovanja autosekcionalizera je $r_{AS}=0.05$ (h), vreme sprovođenja sekcionalizacije je $r_s'=0.55$ (h) (gde je $r_s' < r_s$), a prosečno trajanje opravke je $r_{op}=8$ (h). Pokazatelji pouzdanosti za primer 2 nalaze se u (Tabeli 2.)

Tabela 2. Pokazatelji pouzdanosti za primer 2

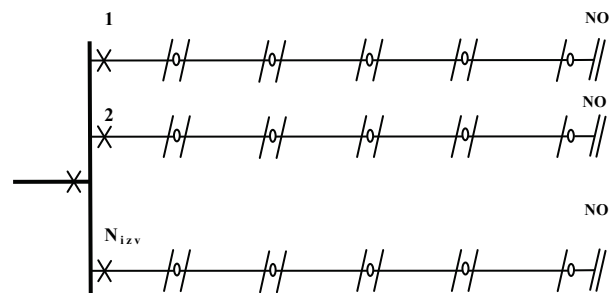
VOD	SAIFI [1/god]	SAIDI [h/god]	ENS [kWh/god]	AENS [kWh/god.potr.]	Šteta [din/god]
1	4.52	21.34	200670.75	33.45	24481831.5
DEM	4.52	21.34	2006707.5	33.45	244818315



Sl. 2. Grafički prikaz pokazatelja pouzdanosti i štete kod seoske mreže izražen u relativnim jedinicama

Primer 3:

U ovom primeru, koji je prikazan na (Sl.3.), s ciljem da se smanje posledice jednostrukih otkaza na kraju svakog voda ugrađen je NO (normalno otvoreni rastavljač), kojim se može, u slučaju kvara na nekoj deonici, priključiti rezervni vod u praznom hodu ili drugi kraj otvorenog prstena. Snaga koju alternativni izvor napajanja može da isporuči jednaka je maksimalnoj snazi svih čvorova na vodu.



Sl.3. SN-DEM sa NO

Usvaja se da ova SN-DEM sa NO, napaja gradsko područje kablovskom mrežom, gde je intenzitet otkaza napajanja potrošača $\lambda=0.1$ (1 / god), što je nekoliko puta manje nego kod seoske nadzemne mreže. Pokazatelji pouzdanosti za primer 3 nalaze se u (Tabeli 3.)

Tabela 3. Pokazatelji pouzdanosti za primer 3

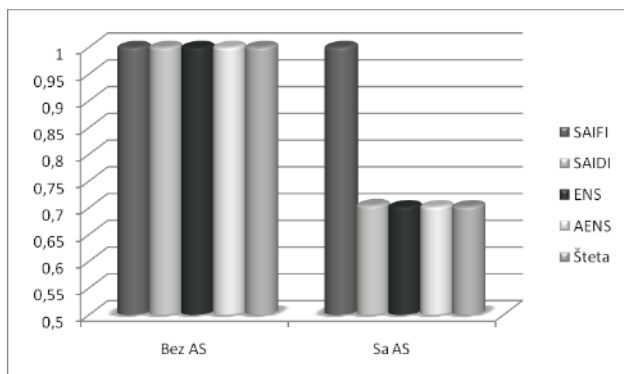
VOD	SAIFI [1/god]	SAIDI [h/god]	ENS [kWh/god]	AENS [kWh/god.potr.]	Šteta [din/god]
1	1.51	1.59	14949.9	2.49	1823887.8
DEM	1.51	1.59	149499	2.49	18238878

Primer 4:

U ovom primeru, razmatraće se gradska mreža iz primera 3, s tim da se u cilju smanjenja posledica jednostrukih otkaza, u ovom slučaju uvodi autosekcionalizer (AS). Autosekcionalizer se postavlja na sredinu voda, ispred čvora osam. Vreme reagovanja autosekcionalizera je $r_{AS}=0.05$ (h), prosečno trajanje postupka za sekcionalizaciju voda $r_s'=0.55$ (h), a prosečno trajanje opravke je $r_{op}=8$ (h). Na kraju svakog voda postoji mogućnost alternativnog napajanja preko NO, gde je $r_{NO}=1.1$ (h), vreme koje je potrebno ekipi da otputuje od izolovane deonice koja je u kvaru do NO i izvrši uključenje. Pokazatelji pouzdanosti za primer 4 nalaze se u (Tabeli 4.)

Tabela 4. Pokazatelji pouzdanosti za primer 4

VOD	SAIFI [1/god]	SAIDI [h/god]	ENS [kWh/god]	AENS [kWh/god.potr.]	Šteta [din/god]
I	1.51	1.12	10499	1.75	1280871.9
DEM	1.51	1.12	104990	1.75	12808719



Sl. 4. Grafički prikaz pokazatelja pouzdanosti i štete kod gradske mreže izražen u relativnim jedinicama

4.1. Zaključci vezani za ove primere:

Uvođenjem AS popravljani su rezultati, kako pokazatelja pouzdanosti, tako i štete. Dobijeni rezultati ukazuju na to da je u slučaju gradske mreže, ušteda veća nego u slučaju seoske mreže, što je posledica postojanja NO u gradskim kablovskim mrežama.

Korist (benefit) koju dobijamo uvođenjem AS u slučaju seoske mreže je 28418985 (din / god) a u slučaju gradske je 5430159 (din / god). Cost / benefit odnos (cena / korist) predstavlja vreme otplate, tj. rok otplate uvođenja autosekcionalizera (troškovi održavanja autosekcionalizera se ne uzimaju u obzir).

Treba uočiti da SAIFI ostaje nepromenjen i u slučaju sa autosekcionalizera, zato što se promena u metodologiji odražava na trajanje otkaza ali ne i na broj otkaza. Rezultati u tabelama 1, 2, 3, i 4 su dobijeni uz precizno uvažavanje trajanja niza koraka koji se preduzimaju u postupku restauracije napajanja potrošača nakon otkaza na svakom elementu.

5. ZAKLJUČAK

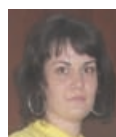
Distributivne kompanije širom sveta suočavaju se sa sve većim izazovima vezanim za pouzdanost i efikasnost snabdevanja potrošača električnom energijom. Primena automatike doprinosi povećanju pouzdanosti, što je u ovom radu pokazano na primeru uvođenja autosekcionalizera u seoskim nadzemnim i gradskim kablovskim mrežama. Autosekcionalizer omogućuje izolovanje dela voda koji je u kvaru, čime se skraćuje vreme potrebno za detekciju kvara, a ujedno i smanjuje broj potrošača koji u slučaju otkaza, ostaju bez napajanja električnom energijom.

Budućnost distributivnih sistema oblikovana je ekonomskim interesima – svaka inovacija može da bude prihvaćena samo ako ima ekonomsko opravdanje u redukciji troškova. Iako razmatrani pokazatelji pouzdanosti (SAIFI, SAIDI, ENS, AENS, Šteta) govore u prilog korišćenja autosekcionalizera, opravdanost njegovog uvođenja zavisi i od vremena isplativosti.

6. LITERATURA

- [1] S.S. (Mani) Venkata and Hugh Rudnick, 'Distribution systems' (*Guest Editorial*), Power and Energy Magazine, IEEE, Volume: 5, Issue: 4, pages 16-22, July-Aug. 2007, ISSN: 1540-7977
- [2] Dragan Popović, Duško Bekut, Valentina Treskavica, 'Specijalizovani DMS algoritmi', DMS group, Novi Sad, 2004
- [3] James D. Bouford and Cheryl A. Warren, 'Many States of Distribution', Power and Energy Magazine, IEEE, Volume: 5, Issue: 4, pages 24-32, July-Aug. 2007, ISSN: 1540-7977
- [4] Jin Zhong, Chengshan Wang, Yiping Wang 'Chinese growing pains', Power and Energy Magazine, IEEE, Volume: 5, Issue: 4, pages 33-40, July-Aug. 2007, ISSN: 1540-7977
- [5] Shrikrishna A. Khaparde and Anil Kumar Sardana, 'Powering Progress', Power and Energy Magazine, IEEE, Volume: 5, Issue: 4, pages 41-49, July-Aug. 2007, ISSN: 1540-7977
- [6] Hugh Rudnick, Alejandro Arnau, Sebastian Mocarquer and Efrain Voscoboinik, 'Stimulating Efficient Distribution', Power and Energy Magazine, IEEE, Volume: 5, Issue: 4, pages 50-67, July-Aug. 2007, ISSN: 1540-7977
- [7] Predrag Đapić, Charlotte Ramsay, Danny Pudjianto, Goran Štrbac, Jeseoph Mutale, Nick Jenkis and Ron Allan, 'Taking an Active approach', Power and Energy Magazine, IEEE, Volume: 5, Issue: 4, pages 68-77, July-Aug. 2007, ISSN: 1540-7977
- [8] Miroslav D. Nimrihter, 'Beleške sa predavanja iz predmeta Distributivni sistemi', Novi Sad, 2002

Kratka biografija:



Suzana Borjanović rođena je u Bačkoj Topoli 1984. godine, završila Gimnaziju u B. Topoli, Diplomski –master rad na Fakultetu Tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranila je 2009. godine.

Nikola Luković rođen je u Kraljevu 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Distributivni sistemi odbranio je 2009.god.

Miroslav Nimrihter diplomirao je, magistrirao i doktorirao na ETF Beograd. Zaposlen je na FTN Novi Sad. Predaje predmete 'Eletrodistributivni sistemi' i 'Tehnika visokog napona', kao i 'Nedeterminističke metode' na doktorskim studijama.

ANALIZA I MERENJE HROMATSKE I POLARIZACIONE DISPERZIJE

ANALYZE AND MEASUREMENT OF CHROMATIC DISPERSION AND POLARIZATION MODE DISPERSION

Milan Kalinić, Miloš Živanov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana su u dva osnovna mehanizma disperzije u monomodnim vlaknima, merenja ovih veličina i analiza rezultata.

Abstract – This paper describes two basic mechanisms of dispersion in single mode fibers, measurement of this values and analyze of results.

Ključne reči: Optička vlakna, Monomodna vlakna, Hromatska disperzija, Polarizaciona disperzija

1. UVOD

Upotreba optičkih vlakana počinje tek polovinom prošloga veka, iako je fenomen totalne unutrašnje refleksije, koji je odgovoran za provođenje svetla u optičkim vlaknima, poznat još od 1854 godine, a stakleni provodnici napravljeni dvadesetih godina dvadesetog veka.

Komercijalnu upotrebu optičkih vlakana je omogućilo korišćenje fasadnog sloja - omotača. Korišćenje omotača je dovelo do poboljšanja sposobnosti optičkih vlakana za provođenje svetlosti i postali su praktično upotrebljivi, ali je njihova upotreba bila vrlo ograničena. Korišćeni su u medicinske svrhe, na malim udaljenostima, jer su imali visoke gubitke (oko 1000 dB/km).

Optička vlakna nisu mogla da se koriste u telekomunikacijama sve do sedamdesetih godina prošloga veka kada je tehnologija proizvodnje dovoljno unapredovala. Tada se gubici smanjuju ispod 20dB/km u spektralnom regionu trećeg optičkog prozora (1.55 mikrometara). Optička vlakna su počela da nalaze svoju praktičnu upotrebu u telekomunikacionim sistemima, započela je era optičkih komunikacija.

Nije potrebno previše govoriti o prednostima koje optičko vlakno ima u odnosu na bakarni ili koaksijalni kabl, dovoljno je reći da im im propusni opsezi nisu ni uporedivi. Iako dominantan u odnosu na sve ostale konkurentne medije za prenos informacija optički kabal svakako nije savršen.

Jedna od glavnih ograničenja u odnosu na brzinu i daljinu prenosa su disperzije. I hromatska i polarizaciona disperzija postaju prepreka samo pri izuzetno velikim brzinama prenosa, i jedna i druga se sa povećanjem dužine vlakna povećavaju. Dok je hromatska, iako prisutnija, ipak lakša za manipulaciju, jer je dobro determinisana i lako ju je otkloniti, polarizaciona disperzija je statističke prirode, i podmuklo vreba.

NAPOMENA:

Rad je proistekao iz diplomskog-master rada čiji je mentor profesor dr Miloš Živanov.

Polarizaciona disperzija se pojavljuje naizgled bez pravila, i vrlo se teško kompezuje, tako da može biti izuzetno opasna naručito tamo gde je to najpogubnije, kada je link dugačak, a brzina prenosa na njemu velika.

2. OPTIČKA VLAKNA

Osnovni materijal koji se koristi u izradi optičkih vlakana je svakako silicijum (silicijum-oksidi), ovaj materijal sa nizom interesantnih osobina je i ovde našao svoju široku primenu, iako je bilo pokušaja da se potisne, na primer sa fluorom, koji se pokazao kao nestabilan u vodi. Ono što svakako ističe silicijum ispred drugih materijala su cena, hemiska i fizička stabilnost, i za primenu u optičkim vlaknima, neverovatna prozirnost. Samo u opsegu spektra širine 35 μ m silicijum je potencijalno sposoban da prenese i 25.000 Gb/s, što svakako zvuči impozantno, iako, kao što ćemo videti u praksi nije jednostavno ostvariti.

U svom najjednostavnijem obliku optičko vlakno se sastoji od cilindričnog silicijumskog jezgra okruženog omotačem čiji je indeks prelamanja manji od indeksa prelamanja jezgra. Zbog strme promene indeksa na spoju jezgo-omotač takva vlakna se nazivaju step-indeks vlakna. Ipak, ovakav tip vlakna nije praktično upotrebljiv u telekomunikacionim sistemima, jer poseduje jedno veliko ograničenje, a to je modalna disperzija.

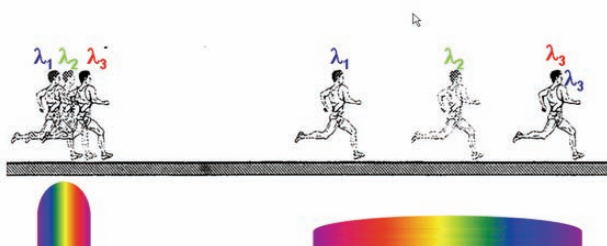
Iako pojednostavljeno, moglo bi se reći da modalna disperzija nastaje zato što zraci koji uđu pod različitim uglovima putuju različitu dužinu puta kroz vlakno, što za posledicu ima širenje svetlosnog impulsa. Zato su razvijena gradijentna vlakna kod kojih se promena indeksa dešava postepeno, tako da je efekat modalne disperzije značajno smanjen.

Ipak da bi se postigli još bolji rezultati, i da bi modalna disperzija bila potpuno potisnuta napravljena su vlakna koja podržavaju samo jedan mod propagacije, monomodna vlakna. Optički mod ima svojstvo da se prostorna raspodela ne menja sa propagacijom, drugim rečima oni su stojeći talasi vlakna.

Modovi vlakna se mogu klasifikovati kao provodni, koji su nama od interesa jer oni provode signal, razliveni i radijalni. Stvaranje monomodnih vlakana urađeno je tako što je poluprečnik jezgra toliko smanjen da su svi modovi propagacije, osim osnovnog potisnuti, u praksi prečnik jezgra je oko 4 mikromilimetra. Iako hromatska i polarizaciona disperzija nastaju i u multi-modnim vlaknima njihov uticaj je potpuno neprimetan jer je efekat modalne disperzije ovde izrazit. Kod monomodnih vlakana nema modalne disperzije tako da se prenosi više i dalje, ali nažalost sada hromatska i polarizaciona disperzija počinju da predstavljaju ozbiljna ograničenja.

3. HROMATSKA DISPERZIJA (CD)

Svetlosni impuls iz svetlosnog izvora sadrži određeni spektar talasnih dužina, na primer laserske diode mogu emitovati spektar u širini od 1 nm. Indeks prelamanja nije isti za sve talasne dužine, iz čega sledi da će i različite talasne dužine u okviru jednog optičkog pulsa putovati različitim brzinama (Slika 1.). Što će za posledicu imati da komponente na različitim talasnim dužinama neće stizati istovremeno na kraj vlakna i doći će do vremenskog raspršavanja, pojave koja se naziva hromatska disperzija ili samo disperzija.



Slika 1. Ilustracija hromatske disperzije

Može se pokazati da se hromatska disperzija sastoji iz dve fizički različite pojave, od materijalne disperzije i disperzije talasovoda. Materijalna disperzija je posledica činjenice da je indeks prelamanja silicijuma zavisian od frekvencije svetlosti, to je prirodna osobina svih stakala uopšte, manifestuje se u osobini prizme da razdvaja belu na osnovne boje.

Na principskom nivou materijalna disperzija je povezana sa karakterističnom rezonantnom učešćanošću na kojoj kojoj materijal absorbuje elektro-magnetna zračenja. Materijalna disperzija ima osobinu da je za određenu talasnu dužinu vrednost njene disperzije nula. Za talasne dužine veće od talasne dužine nulte disperzije materijalna disperzija je pozitivna, a za manje negativna.

Drugi relevantni efekat je disperzije talasovoda nastaje zato što različite frekvencijske komponente putuju sa različitim grupnim brzinama kroz talasovod. Disperzija talasovoda je fizički utmeljena u činjenici da talasi sa nižim talasnim dužinama teže da veći deo energije prenesu kroz jezgro, dok one sa višim talasnim dužinama teže da prenesu više energije kroz omotač nego što to čine niže talasne dužine.

U čitavom interesantnom opsegu, od 0 do 1.6 μm disperzije talasovoda je negativna veličina. Kako disperzija talasovoda zavisi od prečnika vlakna i razlike između indeksa propagacije jezgra i omotača, pažljivim biranjem ovih parametara moguće je projektovati vrednost disperzije talasovoda, a na taj način uticati i na vrednost ukupne disperzije.

Baš ova mogućnost iskorišćena je kako bi se dobila vlakna koja imaju unapređene osobine, tako da se projektuju takva vlakna da im je talasna dužina nulte disperzije pomerena u region 1.55 μm , ovakva vlakna se nazivaju vlakna sa pomerenom disperzijom (shifted dispersion fibers).

Projektuju se i vlakna kod kojih je disperzija smanjena u čitavom opsegu od 1.3 do 1.6 μm , vlakna sa izravnatom

disperzijom (flattened dispersion fibers). Kompezacija hromatske disperzije se može postići na više načina: vlaknom za kompezaciju disperzije, Bragovom rešetkom, optičkim filterima itd.

4. DISPERZIJA POLARIZACIONOG MODA

Polarizaciona disperzija (PMD) proizilazi iz činjenice da svetlost na određenoj talasnoj dužini ustvari zauzima dva posebna moda polarizacije. Na početku su ova dva moda međusobno usklađena, međutim tokom vremena svaki mod propagira zasebno, što u krajnoj liniji dovodi do toga da modovi prestaju da budu usklađeni.

Razlike u propagaciji modova proizilaze iz sledećeg: vlakno nije savršeno uniformno celom svojom dužinom, presek nije savršeno kružan, indeks prelamanja nije isti za svaki poprečni presek (to se naziva birefngencija, dvostruko prelamanje), na vlakno deluju razni spoljni uticaji kao što su temperaturne promene, mehaničko savijanje, udari.

Sve ovo dovodi do toga da će svaki mod imati različit indeks prelamanja pred sobom i zbog toga se kretati različitim brzinom, a vektor svetlosne polarizacije će rotirati. Nastala vremenska razlika između modova polarizacije vodiće do širenja impulsa. Kako je ova razlika između indeksa polarizacije neznatna i sama vrednost disperzije je mala.

Dok je hromatska disperzija relativno predvidiva i kao takva laka za kompezovanje, to nije slučaj sa polarizacionom disperzijom. Polarizaciona disperzija je statističke prirode i povećava se sa kvadratom dužine vlakna, a kao takva ona je ograničavajući faktor za vlakna velike dužine na velikim brzinama prenosa. Degenerisana priroda ortogonalno polarizovanih modova zadržava se samo za monomodno vlakno sa savršeno cilindričnim jezgrom.

Realna vlakna imaju znatne varijacije u obliku jezgra i, ono što je najbitnije, te varijacije nisu pravilne, u njihovim pojavljivanjima nema zakonitosti i statističke su prirode. Jezgro je izloženo spoljnim uticajima, udarima vetra, temperaturnim širenjima i skupljanjima, savijanju, mehaničkim udarima, uklještanjima i sličnim spoljnim uticajima koji narušavaju simetriju jezgra.

Zbog svih ovih faktora, degeneracija između ortogonalnih polarizacionih modova biva uklonjena i vlakno postaje birefngentno, na jednom poprečnom preseku vlakna indeks prelamanja se razlikuje za svaki od polarizacionih modova.

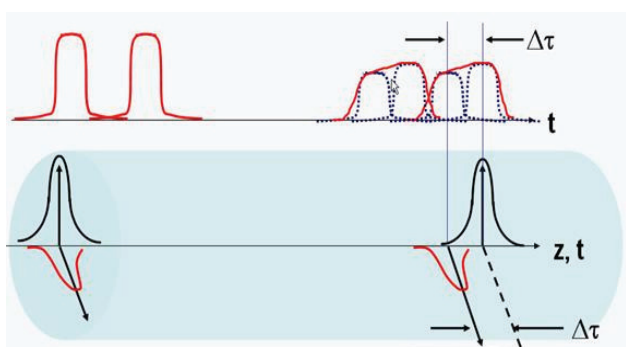
Moguće je napraviti vlakno takvo da slučajne promene u obliku jezgra nemaju tako snažan uticaj. Takva vlakna se nazivaju "polarization-maintaining" vlakna. Ovakva vlakna se prave sa veoma velikom birefngencijom tako da slučajne promene gube na značaju.

U običnim vlaknima situacija je drugačija jer birefngencija varira duž vlakna, pa će i polarizacija uopšteno uzet biti eliptična i menjaće se takođe nasumično duž vlakna. A za optički impuls polarizacija će svakako biti različita i za svaku spektralnu komponentu impulsa.

Ipak, finalna polarizacija nije od važnosti za većinu optičkih sistema, jer je optički prijemnik neosetljiv na polarizaciju, osim za sisteme koji koriste koherentnu

šemu. Ono što utiče na ovakve sisteme nije orijentacija polarizacije, nego njom izazvano širenje pulsa. Optički impuls koji nije polarizovan duž jedne od dve osnovne osa deli se u dva dela koji putuju po osnovnim osama, potpuno nezavisnim brzinama. Može se videti da, ako su pulsevi dovoljno blizu (velika brzina prenosa) ili je link dovoljno dugačak, može doći do preklapanja i oštećenja signala (Slika 2.).

Zbog zavisnosti koja se ogleda u kvadratnom korenu dužine, polarizaciona disperzija je relativno mala u poređenju sa hromatskom, ali je limitirajući faktor kada su u pitanju sistemi sa velikom dužinom linka i velikom brzinama prenosa. Treba napomenuti da prisustvo polarizaciono zavisnih gubitaka može dodatno da proširi puls, a tu su i polarizacije višeg reda koje postaju značajne na brzinama prenosa iznad 40Gb / s ili u sistemima u kojima je izvršena kompezacija PMD prvog reda.



Slika 2. Ilustracija polarizacione disperzije

Razvijeno je nekoliko tehnika kompezacije polarizacione disperzije, podela kompezacija se vrši s obzirom na to da li je optička ili električna.

Električna kompezacija se vrši ekvilizacijom na prijemnoj strani pomoću transvezalnih filtera. Filter deli električni signal u nekoliko grana koje bivaju zakašnjene i zatim se kombinuju u izlazni signal, signal za kontrolu se obično dobija monitoringom na prijemnoj strani.

Optička kompezacija takođe unosi kašnjenje u liniju, i to periodično duž linka ili samo na prijemniku. Svetlost se razdvaja na polarizacione komponente, pomoću polarizacionog kontrolera, i zatim posle zakašnjenja jednog od njih, ponovo se spajaju. Ovo je samo jedna od tehnika kompezacije, još neki od primera su tehnika kompezacije su: Soleil-Babinet kompezator baziran na LiNbO₃, feroelektrični tečni kristal, upetljana polarization-maintaining vlakna, optički all-pass filteri i vlakna bazirana na rešetci itd.

5. MERNA OPREMA

Merenje je izvršeno univerzalnim uređajem FTB-400 proizvođača Exfo, koji je prenosan i male težine. Prvenstveno je predviđen za testove koji se izvršavaju na otvorenom prostoru, terenski rad, testiranje mreža koje su već postavljene da bi se utvrdile stvarne performanse sistema. Jako kućište i gumeni odbojnici (Slika 3.) jasno ukazuju da je uređaj predviđen za rad u teškim uslovima, tako da je otporan i na vodu, udare i ekstremne temperature.

Univerzalnost ovog sistema se ogleda u modularnosti, tako da jednostavnim i lakom zamenom modula dobijamo mogućnost ostvarivanja širokog dijapazona merenja.

Za samo merenje korišćen je modul FTB-5700. Modul je specifičan po tome što istovremeno može da meri i hromatsku i polarizacionu disperziju. Još jedna velika prednost ovog modula je što je u mogućnosti da vrši merenje samo sa jednog kraja, kao OTDR, što inače nije osobina uređaja koji su namenjeni za ovakva merenja. Rukovanje uređajem je izuzetno jednostavno, lako se podešava, potpuno je automatizovan i izuzetno efikasan. Sva podešavanja se vrše u jednom koraku a izveštaj za oba merenja se smešta u jedan fajl, što svakako pojednostavljuje i ubrzava merenje.



Slika 3. Izgled uređaja za testiranje, FTB-400

6. REZULTATI MERENJA

Merenja koja su data u tabeli 1. su izvršena na jednom delu mreže za video nadzor u Novom Sadu. Sva vlakna su istog tipa, G652d, što znači da su bez pomerene disperzije i disperzija im je najslabija u reonu 1330 nm.

Tabela 1. Rezultati merenja hromatske i polarizacione disperzije na realnoj mreži

dužina	ukupna CD	koef. CD	ukupna PMD	koef. PMD
1138	23.72	20.83	0.0351	0.0329
369	7.88	21.33	0.3378	0.5561
1390	29.38	21.11	0.2730	0.2316
2978	55.48	18.64	0.6036	0.3498
369	8.6	23.31	0.2877	0.4737
1138	17.88	15.74	1.8388	2.7237
2979	56.22	18.86	0.1132	0.0656
1139	17.47	15.33	1.5982	1.4975
369	7.01	18.98	0.0199	0.0327
2978	52.25	17.54	0.5329	0.3088
2977	55.47	18.64	0.6035	0.3498
1138	19.87	17.46	0.2845	0.2667

Merenje je izvršeno na 1550 nm, i za ovaj tip vlakna proizvođač je dao da za nemontirano vlakno koeficijent hromatske disperzije ne bi trebao da prelazi 18 [ps/(nm*km)], dok koeficijent za polarizacionu disperziju ne bi trebao da bude veći od 0.06 [ps/√km].

Prva kolona u tabeli je dužina pojedinačnog vlakna, vrednosti su date u metrima. Zatim je data ukupna hromatska disperzija za tu trasu u [ps/nm] na 1550 nm.

Sedeći podatak je koeficijent hromatske disperzije, opet na 1550 nm, jedinica je $[\text{ps}/(\text{nm} \cdot \text{km})]$. Ukupna polarizaciona disperzija se odnosi na celo vlakno, i to na osegu od 1250 nm do 1650 nm, data je u ps. U poslednjoj koloni je data podužna vrednost PMD, koeficijent, izražen u $[\text{ps}/\sqrt{\text{km}}]$. U tabeli 1. su navedena samo neka od izvršenih merenja, ona kod kojih su dobijene vrednosti značajno odstupale od očekivanih i par u granicama očekivanog, kako bi se bolje stekao utisak.

7. ZAKLJUČAK

Osnovni interes izvršavanja ovih merenja je bio provera postojećih linkova kako bi se utvrdilo koji nivo protoka je ograničen disperzijama. Kao što se u tabeli vidi odstupanja od predviđenih vrednosti su na pojedinim linijama velika. Ova mreža u stvarnosti nema veliki protok, sistem je trenutno tako dimenzionisan da je maksimalni protok 2G. Ali u budućnosti se planira prelazak na 10G, merenja su pokazala da se ova komunikacija može odvijati po čitavoj mreži.

Razlog za to nije njen kvalitet, jer je jasno da su vrednosti koeficijenata hromatske i polarizacione disperzije često iznad propisanog nivoa, nego upravo činjenica da su vlakna u mreži kratka. Treba napomenuti da je protok od 40G nemoguć na mnogim od trasa ove mreže, iako je i on bio planiran u daljoj budućnosti. Ako se bude planirao prenos na većim brzinama, biće potrebno primeniti neku od tehnika kompezacije. Koeficijenti polarizacione disperzije uzimaju pozamašne vrednosti, a to je donekle i za očekivati jer su ove rute iako kratke, sastavljene su od nekoliko vlakana.

Svaki od „objekata“, misli se na konektore, pojačavače, mesta splajsovanja i sl., koji se nađu na optičkom putu unosi neku polarizacionu disperziju. U konkretnoj mreži korišćeni su konektori pod uglom, koji unose izuzetno veliku polarizacionu disperziju. Svi zajedno na maloj dužini unose velik PMD, pa je kada se uzme podužno, vrednost koeficijenata PMD vrlo velika. Ipak, može se videti da su vrednosti koeficijenata polarizacione disperzije u nekim slučajevima jako velike, ova činjenica može biti posledica neupućenosti rukovalaca u problem PMD. PMD može biti povećan zato što je kabal nepropisno postavljen, npr. ima dosta uklještenja, pritisaka, česta savijanja, krivine, istegnuća i sl. što sve povećava PMD. Može se izvući zaključak da postavljanje ove mreže nije izvršeno optimalno po pitanju disperzija.

8. LITERATURA

- [1] Paul E. Green, “ Fiber To the Home, The New Empowerment”, A John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006.
- [2] Govind P. Agrawal, “ Fiber-Optic Communications Systems, Third Edition”, A John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2002.
- [3] Miloš B. Živanov, Miloš P. Slankamenac, „Optoelektronika, praktikum za laboratorijske vežbe“, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2006.
- [4] Multimedia training, www.exfo.com
- [5] Optical Communications Essentials, www.digitalengineeringlibrary.com
- [5] Optical Communications Rules of Thumb, www.digitalengineeringlibrary.com
- [6] Internet stranica www.wikipedia.org.yu

Kratka biografija:



Milan Kalinić rođen je u Somboru 1984. god. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je 2003. godine na odseku za Elektrotehniku i računarstvo. Apsolvent je na smeru Elektronika.



Miloš Živanov rođen je 1948. godine u Novom Sadu. Diplomirao je na Elektrotehničkom fakultetu, odsek za tehničku fiziku u Beogradu 1973 godine. Magistarsku tezu je odbranio 1978. god, a doktorsku 1992, na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Od 1994 godine je na Fakultetu tehničkih nauka.

PRIMENA FUZZY LOGIKE U ELEKTROMIOGRAFIJI

FUZZY LOGIC IN ELECTROMYOGRAPHY

Nikola Trailović, Vojin Ilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ranija istraživanja su ukazala na postojanje izvesnih relacija između parametara zamora mišića i karakteristika EMG signala zabeleženog na tom mišiću. Primenom Fuzzy logike te zakonitosti se mogu primeniti na regularni EMG signal što omogućava ekspertima analizu i tumačenje očitanih karakteristika.

Abstract – Former experiments and researches led to the conclusions of existing relations between muscle fatigue parameters and characteristics of EMG signal recorded on that muscle. Fuzzy logic was used for implementation of the achieved relations to the regular EMG signal which enables analysing and using the obtained characteristics.

Ključne reči: EMG signal, Fuzzy logika, Mišićni zamor.

1. UVOD

Jedna od najbitnijih osobina ljudi je njihova mogućnost kretanja u sredini u kojoj žive. Realizatori pokreta su mišići čije kontrakcije generišu sile na skeletnim segmentima na koje su povezani. Pored mehaničkih karakteristika, aktivnost skeletnih mišića je takođe povezana sa generisanjem električnih signala koji mogu biti zabeleženi upotrebom elektroda i merne aparature. Električni signali koje generišu mišići tokom svoje aktivnosti nazivaju se elektromiografski signali – EMG.

2. EMG SIGNALI

2.1. Akvizicija EMG signala

Primenom merno-akvizicionog sistema, opisanog u [1], snima se površinski EMG signal sa posmatranog mišića. Upotrebom algoritama iz [1] na snimljeni signal, izračunavaju se frekvencija medijana – MDF (Median Frequency), i statistička mera veličine – RMS (Root Mean Square).

Ove veličine, definišu ponašanje EMG signala u vremenskom domenu, i koriste se, uz maksimalnu voljnu kontrakciju - MVC (Maximal Voluntary Contraction), kao ulazne informacije u modul za procenu parametara neuro-mišićnog zamora.

2.2. Prethodna istraživanja i rezultati

U toku ranijih istraživanja i analiza, publikovanim u [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], došlo se do zaključaka o postojanju zakonitosti na relacijama između parametara neuro-mišićnog zamora i EMG signala, predstavljenog

preko RMS i MDF. Neuro-mišićni zamor će u ovom radu biti predstavljen preko sledećih veličina:

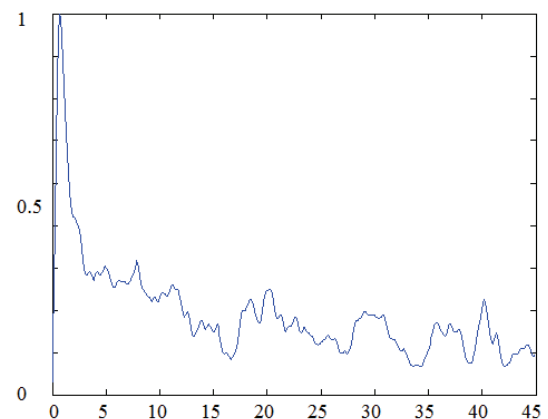
- a) Brzina provođenja akcionog potencijala kroz mišićno vlakno - CV (Conduction Velocity);
- b) Sinhronizacija motornih jedinica – S (Synchronization) – odnosi se na ocenu vremenski usklađenog aktiviranja motornih jedinica istog mišića;
- c) Brzina aktiviranja motornih jedinica – MUFR (Motor Unit Firing Rate);
- d) Relativni broj novoaktiviranih motornih jedinica u toku kontrakcije – (RN)NMUR (Relative Number of New Motor Units Recruitment).

Relacije navedenih parametara date su u Tabeli.1.

Tabela.1. Prikaz relacija parametara EMG signala i parametara neuro-mišićnog zamora („+“ - direktno proporcionalno, „-“ - obrnuto proporcionalno, „X“ – bez uticaja). Na vrednost veličine NMUR, uz RMS, utiče i MVC koji ovde nije prikazan kao nova kolona u tabeli jer se njegova vrednost unosi nezavisno od EMG signala.

		EMG Signal	
		MDF	RMS
Zamor Mišića	CV	+	+/-/X
	S	-	+
	MUFR	X	+
	NMUR(MVC)	X	+

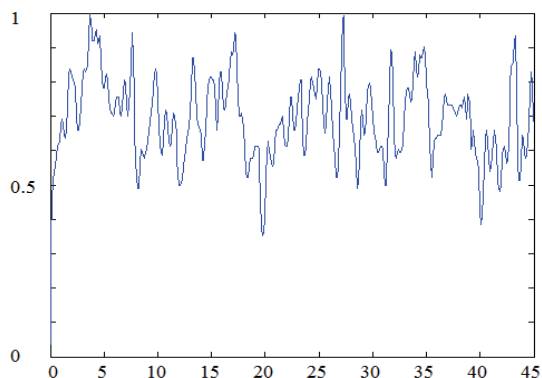
Prethodna istraživanja prikazana u [4] ukazuju na nepostojanje jedinstvene relacije između CV i RMS.



Slika 1. Promena RMS EMG signala tokom 45 sekundi .

NAPOMENA:

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



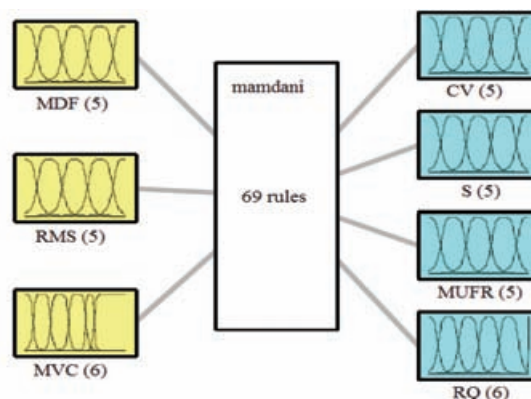
Slika 2. Promena medijane frekvencije EMG signala tokom 45 sekundi.

2.3. Fuzzy modul

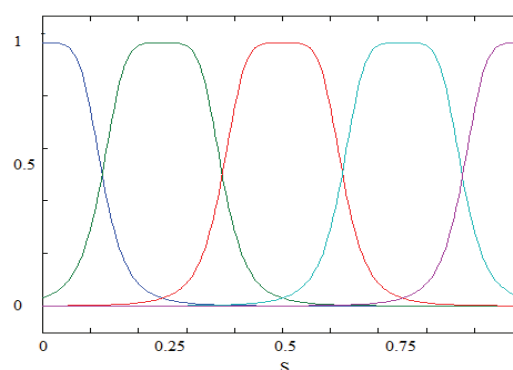
Upotrebom programskog paketa MATLAB i postojećeg alata Fuzzy Logic Toolbox (opisano u [10], [11]), na osnovu prethodno dobijenih zaključaka prikazanih u Tabeli.1, realizovan je fuzzy modul primenom Mamdani Fuzzy modela.

Fuzzy kontroler prihvata MDF, RMS i MVC vrednosti na ulazu. Kontroler je konfigurisan na sledeći način: generalizovane zvono-funkcije pripadnosti (RMS-5, MDF-5, MVC-6), centroid defazifikacija, Mamdani sistem zaključivanja sa Min i Max operatorima. Izlaz iz kontrolera su procenjeni parametri neuro-mišićnog zamora. Sistem zaključivanja formira se na osnovu tabela pravila, koja su prethodno definisana na osnovu tabele.1. U tabeli.2 prikazana su pravila definisana za izlaz S koji je osetljiv na promene ulaza RMS i MDF.

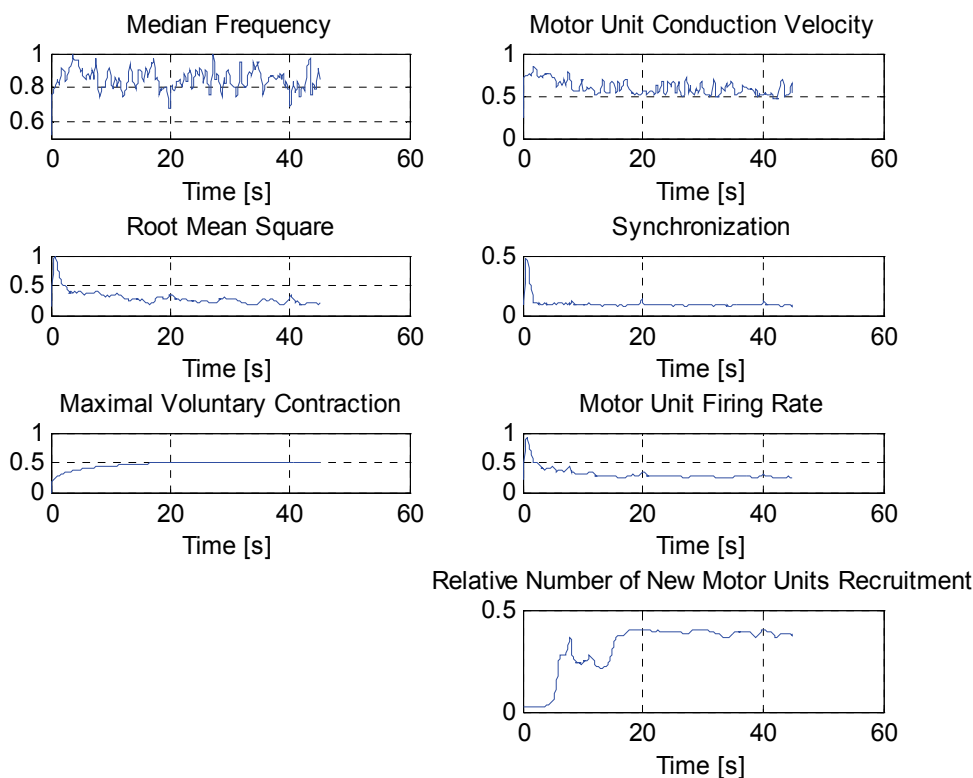
Simboli koje se koriste u tabeli predstavljaju sledeće vrednosti: L–nisko, ML–srednje nisko, M–srednje, MH–srednje visoko, i H–visoko.



Slika 3. Mamdani fuzzy model, 3 ulaza, 4 izlaza.



Slika 4. Funkcije pripadnosti za izlaz S iz fuzzy modula.



Slika 5. Kretanja parametara zamora za EMG signal tokom 45 sec

Tabela.2. Formirana fuzzy pravila za izlaz S. Brzina aktiviranja motornih jedinica je direktno proporcionalna amplitudi EMG signala, dok ne zavisi od frekvencije.

		RMS				
		L	ML	M	MH	H
MNF	L	L	ML	M	MH	H
	ML	L	ML	M	MH	H
	M	L	L	ML	M	MH
	MH	L	L	L	ML	M
	H	L	L	L	L	ML

2.4. Procenjeni parametri neuro-mišićnog zamora

Grafici na slici.5 predstavljaju signale obrade EMG signala snimljenog na zdravom subjektu u trajanju od 45 sekundi tokom fizičke aktivnosti. Nulti trenutak je vezan za početak fizičke aktivnosti. Na levoj strani prikaza su ulazi u fuzzy modul, a na desnoj izlazi – procenjeni parametri zamora. Na samom početku kontrakcije je vidljiv veći stepen sinhronizacije i skoro maksimalna brzina aktiviranja motornih jedinica. Sa porastom maksimalne voljne kontrakcije dolazi i do aktivacije većeg broja novih motornih jedinica.

3. ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati su validni za slučaj izometrijske kontrakcije mišića. Veličine koje su obrađivane u ovom radu nisu predstavljane preko svojih tačnih vrednosti i jedinica, već kao neimenovani brojevi u intervalu [0, 1] . Istraživanje je namenjeno primeni u sportskoj medicini i na zdravim osobama.

4. LITERATURA

- [1] Vojin Ilić „Prilog Analizi Jednodimenzionalnih Elektrofizioloških Signala“, *Magistarski rad, FTN Novi Sad, 2007.*
- [2] Carlo J. De Luca „Physiology and Mathematics of Myoelectric Signals“, *IEEE Trans on Biomedical Engineering, Vol. BME-26, NO. 6, june 1979.*

[3] Foster B. Stulen, Carlo J. De Luca „Frequency Parameters of the Myoelectric Signals as a Measure of Muscle Conduction Velocity“, *IEEE Trans. On Biomedical Engineering, Vol. BME-28, NO. 7, Julz 1981.*

[4] Dick F. Stegeman, Wim H. J. P. Linssen „Muscle fibre Action Potencial Changes and Surface EMG: A Simulation Study“, *Journal of Electromiography and Kinesiology, Vol. 2, No. 3, pp 130-140, 1992 Raven Press, Ltd., New York.*

[5] A. K. Datta, J. A. Stephens „Synchronization of Motor Unit Activity During Voluntary Contraction in Man“, *Journal of Physiology (1990), 422, pp. 397-419.*

[6] D. K. Kumar, I. Cosic, S. L. Giudice, J. Hawley „Strategies to identify changes in SEMG due to muscle fatigue during cycling“, *Proceedings of the 2005 IEEE, Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Shangai, China, September 1-4, 2005.*

[7] „EMG and Different Forms of Fatigue“, <http://www.gogetpapers.com/>

[8] J. H. Van der Hoeven, T. W. Van Weerden, M. J. Zwarts „Long-Lasting Supernormal Conduction Velocity After Sustained Maximal Isometric Contraction in Human Muscle“, *Muscle Nerve 1993; 16:312-320.*

[9] Flavia Andrade Souza, Patricia Martins Franciulli, Aliene Bigongiari, Rubens Correa Araujo, Renzo Pozzo, Alberto Carlos Amadio, Luis Mochizuki „The Effect of Fatigue and Visual Feedback on Submaximal Isometric Muscle Contractions“.

[10] „Fuzzy Logic Tutorial“, <http://www.fuzzy-logic.com/>

[11] „Fuzzy Logic Toolbox“, <http://www.mathworks.com/products/fuzzylogic/>

Kratka biografija:



Nikola Trailović rođen je u Smederevu 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2009.god.

ESTIMACIJA BRZINE ELEKTROMOTORNOG POGONA PRIMENOM REFERENTNO-ADAPTIVNOG MODELA

SPEED ESTIMATION OF INDUCTION MOTOR DRIVES USING MODEL REFERENCE ADAPTIVE SYSTEM

Mladen Erak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratka sadržaj – U ovom radu predstavljene su metode estimacije brzine u cilju ukidanja mehaničkih senzora brzine. Predstavljen je adaptivni observer fluksa asinhrog motora sa kompenzacijom statorske otpornosti i urađena je optimizacija PI regulatora adaptivnog mehanizma. Prikazan je i potencijal veštačke inteligencije u estimaciji brzine. Fuzzy regulator Sugeno tipa je projektovan kako bi zamenio PI regulator adaptivnog mehanizma i projektovana je neuronska mreža koja kompletno preuzima ulogu estimatora. Simulacije i laboratorijski ekperiment prikazuju postignute rezultate prikazanih metoda estimacije brzine.

Abstract – This paper presents estimation techniques for purpose of eliminating mechanical speed sensors. The adaptive flux observer of induction motor with stator resistance compensation is presented. Also, optimization of PI controller used in adaptive mechanism is done. Artificial intelligence techniques are used to show their potential in speed estimation. Sugeno type fuzzy controller is designed and used as replacement of PI controller as an adaptation mechanism and neural network is designed and used as replacement for speed estimator. Simulation and experimental results show achieved results of presented estimation methods.

Ključne reči: Asinhroni motor, estimacija brzine, vektorska regulacija, adaptivni observer, kompenzacija otpornosti, PI regulator, fuzzy regulator, neuronska mreža.

1. UVOD

Elektromotorni pogoni sa regulisanom brzinom su do pronalaska brzih prekidačkih tranzistora sa izolovanim gejtom bili rezervisani za jednosmerne motore. Od tog momenta vektorska regulacija asinhronih motora počinje polako da osvaja tržište. Razlog upotrebe asinhronog motora je njegova jednostavnija konstrukcija i niža cena od jednosmernih motora [1].

Da bi funkcionisala, vektorska regulacija zahteva informaciju o brzini rotora, odnosno prisustvo mehaničkih senzora brzine. Kako se time narušava jednostavnost i niska cena, teži se izbacivanju senzora iz sistema, a njegovu ulogu preuzimaju estimatori brzine koji brzinu određuju na osnovu dinamičkog modela motora i merenog napona ili struje na njegovim napojnim priključcima.

NAPOMENA:

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

Različiti estimatori, od onih bez povratne sprege do observera sa zatvorenim povratnom spregom se razlikuju po preciznosti, robusnosti i osetljivosti na promene parametara modela. Istraživanja u toku se baziraju na poboljšanju dinamičkih performansi i preciznosti estimatora u opsegu malih brzina, gde promene parametara modela imaju velik uticaj [2].

2. DINAMIKA MOTORA

Da bismo razumeli principe vektorskog upravljanja, neophodno je definisati matematički model asinhronog motora koji čini skup algebarskih i diferencijalnih jednačina koji pod određenim uprošćavajućim pretpostavkama opisuje rad asinhronog motora ne samo u ustaljenom stanju i pod uslovima sinusnog i simetričnog napajanja, već uopšte. Kada se kompleksne veličine (polifazori) koji sadrže sve informacije koje nose prvobitne fazne promenljive rastave na svoj realni i imaginarni deo (komponente), dobija se sledeći set algebarskih jednačina dinamičkog modela motora [1]:

$$u_{sd} = R_s i_{sd} + \frac{d\Psi_{sd}}{dt} - \omega_s \Psi_{sq}, \quad (1)$$

$$0 = R_r i_{rd} + \frac{d\Psi_{rd}}{dt} - (\omega_s - \omega) \Psi_{rq}, \quad (2)$$

$$u_{sq} = R_r i_{sq} + \frac{d\Psi_{sq}}{dt} - \omega_s \Psi_{sd}, \quad (3)$$

$$0 = R_r i_{rq} + \frac{d\Psi_{rq}}{dt} + (\omega_s - \omega) \Psi_{rd}, \quad (4)$$

$$\Psi_{sd} = L_s i_{sd} + M i_{rd}, \quad \Psi_{sq} = L_s i_{sq} + M i_{rq}, \quad (5,6)$$

$$\Psi_{rd} = M i_{sd} + L_r i_{rd}, \quad \Psi_{rq} = M i_{sq} + L_r i_{rq}, \quad (7,8)$$

$$J \frac{d\omega}{dt} = Pm - m_m, \quad \frac{d\varphi}{dt} = \omega, \quad (9,10)$$

$$m = M(i_{sq} i_{rd} + i_{sd} i_{rq}). \quad (11)$$

Gde su u_{sd} i u_{sq} d i q komponente polifazora statorskog napona, i_{sd} , i_{sq} , i_{rd} i i_{rq} d i q komponente polifazora statorske i rotorske struje, Ψ_{sd} , Ψ_{sq} , Ψ_{rd} i Ψ_{rq} d i q komponente statorskog i rotorskog fluksa, R_s i R_r statorska i rotorska otpornost, L_s i L_r statorska i rotorska induktivnost po fazi, M zajednička induktivnost po fazi, J moment inercije po paru polova, P broj pari polova, ω uglovna brzina rotora, m električni moment po paru polova, m_m mehanički moment i φ ugao rotora.

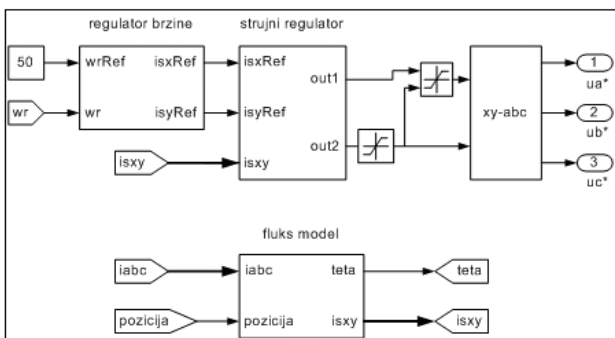
Navedene jednačine (1-11) omogućuju projektovanje matematičkog modela asinhronog motora koji će imati

ulogu pogonskog elementa u modelu vektorski regulisanog elektromotornog pogona.

3. VEKTORSKO UPRAVLJANJE I REGULACIJA

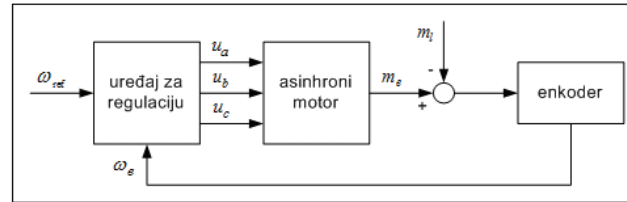
Vektorsko upravljanje idejno podseća na upravljanje jednosmernim motorima. Jednosmerni motor svojom konstrukcijom omogućuje nezavisno upravljanje pobudnim fluksom (naponom na induktoru) i električnim momentom (strujom indukta). Kod asinhronog motora ne postoje dve direktno pristupačne upravljačke veličine, već se normalno upravlja učestanošću i amplitudom višefaznih statorskih veličina. Međutim, poznavajući dinamički model asinhronog motora izražen u komponentama polifazora, može se pokazati da se direktno i nezavisno upravljanje momentom može ostvariti preko podužne komponente statorske struje i_{sq} u sinhronom koordinatnom sistemu, i uz uslov $\Psi_{rq} = 0$, amplituda rotorskog fluksa može nezavisno podešavati preko i_{sd} . Kako veličine potrebne za upravljanje nisu direktno pristupačne, neophodno je poznavati položaj polifazora fluksa na osnovu kog se može izračunati ugao φ , koji omogućuje transformaciju faznih u potrebne upravljačke veličine. U početku, kod direktnog vektorskog upravljanja, koristili su se posebni senzori magnetne indukcije za određivanje fluksa. Zbog brojnih nedostataka i sa napretkom mikroračunarske tehnologije, ostvareno je indirektno vektorsko upravljanje kod kog se trenutni položaj polifazora fluksa računa na osnovu merenja sa senzora brzine (enkodera) i obračunavanja efekata klizanja. Izračunate komponente statorske struje kojima se zadaje rotorski fluks i moment se zatim transformišu upravljajući dalje na PWM inverter koji služi kao regulisani izvor napajanja za motor.

Na slici 1 je prikazan model regulatora implementiranog u Simulink koji sadrži regulatore brzine, momenta i fluksa. Da bi dobio podatke o stvarnom momentu i fluksu, regulator sadrži deo modela motora koji ove podatke proračunava na osnovu merenih merenja statorskih struja i njihovih transformacija u d i q komponente.



Slika 1. Simulink model regulatora asinhronog motora

Slika 2 predstavlja blok šemu kompletnog modela elektromotornog pogona realizovanog u Simulinku upotrebljenog kao osnovu za projektovanje modela estimatora brzine. Blok koji predstavlja asinhroni motor je modelovan na osnovu jednačina dinamičkog modela, a enkoder je model mehaničkog senzora koji vraća informaciju o brzini rotora potrebnu za uspostavljanje regulacije.



Slika 2. Blok šema elektromotornog pogona

4. ESTIMACIJA BRZINE

Osim niže cene, razlozi za ukidanje mehaničkog senzora i su smanjenje broja mehaničkih komponenti, dimenzija, kao i povećanje pouzdanosti (usled mogućih kvarova enkodera). Postoji veliki broj različitih tipova estimatora, a među njima se po svojim mogućnostima naročito ističu observeri i model referentno-adaptivni estimatori (MRAS). Ova dva tipa estimatora se odlikuju dobrim dinamičkim performansama, robusnošću na promene parametara i mogućnošću estimacije na malim brzinama. Da bi se realizovali, zahtevaju poznavanje dinamičkog modela mašine i merenje napona i/ili struja motora [3].

4.1. Adaptivni observer stanja

Adaptivni observer estimator sa povratnom spregom se zasniva na istovremenoj estimaciji statorske struje i rotorskog fluksa, dok se brzina izvodi iz greške estimirane, stvarne statorske struje i estimiranog fluksa [3]. Model asinhronog motora za stacionarni koordinatni sistem se može predstaviti sledećim jednačinama u prostoru stanja :

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_s \\ \Psi_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_s \\ \Psi_r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_1 \\ 0 \end{bmatrix} u_s = Ax + Bu_s, \quad (12)$$

$$i_s = Cx. \quad (13)$$

Gde su: A matrica parametara motora, B matrica ulaza i C matrica izlaza. Vektor stanja predstavlja vektor x .

Observer stanja se može predstaviti sledećom jednačinom:

$$\frac{d}{dt} \hat{x} = \hat{A}\hat{x} + Bu_s + G(\hat{i}_s - i_s), \quad (14)$$

gde $\hat{}$ obeležava estimiranu veličinu, a G je matrica pojačanja observera, koja se određuje tako da sistem bude stabilan.

Estimacija nepoznatog parametra (brzine) iz matrice \hat{A} adaptivnim mehanizmom observera se može izvesti pomoću Lypunove teoreme [4] :

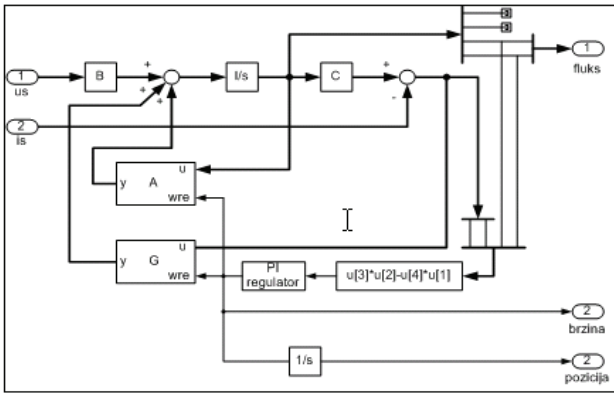
$$\hat{\omega}_r = Kp(e_{isd} \hat{\Psi}_{rq} - e_{isq} \hat{\Psi}_{rd}) + Ki \int (e_{isd} \hat{\Psi}_{rq} - e_{isq} \hat{\Psi}_{rd}) dt. \quad (15)$$

Gde su: $e_{isd} = i_{sd} - \hat{i}_{sd}$, $e_{isq} = i_{sq} - \hat{i}_{sq}$, a Kp i Ki su pozitivna pojačanja (u adaptivnu šemu su praktično uvedeni proporcionalni i integralni član kako bi se postigao dobar odziv estimacije).

Šema adaptivnog observera implementiranog u Simulink-u prikazana je na slici 3.

4.2. Optimizacija parametara PI regulatora adaptivnog mehanizma

Za optimizaciju parametara PI regulatora odabran je genetskih algoritam (GA) kao metod optimizacije. Za fitnes funkciju odabrana je funkcija integrala absolutne vrednosti greške:



Slika 3. Simulink model estimatora

$$IAE = \int_0^t |e(x)| dt. \quad (16)$$

Signal greške se formira kao razlika signala brzine sa enkodera i estimatora. Parametri fitnes funkcije su parametri regulatora. Ovi parametri predstavljaju jedinice populacije. Kroz proces evolucije primenom GA, najbolje jedinice populacije su kroz generacije očuvane da bi se na kraju došlo do optimalnog rešenja [5].

Postignuti rezultati ukazuju na preporuke koje se mogu naći u literaturi, a to je da se najbolji rezultati dobijaju za što veći proporcionalni i integralni član, koji se na realnom sistemu, moraju ograničiti na vrednosti takve da ne pojačavaju previše šum koji potiče od realnog PWM invertora [6].

4.3. Kompenzacija statorske otpornosti

Već je rečeno da najveći uticaj na estimaciju brzine imaju tačan model i parametri mašine. Jedan od parametara koji se menjaju pri radu mašine je statorska otpornost, čija netačna vrednost pri malim brzinama može imati velik uticaj na vrednost estimirane brzine [2].

Jedno od rešenja kompenzacije je bazirano na istom principu kao prethodno objašnjeni estimator brzine. Adaptivni mehanizam je izveden analogno i dobija se sledeći izraz za računanje statorske otpornosti [6]:

$$\hat{R}_s = -Kp(e_{isd}\hat{I}_{sd} - e_{isq}\hat{I}_{sq}) - Ki \int (e_{isd}\hat{I}_{sd} - e_{isq}\hat{I}_{sq}) dt. \quad (17)$$

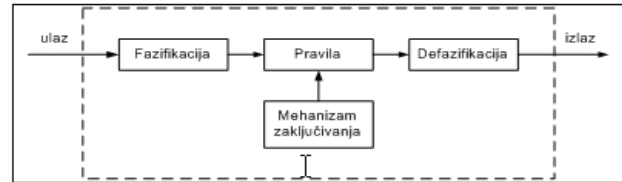
U matrici parametara A estimatora brzine se sada koristi estimirana vrednost statorske otpornosti \hat{R}_s umesto konstante R_s .

5. VEŠTAČKA INTELIGENCIJA U ESTIMACIJI

Upotreba veštačke inteligencije u mnogim upravljačkim sistemima je danas opšte prihvaćena. Glavna prednost veštačke inteligencije je mogućnost projektovanja bez poznavanja matematičkog modela sistema, a mana je nepostojanje jednoznačnog rešenja nekog problema. Kod estimatora brzine, optimizacija PI regulatora se može izbeći uvođenjem odgovarajućeg fuzzy regulatora, a ceo estimator se može zameniti pikladnom neuronskom mrežom [6].

5.1. Implementacija neuro-fuzzy regulatora u Simulink model estimatoru

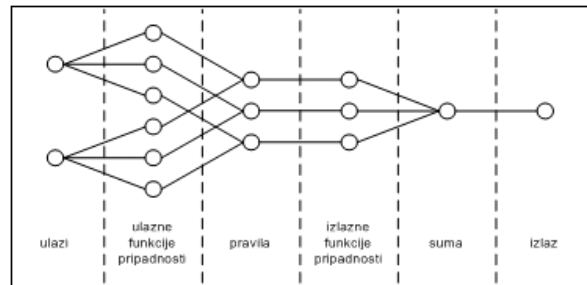
Slika 4 prikazuje strukturu fuzzy regulatora:



Slika 4. Fuzzy regulator

Matlab omogućuje automatsko generisanje svih elemenata potrebnih za funkcionisanje fuzzy regulatora upotrebom ANFIS editora. Princip se zasniva na neuronskoj mreži koja se obučava na osnovu priloženog skupa podataka. Ovakav, neuro-fuzzy pristup ima prednosti jer se izbegava ručno pisanje svih pravila i definisanje funkcija pripadnosti koje se zasniva na ekspertskom znanju. Mana ovog pristupa je potreba postojanja sistema sa kog će se snimati podaci i izbor seta podataka koji će na pravi način opisati sistem [7].

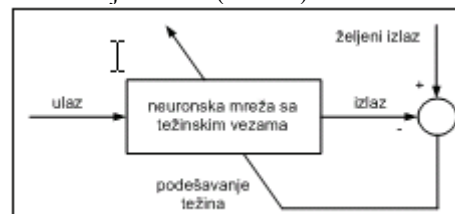
Projektovani fuzzy regulator namenjen je da zameni PI regulator adaptivnog mehanizma estimatora, a nakon predstavljenog seta obučavajućih podataka generisan je fuzzy sistem strukture prikazane na slici 5. Prvi ulaz regulatora je signal greške (kao za PI regulator), a drugi ulaz je zadata brzina (set point). Izlaz iz regulatora je estimirana brzina.



Slika 5. Struktura fuzzy sistema

5.2. Estimacija upotrebom neuronske mreže

Neuronske mreže imaju mogućnost modelovanja nelinearnih sistema (poput asinhronih motora), što ih čini pogodnim rešenjem za estimaciju brzine. Mana, kao i kod fuzzy regulatora je nepostojanje generalizacije metoda i jednoznačnog rešenja. U ovom slučaju odabrana je mreža sa prostiranjem signala unapred i *backpropagation* obukom. Obuka se zasniva na prethodno snimljenim podacima koji se dovode mreži koja zatim u obuci menja težine veza među neuronima kako bi se najbolje moguće reprodukovao željeni izlaz (Slika 6).

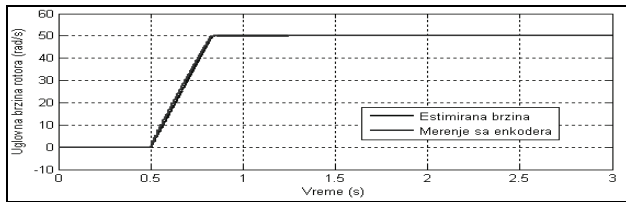


Slika 6. Obuka neuronske mreže

Odabrana struktura mreže za estimaciju brzine je 8-15-13-1. Ulazi su merena struja i napon statora motora rastavljeni u d i q komponente i njihove vrednosti u prethodnom koraku $k-1$, a izlaz je estimirana brzina. Dva skrivena sloja imaju po 15 i 13 procesnih elemenata - neurona. Matlab omogućuje jednostavan rad sa mrežama, obučavajućim podacima, izborom metoda obuke i na kraju omogućuje generisanje mreže koja se može implementirati u Simulink model.

6. REZULTATI I SIMULACIJE

Slika 7 prikazuje računarsku simulaciju odziva sistema za zadatu brzinu od 50 rad/s sa parametrima PI regulatora iz [4] i koeficijentom pojačanja matrice G observera od $k=1.57$. Informacija sa enkodera je data radi poređenja, a regulacija je ostvorena preko estimatora.



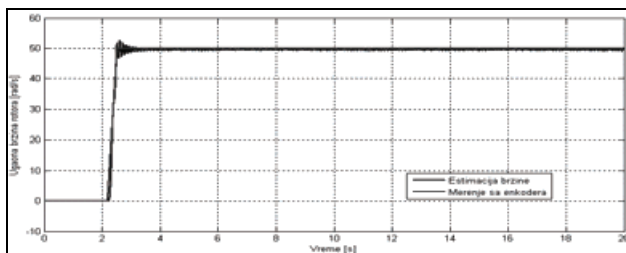
Slika 7 Odziv sistema na zadatu brzinu od 50 rad/s ($K_p=6$, $K_i=4000$, $k=1.57$)

Tabela 1 sadrži rezultate računarske simulacije u vidu srednje kvadratne i maksimalne greške za neoptimizovane i optimizovane parametre PI regulatora, kao i za fuzzy regulator i neuronsku mrežu. Svi rezultati su računati za odziv sistema na zadatu brzinu od 50 rad/s, bez spoljašnjeg opterećenja, u trajanju od tri sekunde (slično kao na slici 7), pri čemu je povratna sprega ostvorena preko estimatora, osim kod neuronske mreže gde je sprega ostvorena preko enkodera.

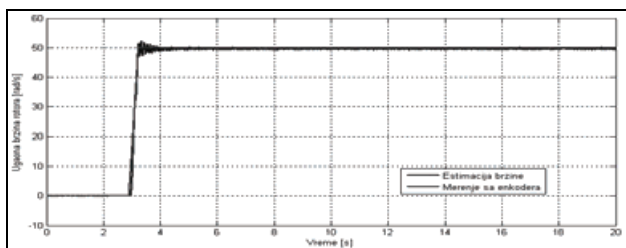
Tabela 1. Rezultati računarske simulacije

Tip estimatora	MSE	maks. greška
$K_p=6$, $K_i=4000$, $k=1.57$	0.1418	4.81%
$K_p=195$, $K_i=100000$	0.00005	0.16%
fuzzy regulator	0.2977	3.39%
neuronska mreža	0.0306	1.57%

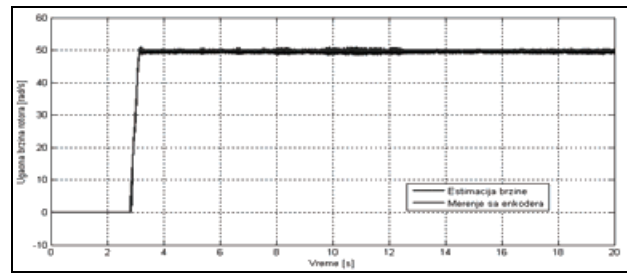
Eksperimentalni rezultati na laboratorijskoj maketi modelovanog sistema za različite parametre PI regulatora su prikazani na slikama 8, 9 i 10. Povratna sprega nije mogla da se ostvari preko estimatora, pa se regulacija i dalje vrši preko enkodera. Optimizovani parametri regulatora takođe nisu mogli biti upotrebljeni zbog velikog pojačanja šuma usled prisustva realnog PWM invertora.



Slika 8. Odziv sistema na zadatu brzinu od 50 rad/s ($K_p=0.8$, $K_i=1200$)



Slika 9. Odziv sistema na zadatu brzinu od 50 rad/s ($K_p=1.2$, $K_i=1200$)



Slika 10. Odziv sistema na zadatu brzinu od 50 rad/s ($K_p=1.2$, $K_i=1200$)

7. ZAKLJUČAK

Eksperimentalni rezultati su pokazali da postoji razlika između realnog sistema i računarske simulacije. Potrebno je posvetiti posebnu pažnju smetnjama i problemima koji se javljaju u tom slučaju. Kriterijum optimizacije parametara PI regulatora mora biti projektovan tako da poboljša odziv sistema, a da se ne pojačaju smetnje. Tehnike veštačke inteligencije pružaju mogućnosti brzog razvoja, ali problem nepostojanja definisane metode za određenu namenu (npr. estimaciju brzine) dovodi do toga da projektovano rešenje ne mora uvek da da dovoljno dobre rezultate.

8. LITERATURA

- [1] Vladan Vučković, „Električni pogoni“, Beograd, ETF, 2002, II izdanje, ISBN 86-7466-058-4.
- [2] Joachim Holtz, „Sensorless Speed and Position Control of Induction Machines“, *Tutorial, 27th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON, Denver /Co*, Nov. 29 – Dec. 2, 2001.
- [2] Ahmad Razani, Bin Haron, „Simulation of MRAS Based Speed Sensorless Estimation Techniques for Induction Machine Using MATLAB/ SIMULINK“, A project report submitted in partial fulfilment of the requirements for the award of the degree of Master of Engineering (Electrical-Power), Universiti Teknologi Malaysia, May 2006.
- [4] Hisao Kubota, Kuoki Matsuse, Takayoshi Nakano, „DSP-Based Speed Adaptive Flux Observer of Induction Motor“, *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol. 29, No. 2, March/April 1993.
- [5] www.mathworks.com „Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox 2, Users’s Guide“, The MathWorks Inc., 2008
- [6] Peter Vas, „Sensorless Vector and Direct Torque Control“, Oxford, Oxford University Press, 1998.
- [7] www.mathworks.com „Fuzzy Logic Toolbox 2 – User’s Guide“, The MathWorks Inc., 2008

Kratka biografija:



Mladen Erak rođen je u Livnu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2009.god.

REALIZACIJA PODSISTEMA ZA VALIDACIJU MJERENIH PODATAKA U OKVIRU SISTEMA ZA DALJINSKO OČITAVANJE KUĆNIH BROJILA**REALIZATION OF DATA VALIDATION AND ESTIMATION SUBSYSTEM FOR METER DATA MANAGEMENT SYSTEM**Nikola Koprivica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisana realizacija podsistema za provjeru i procjenu mjerenja prikupljenih od kućnih brojila u okviru sistema za rukovanje mjerenim podacima. Poslije globalnog pogleda na integrisani sistem koji upravlja isporukom električne energije predstavljen je koncept razvoja adekvatne korisničke sprege, postupak zadavanja i pokretanja validacionih i estimacionih procedura kao i odgovarajući testni slučajevi u cilju potvrde funkcionalnosti ugrađenih pravila za provjeru i procjenu mjerenih podataka.

Abstract – This paper presents realization of meter data validation and estimation subsystem for Meter Data Management system. After the global view of a distribution management system the following things are presented: user interface development concept, validation and estimation procedures definition and running mechanism as well as appropriate test cases to confirm meter data validation and estimation rules functionality.

Ključne riječi: IEC, DMS, MDM, Silverlight, RIA

1. UVOD

Motivacija za ovaj rad jeste potreba da se analizira funkcionalnost ugrađenih pravila za provjeru i procjenu mjerenja prikupljenih od kućnih brojila. Analiza mjerenih podataka je jedan od najvažnijih zadataka integrisanog sistema koji upravlja isporukom električne energije (*Distribution Management System - DMS*), odnosno njegovog podsistema za rukovanje mjerenim podacima (*Meter Data Management System - MDM*). Analizirana mjerenja se dalje koriste između ostalog i za potrebe naplaćivanja. Neke druge sposobnosti DMS sistema bi uključile: nadzor i upravljanje opremom za isporuku električne energije, detekciju i oporavak od prekida rada, upravljačke akcije u cilju obezbjeđivanja pouzdanosti sistema, funkcionalnosti vezane za postavljanje i održavanje električnih brojila.

Cilj rada jeste da se razvije adekvatna korisnička sprega za zadavanje validacionih i estimacionih procedura kao i za naknadni prikaz njihovih rezultata u cilju potvrde funkcionalnosti ugrađenih pravila.

2. IEC KLASIFIKACIJA DMS PODSISTEMA

Međunarodna elektrotehnička komisija IEC (*International Electrotechnical Commission*), koja predstavlja svjet-

NAPOMENA:

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

sku organizaciju za standardizaciju sastavljenu od nacionalnih elektrotehničkih komiteta (*IEC National Comitees*), definisala je standard IEC 61968-9 kojim je obuhvaćena interakcija između podsistema u okviru DMS sistema [1]. Osnovne logičke komponente, mogu biti shvaćene kao sistemi ili podsistemi u okviru pomenutog sistema, jesu:

- Sistem mjerenja (*Metering System*), koji uključuje manuelne i automatizovane sisteme za čitanje električnih brojila.
- Sistem za rukovanje mjerenim podacima (*MDM*).
- Sistem za rukovanje električnim brojlama i njihovo održavanje (*Meter Maintenance and Asset Management System*).
- Sistem koji u cilju održavanja pouzdanosti mreže i/ili trgovačkih ugovora kontroliše isporuku električne energije (*Load Management System*).
- Sistem koji uključuje funkcionalnosti vezane za brigu o potrošačima i naplaćivanje (*Customer Information and Billing System*).
- Sistem koji uključuje funkcionalnosti postavljanja, održavanja, zamjene i odstranjivanja električnih brojila (*Work Management System*).
- Sistem korišćen od strane distribucionog operatera za detekciju prekida rada (*Outage Management System*).

2.1. Sistem za rukovanje mjerenim podacima

Sistem za rukovanje mjerenim podacima predstavlja programski sistem razvijen korišćenjem WEB tehnologije za potrebe elektrodistribucije [2]. Njegov zadatak jeste da obezbjedi sjedinjavanje mjerenih podataka koji dolaze od različitih sistema mjerenja, njihovo skladištenje, njihovu temeljnu analizu kao i prikaz dobijenih rezultata. Proces analize obuhvata provjeru i procjenu dobijenih mjerenja uz mogućnost njihove izmjene od strane distribucionog operatera [1] [3]. Analizirana mjerenja se isporučuju sistemu za naplaćivanje. Za MDM možemo da kažemo da zauzima centralno mjesto u DMS sistemu. Neki od primjera gdje MDM može da učestvuje u procesu komunikacije između ostalih dijelova sistema bi bili: promjena korisničke tarife, detekcija prekida rada i isključenje odnosno ponovno uključivanje električnog brojila [1].

3. ANALIZA PROBLEMA

Jedan od najvažnijih zahtjeva, stavljen ispred MDM sistema jeste rješenje problema neispravnih mjerenja tipa: negativna potrošnja, potrošnja izvan dozvoljenih granica minimalne i maksimalne potrošnje, iznenadna visoka pot-

rošnja i nedostajući interval mjerenja. Zbog ovog problema potrebno je uraditi temeljnu analizu prikupljenih mjerenih podataka u cilju provjere njihove valjanosti prije konačne isporuke sistemu za naplaćivanje. Provjere valjanosti podataka su namjenjene da bi se identifikovale eventualne neregularnosti u radu kućnog brojila koje uzrokuju da mjerenja ne odgovaraju stvarnoj potrošnji. Neispravna mjerenja podliježu procesu procjene. Kako bi se omogućilo zadavanje validacionih i estimacionih (VE) procedura, zasnivaju se na pravilima za provjeru i procjenu mjerenih podataka, kao i naknadni prikaz njihovih rezultata neophodno je razviti adekvatnu korisničku spregu.

4. OPIS UGRAĐENIH PRAVILA

Najznačajnija pravila za provjeru mjerenih podataka bi bila:

- *Ukupna potrošnja* - Na nivou pravila se definiše najmanja i najveća dozvoljena potrošnja. Provjerava se da li je ukupna potrošnja za dati vremenski period unutar dozvoljenih granica. U slučaju da jeste pravilo se smatra uspješnim i sva čitanja su ispravna. U protivnom pravilo se smatra neuspješnim i sva čitanja su neispravna.

- *Negativna inkrementalna potrošnja* – Za dati interval podataka, npr. tekući obračunski mjesec, provjeravaju se sva inkrementalna čitanja dotičnog električnog brojila i traže se negativne vrijednosti. Takve vrijednosti se smatraju neispravnim po ovom pravilu. Dovoljno je da postoji jedna takva vrijednost da bi se pravilo smatralo neuspješnim.

- *Visoka potrošnja* – Na nivou pravila se definišu sledeći parametri:

- Najveća dozvoljena vrijednost za relativnu visoku potrošnju, u daljem tekstu označena sa *R*.

- Najveća dozvoljena vrijednost za apsolutnu visoku potrošnju, označena sa *A*.

Za dati interval podataka traže se tri najveća inkrementalna čitanja. Kažemo da pravilo nije uspješno obavilo proces provjere valjanosti ako je zadovoljen sledeći uslov: $(H1-H3)/H3 > R$, gdje *H1* predstavlja najveće inkrementalno čitanje, a *H3* treće najveće inkrementalno čitanje. Za slučaj da je $H3=0$ pravilo se smatra neuspješnim ako je zadovoljen uslov $H1 > A$. U slučaju da je pravilo neuspješno, neispravnim se smatra najveće inkrementalno čitanje. U suprotnom su sva čitanja ispravna.

- *Nedostajući interval mjerenja* – Na nivou pravila se definiše minimalna dužina nedostajućeg intervala uzastopnih mjerenja za slučaj da se pravilo smatra neuspješnim. U tom slučaju nedostajuća mjerenja se smatraju neispravnim. Uslov da bi se ovo pravilo izvršilo jeste postojanje barem dva čitanja dotičnog električnog brojila.

U slučaju da bilo koje od pomenutih pravila neuspješno obavi proces provjere valjanosti sva neispravna mjerenja pokušavaju da se procjene. Slijedi kratak opis najznačajnijih pravila za procjenu mjerenih podataka:

- *Linearna procjena* – Jedna od najjednostavnijih metoda korišćena za procjenu vrijednosti neispravnih mjerenja jeste linearna procjena. Na nivou pravila se definiše

najveći dozvoljeni broj uzastopnih neispravnih mjerenja koja mogu biti procjenjena. Zahtjevana su barem dva valjana mjerenja. Za svaki od intervala sa neispravnim mjerenjima koristi se linearna funkcija oblika: $y=y_1+(x-x_1)*(y_2-y_1)/(x_2-x_1)$, gdje tačke (x_1,y_1) i (x_2,y_2) predstavljaju dva valjana mjerenja, dok tačka (x,y) predstavlja mjerenje koje se procjenjuje. Linearna procjena je brza, laka za implementaciju ali nije precizna. Kažemo da je ovo pravilo uspješno obavilo proces procjene samo ukoliko su sva neispravna mjerenja uspješno procjenjena.

- *Splajn procjena* – Za razliku od linearne procjene koja koristi linearne funkcije za svaki od intervala $[X_k, X_{k+1}]$, splajn procjena koristi polinome nižeg stepena. Na onaj način se postiže manja greška. Na nivou pravila se definiše najveći dozvoljeni broj uzastopnih neispravnih mjerenja koja mogu biti procjenjena. Zahtjevana su barem tri ispravna mjerenja. Kažemo da je ovo pravilo uspješno obavilo proces procjene samo ukoliko su sva neispravna mjerenja uspješno procjenjena.

5. KONCEPT RJEŠENJA

5.1. Radno okruženje

Programsko rješenje je realizovano pomoću *Microsoft Visual Studio 2008* razvojnog okruženja u programskom jeziku C#. Budući da MDM predstavlja programski sistem zasnovan na WEB tehnologiji korišćeno je *Microsoft Silverlight 3* okruženje namjenjeno razvoju bogatih internet aplikacija (*Rich Internet Application – RIA*) kao i *Microsoft .NET RIA* usluge.

5.1.1. Microsoft Silverlight razvojno okruženje

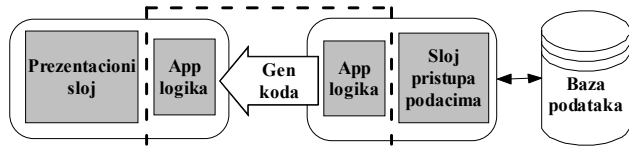
Microsoft Silverlight predstavlja podršku internet pretraživačima (*Web Browser Plugin*) koja donosi vektorsku grafiku, animacije, audio i video reprodukciju, a to karakteriše bogate internet aplikacije [5]. Ponuđen je podskup funkcionalnosti obezbjeđenih od strane WPF tehnologije (*Windows Presentation Foundation*) čime se značajno proširuje skup elemenata za kreiranje korisničke sprege. *Silverlight* aplikacije mogu da se izvršavaju na skoro svim popularnim internet pretraživačima korišćenim na *Microsoft Windows* operativnim sistemima. Primjeri bi bili: *Microsoft Internet Explorer*, *Mozilla Firefox* i *Apple Safari*. Za definisanje elemenata korisničke sprege koristi se XAML (*Extensible Application Markup Language*) jezik za obilježavanje, dok programska logika, počevši od verzije *Silverlight2*, može biti napisana u bilo kom .NET programskom jeziku (C#, *Visual Basic*) uključujući i dinamičke programske jezike poput *Iron Ruby* i *Iron Python*. Verzija *Silverlight3* je pored većeg broja raspoloživih elemenata za definisanje korisničke sprege donijela podršku za reprodukciju H.264 video sadržaja kao i mogućnost izvršavanja *Silverlight* aplikacija izvan internet pretraživača.

5.1.2. Microsoft .NET RIA usluge

Microsoft .NET RIA usluge pojednostavljaju razvoj poslovnih aplikacija koje se mogu podijeliti između klijentske logike i logike na strani poslužioca. *Silverlight Web* aplikaciono rješenje se sastoji od dva projekta:

- *Silverlight* klijentski projekat i
- *ASP.NET Web* projekat poslužioca.

.NET RIA usluge dozvoljavaju strani poslužioaca da putem mehanizma automatskog generisanja koda izloži klijentskoj strani sve potrebne entitete, operacije koje su dozvoljene nad njima i pravila valjanosti [4]. Slika 1. prikazuje primjer jedne jednostavne N-slojne aplikacije gdje su .NET RIA usluge koncentrisane između sloja za pristup bazi podataka i prezentacionog sloja.



Slika 1. Primjer N-slojne aplikacije

5.2. Razvoj adekvatne korisničke sprege

Korišćenjem *Microsoft Silverlight 3* okruženja razvijena je sledeća korisnička sprega:

- Forma za kreiranje skupa pravila za provjeru i procjenu uz mogućnost dodjele vrijednosti njihovim parametrima,
- Forma za zadavanje VE procedura,
- Forma za prikaz rezultata izvršenih VE procedura.

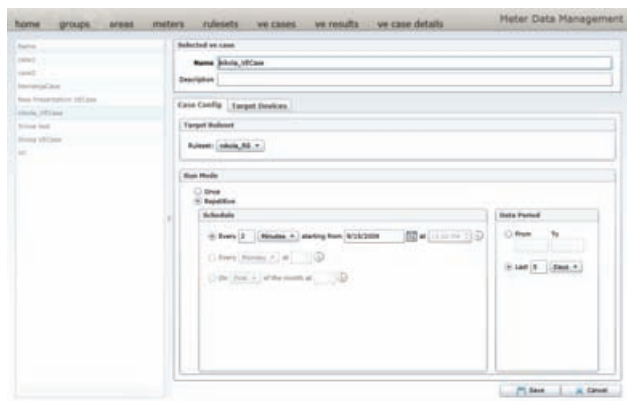
U cilju razdvajanja funkcionalnosti korišćen je koncept prezentacioni sloj - model podataka (*View - View Model*). Prezentacioni sloj je odgovoran za definisanje elemenata korisničke sprege, dok je model odgovoran za njihovo programiranje kao i za komunikaciju sa stranom poslužioaca u cilju pristupa podacima.

Koristi se mehanizam mapiranja elemenata korisničke sprege na svojstva modela (*properties*). Na ovaj način promjenom svojstva u modelu nova vrijednost se automatski propagira do prezentacionog sloja. Ovaj mehanizam je još poznat pod nazivom povezivanje podataka (*Data Binding*).

5.3. Postupak zadavanja VE procedura

Neophodno je formirati skup pravila, na osnovu ponuđenih pravila za provjeru i procjenu, definisanjem vrijednosti njihovih parametara. Jedan skup može da sadrži više pravila istog tipa sa različitim vrijednostima njihovih parametara.

Slika 2. prikazuje formu za definisanje VE procedura. Potrebno je izabrati jedan od dva ponuđena načina izvršavanja (*running mode*): izvršavanje jedan put (*once*) ili periodično (*repetitive*).



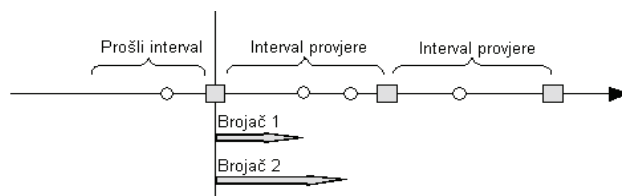
Slika 2. Forma za zadavanje VE procedura

Takođe je potrebno izabrati: skup pravila koji se koristi (*ruleset*), interval mjerenja sa kućnih brojila koji se analizira (*data period*), kao i sama kućna brojila (*meters*). Moguće je odabrati sva brojila vezana za određenu grupu potrošača (industrijski, stanbeni potrošači) ili za geografsku oblast. Interval mjerenja se može zadati u obliku poslednjih *N* sati, dana ili mjeseci ili u obliku datum početka i datum kraja intervala.

5.4. Postupak pokretanja VE procedura

Planirane VE procedure se čuvaju u bazi podataka. Pozadinska usluga periodično provjerava za novim VE procedurama i ažurira tabelu procedura.

Tabela procedura sadrži ime i vrijeme izvršavanja svake planirane procedure. Za svaku proceduru čije vrijeme izvršavanja dolazi prije sledeće periodične provjere kreira se brojač vremena po čijem isteku se pokreće data procedura. Takođe se provjerava da li postoje procedure koje su trebale biti izvršene u okviru predefinisnog vremena u prošlosti. U koliko postoje iste će biti pokrenute odmah. Sve izvršene procedure izračunavaju svoje sledeće vrijeme izvršavanja i ažuriraju tabelu procedura. U koliko ne postoji sledeće izvršavanje one se brišu iz table.



Slika 3. Postupak pokretanja VE procedura

6. TESTIRANJE I ANALIZA REZULTATA

U cilju potvrde funkcionalnosti ugrađenih pravila za provjeru i procjenu mjerenih podataka realizovana su tri testna slučaja nad istim intervalom mjerenja.

6.1. Prvi testni slučaj

U prvom testnom slučaju cilj je da se pokaže funkcionalnost pravila: negativna inkrementalna potrošnja (*Negative Incremental Reads*), ukupna potrošnja (*Total Consumption*) i linearna procjena (*Linear Estimation*). Sva mjerenja iz dotičnog interava su neispravna zato što ukupna potrošnja za dati interval mjerenja prelazi najveću dozvoljenu potrošnju od 15 KWh definisanu na nivou pravila ukupna potrošnja. Sa druge strane pravilo negativna inkrementalna potrošnja pokazuje da je neispravno čitanje samo sa vrijednošću -2. Budući da ne postoje valjana čitanja linearna procjena ne može biti izvršena.

6.2. Drugi testni slučaj

Cilj ovog testnog slučaja jeste da se pokaže funkcionalnost pravila: visoka potrošnja (*Spike Value Check*), nedostajući interval mjerenja (*Missing Interval Count*) i splajn procjena (*Spline Estimation*).

ShowTime	14.09 19:00	14.09 19:30	14.09 19:40	14.09 20:00	14.09 20:05
Reads	0.5	-2	1	100	0.5
Validation	✗	✗	✗	✗	✗
NegativeIncrementalReads	✓	✗	✓	✓	✓
TotalConsumption	✗	✗	✗	✗	✗
Estimated	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
LinearEstimation	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Edited	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Final	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Slika 4. Analizirana pravila: negativna potrošnja, ukupna potrošnja, linearna procjena

Pravilo visoka potrošnja pokazuje da je neispravno čitanje sa vrijednošću 100. Njegova procjenjena vrijednost iznosi 0.6. Minimalna dužina nedostajućeg intervala uzastopnih mjerenja je definisana na nivou pravila nedostajući interval mjerenja i iznosi 25 minuta. Vremenski razmak između prva dva mjerenja iznosi 30 minuta pa je generisano novo mjerenje čija procjenjena vrijednost iznosi -0.75.

ShowTime	14.09 19:00	14.09 19:15	14.09 19:30	14.09 19:40	14.09 20:00	14.09 20:05
Reads	0.5	NaN	-2	1	100	0.5
Validation	✓	✗	✓	✓	✗	✓
SpikeValueCheck	✓	⚠	✓	✓	✗	✓
MissingIntervalCount	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Estimated	NaN	-0.75	NaN	NaN	0.6	NaN
SplineEstimation	NaN	-0.75	NaN	NaN	0.6	NaN
Edited	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Final	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Slika 5 Analizirana pravila: visoka potrošnja, nedostajući interval mjerenja, splajn procjena

6.3. Treći testni slučaj

Cilj trećeg testnog slučaja jeste da se pokaže efekat kombinovanja validacionih pravila. Za razliku od drugog testnog slučaja gdje se mjerenje sa vrijednosti -2 smatra ispravnim u ovom testnom slučaju ono se smatra neispravnim (pravilo negativna inkrementalna potrošnja) i njegova procjenjena vrijednost iznosi 0.875.

ShowTime	14.09 19:00	14.09 19:15	14.09 19:30	14.09 19:40	14.09 20:00	14.09 20:05
Reads	0.5	NaN	-2	1	100	0.5
Validation	✓	✗	✗	✓	✗	✓
NegativeIncrementalReads	✓	⚠	✗	✓	✓	✓
SpikeValueCheck	✓	⚠	✓	✓	✗	✓
MissingIntervalCount	✓	✗	✓	✓	✓	✓
TotalConsumption	✓	⚠	✓	✓	✓	✓
Estimated	NaN	0.688	0.875	NaN	0.6	NaN
LinearEstimation	NaN	0.688	0.875	NaN	0.6	NaN
Edited	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Final	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Slika 6. Analizirana pravila: negativna potrošnja, visoka potrošnja, nedostajući interval mjerenja, ukupna potrošnja, linearna procjena

Kao i u drugom testnom slučaju, između prvog i drugog mjerenja generiše se jedno novo mjerenje čija procjenjena vrijednost sada iznosi 0.688 za razliku od drugog testnog slučaja gdje ova vrijednost iznosi -0,75. Do razlike dolazi usled različitog intervala mjerenja koji se procjenjuje, odnosno mjerenje sa vrijednosti -2 u drugom testnom slučaju se smatra valjanim i ono se ne procjenjuje. Najveća dozvoljena potrošnja je 150 KWh pa su po pravilu ukupna potrošnja sva mjerenja valjana.

7. ZAKLJUČAK

Budući da je analiza prikupljenih mjerenja jedan od najvažnijih zadataka ne samo MDM već i cjelokupnog DMS sistema, analizirana je funkcionalnost ugrađenih pravila za provjeru i procjenu mjerenih podataka. Da bi se to omogućilo neophodno je bilo razviti adekvatnu korisničku spregu za zadavanje VE procedura i naknadni prikaz njihovih rezultata. *Microsoft Silverlight* okruženje se pokazalo efikasnim u razvoju internet aplikacija. XAML jezik za obilježavanje, za razliku od HTML-a, obezbjeđuje znatno više moćnih elemenata za razvoj korisničke sprege. Zahvaljujući jednostavnom mehanizmu izlaganja potrebnih entiteta i operacija klijentskoj strani *Microsoft .NET RIA* usluge čine razvoj višeslojnih aplikacija gotovo isto jednostavnim kao što je razvoj dvoslojnih aplikacija gdje je prezentacioni sloj direktno vezan za bazu podataka. Drugi pristup rješenju bi mogao biti korišćenje WCF usluga (*Windows Presentation Foundation*).

Analizom rezultata dobijenih testiranjem potvrđena je funkcionalnost ugrađenih pravila za provjeru i procjenu mjerenih podataka.

8. LITERATURA

- [1] IEC 61968-9 Ed.1: Application integration at electric utilities – System interfaces for distribution management – Part 9: Interface for meter reading and control, Germany, 2009.
- [2] Meter Data Management for the Electricity Market, Don Matheson, Chaoyang Jing, Frank Monforte, 2004.
- [3] Solutions for Meter Data Management, Layne Nelson, 2007.
- [4] Microsoft .NET RIA Services Overview, May 2009.
- [5] Microsoft Silverlight 3 Offline Documentation, 2009, <http://silverlight.net>.

Kratka biografija:



Nikola Koprivica rođen je u Gacku 01.01.1985. god. Apsolvent je na Fakultetu tehničkih nauka odsjek elektrotehnika, smjer računarstvo i automatika, usmjerenje računarska tehnika i računarske komunikacije.

UPRAVLJANJE ZAGUŠENJIMA U PRENOSNOJ MREŽI CONGESTION MANAGEMENT IN TRANSMISSION NETWORK

Milica Čokić, Andrija Sarić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Učesnici na konkurentnom tržištu električne energije, prateći princip maksimizacije profita, ne vode računa o adekvatnosti transakcija električne energije, te su zagušenja u prenosnoj mreži česta pojava. U ovom radu, izloženi su postupci procene raspoloživih prenosnih kapaciteta, kao i osnovni principi i opis postojećih metoda za upravljanje zagušenjima u Evropi. Takođe, prikazani su i rezultati Maxflow proračuna tehničkih parametara za proces koordinisane aukcije.

Abstract – Open electricity market actors, following the profit maximization principle, usually do not take care of power transactions adequacy. Therefore, congestions in transmission networks are often scenario. Different procedures for transmission capacity assessment, as well as basic principles and description of existing methods for congestion management in Europe, are presented in this paper. Also, the results of Maxflow calculation of technical parameters for coordinated auction process, are given.

Ključne reči: Upravljanje zagušenjima, Dodela kapaciteta, *NTC*, Maxflow

1. UVOD

Jedna od posledica strukturne reorganizacije i deregulacije elektroenergetskih sistema, jeste nagli porast prekogranične trgovine. Dolazi do pojave povećanih tokova snaga kroz elemente prenosnih mreža, te se kao posledica javljaju zagušenja. Zagušenje se može definisati kao stanje koje nastaje kada nema dovoljno prenosnih mogućnosti da se istovremeno ostvare sve prioritete transakcije na tržištu električne energije.

Za procenu prenosnih kapaciteta, postoje dva pristupa, od kojih je jedan trenutno u upotrebi u evropskim zemljama, dok je drugi još uvek u razradi, ali sa tendencijom da postane osnova za procene prenosnih kapaciteta u budućnosti. Prvi, *NTC* pristup, je zasnovan na programima razmena, dok je drugi, Maxflow pristup, zasnovan na fizičkim tokovima snaga, te je samim tim bliži realnosti. Udruženje operatora prenosnog sistema Evropske Unije - ETSO (European Transmission System Operators) je razradilo različite metode za upravljanje zagušenjima, od kojih je većina zasnovana na *NTC* pristupu, dok je najnovija metoda, metoda koordinisane aukcije, zasnovana na Maxflow pristupu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz istoimenog diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Andrija Sarić.

2. PROCENA RASPOLOŽIVIH PRENOSNIH KAPACITETA

Za ispravno funkcionisanje EES-a, potrebno je usavršavanje metoda za proračun prenosnih kapaciteta, te je u tu svrhu ETSO 1999. godine iznelo definicije prenosnih kapaciteta.

Osnovni tržišni pojmovi koji se definišu su [1]:

- ukupan prenosni kapacitet (*TTC* – Total Transmission Capacity)
- neto prenosni kapacitet (*NTC* – Net Transfer Capacity)
- rezerva pouzdanosti prenosa (*TRM* – Transmission Reliability Margin)
- iskorišćeni deo prenosnog kapaciteta (*AAC* – Already Allocated Capacity)
- raspoloživi prenosni kapacitet (*ATC* – Available Transfer Capacity)

Ukupan prenosni kapacitet (*TTC*) je maksimalno mogući program razmene između dve regulacione oblasti, kompatibilan sa standardima pogonske sigurnosti, koji se primenjuju u svim sistemima interkonekcije, ukoliko su buduća stanja mreže i dijagrami proizvodnje i potrošnje unapred poznati. Da bi se proračunao *TTC*, potrebna je simulacija efekata razmene energije između dva posmatrana sistema (povećanjem proizvodnje u jednom sistemu, i smanjenjem u drugom). *TTC* se dobija iz sledeće jednakosti:

$$TTC = BCE + \Delta E_{\max}^+ \quad (1)$$

U gornjoj jednačini *BCE* (Base Case Exchange) predstavlja program razmene sadržan u osnovnom slučaju, tj. u skupu ulaznih podataka, dok je ΔE_{\max}^+ maksimalno moguće povećanje proizvodnje. Vrednost *TTC* se za datu interkonekciju proračunava za oba smera razmene energije. Rezerva pouzdanosti prenosa (*TRM*) predstavlja rezervu (marginu sigurnosti) usled neizvesnosti pri proračunu *TTC*, koja mora biti uzeta u obzir.

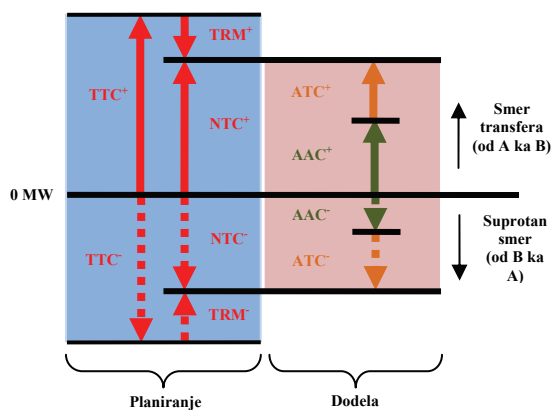
Neto prenosni kapacitet (*NTC*) je program maksimalne razmene između dve regulacione oblasti, kompatibilan sa standardima sigurnosti koji se koriste u obe oblasti, uzimajući u obzir tehničke neizvesnosti o budućem stanju mreže. Formalno se definiše kao:

$$NTC = TTC - TRM \quad (2)$$

AAC se može predstaviti kao već zauzeti deo *NTC*-a od strane prihvaćenih prenosnih ugovora u posmatranom vremenskom periodu. Raspoloživi prenosni kapacitet (*ATC*) za određeni vremenski period je dat jednačinom 3:

$$ATC = NTC - AAC \quad (3)$$

ATC je neangažovani deo NTC -a, koji stoji na raspolaganju posle svake faze utvrđene procedure daljeg angažovanja, u svrhu budućih komercijalnih aktivnosti [2]. Na slici 1 prikazane su veze izmedju različitih vrednosti prenosnih kapaciteta.



Slika 1. Prenosni kapaciteti

NTC pristup za proračun prenosnih kapaciteta, ne prati fizičke tokove snaga, već utvrđene prenosne puteve, tj. programe razmena i to mu je i osnovna mana. Stoga će se verovatno u budućnosti smanjiti važnost koju NTC vrednosti imaju u konceptima internacionalne trgovine.

3. UPRAVLJANJE ZAGUŠENJIMA

Kao vremenski redosled za globalni proces upravljanja zagušenjima na vremenskom horizontu od najavljanja transakcije dan unapred, pa do realizacije te transakcije, najčešće se primenjuje proces koji se sastoji iz sledećih koraka [3]:

1. Dodela prenosnih kapaciteta (najkasnije tokom jutra prethodnog dana u odnosu na dan za koji se planira)
2. Prognoza zagušenja (DACF – Day Ahead Congestion Forecast – po podne tokom prethodnog dana)
3. Otklanjanje zagušenja u realnom vremenu (realno vreme)

Metode dodele kapaciteta koje se danas koriste u Evropi mogu se podeliti na sledeći način:

- Metode ograničavanja iznosa transakcija zasnovane na objavljenom NTC -u (princip prve prijave, proporcionalno smanjivanje transakcija, eksplicitne aukcije, implicitne aukcije)
- Metod razdvajanja/spajanja tržišta
- Redispečing, u dva osnovna oblika: interni redispečing i koordinisani prekogranični redispečing
- Koordinisana aukcija

3.1. Metode ograničavanja iznosa transakcija zasnovane na objavljenom NTC -u

Princip prve prijave (first come – first served) se zasniva na redosledu rezervacija za prenosni kapacitet. Svaka nova pristigla rezervacija je nižeg prioriteta u odnosu na prethodnu. TSO prima zahteve za prenosnim kapacitetom

sve dok se ne dostigne vrednost NTC -a, nakon čega se proces zaustavlja.

U okviru metode proporcionalnog smanjivanja transakcija (pro-rata), svi učesnici na tržištu podnose zahteve za prenosnim pravom na određenoj granici. U slučaju da ukupan zahtevani kapacitet premašuje iznos raspoloživog kapaciteta, svi zahtevi se proporcionalno umanjuju, sve dok se ne dostigne iznos raspoloživog kapaciteta.

U okviru eksplicitnih aukcija, odvojeno se trguje kapacitetom i električnom energijom. Ponude svih učesnika se sakupljaju, rangiraju (na prvom mestu je ponuda sa najvišom cenom) i prihvataju sve dok se NTC kompletno ne iskoristi. Proces se potom zaustavlja, ili se radi dodatni redispečing.

Osnovna karakteristika implicitnih aukcija jeste što se preko jedinstvenog ugovora istovremeno trguje i kapacitetom i električnom energijom, i to je i osnovna razlika u odnosu na eksplicitne aukcije. Uslov da bi se implicitne aukcije mogle održavati je postojanje bar jedne berze električne energije u oblasti koja uvozi.

3.2. Metod razdvajanja/spajanja tržišta

Metoda razdvajanja/spajanja tržišta (Market splitting) predstavlja na neki način proširenje metode implicitne aukcije (i kod ove metode ima se istovremena trgovina kapacitetom i energijom). Da bi se ova metoda mogla primenjivati, potrebno je da postoji ili berza električne energije u svakoj od oblasti uključenoj u proces dodele, ili jedinstvena berza nadležna za sve oblasti. Primer organizovanja tržišta sa jedinstvenom berzom postoji u skandinavskim zemljama (gde se i primenjuje ova metoda).

Bitna osobina ove metode je i podela tržišta na jasno definisane geografske zone, među kojima se vrši procena raspoloživih kapaciteta na isti način kako se određuje i NTC . Ako bi se ova metoda pokušala primeniti na jednom tako velikom sistemu kao što je tržište kontinentalne Evrope, glavni problem bi bio taj što ne postoji jedinstvena organizacija tržišta. Metod se najbolje primenjuje u slučaju da postoji jedinstveno tržište na obe strane zagušenja, što je skoro neizvodljivo na današnjem nivou razvoja evropskih tržišta.

3.3. Redispečing

Kada u nekoj oblasti dodje do internih zagušenja, redispečing proizvodnje (podizanje i spuštanje proizvodnje generatorskih jedinica) u okviru te oblasti može da se iskoristi u cilju relaksacije dela zagušenja. Redispečing dozvoljava povećanje trgovine ponovnom optimizacijom uprkos fizičkim granicama, sve dok ne nestane generatorskih mogućnosti za redispečing, tj. dok se ne dostigne LRP (Limit of Redispatching Possibility).

Osnovna razlika između metode internog redispečinga i koordinisanog prekograničnog redispečinga (CCR – Cross-border Co-ordinated Redispatching) jeste u sledećem: interni redispečing se može primenjivati samo u okviru jedne oblasti, dok se kod koordinisanog prekograničnog redispečinga oblast proširuje na nekoliko TSO-ova.

Najznačajnija prednost metode CCR-a jeste ta da omogućava lakšu trgovinu električnom energijom povećanjem protočnosti tržišta, uz efikasniju eksploataciju EES-a.

3.4. Koordinisana aukcija

Metoda koordinisane aukcije koristi Maxflow pristup za određivanje prenosnih kapaciteta, koji se zasniva na fizičkim tokovima snaga, a ne na ugovorenim prenosnim putevima. Osnovna razlika između ove i drugih metoda je što se ne ograničavaju programi razmena, nego fizički tokovi snaga preko zagušenih elemenata.

Maxflow pristup uzima u obzir maksimalni dozvoljeni tok snage na pojedinačnom elementu mreže, koji predstavlja ograničenje mreže koje treba da se zadovolji tokom dodele prenosnih kapaciteta. Svaki takav element može da se posmatra kao potencijalno kritična grana (Critical Branch), a za svaku kritičnu granu definiše se i skup kritičnih ispada (Critical Outages), odnosno skup elemenata čijim ispadom bi se značajno promenio tok snage po kritičnoj grani. Kapaciteti maksimalnog toka se računaju za svaku kritičnu granu, pri svakom pojedinom kritičnom ispadu.

U ovoj metodi, uzima se u obzir uticaj pojedinih transakcija na tokove snaga po pojedinim kritičnim granama, te se u tu svrhu proračunavaju distributivni faktori transfera snage (PTDF – Power Transfer Distribution Factor). Za razliku od procesa dodele zasnovanom na NTC vrednostima, dodela kapaciteta se sada vrši za sve granice i sve transakcije odjednom. U ovom procesu se iznosi pojedinih transakcija množe sa PTDF matricom. Na taj način se dobija udeo svake transakcije u toku snage po pojedinom elementu u MW. Proračun elemenata PTDF matrice se radi na usaglašenom regionalnom matematičkom modelu EES-a pomoću DC proračuna tokova snaga.

3.5. Proračun Maxflow kapaciteta

Ukupni maksimalni tok (*TMF* – Total Maximum Flow) predstavlja maksimalni tok aktivne snage na razmatranoj kritičnoj grani, definisan kroz limit termičke struje dat u modelu tokova snaga u regionu u kom se sprovodi koordinisana aukcija.

Margina pouzdanosti proračuna (*FRM* – Flow Reliability Margin) predstavlja tok aktivne snage koji se koristi kao margina pouzdanosti (uzima se u obzir zbog nesigurnosti koje nastaju usled nesavršenosti modelovanja tokova snaga).

Osnovni tok (*BFL* – Base Flow) predstavlja tok aktivne snage na razmatranoj kritičnoj grani nakon kritičnog ispada, koji bi nastao pod pretpostavkom da nije bilo prekogranične razmene energije među TSO-ovima (pretpostavlja se da su sve razmene jednake nuli).

Margina pouzdanosti osnovnog toka (*BFRM* – Base Flow Reliability Margin) predstavlja nesigurne spoljašnje tokove koji vode poreklo od spoljašnjih transakcija, koje se ne mogu kontrolisati procesom tržišnih razmena.

Neto maksimalni tok (*NMF* – Net Maximum Flow) predstavlja maksimalni tok aktivne snage na razmatranoj kritičnoj grani za svaki razmatrani kritični ispad (određen za oba pravca) koji zadovoljava standarde sigurnosti, a koji rezultuju iz tržišnih transakcija među sistemima koji učestvuju u procesu koordinisane dodele prenosnih kapaciteta. NMF se računa prema sledećoj formuli:

$$NMF = TTF - FRM - BFL - BFRM \quad (4)$$

U slučaju godišnjih i mesečnih aukcija, moraju se uračunati i prethodno zauzeti tokovi (*AAF* – Already Allocated Flow), koji su rezultat prethodno dodeljenih prava prenosa. Pre same dnevne aukcije, obavlja se nominovanje godišnjih (npr. dugoročnih) i mesečnih prenosnih prava. Time se prouzrokuju prethodno nominovani tokovi (*ANF* – Already Nominated Flow).

Raspoloživi maksimalni tok (*AMF* – Available Maximum Flow) predstavlja onaj deo *NMF*-a koji preostane raspoloživ za trenutnu rundu aukcije nakon prethodne faze procedure dodele kapaciteta. *AMF* se proračunava na sledeći način [4]:

$$AMF = NMF - AAF \quad (5)$$

$$AMF = NMF - ANF \quad (6)$$

Jednačina 5 se u praksi koristi za godišnje i mesečne aukcije, a jednačina 6 se koristi za dnevne aukcije. Sve gore navedene vrednosti dobijene analizom tokova snaga se računaju korišćenjem AC modela tokova snaga (za razliku od PTDF proračuna).

Metoda koordinisane aukcije dovodi do boljeg iskorišćenja prenosnih kapaciteta, jer uvažava međuzavisnosti povezanih sistema, a samim tim i fizičko ponašanje elektroenergetskog sistema. Istovremeno, ona zahteva visok nivo saradnje među svim učesnicima u interkonekciji, kao i prilično centralizovan sistem odlučivanja o prihvatanju, ili odbijanju pojedinih transakcija.

4. NUMERIČKI REZULTATI

Prikazani su rezultati proračuna prenosnih kapaciteta dobijeni metodom maksimalnog toka. Proračun je izvršen pomoću PSA softvera (Power System Analyzer). Dobijeni rezultati predstavljaju ulazne tehničke parametre za proces mesečne runde koordinisane aukcije (probna primena u regionu centralno/istočne Evrope). Za prikaz rezultata, odabran je scenario kritičnih grana i kritičnih ispada slovenačkog TSO-a ELES. Scenario se sastoji od dve kritične topologije: stanje bez ispada (base case) i stanje sa kritičnim ispadom. U tabeli 1 date su vrednosti *TMF*, *FRM+*, *FRM-* i *BFL* (u MW), za obe kritične topologije (znaci + i – govore da su date vrednosti proračunate za oba smera razmene).

Tabela 1. Izlazni podaci kritičnih topologija (I)

Kritična grana	Kritični ispad	TMF	FRM+	FRM-	BFL
XOB_PO21 LPODL02	osnovni slučaj	356,5	0	0	40,7
	XKA_MA12 LMARIB12	356,5	0	0	27,5

U tabeli 2 prikazane su vrednosti *NMF+*, *NMF-*, *AAF+* i *AAF-* (sve vrednosti su date u MW).

Tabela 2. Izlazni podaci kritičnih topologija (II)

Kritična grana	Kritični ispad	NMF+	NMF-	AAF+	AAF-
XOB_PO21 LPODL02	osnovni slučaj	290,7	382,2	68,1	60,7
	XKA_MA12 LMARIB12	303,9	369	121,4	109,3

U tabeli 3 prikazane su sledeće vrednosti: *ANF*, *AMF+* i *AMF-* (sve vrednosti su date u MW).

Tabela 3. Izlazni podaci kritičnih topologija (III)

Kritična grana	Kritični ispad	ANF	AMF+	AMF-
XOB_PO21 LPODL02	osnovni slučaj	0	222,7	321,5
	XKA_MA12 LMARIB12	0	182,5	259,7

ANF je deo toka snage prouzrokovan nominovanim transakcijama. Ovo je primer mesečne aukcije, te nominovanih transakcija nema. Samim tim, i vrednosti *ANF* su jednake nuli. U osnovnom slučaju (slučaj bez ispada), vrednosti *AMF+* i *AMF-* su 222,7 MW i 321,5 MW, respektivno. Pri kritičnom ispadu, kritična grana postaje više opterećena, te se raspoloživi maksimalni tok menja (smanjuje se), tj. vrednosti *AMF*-a (za oba smera) su sada 182,5 MW i 259,7 MW, respektivno. *AMF* predstavlja fizičko ograničenje za dodelu prenosnih kapaciteta, koje ni u jednom trenutku ne sme biti narušeno, kako bi se očuvala sigurnost rada elektroenergetske interkonekcije.

5. ZAKLJUČAK

U evropskoj interkonekciji postoji velika međupovezanost elektroenergetskih sistema, pa upotreba *NTC*-a kod metoda dodele kapaciteta ponekad ne dovodi do otklanjanja zagušenja u prenosnoj mreži, jer energija prati fizičke puteve, a ne dogovorene prenosne puteve. Upotreba *NTC*-a kao osnove za većinu postojećih metoda se uglavnom zasniva na procenama zagušenja između dve posmatrane oblasti. Kako bi se što tačnije ispratila situacija u celoj interkonekciji, poželjno je vršiti dodele kapaciteta na više granica odjednom. Rešenje ovog problema bi mogla biti koordinisana aukcija, kao nova metoda kojom bi se dovoljno tačno mogli ispratiti uticaji pojedinih transakcija energije na elemente prenosnog sistema, premda je ona relativno komplikovana za primenu, te samim tim i manje razumljiva za učesnike na tržištu.

Kod metoda koje bi se primenjivale u budućnosti, trebalo bi postići kompromis između jednostavnosti primene i efikasnosti pri upotrebi u jako povezanim sistemima.

6. LITERATURA

- [1] *** "Definitions of transfer capacities in liberalized electricity markets", ETSO Publication of April 2001. Brussels, Belgium 2001.
- [2] M. S. Čalović, A. T. Sarić i P. Č. Stefanov „Eksploatacija elektroenergetskih sistema u uslovima slobodnog tržišta”, Tehnički Fakultet Čačak, Beograd, 2005. godine.
- [3] S. Mijailović, Z. Vujasinović i M. Apostolović, "Pregled aktuelnih metoda za upravljanje zagušenjima u prenosnoj mreži u Evropi", Elektroprivreda, br. 1, jun – mart 2004.
- [4] *** "Co-ordinated Auctioning- A market based method for transmission capacity allocation in meshed networks", ETSO Publication of April, 2001. Brussels, Belgium 2001.

Kratka biografija:



Milica Čokić rođena je u Beogradu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetika odbranila je 2009.god.



Andrija Sarić rođen je 1962. godine. Diplomirao na energetsom odelu Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu 1988. godine, magistrirao 1992. godine iz oblasti distributivnih mreža. Doktorsku disertaciju odbranio 1997. godine na istom fakultetu iz oblasti primene metoda veštačke inteligencije u elektroenergetskim sistemima.

KOORDINISANA AUKCIJA ZA DODELU PRENOSNIH KAPACITETA

COORDINATED AUCTIONING FOR TRANSMISSION CAPACITY ALLOCATION

Maja Novković, Andrija Sarić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj –Zagušenja u prenosnoj mreži nastaju zbog nedovoljnih prenosnih kapaciteta interkonektivnih dalekovoda i predstavljaju prepreku slobodnoj međunarodnoj trgovini električnom energijom. Stoga je potrebno uvođenje metode za efikasnu dodelu tih kapaciteta uz poštovanje ekonomskih principa. U ovom radu su prikazani teorijski ali i praktični aspekti metode koordinisane aukcije prenosnih kapaciteta. Ova metoda obezbeđuje optimalno korišćenje oskudnih prenosnih kapaciteta interkonektivnih dalekovoda uz uvažavanje fizičke raspodele tokova aktivnih snaga kroz interkonektivnu mrežu, koje je neophodno radi odražavanja sigurnosti funkcionisanja elektroenergetskih sistema na zadovoljavajućem nivou.

Abstract – Transmission capacity congestions appear due to insufficient transmission capacities of interconnection lines and they represent an obstacle to free cross border electricity trade. Introduction of efficient method for allocation of those capacities, strictly based on economical principles is, therefore, needed. Theoretical and practical aspects of coordinated auctioning method for transmission capacity allocation are presented in this paper. This method ensures optimal use of scarce transmission capacities of interconnection lines, taking into consideration physical redistribution of real power flows through interconnected network, which is necessary for maintaining security of power system functioning at the desired level.

Ključne reči: Dodela kapaciteta, aukcija, interkonekcija, Maxflow

1. UVOD

Klasična prodaja prenosnih kapaciteta putem aukcije na jednoj granici se primenjivala i još uvek se primenjuje na većem broju evropskih granica. Međutim, u slučaju kada je ograničena na prostu bilateralnu primenu, klasična aukcija ne uspeva da reši probleme koji mogu nastati prilikom njene primene na različite granice nekog jako povezanog međupoveznog sistema, kao što je kontinentalna evropska mreža [1]. Neki od ovih problema su:

- Za učesnike na tržištu složenost mehanizama višestrukih aukcija, zajedno sa rizikom od pojavljivanja neusklađenih interakcija između odvojenih uzastopnih procesa poravnanja;

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz istoimenog diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Andrija Sarić.

- Loš kvalitet ekonomskih signala koji se šalju učesnicima na tržištu, ako se različiti sistemi aukcija ne kombinuju na neki način, s obzirom da je fizički elektroenergetski sistem u velikoj meri međuzavistan.

U ovom radu predstavljena je metoda koordinisane aukcije prenosnih kapaciteta koja rešava ove probleme.

2. KOORDINISANA AUKCIJA PRENOSNIH KAPACITETA

Metoda koordinisane aukcije prenosnih kapaciteta uvažava fizičke tokove aktivnih snaga u prenosnoj mreži koji su posledica međudržavne razmene električne energije, a kroz centralizovan optimizacioni algoritam jednovremeno, na ekonomski efikasan i tehnički prihvatljiv način, dodeljuje raspoložive prenosne kapacitete onim učesnicima na tržištu zainteresovanim za međudržavnu trgovinu koji te prenosne kapacitete najviše cene [2]. Novine koje uvodi ova metoda u odnosu na postojeće metode su načini modelovanja prenosne mreže pomoću:

- Distributivnih faktora transfera snage (*PTDF*-Power Transfer Distribution Factor);
- Fizičkih raspoloživih kapaciteta na kritičnim granama.

Matrica *PTDF* faktora preslikava uticaj planiranih međudržavnih razmena električne energije na tokove aktivnih snaga po kritičnim granama (vodovi i transformatori), a vrednosti izračunatih fizičkih kapaciteta na kritičnim granama postavljaju fizička ograničenja tokovima snaga po tim granama.

Uzmimo na primer jednu mrežu podeljenu na zone, koje čini skup više fizičkih interkonektivnih (poveznih) dalekovoda. Umesto da postoji aukcijsko tržište za svaku granicu, ideja je da se organizuju koordinisane aukcije da bi se u istom procesu dodelili razmatrani interkonektivni kapaciteti u zonama sa jakom interkonekcijom.

Osnovna ideja mehanizma koordinisane aukcije prenosnih kapaciteta jeste da se dodela kapaciteta izvrši tako da se iz njih izvuče najveća moguća korist za tržište. Koordinisana aukcija stoga predstavlja optimizacioni problem za čije se rešavanje koristi metoda linearnog programiranja koja vrši maksimizaciju kriterijumske funkcije po izabranim promenljivima, uz poštovanje zadatih linearnih ograničenja. Optimizacioni problem stoga može biti definisan kao [4]:

Maksimiziraj:

$$\max \left\{ \sum_{b(x,y)} [P_{off}(b(x,y)) \cdot v_{acc}(b(x,y))] \right\} \quad (1)$$

Pri ograničenjima:

$$v_{acc}(b(x,y)) \leq V_{req}(b(x,y)) \quad \forall b(x,y) \in B \quad (2)$$

$$v_{acc}(b(x,y)) \geq 0 \quad \forall b(x,y) \in B \quad (3)$$

$$\sum_{x,y \in Z} \left\{ PTDF(x,y,l) \cdot \sum_{b(x,y) \in B} [v_{acc}(b(x,y))] \right\} \leq AMF(l) \quad (4)$$

$$\forall l \in L$$

$$\sum_{y \in Z} v_{acc}(b(x,y)) \leq L_E(x) \quad (5)$$

$x, y \in Z$ - zone izvora i ponora

$b(x,y) \in B$ - ponuda od izvora x do ponora y

$P_{off}(b(x,y))$ - ponudjena cena za ponudu b (od x do y)

$V_{req}(b(x,y))$ - tražena količina ponude b (od x do y)

$v_{acc}(b(x,y))$ - prihvaćena količina ponude b (od x do y)

$l \in L$ - vod l u mreži (interkonekcija između dve zone)

$PTDF(x,y,l)$ - PTDF faktor za ponudu od izvora x do ponora y za vod l

$AMF(l)$ - raspoloživi maksimalni tok na vodu l

$L_E(x)$ - limit izvoza po tržišnoj zoni

3. PRORAČUN TEHNIČKIH PARAMETARA AUKCIJE

Metoda koordinisane aukcije koristi pristup zasnovan na maksimalnom toku (MF- "Maxflow"), koji se zasniva na fizičkim tokovima snaga, a ne na ugovorenim prenosnim putevima, pa postoji pretpostavka da će ovaj pristup u potpunosti zameniti upotrebu NTC -a (neto prenosnog kapaciteta) koji predstavlja program maksimalne razmene između dve regulacione oblasti. Osnovna prednost metode koordinisane aukcije u odnosu na metode zasnovane na NTC -u jeste što se ne ograničavaju programi razmena, nego fizički tokovi snaga preko zagušenih elemenata.

Maxflow pristup zasniva se na posmatranju maksimalno dozvoljenog toka snage na pojedinačnim elementima mreže (interkonektivnim dalekovodima, kao i na unutrašnjim elementima, ukoliko su pogođeni prekograničnim razmenama). Svaki takav element može da se posmatra kao potencijalno "kritična grana". Pored toga, za svaku kritičnu granu definiše se i set "kritičnih ispada", odnosno elementa čijim ispadom bi se značajno promenio tok snage po kritičnoj grani. Kapaciteti maksimalnog toka se tako računaju za svaku kritičnu granu u kombinaciji sa respektivnim kritičnim ispadom. Svaka MF vrednost, kapacitet maksimalnog toka, predstavlja ograničenje mreže koje

treba da se uzme u obzir u proceduri dodele prenosnih kapaciteta [4].

3.1. Proračun matrice PTDF faktora

Proračun PTDF faktora se izvodi na modelu tokova snaga prenosne mreže u razmatranom regionu. Elementi PTDF matrice predstavljaju uticaj programa prekogranične razmene između svakog para TSO-ova (u oba pravca) na tokove snaga na posmatranoj kombinaciji kritičnih grana i kritičnih ispada. Stoga se PTDF matrica sastoji iz:

- $N_{cb,co}$ redova, definisanih totalnim brojem razmatranih kombinacija kritičnih grana (cb) i kritičnih ispada (co), i
- I kolona, gde I predstavlja broj izvor-ponor parova TSO-ova u razmatranom regionu gde se koordinisana aukcija primenjuje.

Proračun elemenata PTDF matrice se radi na usaglašenom regionalnom matematičkom modelu EES-a pomoću DC proračuna tokova snaga. Linearizovani, raspregnuti DC proračun tokova snaga je pogodan zbog mogućnosti eksplicitne primene metode superpozicije, kao i zbog toga što se u njemu pojavljuju samo aktivne snage koje su i predmet interesovanja (proizvod kojim se trguje na aukciji prenosnog kapaciteta je upravo MW).

PTDF vrednosti imaju dve bitne osobine [3]:

- 1.) Za razmenu energije u suprotnim pravcima, PTDF-ovi imaju istu vrednost i suprotne znake:

$$PTDF_i^{A \rightarrow B} = -PTDF_i^{B \rightarrow A} \quad (6)$$

A, B - oblasti izvora i ponora

i - par kritična grana/kritični ispad

- 2.) Uticaj tokova na lanac razmena jednak je uticaju direktne razmene između oblasti izvora i ponora:

$$PTDF_i^{A \rightarrow C} = PTDF_i^{A \rightarrow B} + PTDF_i^{B \rightarrow C} \quad (7)$$

Na taj način se cela PTDF matrica dobija iz redukovanoj skupa veličina: jedna oblast se koristi kao centar ("hub"), pa se proračunavaju samo PTDF veličine iz svih ostalih oblasti prema "hub-u", upotrebom modela mreže. Preostale PTDF vrednosti se dobijaju višestrukom primenom prethodnih jednakosti.

Posmatrajući razmenu između oblasti A i oblasti B za svaki kritični ispad, PTDF faktori se proračunavaju na osnovu dve simulacije:

- 1.) Simulacija ispada u osnovnom modelu mreže;
- 2.) Simulacija porasta proizvodnje u svim generatorskim čvorovima TSO-a A i simultanog smanjenja proizvodnje u svim generatorskim čvorovima TSO-a B za $\Delta P = 100MW$, proporcionalno doprinosu u osnovnom slučaju. Ova promena proizvodnje dovodi do inkrementalnog toka (ΔF) na svakoj kritičnoj grani.

Odnos između inkrementalnog toka na razmatranoj kritičnoj grani za razmatrani kritični ispad i promena u proizvodnji ΔP predstavlja traženu PTDF vrednost:

$$PTDF_{cb,co}^{A \rightarrow B} = \frac{\Delta F_{cb,co}}{\Delta P} \quad (8)$$

3.2. Proračun MF kapaciteta

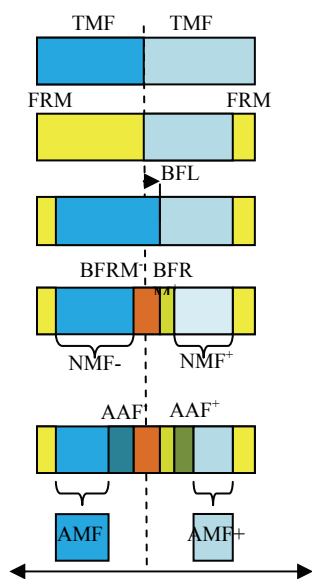
Za razliku od PTDF proračuna koji se zasniva na DC algoritmu tokova snaga, proračuni svih Maxflow kapaciteta se zasnivaju na AC algoritmu za tokove snaga. Ovaj algoritam se koristi kako bi se na odgovarajući način usvojio naponski profil osnovnog modela mreže [4]

Ukupni maksimalni tok (*TMF* – Total Maximum Flow) predstavlja maksimalni tok aktivne snage na razmatranoj kritičnoj grani, definisan kroz limit termičke struje dat u modelu tokova snaga u regionu u kom se sprovodi koordinisana aukcija.

Margina pouzdanosti proračuna (*FRM* – Flow Reliability Margin) predstavlja tok aktivne snage koji se koristi kao margina pouzdanosti (uzima se u obzir zbog nesigurnosti koje nastaju usled nesavršenosti modelovanja tokova snaga).

Osnovni tok (*BFL* – Base Flow) predstavlja tok aktivne snage na razmatranoj kritičnoj grani nakon kritičnog ispada, koji bi nastao pod pretpostavkom da nije bilo prekogranične razmene energije među TSO-ovima (pretpostavlja se da su sve razmene jednake nuli).

Margina pouzdanosti osnovnog toka (*BFRM* – Base Flow Reliability Margin) predstavlja nesigurne spoljašnje tokove koji vode poreklo od spoljašnjih transakcija, koje se ne mogu kontrolisati procesom tržišnih razmena.



Slika 1. Prikaz MF kapaciteta

Neto maksimalni tok (*NMF* – Net Maximum Flow) predstavlja maksimalni tok aktivne snage na razmatranoj kritičnoj grani za svaki razmatrani kritični ispad (određen za oba pravca) koji zadovoljava standarde sigurnosti, a koji rezultuju iz tržišnih transakcija među sistemima koji učestvuju u procesu koordinisane dodele prenosnih kapaciteta zasnovane na tokovima snaga. NMF se računa prema sledećoj formuli:

$$NMF = TTF - FRM - BFL - BFRM \quad (9)$$

U slučaju godišnjih i mesečnih aukcija, moraju se uračunati i prethodno zauzeti tokovi (*AAF* - Already

Allocated Flow), koji su rezultat prethodno dodeljenih prava prenosa. Pre same dnevne aukcije, obavlja se nominovanje godišnjih (npr. dugoročnih) i mesečnih prenosnih prava. Time se prouzrokuju prethodno nominovani tokovi (*ANF* - Already Nominated Flow).

Raspoloživi maksimalni tok (*AMF* – Available Maximum Flow) predstavlja onaj deo *NMF*-a koji preostane raspoloživ za trenutnu rundu aukcije nakon prethodne faze procedure dodele kapaciteta. *AMF* se proračunava na sledeći način:

$$AMF = NMF - AAF \quad (10)$$

$$AMF = NMF - ANF \quad (11)$$

Jednačina (10) se u praksi koristi za godišnje i mesečne aukcije, a jednačina (11) za dnevne aukcije. Dobijanje MF kapaciteta prikazano je na slici 1.

4. RASPODELA PRIHODA OD AUUKCIJE

Jedan od veoma važnih zadataka se sastoji u definisanju procedure za raspodelu prihoda od zagušenja između operatora prenosnog sistema (TSO-ova) koji učestvuju u koordinisanoj aukciji. Po dosadašnjem uobičajenom modelu sprovođenja odvojenih aukcija na pojedinačnim graničnim dalekovodima, samo su jedan ili dva operatora prenosnog sistema učestvovala u svakoj aukciji, pa je stoga raspodela prihoda od aukcija bila zasnovana na jednostavnom pravilu raspodele 50:50%. U slučaju koordinisanih multilateralnih aukcija, raspodela prihoda je rezultat simultane procedure obračuna za sve kritične grane u koordinisanom regionu [5].

4.1. Raspodela na osnovu ekonomske vrednosti

Poštujući osnovno pravilo „nema zagušenja – nema naplate”, bilo bi razumno i opravdano da se prihvati predloženi model cene u senci („shadow price”), koji predviđa da se prihodi prikupljeni na zagušenim mestima nadoknade samo onim TSO-ovima čiji su interkonektivni dalekovodi direktno zagušeni. Iako na prvi pogled ovakva raspodela deluje logično, sa druge strane se javlja problem nepostojanja podsticaja za TSO-ove za ulaganje finansijskih sredstava u eliminisanje zagušenja, proširenjem postojećih prenosnih interkonektivnih kapaciteta ili izgradnjom novih. Na ovaj način bi samo nekoliko TSO-ova ostvarivalo prihode od zagušenja, dok bi ostali učesnici aukcije ostali bez prihoda.

4.2. Raspodela na osnovu relativne upotrebe interkonektivnih vodova

Po ovoj metodi prihod od zagušenja se dodeljuje primarno regionima gde su potrebne investicije za povećanje prenosnih kapaciteta, slično metodi „shadow price”. Povećanjem prenosnog kapaciteta može se eliminisati pojava zagušenja, ali ono istovremeno prouzrokuje smanjenje učešća tog TSO-a u raspodeli prihoda od zagušenja, pošto je interkonektor opterećen ispod 100 % prijavljene vrednosti graničnog kapaciteta. Ipak, za razliku od metode „shadow price”, TSO ostvaruje prihod i u slučaju da više nije zagušen.

4.3. Raspodela na osnovu apsolutne upotrebe interkonektivnih vodova

Po ovom principu se ukupni regionalni prihod od zagušenja deli proporcionalno tokovima snaga po svakom

interkonektivnom vodu u vidu individualnog prihoda TSO-a od koordinisane aukcije. Ovakav pristup prevazilazi slabost prethodna dva modela jer ne daje TSO-ovima podsticaje za stvaranjem veštačkih zagušenja. Nedostatak ove metode je u tome što se prihodi delimično dodeljuju granicama gde nema potrebe za investicijama u povećanje prenosnih interkonektivnih kapaciteta. Naime, ova metoda ne obezbeđuje signale koji bi ukazivali gde postoji zagušenje i, što je najvažnije, njegovu vrednost.

4.4. Raspodela na osnovu težinskih faktora (hibridni model)

Uvođenje težinskih faktora, posebno ponderisanje apsolutnih tokova primenom interkonektivne obračunske cene, može prevazići slabosti metode apsolutnog korišćenja u oskudnom davanju signala, jer bi udeo TSO-a u prihodu zavisio i od vrednosti zagušenja izazvanog komercijalnim transakcijama preko interkonektivnih vodova. Predloženi hibridni model deluje kao dobro međurešenje, po kome se uvažavaju zagušena mesta, kao i drugi nezagušeni interkonektivni vodovi, ali zahtevaju dodatnu razradu. Sugerirše se kombinacija predstavljenih modela za raspodelu uz primenu težinskih faktora.

5. PRIMENA KOORDINISANE AUKCIJE U REGIONU JUGOISTOČNE EVROPE

Većina operatora prenosnog sistema jugoistočne Evrope učestvovalo je u projektu simulacije primene koordinisanih aukcija zasnovanih na fizičkim tokovima snaga ("dry-run"), počev od januara 2006. godine.

U mesecu martu 2008. godine, čiji su rezultati ovde prikazani, učestvovalo je 8 TSO-ova. Regionalni model načinjen je slanjem odgovarajućih nacionalnih modela za treću sredu u mesecu martu, njihovim spajanjem i harmonizacijom u zajednički usaglašen model. Proračun tehničkih parametara aukcije je izvršen u skladu sa metodom maksimalnog toka.

U okviru ove aukcije poslato je ukupno 29 ponuda od strane dva trgovca prenosnim kapacitetima. 4 ponude su u potpunosti odbijene, 24 ponude u potpunosti prihvaćene, dok je jedna ponuda delimično prihvaćena. Na osnovu referentne cene (6 n.j./MWh, definisane na osnovu poslednje prihvaćene ponude), određene su cene poravnanja za ostale ponude. Vrednost svake ponude, dobijena je množenjem cene poravnanja sa 744 (24*31). Ukupna vrednost svih ponuda za mesec mart 2008. bila je 3,292,988.64 n.j.

Rezultati probne primene koordinisane aukcije zasnovane na Maxflow pristupu koji su prikazani u tabeli 1 potvrdili su visok procenat odobrenih kapaciteta (88%) i veliku sigurnost mreže.

Tabela 1. Brojčani prikaz odobrenih kapaciteta

	Broj ponuda	Prihvaćene (delimično/potpuno)	Zahtevani kapacitet MW	Odobreni kapacitet MW
Mart 2008	29	25 (86 %)	1622	1426 (88 %)

Analize mreže izvršene na osnovu rezultata aukcije pokazale su da je očuvan visok nivo sigurnosti, a u isto vreme je omogućena velika iskoristivost mrežnih kapaciteta.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu razmatranja prikazanih u ovom radu može se zaključiti da se primenom metode koordinisane aukcije prenosnih kapaciteta postojeći i raspoloživi prenosni kapaciteti interkonektivnih dalekovoda, koji predstavljaju oskudni resurs u uslovima deregulacije elektroenergetskog sektora i intenzivnih međudržavnih razmena električne energije, optimalno koriste, uz zadovoljenje postavljenih kriterijuma i uz poštovanje osnovnih ekonomskih (tržišnih) načela. Ova metoda na adekvatan način odgovara izazovima slobodnog tržišta. Kao i svaki drugi sofisticirani mehanizam, u koji je pritom uključen i veći broj zemalja, koordinisana aukcija zahteva visok nivo saradnje i koordinacije između TSO-ova kod definisanja zajedničkih procedura, da bi one nesmetano i funkcionisale.

7. LITERATURA

- [1] *** "Co-ordinated Auctioning- A market based method for transmission capacity allocation in meshed networks", ETSO Publication of April 2001. Brussels, Belgium 2001.
- [2] Technical Requirement Specification- Central Allocation Office CEE", Siemens, April, 2009.
- [3] M. Apostolović, I. Školjčević, "Aspekti praktične primene metode koordinisane aukcije prenosnih kapaciteta zasnovane na tokovima snaga", *Elektroprivreda*, vol. 57, br. 2, str. 9-25, 2006. ***
- [4] *** "Coordinated flow-based auctions in South-East Europe: Determination of transmission capacities with line-wise Maximum Flow approach", Explanatory Paper of South East European TSOs with support of consultants, 29 January, 2008.
- [5] *** "Flow-based Coordinated Auction- Dry-Run in SEE-Region", ETSO Publication of June, 2006. Brussels, Belgium 2001.

Kratka biografija:



Maja Novković rođena je u Bačkoj Topoli 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetika odbranila je 2009.god.



Andrija Sarić rođen je 1962. godine. Diplomirao na energetskom odseku Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu 1988. godine, magistrirao 1992. godine iz oblasti distributivnih mreža. Doktorsku disertaciju odbranio 1997. godine na istom fakultetu iz oblasti primene metoda veštačke inteligencije u elektroenergetskim sistemima.



JEDNO REŠENJE PROBLEMA AUTOMATSKOG GENERISANJA ARHITEKTURE POSLOVNIH APLIKACIJA

ONE SOLUTION TO AUTOMATIC CONSTRUCTION OF BUSINESS APPLICATION ARCHITECTURE

Darko Matešić, Branko Perišić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je programski paket za automatizaciju procesa projektovanja arhitekture programskih sistema za podršku poslovnim aplikacijama na bazi modela šeme baze i proširivog skupa pravila i/ili šablona za generisanje arhitekture aplikacije.

Abstract – In this article one solution to automatic construction of business application architecture, based on Model Driven Software Development principles, is described. The solution is based on extended DataBase schema model parsing, extendable set of predefined rules and open pattern library.

Ključne reči: Softversko inženjerstvo, Modelom upravljani razvoj softvera, Brzi razvoj softvera, C#, Konstrukcija softvera, Generička rešenja

Keywords: Software engineering, Model Driven Software development, Rapid Application Development, C#, Software construction, Generic Solutions

1. UVOD

Tokom istorije softverskog inženjerstva razvijani su i trenutno se razvijaju generacije programskih jezika, metode programiranja i softverski alati za automatizaciju konstrukcije softvera. Za probleme, koje često srećemo prilikom razvoja aplikacija, formulisana su tipska rešenja u obliku algoritama i/ili šablona (*patterns*) (arhitektonski, dizajnerski i idiomi). Većina ovih rešenja su danas dobro dokumentovana i javno dostupna u sklopu otvorenih biblioteka ili formalnih specifikacija. Savremeni programski jezici pojedinačne implementacije šablona standardno inkorporiraju u vlastite osnovne biblioteke (Pascal, C/C++, Java, C#, ...).

Izbor alata i gotovih komponenti predstavlja danas jedan od presudnih elemenata u procesu brzog razvoja složenih softverskih proizvoda. Drugi presudan element predstavlja domensko znanje (znanje o tehnologiji procesa rada u domenu primene) neophodno za projektovanje funkcionalno potpunih i operativnih rešenja. Kod poslovnih aplikacija, koje se danas najčešće oslanjaju na bazu podataka i relativno velikog broja standardizovanih formi (gradivnih elemenata korisničkog interfejsa klijentske strane) za pregled, unos i izmenu podataka, veliku pomoć predstavlja korišćenje gotovih programskih biblioteka kao i generička rešenja (standardi, podloge ili apstraktne specifikacije) odnosno polugotova

rešenja (*application frameworks*) pojedinačnih problema iz domena primene.

Standardizacija vizualnih i funkcionalnih karakteristika gradivnih elemenata arhitekture poslovnih aplikacija su se u praksi pokazala kao efikasna platforma za kreiranje velikog broja formi za pregled, unos i izmenu podataka poslovnih aplikacija, upravo zbog sličnosti u izgledu formi i operacija nad pojavama tipova entiteta koje one podržavaju. Generička rešenja ovog tipa predstavljaju osnovu programskog paketa za podršku generisanju arhitekture poslovnih aplikacija koji je opisan u ovom radu. Princip generičnosti nije iskorišćen samo za kreiranje formi za pregled, unos i izmenu podataka već i za kreiranje menija, izveštaja, dijaloga izveštaja, lokalizaciju aplikacije i *undo/redo* operacija, čime je stvorena podloga za automatizaciju procesa generisanja kako gradivnih elemenata tako i sklopova arhitekture poslovnih aplikacija.

Za razvoj konkretnog rešenja korišćeno je razvojno okruženje *Microsoft Visual Studio 2005 Express Edition* dok je programski kod aplikacije napisan na programskom jeziku C#. Za pokretanje aplikacije je potreban i dovoljan *Microsoft .NET Framework v2.0* dok je u eksploatacionom ambijentu potrebno imati instaliran neki od sledećih podržanih sistema za upravljanje bazama podataka: *Microsoft SQL Server 2000/2005/2008*, *Microsoft SQL Server 2005/2008 Express Editions*, *Microsoft SQL Compact Edition v3.5*, *Postgre SQL 7.x/8.x* (potrebna biblioteka *Npgsql v2.0*).

1.1. Microsoft Visual Studio Express

Visual Studio Express [1] je besplatno integrisano razvojno okruženje (*IDE*) kompanije *Microsoft* koje je namenjeno osobama koji se ne bave edukativnim razvojem softvera na profesionalan način. *Visual Studio Express* predstavlja nepotpunu verziju komercijalne aplikacije *Visual Studio* i u odnosu na komercijalnu verziju ne podržava pregled i izmenu podataka za udaljene baze podataka, ne podržava *plugin*-ove, nema 64-bitni kompajler, nema dizajnera klasa kao i veći broj drugih alata. Pored ovog, sistem pomoći ne koristi punu *MSDN* biblioteku već *MSDN Express* biblioteku. Takođe za razliku od komercijalne verzije kod koje se jedno *IDE* okruženje koristi za sve podržane programske jezike, kod *express* verzije za svaki programski jezik se instalira zasebno *IDE* okruženje. U zavisnosti od programskog jezika za koji je namenjen, *Visual Studio Express* dolazi u četiri verzije:

1. *Microsoft Visual Basic Express*
2. *Microsoft C++ Express*
3. *Microsoft C# Express*
4. *Microsoft Web Developer Express*

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Branko Perišić, vanred.prof.

1.2. Programski jezik C#

C# [2] spada u grupu savremenih programskih jezika prvi put najavljen od strane Microsoft-a 2001. godine. Spada u grupu objektno orijentisanih, strogo tipiziranih programskih jezika i po sintaksi je sličan jezicima C++ i Java. Koristi se za razvoj desktop i web aplikacija kao i za ugrađene (*embedded*) sisteme. Dok se Java kompajlira tj. prevodi u byte-code koji se zatim pokreće u virtuelnoj mašini, C# se prevodi u CLI (Common Language Infrastructure) koji se takode izvršava u virtuelnoj mašini. Microsoft je svoju implementaciju CLI-a nazvao Microsoft .NET Framework koja je, u trenutku pisanja ovog teksta, dostupna u verziji 3.5. Osnovni nedostatak ove implementacije je to što je dostupna samo za Windows operativne sisteme. Jedno moguće rešenje ovog problema portabilnosti je open source implementacija CLI-a pod nazivom Mono koja se isporučuje sa vlastitim kompajlerom za C#.

1.3. Rapid Application Development

Rapid Application Development (RAD) [3] predstavlja metodologiju razvoja softvera oslonjena na brzu izradu prototipa. Korišćenjem strukturiranih tehnika članovi razvojnog tima prvo kreiraju preliminarne modele podataka i modele poslovnog procesa. Izrada prototipa na osnovu ovih modela omogućava sistem analitičarima i korisnicima da usavrše postojeće modele podataka i procesa. Ciklusi dorade modela i izrade prototipova se ponavljaju dok se ne ispune zahtevi poslovnog sistema. Ovakav način razvoja softvera može dovesti i do kompromisnih rešenja što se tiče funkcionalnosti, drugim rečima da se podrška nekim zahtevima odgodi do naredne faze, u cilju bržeg razvoja funkcionalnog rešenja.

Termin Rapid Application Development je prvi put korišćen 1991. god. od strane Džejmsa Martina koji ga je opisivao kao iterativni razvoj uz oslonac na prototipove. Danas se ovaj termin, i njegov akronim RAD, koriste u širem spektru koji obuhvata razne tehnike čiji je cilj ubrzavanja razvoja softvera, kao što je korišćenje gotovih softverskih paketa, radnih okvira i alata.

2. OPIS PROGRAMSKOG PAKETA

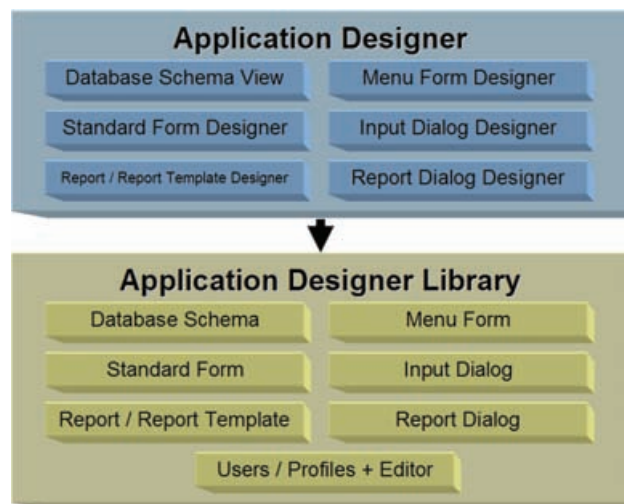
Programski paket, opisan u ovome radu, je projektovan kao nadogradnja koncepta standardne (generičke) forme koja je izučavana u okviru predmeta Poslovna informatika na studijskom programu Primenjena informatika. Postavljen je cilj razvoja RAD-alata koji omogućava automatizaciju generisanja celokupne poslovne aplikacije na osnovu proširenog fizičkog modela šeme baze podataka. Krajnji rezultat rada alata je poslovna aplikacija koja se instalira i pokreće nezavisno od alata kao poseban proces.

Pored standardne forme u okviru ove aplikacije su, po sličnim principima, kreirani izveštaji, dijalozi izveštaja i forme menija. Svaki od ovih podsistema funkcioniše tako što im se prosleđuju grupe parametara koje opisuju njihov izgled i ponašanje. Ovi parametri se nazivaju meta-podaci uskladišteni u XML formatu i predstavljaju resurse jednog projekta RAD-alata i resurse buduće poslovne aplikacije. Za sve ove resurse tj. meta-podatke su kreirani vizuelni dizajneri koji omogućavaju projektantu izmenu i testiranje meta-podataka u cilju optimizovanja vizualnih i

funkcionalnih karakteristika gradivnih elemenata arhitekture. U okviru alata su uključeni generatori standardnih formi i izveštaja koji omogućavaju brzo i jednostavno kreiranje i održavanje meta-podataka. Resursi na kraju postaju ili deo same poslovne aplikacije ili se mogu čuvati u namenskoj tabeli u sklopu baze podataka konkretne poslovne aplikacije.

2.1. Arhitektura aplikacije

Aplikacija je podeljena u dva dela: dizajner i biblioteka dizajnera. Glavni podsistemi aplikacije su prikazani na Slici 1:

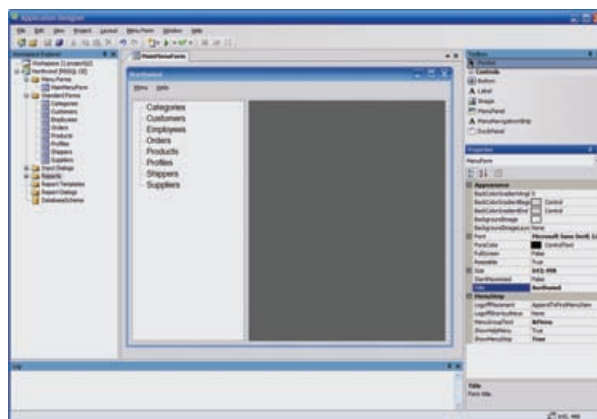


Slika 1. Arhitektura aplikacije

U biblioteku su uključena sva generička rešenja, pomoćne klase i metode a sama biblioteka se povezuje sa poslovnim aplikacijama koje RAD-alat generiše i koje su, skoro u potpunosti, rukovođene meta-podacima. Za akcije, koje se ne mogu obezbediti generičkim rešenjima, omogućeno je pisanje posebnog programskog koda u sklopu generisanog C# projekta za Microsoft Visual Studio 2005.

3. APLIKACIJA

Kao uzor za formiranje izgleda aplikacije je uzet sam Microsoft Visual Studio. Da bi se dobio izgled IDE okruženja sa plutajućim prozorima iskorišćena je open source komponenta DockPanel Suite.



Slika 2. Glavni prozor aplikacije

U ove plutajuće prozore spadaju: Workspace Explorer (pretraživač radnog prostora koji prikazuje trenutno otvorene projekte i njegove resurse), Toolbox (panel sa

alatima koji prikazuje komponente koje se mogu dodavati u trenutno prikazanom dizajneru resursa), Properties (svojstva trenutno selektovane komponente u jednom od dizajnera resursa), Log (prozor u kojem se ispisuju povratne informacije aplikacije kao odgovor na pojedine operacije kao što su testiranje resursa, kompajliranje projekta i sl.).

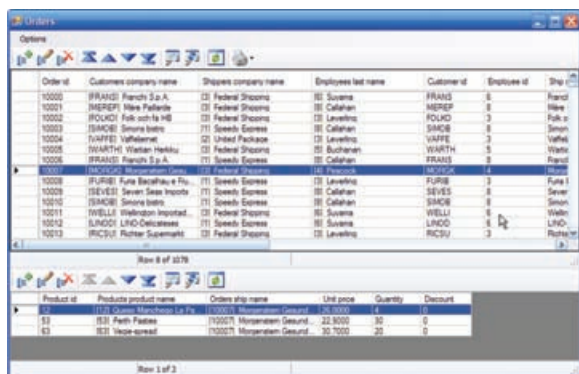
Svaki projekat se sastoji od 7 različitih tipova resursa: šema baze podataka, standardna forma, dijalog unosa, izveštaj, šablon izveštaja, dijalog izveštaja i forma menija. Za svaki od ovih tipova resursa se može kreirati veći broj resursa osim šeme baze podataka koja je jedinstvena na nivou projekta.

3.1. Šema baze podataka

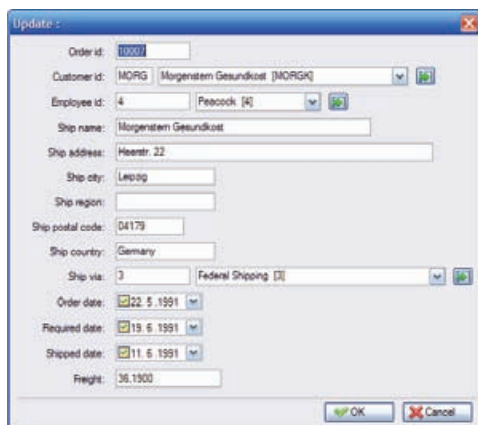
Šema baze podataka se sastoji od meta-podataka koji opisuju fizičku šemu baze podataka za koju se kreira poslovna aplikacija. Ukoliko je došlo do izmene u fizičkoj šemi u toku razvoja poslovne aplikacije ova izmena će biti detektovana ili po sledećem otvaranju projekta ili pri pokušaju kompajliranja projekta ili na zahtev korisnika da se proverí ažurnost šeme. Ova šema predstavlja osnovu za sve ostale resurse jer od šeme zavisi samo generisanje tih resursa kao i njihovo ponašanje.

3.2. Standardna forma i dijalog unosa

Standardna forma u ovoj aplikaciji služi za tabelarni pregled i brisanje podataka neke od tabela iz baze podataka. Unos, izmena i pregled pojedinačnog reda table se vrši preko dijaloga unosa koji se vezuje za standardnu formu. Za ove tri akcije se može koristiti jedan isti dijalog ili se mogu koristiti različiti dijalozi unosa.



Slika 3. Standardna forma



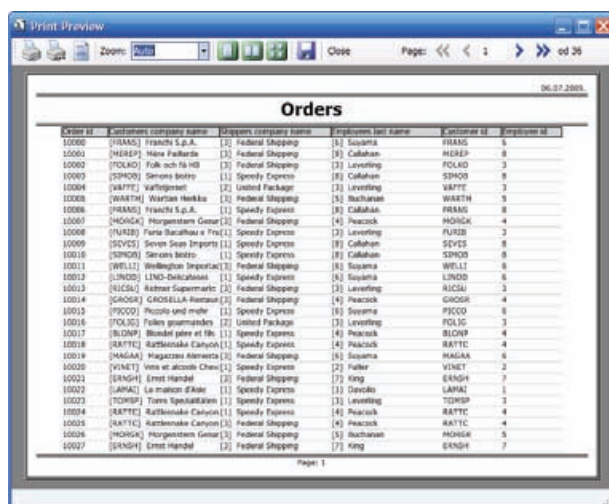
Slika 4. Dijalog unosa

Pored standardnih operacija navigacije, pretrage, unosa, izmene i brisanja, u navigacionom delu i menijima se mogu dodavati stavke koje će otvarati povezane tabele, prikazati neki konkretan izveštaj ili dijalog izveštaja ili izvršiti neki korisnički programski kod. U standardnoj formi se pored glavne tabele može prikazati do tri povezane tabele za koje važe ista pravila kao i za glavnu tabelu.

Za standardne forme i dijaloge unosa je kreiran generator standardnih formi koji, na osnovu zadatih parametara, kreira potreban broj potpuno operativnih gradivnih elemenata arhitekture poslovne aplikacije (standardnih formi i dijaloga unosa).

3.3. Izveštaji

Za potrebe kreiranja izveštaja nije korišćeno eksterno rešenje već je kreiran zaseban podsistem izveštavanja i adekvatan dizajner izveštaja. Isti podsistem se koristi za kreiranje dva tipa resursa: izveštaj i šablon izveštaja. Šablon izveštaja u suštini predstavlja izveštaj sa samo tri sekcije: zaglavlje strane, zaglavlje izveštaja i podnožje strane. Ovaj šablon se može koristiti za kreiranje jedinstvenog izgleda zaglavlja i podnožja strana svih izveštaja u okviru poslovne aplikacije. Kasnije ako je potrebno izmeniti neki element ovog zaglavlja dovoljno je izvršiti korekciju ovog šablona i izmena će biti vidljiva na svim izveštajima koji referenciraju ovaj šablon izveštaja.

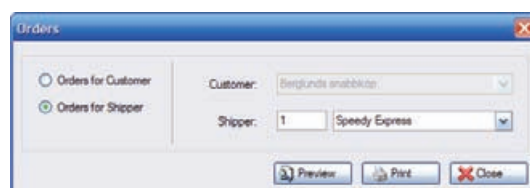


Slika 5. Izveštaj

Kreiranje izveštaja je u velikoj meri olakšano generatorom izveštaja. Ovim generatorom je moguće kreirati samo jedan izveštaj zadavanjem parametara kao što su tabela za koju se izveštaj kreira i kolone koje treba prikazati.

3.4. Dijalog izveštaja

Dijalog izveštaja predstavlja dijalog za pregled štampe i samu štampu većeg broja izveštaja.

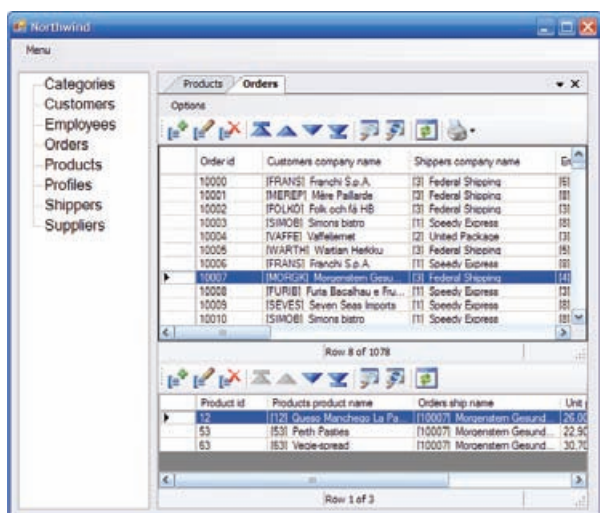


Slika 6. Dijalog izveštaja

Pored spiska izveštaja u dijalogu se nalaze komponente koje služe za unos vrednosti parametara izveštaja.

3.5. Forma menija

Forma menija predstavlja glavnu formu koja se aktivira po pokretanju poslovne aplikacije. Iz ove forme korisnik može da otvara standardne forme, dijaloge unosa, dijaloge izveštaja, podešavanja izveštaja, pomoć, forme iz C# projekta poslovne aplikacije ili da se izvrši neki korisnički programski kod. Za formu menija nije kreiran generator u pravom smislu već se može učitati jedan od četiri predefinisana šablona izgleda forme menija.



Slika 7. Forma menija

3.6. Korisnici i korisnički profili

Sadržaj i struktura menija prikazanog u formi menija potpuno se definiše korisničkim profilom. Ovi profili se kasnije dodeljuju korisnicima poslovne aplikacije koji se prijavljuju u poslovnu aplikaciju sa svojim korisničkim imenom i lozinkom. Kada se korisnik prijavi učitava se profil koji je dodeljen korisniku a zatim se prikazuje forma menija koja je definisana za taj profil ili podrazumevana (default) forma menija za poslovnu aplikaciju. Podaci o profilima i samim korisnicima se mogu čuvati u samoj aplikaciji ili u namenskim tabelama u sklopu baze podataka poslovnog sistema. Ako se korisnici čuvaju u namenskoj tabeli onda se korisnici održavaju putem standardne forme kao i sve druge tabele, a ako se korisnici čuvaju u samoj aplikaciji onda se održavaju kao obična kolekcija putem dijaloga za izmenu kolekcija. Za ažuriranje korisničkih profila je kreiran specijalni dijalog koji se koristi bez obzira gde se profili čuvaju.

3.7. Objektni i konceptualni model baze podataka

Za kreiranje poslovne aplikacije je potrebna i dovoljna konekcija ka fizičkoj bazi, međutim može se navesti objektni ili konceptualni model baze podataka modeliran aplikacijom PowerDesigner.

Ovaj model u sebi može da nosi dodatne podatke koji se mogu iskoristiti prilikom generisanja standardnih formi, izveštaja i profila menija. Na primer, za zaglavlja kolona tabele standardne forme se umesto naziva kolone tabele može iskoristiti tekst u jednom od atributa te iste kolone u modelu, ili paketa hijerarhijska struktura klasa modela se može iskoristiti za generisanje stavki menija forme menija i sl.

4. ZAKLJUČAK

Korišćenjem aplikacije, opisane u ovom radu, je za relativno kratko vreme moguće dobiti potpuno operativnu poslovnu aplikaciju koja je: višekorisnička, obezbeđuje osnovne CRUD (create, read, update, delete) operacije i omogućava štampanje tih podataka. Kako je krajnji produkt korišćenja opisanog RAD-alata standardni C# projekat, te činjenice da se mnogobrojni događaji unutar same aplikacije mogu podržati programskim kodom koji se „ručno“ unosi, moguće je kreirati i vrlo kompleksnija poslovna rešenja sa proširenom funkcionalnošću i dopunskom poslovnom logikom.

5. LITERATURA

- [1] Microsoft Visual Studio Express, http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Express
- [2] C Sharp (programming language), [http://en.wikipedia.org/wiki/C_Sharp_\(programming_language\)](http://en.wikipedia.org/wiki/C_Sharp_(programming_language))
- [3] Rapid application development, http://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_Application_Development

Kratka biografija:



Darko Matešić rođen je u Rumi 1979. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2009. godine.



Branko Perišić rođen je u Sarajevu 1954. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1994. godine. Angažovan je na FTN u zvanju vanrednog profesora za oblasti Računarske nauke i informatika, uža naučna oblast Softversko inženjerstvo.

PLANIRANJE RAZVOJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA PRIMENOM PROGRAMSKOG PAKETA CBC (COIN-OR BRANCH AND CUT)**DISTRIBUTION NETWORK PLANNING USING CBC (COIN-OR BRANCH AND CUT) SOLVER**Goran Savčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu obrađuje se problem planiranja razvoja distributivnih mreža, formulisan u terminima mešovito celobrojnog linearnog programiranja. U cilju smanjenja kompleksnosti problema definisan je niz procedura kojima se redukuje oblast pretraživanja bez uticaja na kvalitet (optimalnost) rešenja.

Za rešavanje tako definisanog problema korišćen je jedan od najboljih nekomercijalnih programskih paketa za rešavanje mešovito celobrojnih linearnih problema, *COIN-OR Branch and Cut (CBC) Solver*. Njegove performanse su analizirane s ciljem da se odredi dimenzija problema (veličina distributivne mreže) koji se može rešiti u razumnom vremenskom periodu. Takođe, kroz sprovedena istraživanja izvršena je integracija u *DMS Softver (okruženje)*, čime se znatno unapređuje korisnost (vrednost) navedenog programskog paketa. Iako se pokazalo da su dimenzije problema koji *CBC solver* može rešavati manje od dimenzija realnih distributivnih mreža, primenom koncepta lokalnih mreža (cela mreža se na odgovarajući način deli na određen broj podmreža manjih dimenzija) omogućeno je korišćenje navedenog paketa za dobijanje kvalitetnih rešenja i u mrežama realnih dimenzija.

Abstract – The paper deals with the problem of distribution network planning formulated in terms of mixed integer linear programming. In order to reduce problem complexity, a set of procedures is defined that reduces searching area without loss of accuracy. For solving this kind of problems one of the best non-commercial mixed integer linear programming solvers is used - *COIN-OR Branch and Cut (CBC) Solver*.

Its performances were analyzed in order to determine the size of problems (size of distribution network) that can be solved in reasonable time. Also, integration of CBC solver into the DMS Software (environment) is done, which significantly improves its usefulness. Although it is shown that the dimensions of the problems that CBC solver can deal with are less than the dimensions of the real-size distribution networks, CBC enables obtaining of high-quality solutions for real size networks by introducing the local networks concept.

Ključne reči: distributivne mreže, planiranje distributivnih mreža, mešovito celobrojno linearno programiranje

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Dragan Popović.

1. UVOD

Planiranje razvoja distributivnih sistema (mreža) jedna je od najvažnijih aktivnosti u distributivnim kompanijama.

Ono treba da obezbedi dobro organizovano i ekonomično proširenje opreme i uređaja u mreži koji će zadovoljiti buduće zahteve u pogledu potrošnje električne energije uz, uvažavanje niza ograničenja (finansijskih, operativnih i sl.). Planiranje podrazumeva utvrđivanje budućih potreba sistema, uključujući tačne veličine, lokacije, međusobne veze, kao i raspored budućih proširenja u okviru distributivnog sistema.

Problemi planiranja distributivnih mreža mogu se podeliti u tri kategorije: razvoj nove distributivne mreže (tzv. planiranje „zelenih polja“), proširenje postojeće distributivne mreže i operativno planiranje [promena uklopnog stanja sistema (dnevna ili sezonska) i sl.]. Zajedničko za probleme iz sve tri kategorije je da spadaju u grupu teških kombinatornih optimizacionih problema (NP-hard). Za njihovo rešavanje je razvijen veliki broj različitih algoritama koji su detaljnije opisani u literaturi [1-5]. Karakteristike samog algoritma (brzina, tačnost kojom se problem može opisati, veličina problema koji se može rešiti i sl.) nisu jedini faktor koji određuje korisnost (vrednost) jednog alata za planiranje distributivnih mreža. Izuzetno je važno integrisati jedan takav algoritam u okruženje (sistem) koji omogućava unos svih potrebnih podataka, verifikaciju i prikaz rezultata u realnim distributivnim mrežama.

U ovom radu je problem planiranja distributivnih mreža modelovan kao problem mešovito celobrojnog linearnog programiranja. Na osnovu prirode problema, definisan je skup procedura, a na osnovu njih odgovarajući skup ograničenja, kojim se redukuje oblast pretraživanja i time smanjuje kompleksnost problema bez uticaja na kvalitet rešenja. Za rešavanje ovakvih tipova problema postoji veliki broj komercijalnih i nekomercijalnih softvera. Jedan od najboljih nekomercijalnih softvera jeste *COIN-OR Branch and Cut (CBC) Solver* [6], proizvod *COIN-OR* kompanije. Performanse ovog programskog paketa analizirane su s ciljem da se odredi veličina problema koji se može rešiti u razumnom vremenskom intervalu. Detaljan opis ovog programskog paketa i njegovih karakteristika dati su u [7]. Takođe, kroz istraživanja koja su sprovedena u radu, izvršena je integracija *CBC-a* u *DMS Softver* (softver za upravljanje realnim distributivnim mrežama), čime se znatno unapređuje korisnost (vrednost) navedenog programskog paketa. Iako se pokazalo da su dimenzije problema koji *CBC solver* može rešavati manje od dimenzija realnih distributivnih mreža,

uvođenjem koncepta lokalnih mreža [8] (cela mreža se na odgovarajući način deli na određen broj podmreža manjih dimenzija), omogućeno je korišćenje navedenog softvera za dobijanje kvalitetnih rešenja i u mrežama realnih dimenzija.

U drugom delu rada formulisan je problem planiranja distributivnih mreža u terminima mešovito celobrojnog programiranja kao i procedure kojima se može smanjiti računarska kompleksnost ovakvog problema. U trećem delu su prikazani rezultati testiranja, a u četvrtom i petom delu dati su zaključci i korišćena literatura.

2. FORMULACIJA PROBLEMA PLANIRANJA RAZVOJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Problem planiranja razvoja distributivnih mreža može se formulirati na sledeći način: potrebno je odrediti skup proširenja (pojačanja i novih konstrukcija) u distributivnoj mreži tako da buduća opterećenja i skup ograničenja (naponskih i termičkih) budu zadovoljeni uz minimalne ukupne troškove. Ovako definisan problem može se opisati (modelovati) u terminima mešovito celobrojnog programiranja na sledeći način:

$$\min z = \sum_{a \in M_E} \sum_{b \in SS_a} C_{ab} (w_{ab} + w'_{ab}) + \sum_{a \in M_F} \sum_{b \in SS_a} C_{ab} (w_{ab} + w'_{ab}), \quad (1)$$

uz uvažavanje sledećih ograničenja:

a) Ograničenje bilansa snaga (*power balance constraints*)

$$\sum_{a \in T_n} (x_a + x'_a) - \sum_{a \in F_n} (x_a + x'_a) = D_n, \quad n \in N, \quad (2)$$

b) Ograničenja kapaciteta grana (*capacity constraints*)

$$x_a - \sum_{b \in SS_a} w_{ab} x_{ab}^{\max} \leq 0, \quad x'_a - \sum_{b \in SS_a} w'_{ab} x_{ab}^{\max} \leq 0, \quad (3)$$

$$(a \in M_E \cup M_F),$$

c) Ograničenja radijalnosti (*radiality constraints*)

$$\sum_{a \in T_n} \sum_{b \in SS_a} (w_{ab} + w'_{ab}) = 1. \quad (4)$$

gde su:

C_{ab} – koeficijent troška izgradnje/dogradnje grane a na kapacitet b ,

SS_a – skup kapaciteta na koje grana a može da bude izgrađena ili dograđena,

b_E – postojeći kapacitet grane a ($a \in M_E, b_E \in SS_a$),

M_E, M_F – skup svih izgrađenih (već postojećih) i planiranih grana, respektivno,

w_{ab}, w'_{ab} – binarne promenljive ($(w_{ab}, w'_{ab}) \in \{0,1\}$) koje imaju vrednost 1 ako je postojeća grana a pod naponom ($x_a \neq 0 \vee x'_a \neq 0, a \in M_E \wedge b \in \{b_E\}$), ili ukoliko se grana a pojačava ($a \in M_E \wedge b \in (SS_a \setminus b_E)$) ili gradi ($a \in M_F \wedge b \in SS_a$), dok u svim ostalim slučajevima ove promenljive imaju vrednost 0.

Mogućnost da snaga može da teče po jednoj istoj grani u oba smera, uzeta je u obzir tako što su uvedene virtuelne grane između svaka dva čvora razmatrane mreže. Shodno tome, svaka originalna grana mreže ima svoju odgovarajuću virtuelnu granu, po kojoj protiče snaga u suprotnom smeru.

Sve promenljive koje su pridružene virtuelnim granama, u modelu su označene sa ($'$),

x_a, x'_a – snaga koja teče po grani a i njenoj odgovarajućoj virtuelnoj grani,

D_n – potrošnja u čvoru n ,

N – skup svih čvorova razmatrane mreže,

F_n – skup svih grana za koje je čvor n početni (izvorni) čvor,

T_n – skup svih grana za koje je čvor n krajni (terminalni) čvor,

x_{ab}^{\max} – termički kapacitet b grane a .

Prvi član kriterijumske funkcije (1) definiše troškove pojačanja već postojećih grana, dok drugi član definiše troškove izgradnje novih grana. Potrebno je primetiti da binarne promenljive (w_{ab}, w'_{ab}), $a \in M_E \wedge b \in \{b_E\}$ nisu uključene u kriterijumsku funkciju, jer one samo opisuju da li je postojeća grana a sa svojim trenutnim kapacitetom energizovana ili ne (tj. da li je rasklopna oprema na grani otvorena ili ne).

Modelom (1) – (4) rešava se problem planiranja u kome se minimiziraju (razmatraju) samo investicioni troškovi, bez uzimanja u obzir naponskih ograničenja, ali uz uvažavanje mogućnosti preraspodele opterećenja u mreži. Ovaj relativno jednostavan model je pogodan da bi se video koliki je „domet“ izabranog softvera (CBC), odnosno kolika je dimenzionalnost problema koji dati softver može da rešava. Ukoliko bi se pokazalo da jedan ovakav softver može da rešava probleme mešovito celobrojnog programiranja skromnih dimenzija, onda nije potrebno razmatrati kompleksnije probleme.

Ograničenja balansa snaga (2) potrebna su kako bi bio zadovoljen balans snaga u svim čvorovima razmatrane mreže. Ograničenja kapaciteta grana (3) su potrebna kako bi se osiguralo da po granama mreže ne protiče veća snaga od definisanog kapaciteta. Ograničenja radijalnosti (2.4) neophodna su da bi se održala radijalnost mreže, odnosno da se onemogući dobijanje upetljane mreže.

Problem mešovito celobrojnog programiranja opisan relacijama (1) – (4) predstavlja kompleksan kombinatorni optimizacioni problem. On spada u grupu NP-teških problema (NP-hard) kod kojih vreme rešavanja problema raste eksponencijalno s dimenzijom problema (odnosno proporcionalno sa 2^n , gde je n dimenzija problema).

Da bi se što više smanjila kompleksnost problema planiranja, iskorišćene su sve njegove specifičnosti kojima se može ostvariti redukcija kompleksnosti bez uticaja na kvalitet krajnjeg rešenja.

U nastavku su date procedure i postupci koji dovode do navedenih redukcija.

2.1. Procedure kojima se redukuje kompleksnost problema planiranja distributivnih mreža

Posmatrajući prirodu problema koji se rešava, moguće je definisati odgovarajući skup procedura i pravila i na osnovu njih odgovarajući skup ograničenja kojim se redukuje oblast pretraživanja (dopustiva oblast) i na taj način ubrzava njegovo rešavanje.

Predložene procedure jesu: ograničenja isključivosti, redukovanje broja mogućih preseka dogradnje grana u mreži, redukovanje broja virtuelnih grana u mreži i ograničavanje mogućnosti tranzita snage. U nastavku teksta detaljno su opisane navedene procedure.

2.1.1. Ograničenja isključivosti

Ograničenja isključivosti predstavljaju dodatna ograničenja koja se pišu za sve grane mreže, a koriste se da onemoguće istovremenu „prisutnost“ više različitih preseka iste grane u sklopu rešenja. Od svih celobrojnih promenljivih koje se vezuju za jednu granu mreže (uključujući i promenljive koje se vezuju za odgovarajuću virtuelnu granu), najviše jedna od njih može da bude uključena u okviru rešenja. Formulacija ovih ograničenja data je izrazom:

$$\sum_{b \in SS_a} (w_{ab} + w'_{ab}) \leq 1, \quad (a \in M_E \cup M_F), \quad (5)$$

2.1.2. Redukovanje broja mogućih preseka dogradnje grana

Ova procedura se koristi kako bi se redukovao ukupan broj mogućih preseka na koje se grane mreže mogu dograditi radi smanjenja ukupnog broja celobrojnih promenljivih posmatranog problema, jer kao što je navedeno ranije, upravo ove promenljive povećavaju kompleksnost problema i samim tim otežavaju njegovo rešavanje. Ova procedura se razvila najviše zahvaljujući prirodi problema koji se razmatra. Naime, ukoliko se pretpostavi da po prvim granama fidera (neke razmatrane mreže) protiče najveća dozvoljena snaga (koja je ograničena s presekom najvećeg mogućeg kapaciteta date grane), tada se može zaključiti da će po krajnjim granama fidera sigurno proticati znatno manje snage jer se mora zadovoljiti potrošnja snage ostalih čvorova duž fidera. Stoga, nema potrebe da postoji mogućnost dogradnje takvih grana na presek najvećeg mogućeg kapaciteta. Vodeći se ovom idejom, razvio se algoritam koji proračunava sve moguće putanje tokova snaga po svim granama mreže, kada po prvim granama fidera protiče najveća dozvoljena snaga. Na osnovu „najgore“ varijante za svaku granu (najveća vrednost snage od svih mogućih vrednosti koje su proračunate za datu granu), vrši se izbor preseka s maksimalnim kapacitetom dogradnje, a to je presek koji ima prvi veći kapacitet od tako proračunate vrednosti snage. Izborom najgore varijante se sa sigurnošću može reći da se ne može ni u kakvom slučaju javiti situacija da po jednoj grani protiče snaga koja bi bila veća od tog maksimalnog proračunatog kapaciteta. Iz matematičkog modela se eliminišu sve nepotrebne celobrojne promenljive u vidu pojedinih preseka na koje se neka grana nikada neće pojačati ili izgraditi.

2.1.3. Redukovanje broja virtuelnih grana mreže

Kao što je već ranije naglašeno, mogućnost da snaga može da teče po jednoj istoj grani u oba smera, uzeta je u obzir uvođenjem virtuelnih grana. Kao što je definisano u modelu, svakoj grani mreže odgovara jedna virtuelna grana. Virtuelna grana se može eliminisati iz modela samo u slučaju da ne postoji nikakva mogućnost da po odgovarajućoj originalnoj grani (kojoj odgovara razmatrana virtuelna grana) protiče snaga u smeru koji odgovara smeru toka snage virtuelnih grana. Stoga, razvijena je procedura koja odbacuje one virtuelne grane koje se nikada ne mogu javiti u okviru rešenja problema. Suština procedure je da se ispita da li je snaga koja je jednaka kapacitetu trenutnog preseka prve grane fidera, dovoljna za napajanje svih čvorova tog fidera do prvog račvanja na datom fideru. Ukoliko jeste, tada sve grane

razmatranog fidera do račvanja imaju samo jedan smer toka snage, pa se odgovarajuće virtuelne grane eliminišu iz modela. Nema potrebe da se ti čvorovi napajaju preko nekog drugog – susednog fidera, kad već postoji izgrađen kapacitet (jednak kapacitetu trenutnog preseka prve grane fidera), koji je dovoljan da zadovolji potrošnju u tim čvorovima, bez dogradnje i dodatnog troška. Ukoliko ova snaga nije dovoljna da se napoje svi čvorovi do prvog račvanja, tada se prvo proverava koliko se čvorova na tom fideru uopšte može napojiti s tim kapacitetom, pa se odgovarajućim granama (koje napajaju date čvorove) dodeljuje samo jedan smer toka snage, čime se odstranjuju odgovarajuće virtuelne grane.

2.1.4. Ograničavanje mogućnosti tranzita snage

Ograničavanje mogućnosti tranzita snage se definiše na sledeći način: jedan fider može da napaja potrošačke čvorove koji se nalaze na njemu samom, kao i na njegovim prvim susedima, ali ne može da bude izvor napajanja za potrošačke čvorove koji se nalaze na ostalim fiderima (drugim susedima, trećim susedima itd.). Po potrebi, ova ograničenja mogu se modifikovati tako da jedan fider može da napaja potrošačke čvorove trećih suseda ili nekih još udaljenijih fidera. Dodavanjem ovih ograničenja u model, smanjuje se oblast u kojoj se nalazi optimalno rešenje problema, odnosno ubrzava se rešavanje problema. Međutim, kod CBC uvođenje ovih ograničenja daje neizvesne rezultate, jer vreme rešavanja problema zavisi od izbora dodatnih ograničenja koje treba razmatrati (zavisi za koji fider se pišu ova ograničenja), kao i od redosleda upisivanja ovih ograničenja u model.

3. REZULTATI TESTIRANJA

Kao što je već naglašeno, jedan od ciljeva istraživanja jeste određivanje dimenzionalnost problema koji CBC može da reši u razumnom vremenskom intervalu. U procesu testiranja određeno je da ovaj vremenski interval iznosi 15 minuta. Ukoliko CBC ne pronađe optimalno rešenje u okviru ovog vremenskog intervala, dalje rešavanje problema se prekida. Tokom testiranja se došlo do zaključka da CBC može uspešno da rešava probleme od oko 700 promenljivih (od toga je oko 500 celobrojnih promenljivih) unutar ovog definisanog vremenskog intervala.

U tabeli 1. dati su rezultati primene CBC na probleme distributivnih mreža raznih dimenzija, kada se koristi osnovni model (relacije (2.1) – (2.4)), tj. bez upotrebe dodatnih ograničenja. Kolone *Čv*, *Gr*, *BrPr*, *BrCelPr*, *BrOg*, *Vreme* i *KritFja* u tabeli pokazuju: broj čvorova mreže koja se razmatra, broj grana mreže koja se razmatra, ukupan broj promenljivih problema, ukupan broj celobrojnih promenljivih problema, ukupan broj ograničenja problema, potrebno vreme rešavanja problema i vrednost kriterijumske funkcije rešenja problema, respektivno.

Tabela 1. – Rezultati testiranja na osnovnom modelu

Čv	Gr	BrPr	BrCelPr	BrOg	Vreme	KritFja
80	95	730	550	430	781	1224.6
114	136	1055	799	612	limit	-
156	190	1358	996	865	limit	-

Nakon proširenja osnovnog modela, odnosno nakon primene ograničenja isključivosti, procedure kojom se redukuje broj virtuelnih grana, kao i procedure kojom se

redukuje broj preseka dogradnje (definisanih u paragrafu 2.1) dobijeni su rezultati prikazni u tabeli 2.

Tabela 2. – Rezultati testiranja na proširenom modelu

Čv	Gr	BrPr	BrCelPr	BrOg	Vreme	KritFja
80	95	351	219	365	18	1224.6
114	136	475	303	505	144	1507.1
156	190	642	402	682	186	2468.6

Dobijeni rezultati pokazuju da primena navedenih procedura omogućuje rešavanje problema većih dimenzija u zadatom vremenskom okviru, odnosno da ubrzava proces rešavanja bez uticaja na kvalitet konačnog rešenja. Potrebno je naglasiti da je procedura kojom se zabranjuje tranzit snage na fidere koji nisu susedni, pokazala određenu nekonzistentnost (broj generisanih ograničenja i vreme rešavanja nisu u korelaciji). Zbog toga se odustalo od njene daljne primene.

Radi testiranja CBC na realnim distributivnim mrežama ovaj optimizacioni paket je integrisan u sistem za upravljanje realnim distributivnim mrežama, *DMS Softver* [9]. Time je omogućen automatizovan (jednostavan i tačan) unos velikog broja ulaznih podataka koji su neophodni za formiranje optimizacionog modela. Takođe, zbog izuzetno velike dimenzionalnosti realnih distributivnih mreža (njihove dimenzije su za red veličine veće od dimenzija datih u tabeli 2), za njihovo rešavanje je primenjen koncept lokalnih mreža [8]. Ovaj koncept se zasniva na podeli mreže velikih dimenzija (kakve su realne distributivne mreže) na nekoliko manjih mreža, koje se rešavaju redom jedna po jedna, a njihovo rešavanje je koordinisano (vođeno) odgovarajućim algoritmom [8]. U okviru ovoga koncepta CBC se koristi za rešavanje svakog pojedinačnog potproblema (lokalne mreže). U navedenom okruženju CBC je iskorišćen za rešavanje problema planiranja distributivnih mreža sa preko 1000 čvorova [10]. Probleme ove veličine CBC nije uspeo da reši bez primene koncepta lokalnih mreža. Nakon podele originalne mreže na lokalne mreže CBC je uspešno rešio razmatrani problem. Pri tome su potproblemi (lokalne mreže) koje je CBC uspešno rešavao imali dimenzije od 360 čvorova i 400 grana, odnosno preko 1000 celobrojnih promenljivih i 1700 ograničenja [9]. Detaljni rezultati rešavanja problema planiranja u realnim distributivnim mrežama dati su u [9].

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazano je rešavanje problema planiranja distributivnih mreža definisanog u terminima mešovito celobrojnog linearnog programiranja. Na osnovu prirode problema koji se rešava, generisan je skup ograničenja kojima se smanjuje oblast pretraživanja (kompleksnost problema) bez uticaja na kvalitet (optimalnost) krajnjeg rešenja. Za rešavanje tako definisanog problema korišćen je nekomercijalni programski paket za rešavanje mešovito celobrojnih linearnih problema – CBC (Coin-OR Branch and Cut). Ovaj paket je integrisan u sistem za upravljanje realnim distributivnim mrežama, *DMS Softver*. Time je omogućeno testiranje performansi CBC na problemima realnih distributivnih mreža.

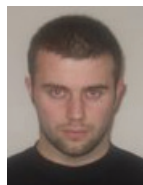
Rezultati testiranja su pokazali da probleme planiranja realnih distributivnih mreža CBC ne može da reši u razumnom vremenskom periodu.

Zbog toga je primenjen koncept lokalnih mreža u okviru kojeg se jedna mreža velikih dimenzija na odgovarajući način deli na nekoliko manjih mreža. Zatim se svaka od lokalnih mreža, koristeći CBC, rešava posebno. Dobijeni rezultati su pokazali da se na predloženi način mogu dobiti kvalitetna rešenja problema planiranja u realnim distributivnim mrežama.

5. LITERATURA

- [1] T. Gonen, I. Ramirez-Rosado, "Review of distribution system planning models: a model for optimal multi-stage planning", IEE Proc-C, vol. 133, no. 7, (1986), 397-408.
- [2] H. L. Willis, H. Tram, M. V. Engel, L. Finley, "Selecting and applying distribution optimization methods", IEEE Computer Applications in Power, (1996), 12-17.
- [3] S. K. Khator, L. C. Leung, "Power distribution planning: a review of models and issues", IEEE Trans. on Power Systems, vol. 12, no. 3, (1997), 1151-1159.
- [4] H. L. Willis, "Power distribution planning reference book", Marcel Dekker Inc., New York, (1997).
- [5] M. Vaziri, K. Tomsovic, T. Gonen, "Distribution expansion problem revisited - Part I: Categorical analysis and future directions", Proc. Int. Assoc. Science and Technology for Development, Marbella, Spain, (2000), 283-290.
- [6] <http://scip.zib.de/>
- [7] <http://www.coin-or.org/Cbc/cbcuserguide.html>
- [8] Ž. N. Popović, D. S. Popović, "A Novel Decomposition Procedure for Distribution Network Planning", in *Proceedings of the 38th Universities Power Engineering Conference UPEC 2003*, (2003).
- [9] DMS Softver – Softver za vođenje tehničkih poslova distributivnih preduzeća; proizvod Telvent DMS d.o.o. za elektroenergetski inženjering Novi Sad, 2008.
- [10] Goran Savčić, "Planiranje razvoja distributivnih mreža primenom programskog paketa CBC (Coin-OR Branch and Cut), Diplomski-Master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, (2009).

Kratka biografija:



Goran Savčić rođen je u Somboru, 1984. godine. Završio je gimnaziju u Apatinu 2003. godine. Iste godine se upisao na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu. Diplomski – master rad, na Fakultetu tehničkih nauka, iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi, odbranio je 2009. godine.

MATRICE ADMITANSI NEURAVNOTEŽENIH MREŽA NODAL ADMITTANCE MATRICES OF UNBALANCED NETWORKS

Dario Trivunović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu se obrađuju linearni matematički modeli neuravnoteženih elektroenergetskih mreža, sa uključenim mešovitim mrežama koje se sastoje od trofaznih, dvofaznih i monofaznih delova. Na te modele, napisane saglasno s metodom nezavisnih napona, direktno ili indirektno naslanjaju se dva najvažnija proračuna tih mreža – proračuni tokova snaga i proračuni kvarova. Poseban akcenat je stavljen na matricu admitansi kao ključnom delu tih modela. Ta matrica se za uravnotežene mreže, koje su prevedene u domen simetričnih komponenti i domen relativnih vrednosti, generiše trivijalno. U ovom radu je pokazano da: 1) ako se parametri neuravnoteženih mreža tretiraju na nivou njihovih višefaznih elemenata a ne monofaznih rednih i otopnih admitansi i 2) ako se modeli elemenata neuravnotežene mreže napišu matricno, saglasno s metodom nezavisnih napona, onda matrice admitansi neuravnoteženih mreža, u faznom domenu, ipak mogu da se generišu trivijalno.

Abstract – The paper deals with linear mathematical models of unbalanced power networks, which include mixed networks too (networks which consist of three-, two- and single-phase parts). The two most important calculations of power networks – load flow and faults – are directly or indirectly based on these models stated in accordance with network nodal equations. The special accent is put on nodal admittance matrix, which is the fundamental part of these models. When balanced networks are considered in sequence and relative value domains, their admittance matrices are trivially generated. This paper proves that: 1) if parameters of unbalanced networks are treated synthetically – on the level of their polyphase elements and not on the level of series and shunt single-phase admittances and 2) if models of unbalanced network elements are stated in matrix form, in accordance with the nodal equations, the admittance matrices of unbalanced networks in phase domain can still be generated trivially.

Ključne reči: elektroenergetska mreža, neuravnotežena mreža, metod nezavisnih napona, matrica admitansi.

1. UVOD

Proračuni stacionarnih režima (proračuni tokova snaga) i proračuni naizmjenične komponente režima s kratkim spojevima i/ili prekidima faza (proračuni kvarova), dva su osnovna proračuna elektroenergetskih – prenosnih i distributivnih mreža elektroenergetskih sistema (mreže u daljem tekstu). Obe vrste proračuna predstavljaju osnovu za veliku većinu ostalih proračuna tih mreža.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Vladimir Strezoski.

Oba proračuna su zasnovana na linearnim modelima saglasnim s metodom nezavisnih napona, odnosno na matrici admitansi mreža [1]:

$$\hat{\mathbf{I}} = \hat{\mathbf{Y}}\hat{\mathbf{U}}, \quad (1.1)$$

pri čemu su korišćene oznake:

$\hat{\mathbf{I}}$ – vektor injektiranih struja čvorova,

$\hat{\mathbf{U}}$ – vektor napona čvorova,

$\hat{\mathbf{Y}}$ – kvadratna matrica admitansi mreže.

Tri moguće fundamentalne osobine matrice admitansi mreža jesu [2]:

1. Trivijalno generisanje,
2. Simetrija,
3. Retkost.

Prva od tih osobina – trivijalno generisanje – od suštinskog je interesa za ovaj rad. Trivijalno generisanje matrice admitansi remete: 1) elektromagnetske sprege koje se pojavljuju između faza praktično svih trofaznih elemenata mreža i 2) idealni transformatori koji se pojavljuju u ekvivalentnim šemama transformatora. Trofazna uravnotežena mreža, čiji je model preveden u domen simetričnih komponenti [2, 3], može da se tretira preko tri pogonske (monofazne) šeme – direktnog, inverznog i nultog sledoda. Dakle, eliminisane su elektromagnetske sprege unutar svih elemenata uravnotežene mreže. Pored toga, ako se primenom Generalizovanog sistema relativnih vrednosti [4], eliminišu i idealni transformatori realnih i kompleksnih odnosa transformacije iz ekvivalentnih šema trofaznih transformatora, onda se matrica admitansi uravnotežene trofazne mreže generiše trivijalno – inspekcijom. Trivijalno generisanje matrice admitansi podrazumeva proračun elemenata te matrice koristeći se sa sledeća dva pravila [2]:

Pravilo 1. Vrednost elementa matrice admitansi na poziciji k - k (dijagonalni element) jednaka je sumi svih admitansi koje se stiču u čvoru k , $k=1, \dots, n$;

Pravilo 2. Vrednost elemenata matrice admitansi na poziciji k - i (vandijagonalni element) jednaka je admitansi između čvorova k i i s promenjenim znakom, $i=1, 2, \dots, n$; $i \neq k$ (sa n je označen broj monofaznih čvorova mreže).

Kada bi matrica admitansi posedovala osobine trivijalnog generisanja i simetrije, tada bi admitantna forma metoda nezavisnih napona bila vrlo atraktivna za analizu stacionarnih stanja mreža. Atraktivnost leži u tome da se modelovanje i obrada takvih mreža svode na modelovanje i obradu monofazne naizmjenične mreže bez elektromagnetskih sprega i transformatora. Takva mreža ima sve tri navedene fundamentalne osobine. Ekvivalentna šema takve mreže sastoji se isključivo od rednih admitansi (koje povezuju parove čvorova mreže od kojih ni jedan nije čvor referentnog potencijala) i otopnih admitansi koje povezuju čvorove mreže s čvorom referentnog – nultog potencijala ("zemlja").

Postupak za generisanje matrice admitansi takve mreže, saglasno s gore navedena dva pravila, glasi:

1. Inicijalizacija vrednosti matrice admitansi dimenzija $n \times n$; inicijalne vrednosti svih njenih elemenata jednake su nuli.

2. Obrada svih rednih admitansi – Obrada redne admitanse \hat{y}_{jk} , koja povezuje čvorove j i k , pri čemu $j, k \in \{1, 2, \dots, n\}$, $j \neq k$, sastoji se od toga da se zatečena matrica admitansi (generisana do obrade razmatrane redne admitanse):

$$\begin{bmatrix} \hat{Y}_{11} & \dots & \hat{Y}_{1j} & \dots & \hat{Y}_{1k} & \dots & \hat{Y}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \hat{Y}_{j1} & \dots & \hat{Y}_{jj} & \dots & \hat{Y}_{jk} & \dots & \hat{Y}_{jn} \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ \hat{Y}_{k1} & \dots & \hat{Y}_{kj} & \dots & \hat{Y}_{kk} & \dots & \hat{Y}_{kn} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{Y}_{n1} & \dots & \hat{Y}_{nj} & \dots & \hat{Y}_{nk} & \dots & \hat{Y}_{nn} \end{bmatrix}, \quad (1.2)$$

koriguje na sledeći način:

$$\begin{bmatrix} \hat{Y}_{11} & \dots & \hat{Y}_{1j} & \dots & \hat{Y}_{1k} & \dots & \hat{Y}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \hat{Y}_{j1} & \dots & \hat{Y}_{jj} + \hat{y}_{jk} & \dots & \hat{Y}_{jk} - \hat{y}_{jk} & \dots & \hat{Y}_{jn} \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ \hat{Y}_{k1} & \dots & \hat{Y}_{kj} - \hat{y}_{jk} & \dots & \hat{Y}_{kk} + \hat{y}_{jk} & \dots & \hat{Y}_{kn} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{Y}_{n1} & \dots & \hat{Y}_{nj} & \dots & \hat{Y}_{nk} & \dots & \hat{Y}_{nn} \end{bmatrix}, \quad (1.3)$$

3. Obrada svih otočnih admitansi – Obrada otočne admitanse \hat{y}_{kk} , koja je priključena u čvoru k , sastoji se u tome da se zatečena matrica admitansi (generisana do obrade razmatrane otočne admitanse \hat{y}_{kk}) koriguje na sledeći način:

$$\begin{bmatrix} \hat{Y}_{11} & \dots & \hat{Y}_{1j} & \dots & \hat{Y}_{1k} & \dots & \hat{Y}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \hat{Y}_{j1} & \dots & \hat{Y}_{jj} & \dots & \hat{Y}_{jk} & \dots & \hat{Y}_{jn} \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ \hat{Y}_{k1} & \dots & \hat{Y}_{kj} & \dots & \hat{Y}_{kk} + \hat{y}_{kk} & \dots & \hat{Y}_{kn} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{Y}_{n1} & \dots & \hat{Y}_{nj} & \dots & \hat{Y}_{nk} & \dots & \hat{Y}_{nn} \end{bmatrix}. \quad (1.4)$$

Težište ovog rada jeste na neuravnoteženim mrežama [5]. Eliminisanje elektromagnetnih sprega unutar elemenata tih mreža nije moguće ni u jednom domenu, a samim tim nije moguće ni trivijalno generisanje njihovih matrica admitansi na način kako je to gore opisano. Zato je uobičajeno da se modeli tih mreža razmatraju u faznom domenu (fazni domen obezbeđuje simetriju matrica admitansi), naročito kada su u pitanju mešovite (distributivne) mreže koje, pored trofaznih, imaju i dvofazne i monofazne delove. Fazni domen je korišćen i u ovom radu. Idealni transformatori u modelima trofaznih transformatora, iskazani u faznom domenu, realni su, pa se jednostavno eliminišu primenom standardnih sistema relativnih vrednosti [3].

U ovom radu će da se dokaže da, ako se elementi neuravnotežene mreže predstave na pogodan način – u odgovarajućoj matricnoj formi, onda matrica admitansi te

mreže takođe može da se generiše trivijalno. Taj dokaz predstavlja ključni momenat rada.

U drugom delu rada opisani su matematički modeli rednih i otočnih (neuravnoteženih) elemenata mreža. Oni su napisani u matricnoj formi koja omogućuje trivijalno generisanje matrica admitansi mreža. Izvođenje matematičkih modela elemenata nije dato, jer to nije predmet ovog rada. Izvođenje ovih modela detaljno je obrađeno u [6].

Treći deo je ključni deo ovog rada. U njemu je izveden postupak za generisanje matrica admitansi neuravnoteženih mreža. Tamo je dat i globalni algoritam postupka za generisanje matrice admitansi. U četvrtom i petom delu dati su zaključci i korišćena literatura.

2. MODELI ELEMENATA MREŽE

U ovom delu su prikazani matematički modeli rednih i otočnih elemenata trofazne neuravnotežene mreže. Oni su napisani u formi koja je pogodna za trivijalno generisanje matrica admitansi neuravnoteženih mreža. Pod rednim elementima se podrazumevaju transformatori i vodovi, a pod otočnim generatori, motori, kondenzatori, prigušnice itd.

2.1. Redni elementi

Opšti matematički model rednih elemenata neuravnotežene mreže, saglasan s metodom nezavisnih napona, glasi [6]:

$$\hat{\mathbf{I}}_j = \hat{y}_{jj} \hat{\mathbf{U}}_j + \hat{y}_{jk} \hat{\mathbf{U}}_k, \quad (2.1.1a)$$

$$-\hat{\mathbf{I}}_k = \hat{y}_{kj} \hat{\mathbf{U}}_j + \hat{y}_{kk} \hat{\mathbf{U}}_k, \quad (2.1.1b)$$

pri čemu su korišćene sledeće oznake:

j, k – indeksi čvorova na krajevima rednog elementa,

$\hat{\mathbf{U}}_j, \hat{\mathbf{U}}_k$ – vektori faznih napona na krajevima rednog elementa,

$\hat{\mathbf{I}}_j, \hat{\mathbf{I}}_k$ – vektori faznih struja na krajevima rednog elementa,

$\hat{y}_{jj}, \hat{y}_{jk}, \hat{y}_{kj}$ i \hat{y}_{kk} – admitantni matricni reprezentanti parametara rednih elemenata; oni su činioci (submatrice) matrice admitansi razmatranog rednog elementa.

Matricni reprezentanti rednog elementa mogu da budu dimenzija 3×3 , 2×2 i 1×1 , za trofazne, dvofazne i monofazne elemente, respektivno.

2.2. Otočni elementi

Pod otočnim elementima se podrazumevaju elementi u mreži koji su jednim krajem priključeni na mrežu a drugi kraj im je ili izolovan ili uzemljen. Ovi elementi se predstavljaju pomoću admitantnih matricnih reprezentata (matrica admitansi) dimenzija 3×3 , 2×2 i 1×1 , za trofazne, dvofazne i monofazne elemente, respektivno. Opšti matematički model rednih elemenata neuravnotežene mreže glasi [6]:

$$\hat{\mathbf{I}}_k = \hat{y}_{kk} \hat{\mathbf{U}}_k, \quad (2.2.1)$$

pri čemu su korišćene sledeće oznake:

k – indeks čvora u kojem je otočni element priključen na mrežu,

$\hat{\mathbf{I}}_k$ – vektor struja injektiranih iz čvora k u otočni element,

$\hat{\mathbf{U}}_k$ – vektor faznih napona čvora k ,

\hat{y}_{kk} – matrica admitansi otočnog elementa.

Model (2.2.1) obuhvata i pasivizirani model sinhronih mašina, što je sasvim dovoljno sa aspekta matrica admitansi mreže na koju su ti otočni elementi priključeni.

3. LINEARAN MODEL MREŽE – MATRICA ADMITANSI

Linearan matematički model (neuravnotežene) mreže, napisan saglasno s metodom nezavisnih napona, u matricnom obliku, dat je relacijom (1.1).

Relaciji (1.1) može da se da sledeća razvijena forma:

$$\begin{bmatrix} \hat{\mathbf{I}}_1 \\ \vdots \\ \hat{\mathbf{I}}_k \\ \vdots \\ \hat{\mathbf{I}}_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{Y}}_{11} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{1k} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{\mathbf{Y}}_{k1} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{kk} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{kN} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{\mathbf{Y}}_{N1} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{Nk} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{U}}_1 \\ \vdots \\ \hat{\mathbf{U}}_k \\ \vdots \\ \hat{\mathbf{U}}_N \end{bmatrix}, \quad (3.1)$$

pri čemu su korišćene oznake:

N – broj čvorova mreže; oni su generalno različite faznosti (3, 2 ili 1); tako, dimenzije vektora injektiranih struja i napona mogu najviše da budu $3N \times 1$, a matrice admitansi $3N \times 3N$, kada bi svi čvorovi mreže bili trofazni; u tom broju nije uključena zemlja;

$\hat{\mathbf{I}}_i$ – subvektor injektiranih struja u čvoru i ($i=1, 2, \dots, N$), koji može da bude dimenzija 3×1 , 2×1 i 1×1 , za trofazne, dvofazne i monofazne čvorove;

$\hat{\mathbf{U}}_i$ – subvektor faznih napona čvora i ($i=1, 2, \dots, N$), koji može da bude dimenzija 3×1 , 2×1 i 1×1 , za trofazne, dvofazne i monofazne čvorove;

$\hat{\mathbf{Y}}_{ij}$ – submatrica matrice admitansi mreže na poziciji $i-j$ ($i, j=1, 2, \dots, N$); njene dimenzije odgovaraju faznostima čvorova između kojih se nalazi.

Ako se parametri neuravnoteženih mreža tretiraju na nivou njihovih višefaznih elemenata a ne monofaznih rednih i otočnih admitansi i ako se modeli elemenata napišu matricno, saglasno s metodom nezavisnih napona, onda matrice admitansi neuravnoteženih mreža ipak mogu da se generišu trivijalno. To se pokazuje u narednom paragrafu.

3.1. Postupak generisanja matrice admitansi

Postupak generisanja matrice admitansi sastoji se od sledećih koraka:

Korak 1 – Određivanje dimenzije, strukture i inicijalizacija matrice admitansi;

Korak 2 – Obrada rednih elemenata;

Korak 3 – Obrada otočnih elemenata.

3.1.1. Korak 1

Struktura i dimenzija matrice admitansi određuju se na osnovu broja čvorova mreže i njihove faznosti. Dimenzija matrice admitansi (broj vrsta i kolona) jednaka je zbiru faznosti svih čvorova razmatrane mreže. Kao što je već rečeno, ona može da bude najviše $3N \times 3N$ (kada bi svi čvorovi mreže bili trofazni).

Struktura matrice admitansi takođe se određuje na osnovu faznosti čvorova. Ona može da se vidi u relaciji (3.1). Iz te relacije može da se zaključi da se matrica admitansi mreže sastoji od $N \times N$ submatrica koje mogu da budu različitih dimenzija. Dakle, struktura matrice admitansi mreže određena je strukturom submatrica od kojih se sastoji.

Inicijalne vrednosti svih elemenata matrice admitansi jednake su nuli. Odnosno, zatečena matrica admitansi na početku njenog generisanja jeste nulta matrica. Te vrednosti se koriguju obradom svih (rednih i otočnih) elemenata mreže. Korekcije su opisane u dva naredna koraka.

3.1.2. Korak 2

Prilikom obrade rednog elementa priključenog između čvorova j i k , zatečena (do tada generisana) matrica admitansi mreže popunjava se tako što joj se dodaju submatrice koje opisuju taj element. Svaki redni element opisuje se pomoću četiri submatrice $\hat{\mathbf{y}}_{jj}$, $\hat{\mathbf{y}}_{jk}$, $\hat{\mathbf{y}}_{kj}$ i $\hat{\mathbf{y}}_{kk}$ (2.1.1a) i (2.1.1b). Te submatrice mogu da budu dimenzija 3×3 , 2×2 i 1×1 .

Trofazni redni element

Nakon obrade trofaznog rednog elementa koji se nalazi između čvorova j i k , zatečena matrica admitansi mreže koriguje se na sledeći način:

$$\begin{bmatrix} \hat{\mathbf{Y}}_{11} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{1j} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{1k} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{\mathbf{Y}}_{j1} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{jj} + \hat{\mathbf{y}}_{jj} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{jk} + \hat{\mathbf{y}}_{jk} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{jN} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{\mathbf{Y}}_{k1} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{kj} + \hat{\mathbf{y}}_{kj} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{kk} + \hat{\mathbf{y}}_{kk} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{kN} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{\mathbf{Y}}_{N1} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{Nj} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{Nk} & \cdots & \hat{\mathbf{Y}}_{NN} \end{bmatrix}, \quad (3.1.2.1)$$

(3.1.2.1)

pri čemu, kada bi se elementi $\hat{\mathbf{y}}_{jj}$, $\hat{\mathbf{y}}_{jk}$, $\hat{\mathbf{y}}_{kj}$ i $\hat{\mathbf{y}}_{kk}$ anulirali,

dobila bi se matrica admitansi mreže generisana obradom svih elemenata do razmatranog rednog elementa – zatečena matrica admitansi mreže. Na osnovu toga, može da se ustanovi da prilikom obrade rednog elementa, zatečena matrica admitansi mreže menja se na sledeći način:

- njenoj submatrici koja se nalazi na poziciji $j-j$ dodaje se prva submatrica iz relacije (2.1.1a),
- njenoj submatrici koja se nalazi na poziciji $j-k$ dodaje se druga submatrica iz relacije (2.1.1a),
- njenoj submatrici koja se nalazi na poziciji $k-j$ dodaje se prva submatrica iz relacije (2.1.1b),
- njenoj submatrici koja se nalazi na poziciji $k-k$ dodaje se druga submatrica iz relacije (2.1.1b).

Dvofazni i monofazni redni element

Sve što je opisano za obradu trofaznog rednog elementa, važi i za obradu dvofaznog i monofaznog rednog elementa, s tim što se kod dvofaznog i monofaznog rednog elementa nailazi na problem kod sabiranja submatrica elemenata i submatrica matrice admitansi mreže, jer one mogu da budu različitih dimenzija. To se događa kada se obrađuje element čija faznost nije jednaka s faznošću bar jednog od čvorova između kojih je priključen. Faznost elementa nikada ne može da bude veća od faznosti čvora na koji se element priključuje. Zbog toga, pre sabiranja, neophodno je da se submatrice elementa svedu na dimenzije submatrica matrice admitansi mreže s kojima se sabiraju. Submatrice koje opisuju dvofazni (monofazni) redni element $\hat{\mathbf{y}}_{jj}$, $\hat{\mathbf{y}}_{jk}$, $\hat{\mathbf{y}}_{kj}$ i $\hat{\mathbf{y}}_{kk}$, svode se na

dimenzije odgovarajućih submatrica matrice admitansi $\hat{\mathbf{Y}}_{jj}$, $\hat{\mathbf{Y}}_{jk}$, $\hat{\mathbf{Y}}_{kj}$ i $\hat{\mathbf{Y}}_{kk}$ tako što se submatricama elemenata dodaju

nulte vrste i kolone koje joj nedostaju u odnosu na submatrice matrice admitansi s kojima se sabiraju. Nakon toga, sabiranje se vrši kao kod trofaznih elemenata.

3.1.3. Korak 3

Svaki otočni element priključen u čvoru k , pri čemu su sinhrona mašine pasivizirane, može da se opiše pomoću jedne matrice admitansi \hat{y}_{kk} (2.2.1). Prilikom njegove obrade, zatečena matrica admitansi mreže koriguje se tako što se njenoj submatrici koja se nalazi na poziciji k - k dodaje matrica admitansi otočnog elementa \hat{y}_{kk} . Ona može da bude dimenzija 3×3 , 2×2 i 1×1 , za trofazni, dvofazni i monofazni otočni element, respektivno.

Trofazni otočni element

Nakon obrade trofaznog otočnog elementa koji je priključen u čvoru k , korigovana matrica admitansi mreže glasi:

$$\begin{bmatrix} \hat{Y}_{11} & \dots & \hat{Y}_{1k} & \dots & \hat{Y}_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{Y}_{k1} & \dots & \hat{Y}_{kk} + \hat{y}_{kk} & \dots & \hat{Y}_{kN} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{Y}_{N1} & \dots & \hat{Y}_{Nk} & \dots & \hat{Y}_{NN} \end{bmatrix} \quad (3.1.3.1)$$

Dvofazni i monofazni otočni element

Sve što je opisano za obradu trofaznog otočnog elementa, važi i za obradu dvofaznog i monofaznog otočnog elementa, s tim što kod dvofaznog i monofaznog otočnog elementa, kao i kod rednog, može da se naiđe na problem kod sabiranja matrice elementa i odgovarajuće submatrice matrice admitansi mreže, jer one mogu da budu različitih dimenzija. Zbog toga, pre sabiranja, neophodno je da se matrica elementa svede na dimenzije submatrice matrice admitansi mreže s kojom se sabira. Matrica admitansi koja opisuje dvofazni (monofazni) otočni element \hat{y}_{kk} , svodi se na dimenzije submatrice matrice admitansi \hat{Y}_{kk} tako što se submatrici elementa dodaju nulte vrste i kolone koje joj nedostaju u odnosu na submatricu s kojom se sabira. Nakon toga, sabiranje se vrši kao kod trofaznih otočnih elemenata.

3.2 Algoritam postupka za generisanje matrice admitansi

Na slici 3.2.1 prikazan je blok dijagram – algoritam postupka za generisanje matrice admitansi. Algoritam se sastoji od učitavanja modela rednih i otočnih elemenata i tri podalgoritma:

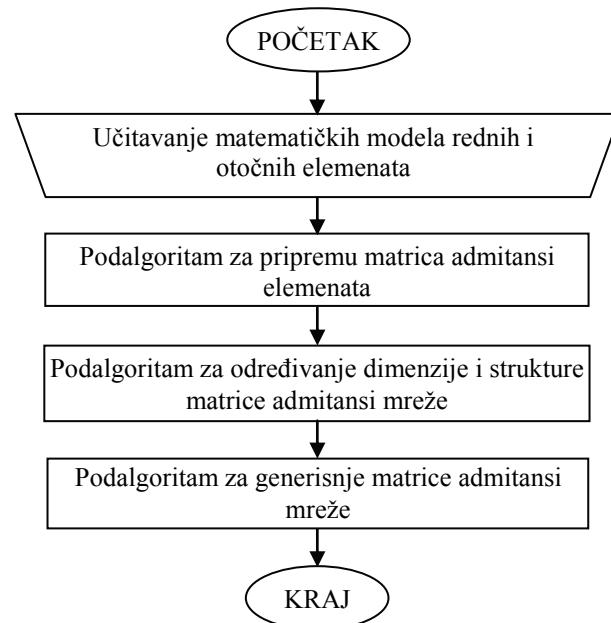
1. Podalgoritam za pripremu submatrice elemenata za njihovu obradu u okviru postupka za generisanje matrice admitansi mreže;
2. Podalgoritam za određivanje dimenzije i strukture matrice admitansi mreže;
3. Podalgoritam za generisanje matrice admitansi mreže.

4. ZAKLJUČAK

Težište ovog rada stavljeno je na neuravnotežene mreže koje obuhvataju i mešovite mreže. Eliminisanje elektromagnetnih sprega unutar elemenata tih mreža nije moguće, a samim tim nije moguće ni uobičajeno trivijalno generisanje njihovih matrica admitansi, odnosno linearnih modela neuravnoteženih mreža.

Ipak, u ovom radu, u delu 3, pokazano je da:

- ako se parametri neuravnoteženih mreža tretiraju na nivou njihovih višefaznih elemenata a ne monofaznih rednih i otočnih grana i
 - ako se modeli elemenata napišu matricno, saglasno s metodom nezavisnih napona,
- onda matrice admitansi neuravnoteženih mreža ipak mogu da se generišu trivijalno.



Slika 3.2.1 – Blok dijagram algoritma za generisanje matrice admitansi neuravnotežene mreže

5. LITERATURA

1. B. Popović, *Osnovi elektrotehnike 1 i 2*. Srbija: Beograd, Nauka, 1998.
2. V. Strezoski, *Analiza elektroenergetskih sistema*, skripta, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2008.
3. R. Bergen, *Power Systems Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 1986.
4. V. Strezoski, D. Bekut, A Canonical Model for the Study of Faults in Power Systems, *IEEE Trans. on PS*, Vol. 6, pp. 1493-1499, November 1991.
5. V. Strezoski, Lj. Trpezanovski, Three-Phase Asymmetrical Load-Flow, *Electrical Power & Energy Systems*, No. 22, pp. 511-520, October, 2000.
6. P. Vidovic, *Nesimetrični tokovi snaga distributivnih mreža*, magistarska teza, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2008.

Kratka biografija:



Dario Trivunović rođen je u Bjelovaru, Hrvatska, 1984. godine. Završio je gimnaziju u Bečeju 2003. godine. Iste godine se upisao na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu. Diplomski-master rad, na Fakultetu tehničkih nauka, iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi, odbranio je 2009. godine.

**PROJEKTOVANJE BEŽIČNE MEŠ MREŽE NA UNIVERZITETU U NOVOM SADU
(DIMENZIONISANJE KAPACITETA I DIZAJN ADMINISTRATIVNE KONTROLE)****DESIGN OF WIRELESS MESH NETWORK AT UNIVESITY OF NOVI SAD
(DIMENSIONING OF CAPACITY AND DESIGN OF ADMINISTRATIVE CONTROL)**Milenko Tošić, Dragan Bošković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratka sadržaj – Ova rad je deo projekta čiji je zadatak projektovanje i postavljanje bežične meš mreže na području kampusa Univerziteta u Novom Sadu. Deo projekta kojim se bavi ovaj rad se odnosi na dimenzionisanje kapaciteta linkova mreže i izbor algoritama i protokola za administrativnu stranu mreže.

Abstract – This paper is a part of a bigger project that has for objective to design and install wireless mesh network covering the university campus. Particular problems addressed by this thesis concern dimensioning of link capacity and selecting algorithms and protocols for administrative segment of the network.

Ključne reči: Meš mreža, Mrežni protokol, Administratorska kontrola, Server, Kapacitet linka

1. UVOD

Projekat, čiji je deo ovaj rad, ima za zadatak da projektuje i postavi eksperimentalnu meš mrežu na teritoriji kampusa Univerziteta u Novom Sadu. Ova mreža bi trebalo da obezbedi bežični pristup internetu svim studentima univerziteta koji imaju otvoren nalog kod administratora ARMUNS-a. Takođe, pošto je u pitanju nova tehnologija na polju bežičnih mreža, mreža će obezbediti i jedan domen za studente koji će moći da vrše eksperimente i da razvijaju nove protokole specijalno namenjene ovom tipu mreža. Za potrebe eksperimentisanja će biti napravljen i posebni domen za eksperimentalni sistem video nadzora. Uređaji koji će se koristiti su obezbeđeni od strane firme La Citadelle inženjering dok su pristup internetu obezbedili JKP Informatika i ARMUNS.

Ovaj rad se sastoji iz dva glavna dela. Prvi deo odnosi se na izbor mehanizma podele korisnika na domene sa različitim privilegijama i nivoima sigurnosti. U ovom delu se prikazuju i osnovni principi za dimenzionisanje jedne ovakve mreže, odnosno proračuni kapaciteta pojedinih bežičnih linkova. Drugi deo rada odnosi se na izbor odgovarajućih protokola i algoritama za administrativno-kontrolnu stranu mreže.

2. MEŠ MREŽE

Meš mreže [1] pretstavljaju jednu modernu tehnologiju u projektovanju bežičnih mreža sa ciljem da obezbede ekonomičnije instaliranje i održavanje kao i veću pokrivenost bez potrebe za razvijenom žičanom infrastrukturom (kao

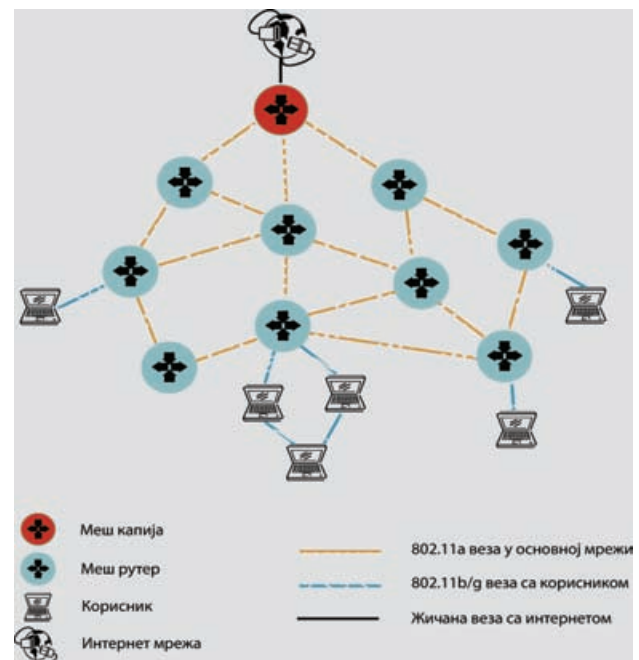
NAPOMENA:

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

što je slučaj sa klasičnim WLAN mrežama). Celokupna meš mreža se deli na dva glavna dela (Slika 1.).

Prvi deo naziva se osnova meš mreže i sastoji se iz specijalnih uređaja, meš ruteri, koji imaju jedan ili više radio interfejsa za međusobnu komunikaciju (najčešće je u pitanju 802.11a protokol). Neki meš ruteri imaju žičani interfejs i preko njih se vrši pristup internetu i drugim uslugama koje mreža nudi. Ovi ruteri se nazivaju meš kapije.

Drugi deo čine klijenti (personalni prenosivi računari, PDA uređaji, mobilni telefoni i sl.) koje korisnici usluga, koje pruža meš mreža, koriste za pristup mreži. Oni se povezuju na mrežu preko svog bežičnog interfejsa. Meš ruteri su u isto vreme i pristupne stanice sa jednim interfejsom (antenom) prema korisnicima (najčešće 802.11b/g standard). Najnoviji protokoli koji se razvijaju za meš mreže obezbeđuju i krajnjim korisnicima da se međusobno povezuju i proširuju domet signala mreže.



Slika 1. Primer jedne meš mreže

Osnovne prednosti ovog tipa mreža ogledaju se u: velikoj pouzdanosti (mreža ostaje funkcionalna i kada otkáže određen broj čvorova u osnovi mreže), ekonomičnom postavljanju i održavanju (nema potrebe za razvlačenjem kablovske infrastrukture do svakog čvora mreže) i mogućnosti pokrivanja velikih površina sa malim brojem žičanih interfejsa.

Podaci se od i ka korisniku prenose u maniru višestrukih skokova. U meš mrežama se frekvencije za bežičnu komunikaciju najčešće dele na dva spektra. Klijenti

komuniciraju sa mrežom u 802.11b/g spektru (2,4 GHz), dok meš ruteri u osnovi mreže međusobno komuniciraju u 802.11a spektru (5 GHz). Svaki od ova dva spektra podeljen je na odgovarajući broj nepreklapajućih kanala. Smanjenje međusobnih smetnji u mreži i samim tim efikasnija razmena podataka se postiže tako što se pojedinim linkovima dodeljuje određeni kanal za komunikaciju. Od broja raspoloživih nepreklapajućih kanala i broja radio interfejsa svakog meš rutera zavisi raspoloživi kapacitet mreže. Algoritam za automatsku dodelu kanala veoma je bitan deo mrežnog softvera ugrađenog u meš rutere i od njegovih karakteristika umnogome zavisi efikasnost meš mreže.

2.1. Meš mreža i mrežni protokoli

U ovom delu ćemo predstaviti probleme koji se javljaju pri upotrebi „običnog“ TCP/IP protokol steka u meš mreži. Novi protokoli i algoritmi, specijalno prilagođeni arhitekturi meš mreže, svakodnevno se projektuju i testiraju. Zato je i bitno napraviti poseban domen na Univerzitetskoj meš mreži za testiranje ovih nadolazećih protokola. TCP/IP hijerarhija mrežnih protokola je napravljena prvenstveno za žičane mreže i njihova neprilagođena primena u bežičnim komunikacijama stvara mnoge probleme.

Na MAC nivou, koji je zadužen za kontrolu pristupa zajedničkom medijumu, se protokoli u meš mrežama susreću sa prenosom u vidu višestrukih skokova i distribuiranom MAC kontrolom među svim čvorovima. Problem stvaraju i mobilnost klijenata i komunikacija sa više radio interfejsa i kanala. Neka od predloženih rešenja su: MMAC, MUP, HMCP [1].

Na mrežnom nivou se najviše radi na kreiranju novih protokla i algoritama rutiranja. Kod meš mreža je najpre potrebno rešiti problem izbora pogodne metrike za rutiranje. Minimalan broj skokova ne iskorišćuje dobro mogućnosti meš mreže. Neke od novih metrika, pogodnih za primenu u meš mrežama, su: ETX (Expected Transmission Count), ETT (Expected Transmission Time), WCETT (Weighted Cumulative ETT), mETX (Modified Expected Number of Transmissions)[1]. Postoji i nekoliko uspešno testiranih algoritama rutiranja koji se oslanjaju na ove metrike i samim tim su prilagođeni meš mrežama. Neki od njih su: LQSR (Link Quality Source Routing), MCRP (Multi Channel Routing Protocol), MR-LQSR (Multi-Radio LQSR)[1].

Na transportnom sloju se javljaju veliki problemi ako se koristi TCP protokol u bežičnim komunikacijama prvenstveno zbog njegovog mehanizma zaštite od zagušenja. Naime kada u žičanoj mreži paket ili potvrda kasne onda je najčešći uzrok tome zagušenje na linku. Međutim kod bežičnih mreža je češći uzrok tome loš kvalitet prenosnog medijuma i „pucanje“ veze. Za sada su transportni protokoli projektovani za ad-hoc mreže jedini u opticaju, a da donekle zadovoljavaju specifičnosti meš arhitekture.

3. DIMENZIONISANJE BEŽIČNOG DELA UNIVERZITETSKE MEŠ MREŽE

U ovom delu će se dati uvid u mehanizam podele korisnika univerzitetске meš mreže na različite domene i biće prikazan jedan uopšteni mehanizam za dimenzionisanje kapaciteta mreže.

3.1. Podela korisnika

Univerzitetška meš mreža je podeljena na tri virtuelno odvojena domena. Podela je izvršena po metodi virtuelnih lokalnih mreža (VLAN). Prvi domen koriste studenti univerziteta (obični korisnici) za pristup internetu. Ovaj domen će imati niži prioritet prenosa podataka i niži nivo zaštite podataka u prenosu. Drugi domen će koristiti privilegovani korisnici za vršenje eksperimenata na mreži i za administratorske poslove. Ovaj domen će imati najveći prioritet prenosa podataka kroz mrežu i sigurnosne mere kao što su WPA (Wireless Protected Access) i filtriranje MAC adresa. Treći domen će se koristiti za eksperimentalni sistem video nadzora i obuhvataće video kamere i korisnike koji će imati dozvolu za pristup video serveru i snimljenom materijalu. Saobraćaj sa svih pristupnih stanica se prenosi do meš kapije koja je ethernet kablom povezana na VLAN skretnicu (switch) koja na osnovu identifikatora VLAN-a i identifikatora servisa (SSID) preusmerava saobraćaj na odgovarajući kontrolni centar, odnosno na odgovarajuće pristupne servere.

3.2. Navike korisnika internet usluga

Da bi se mreža pravilno dimenzionisala po pitanju kapaciteta linkova, potrebno je poznavati navike njenih korisnika kako bi dizajn mreže mogao da ih podrži. U početnoj fazi razvoja je planirano da mreža pruža usluge samo na otvorenom prostoru kampusa univerziteta. Međutim radio signal će prolaziti i kroz zidove i samim tim će omogućiti i ograničenu pokrivenost unutrašnjosti univerzitetških zgrada mrežnim uslugama. Samim tim najveći broj korisnika se očekuje u studentskim domovima. Korisnici internet usluga na otvorenom se najčešće kratko zadržavaju na vezi i koriste internet da bi proverili na brzinu elektronsku poštu i druge informacije od interesa. Međutim korisnici u domovima će mrežne usluge koristiti u većem obimu, odnosno njih treba tretirati kao kućne korisnike sa neograničenim pristupom internetu. Moderni internet saobraćaj je u većoj meri simetričan (po pitanju upload-a i download-a) jer sa razvojem sajtova za socijalna druženja i sve prisutnijim VoIP saobraćajem korisnici šalju mnogo više podataka ka internetu nego ranije. Za potrebe dimenzionisanja univerzitetške meš mreže su prikupljeni podaci od administratora ARMUNS-a o navikama studenata pri korišćenju interneta. Isto tako su napravljene i neke pretpostavke sa osvrtnom na mogućnosti koje pruža tehnologija meš mreža i kako bi studenti mogli da ih koriste. Sva ova istraživanja i pretpostavke su izvedene sa ciljem određivanja potrebnog rasporeda meš rutera i broja meš kapija kao i potrebnog kapaciteta pojedinih linkova na mreži. Saobraćaj se drastično menja u toku dana i prostorna gustina korisnika je krajnje neravnomerna na teritoriji kampusa. Sve ovo treba kompenzovati pravilnim dizajnom same mreže.

3.3. Proračun kapaciteta meš mreže

Pri dimenzionisanju kapaciteta meš mreže odnosno njenih linkova postoje sledeća ograničenja:

1. Maksimalni ostvarivi protok na linku u datoj tehnologiji (za 802.11a i 802.11b/g je maksimalni protok 54Mbit/s).
2. Snaga zračenja antene je regulisana određenim republičkim i evropskim standardima (veća snaga daje veću

pokrivenost, ali stvara i veće smetnje unutar mreže i u njenoj okolini).

3. Broj skokova na putanjama od krajnjeg korisnika do meš kapije treba minimizovati.

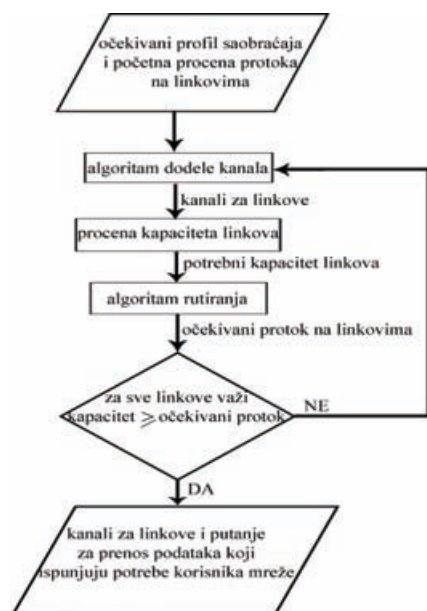
4. Broj raspoloživih nepreklopujućih kanala za prenos i broj radio interfejsa na meš ruterima.

5. Efikasnost algoritama dodele kanala i rutiranja. Sva ova ograničenja treba uzeti u obzir kada se projektuje meš mreža da bi se sa jedne strane napravila mreža sa najmanjim mogućim brojem meš rutera i meš kapija, a sa druge strane da se ponudi odgovarajući kvalitet usluga krajnjim korisnicima.

Korisnici mreže zainteresovani su kako za brzu internet konekciju tako i za smanjenje kašnjenja u prenosu podataka i smanjenje razlike u kašnjenjima različitih podataka (jitter). Sve su ovo zahtevi koje pred mrežu postavljaju moderne internet aplikacije koje su vremenski osetljive (VoIP, IPTV, video konferencije i sl.).

Za instaliranje univerzitetske meš mreže će se koristiti meš ruteri MeshAP3800 proizvođača ArrowSpan [4]. Ovi ruteri imaju po jednu antenu za 802.11b/g korisnički saobraćaj i tri antene za 802.11a saobraćaj u okviru osnove meš mreže. Maksimalni protok na linku kod ovih rutera je 30Mbit/s za korisnički TCP/IP saobraćaj (korisne podatke). Iako je algoritam rutiranja, koji je ugrađen u rutere, prilagođen tehnologiji meš mreža, ipak se javljaju problemi u prenosu kada se protok na linkovima približi njihovom kapacitetu. Da bi mreža mogla da obezbedi očekivani kvalitet usluga krajnjim korisnicima ne sme se dozvoliti da se na pojedinim linkovima javlja protok koji je blizu ili je viši od kapaciteta kanala na kom link radi.

Na slici 2. vidi se jedan primer kako se podešava protok koji se dodeljuje korisnicima da bi se u nekoliko iteracija stiglo do najboljeg rešenja za datu meš mrežu [2].



Slika 2. Algoritam za proveru mogućnosti mreže da prenese potrebni korisnički saobraćaj

Na početku procenimo koliki protok želimo da dodelimo krajnjem korisniku i onda na osnovu procene broja korisnika koji se povezuju na pojedine pristupne stanice i profila i intenziteta njihovog saobraćaja pravimo početnu procenu protoka na linkovima. Zatim se ta procena testira na mreži kroz algoritme rutiranja i dodele kanala. Ako

mreža ne može da podrži predviđeni protok pravi se nova pretpostavka sa manjom brzinom konekcije dodeljene krajnjem korisniku.

Za dimenzionisanje bežičnih mreža koristi se obrazac (1).

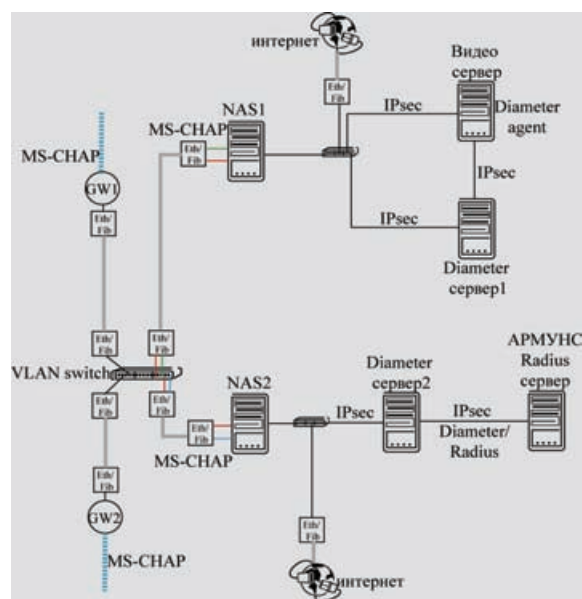
$$S = \frac{LinkBW}{d * BW_k} \quad (1)$$

S-broj korisnika koje može da opsluži jedna pristupna stanica sa unapred određenim maksimalnim protokom; *LinkBW*-kapacitet linka (802.11b/g) na datom kanalu; *d*-gustina saobraćaja (broj korisnika koji u jednom minutu koristi maksimalni dodeljeni protok); *BW_k* -maksimalna brzina (protok) konekcije dodeljen krajnjem korisniku [2]. Kapacitet mreže se može po potrebi povećati dodavanjem meš kapija, ali se time gubi smisao same meš tehnologije da se sa minimalnim brojem žičanih interfejsa obezbedi maksimalna pokrivenost mešnim uslugama.

4. SERVERSKA STRANA MEŠ MREŽE

Dimenzionisanje kapaciteta i raspored mrežnih resursa čine osnovu pri instaliranju neke mreže. Međutim to je samo infrastruktura, a prava, željena funkcionalnost mreže postiže se pogodnim dizajnom administrativno-kontrolne strane mreže (tzv. serverska strana mreže). U ovom delu će biti prikazan izbor osnovnih protokola za serversku stranu univerzitetske meš mreže koji obezbeđuju željenu funkcionalnost mreže. Svaka mreža koja obezbeđuje svojim korisnicima neke usluge poseduje kontrolni centar čiji su osnovni delovi AAA server (Authentication, Authorization, Accounting) koji vodi evidenciju o korisnicima i njihovim nalogima, NAS server (Network Access Server) koji je most između korisnika i usluge i dodatni serveri koji zavise od usluga koje pruža mreža (web server, video server, baze podataka i sl.).

Univerzitetska meš mreža će posedovati dva kontrolna centra (slika 3.). Preko jednog će se upravljati nalogima privilegovanih korisnika i domenom eksperimentalnog video nadzora preko specijalnog video servera.



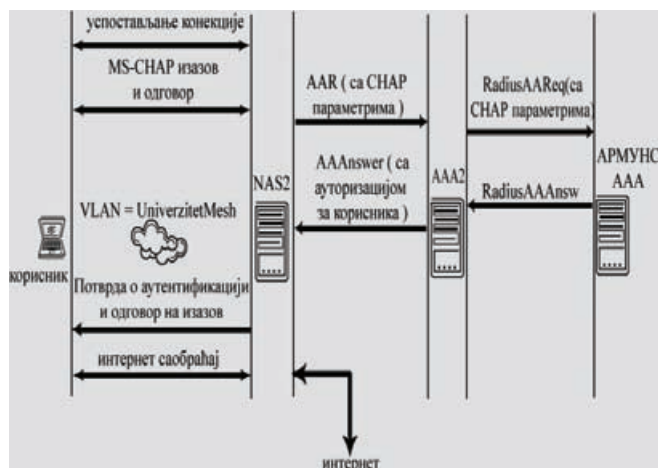
Slika 3. Izgled idejnog rešenja serverske strane

Drugi kontrolni centar će imati ulogu da obezbedi internet uslugu običnim korisnicima (studentima). Studenti će se povezivati na mrežu koristeći iste autentifikacione podatke koje koriste za pristup ARMUNS mreži. Zato je bitna uloga ovog kontrolnog centra da obezbedi komunikaciju sa ARMUNS-ovim AAA serverom radi autentifikacije korisnika. Sav saobraćaj sa mreže prosleđuje se na VLAN skretnicu koja na osnovu SSID identifikatora VLAN-a preusmerava saobraćaj na odgovarajući kontrolni centar. Na slici 3. prikazano je idejno rešenje serverske strane univerzitetske meš mreže sa dve grupe servera (prva grupa je za privilegovane korisnike, a druga za „obične“ korisnike, odnosno studente).

4.1. Izbor protokola serverske strane

Pravilan izbor serverskih protokola obezbeđuje željenu funkcionalnost mreže i sigurnost njenih korisnika i same mreže. Za AAA servere odabran je DIAMETER [3] protokol za razmenu autentifikacionih podataka. Ovaj protokol je naslednik rasprostranjenog RADIUS protokola, čije nedostatke teži da ispravi. NAS serveri se sastoje iz nekoliko osnovnih delova, a to su: DIAMETER klijent, DHCP server, DNS server, NAT protokol, Firewall, web server za „log-in“ početnu stranu i baza podataka o trenutno aktivnim korisnicima.

Kao protokol za autentifikaciju je izabran (po zahtevu administratora ARMUNS-a) MS-CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol).



Slika 4. Povezivanje „običnog“ korisnika na meš mrežu

Na slici 4. dat je prikaz poruka koje se razmenjuju između korisnika i serverske strane pri njegovoj autentifikaciji (proveri identiteta).

Obezbeđenje sigurnosti mreže i njenih korisnika je jako bitan zadatak koji mora da ispuni serverska strana mreže. Ne mogu se implementirati zaštite od svih mogućih pretnji, ali je bitno da ih administrator mreže bude svestan.

Veća sigurnost mrežnog saobraćaja povlači za sobom i pad performansi same mreže, tako da treba naći kompromis između željenog nivoa sigurnosti i željene brzine protoka na mreži. WPA zaštita je omogućena za domen (VLAN) privilegovanih korisnika i video nadzora. Ipsec (Internet Protocol Security) tunelovanje je omogućeno pri prenosu autentifikacionih podataka kroz serversku, žičanu stranu mreže (Slika 3.).

5. ZAKLJUČAK

Algoritam provere ostvarivog kapaciteta i idejni dizajn serverske strane univerzitetske meš mreže bi trebali da omoguće lakšu i efikasniju praktičnu instalaciju projektovane mreže. Kada se čitav projekat završi Univerzitet će imati modernu mrežu velikih mogućnosti kako u pogledu pristupa internetu tako i u pogledu mogućnosti eksperimentisanja, testiranja i razvoja najnovijih dostignuća na polju bežičnih mreža.

6. LITERATURA

- [1] Ekram Hossain, Kin K. Leung, “Wireless Mesh Networks-Architectures and Protocols“, 2008.
- [2] Kartik Gopalan, Ashish Raniwala, “Centralized Channel Assignment and Routing Algorithms for Multi-Channel Wireless Mesh Networks“, Mobile Computing and Communications Review, Volume 8, Number 2.
- [3] Y. Rebahi, D. Sisalem, “AAA Management in the Internet for Wireless and 3G Users“, IEEE Communications Magazine, November 2003.
- [4] ArrowSpan, “Switching Wireless Mesh Training“, www.arrowspan.com 2008.

Kratka biografija:



Milenko Tošić rođen je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroročunarska elektronika odbranio je 2009.god.



Dragan Bošković je director Motorola Inc, SAD i rukovodi grupama za razvoj bežičnih i multi-medijalnih mrežnih sistema u Evropi, Americi i Aziji. Doktorirao je 1991 na Univerzitetu u Bath-u (VB), a za vanrednog profesora na Fakultetu tehničkih nauka je izabran 2009.

MULTI-TOUCH TEHNOLOGIJE I INTERAKCIONE TEHNIKE

MULTI-TOUCH TECHNOLOGIES AND INTERACTION TECHNIQUES

Dragan Davidović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTENIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su opisane multi-touch tehnologije za izradu ekrana osetljivih na dodir, kao i interakcione tehnike koje se koriste prilikom interakcije korisnika sa uređajima koji poseduju ekrane na dodir.

Abstract – The paper describes multi-touch technologies and appropriate interaction techniques.

Ključne reči: Multi-touch tehnologije, Interakcione tehnike, ekrani osetljivi na dodir

1. UVOD

Ekrani osetljivi na dodir imaju prednost u odnosu na standardne ulazno/izlazne uređaje, u tome što spajaju ulaz i izlaz (vid i dodir) u jedno. Ekran na dodir su prvobitno mogli da istovremeno prate i detektuju dodire i pokrete samo jednim prstom u jednom trenutku. Druga generacija ekrana na dodir je mogla da prati i detektuje dodire ekrana sa dva prsta istovremeno. Savremeni ekran na dodir podržavaju *multi-touch*, tj mogućnost da prate i detektuju dodire ekrana sa više prstiju istovremeno.

2. MULTI-TOUCH TEHNOLOGIJE

Razlikuju se četiri multi-touch tehnologije: rezistivna, kapacitivna, optička i akustična tehnologija.

2.1. Rezistivna tehnologija

Ova tehnologija podrazumeva staklene ili akrilne baze, prekrivene sa električno provodnim i električno otpornim slojem. Ova dva sloja su međusobno odvojena staklenim zrcima nevidljivim za oko.

Kada nema pritiska na dodirnu površinu, provodni i otporni sloj se ne dodiruju i struja teče neizmenjenim intenzitetom kroz provodni sloj. U slučaju pritiska na dodirnu površinu, provodni i otporni sloj se dodiruju i struja menja svoj intenzitet. Ovu promenu struje prati kontroler, koji mesto dodira prevodi u koordinate i prijavljuje odgovarajući događaj dodira.

2.2. Kapacitivna tehnologija

Kapacitivna tehnologija podrazumeva staklenu ploču koja je prekrivena kapacitivnim slojem koji predstavlja dodirnu površinu. Sa obe strane ploče se mogu staviti zaštitne obloge.

U uglove dodirne površine je doveden mali napon čime se kreira uniformno električno polje na samoj površini. Prilikom dodira, deo naelektrisanja sa dodirne površine se prenosi na objekat koji je dodiruje, čime se količina naelektrisanja u kapacitivnom sloju smanjuje.

NAPOMENA:

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

Kontroler, na osnovu te promene, registruje događaj dodira, određuje tačno mesto dodira i šalje podatke računaru.

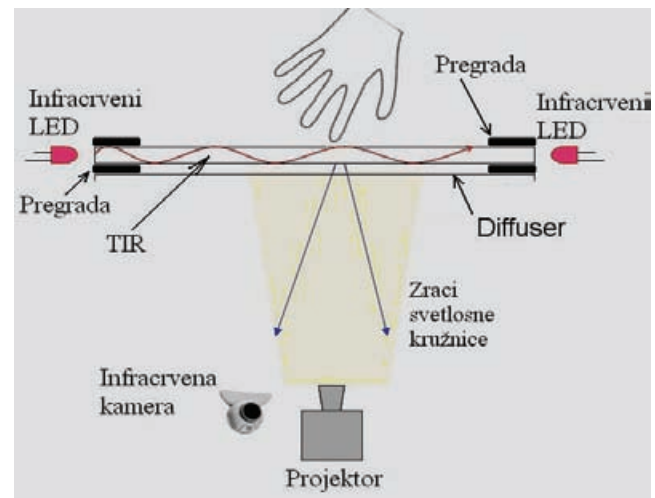
2.2. Optička tehnologija

Trenutno postoji pet glavnih, optičkih, tehnologija koje omogućavaju kreiranje stabilnih multi-touch hardverskih sistema[1]. To su:

1. Narušena Potpuna Unutrašnja Refleksija (FTIR) – Zasniva se na TIR (*Total Internal Reflection*) efektu. TIR je optički fenomen koji se javlja kada svetlosni zrak prelazi iz optički gušće u optički ređu sredinu pod uglom koji je veći od odgovarajućeg kritičnog ugla. Tada se svetlosni zrak u celosti odbija i ostaje unutar optički gušće sredine. Kritični ugao se računa izrazom:

$$\theta_c = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right),$$

gde je n_2 indeks prelamanja optički ređe sredine, a n_1 indeks prelamanja optički gušće sredine.



Slika 1. Arhitektura FTIR sistema

Kod uređaja koji rade po FTIR principu, projektor emituje sliku na ekran, slika 1. LED diode, koje se nalaze sa strana ekrana, emituju infracrvenu svetlost kroz akrilnu površinu pod odgovarajućim uglom da bi se proizveo TIR efekat, čime se akrilna površina ispunjava infracrvenom svetlošću.



Slika 2. FTIR slika koju detektuje kamera (senzor)

Kada korisnik dodirne površinu ekrana svetlosni zraci, koji putuju kroz akrilnu površinu, menjaju pravac kretanja (upadni ugao) na mestu dodira i prolaze kroz površinu. Svetlosni zraci se sada usmeravaju ka objektu koji je dodirnuo ekran, osvetljavaju ga i time se stvaraju svetlosne kružnice koje postaju vidljive za kameru (senzor), slika 2. Kamera detektuje svetlosne kružnice i šalje informacije softveru za praćenje.

2. Difuziona iluminacija (DI) – Pojavljuje se u dva oblika: *Rear DI* (pozadinska, RDI) i *Front DI* (frontalna, FDI). Obe tehnike su zasnovane na istom principu, a to je kontrast između slike koja se projektuje na površinu i prsta koji tu površinu dodiruje.

Kod **RDI** tehnologije infracrveni osvetljivači emituju infracrvenu svetlost u ekran ispod dodirne površine. Kada objekat (prst) dodirne površinu, od njega se odbija više infracrvene svetlosti nego od drugih objekata iz pozadine. Veću količinu IR svetlosti na mestima dodira detektuje kamera (senzor) i šalje informacije softveru za praćenje.

FDI radi na sličnom principu kao i RDI. Razlika je u tome što su ovde IR osvetljivači smešteni ispred površine (na strani korisnika) i emituju infracrvenu svetlost na dodirnu površinu sa gornje strane. Kada objekat (prst) dodirne površinu stvara se senka na mestu dodira. Kamera (senzor) detektuje tamnije senke (kružnice) na mestu dodira i podatke šalje softveru za praćenje.

3. Laserska Svetlosna Ravan (LLP) - Za emitovanje infracrvene svetlosti se koriste infracrveni laseri. Oni emituju svetlost upravo iznad površine ekrana. Time se cela površina ekrana pokriva infracrvenom svetlošću. Projektor služi da projektuje sliku na dodirnu površinu. Kada se površina dodirne prstom, IR svetlost pogađa vrh prsta i osvetljava ga, stvarajući svetlosnu kružnicu. Kamera, na mestu dodira, detektuje svetlosnu kružnicu i šalje podatke softveru za praćenje.

4. LED Svetlosna Ravan (LED-LP) – Sistem je sličan LLP sistemu, samo što se kao izvori infracrvene svetlosti koriste LED diode. One su smeštene oko dodirne površine tako da je ona okružena sa svih strana, da bi se dobila ujednačenija distribucija svetlosti. Kada se površina dodirne prstima, oni su osvetljeniji u odnosu na druge objekte iz okoline i na mestima dodira se pojavljuju svetlosne kružnice. Kompjuterska kamera, koja je smeštena na suprotnoj strani dodirne površine, detektuje svetlosne kružnice i podatke šalje softveru za praćenje.

5. Difuziona Površinska Iluminacija (DSI) – Koristi se specijalna akrilna ploča za jednako raspoređivanje infracrvene svetlosti preko površine. Ova tehnologija, u osnovi, koristi isti sistem kao i FTIR osim što ima LED okvir, i koristi specijalnu akrilnu ploču. Specijalna akrilna ploča koristi male čestice koje se nalaze unutar materijala i koje se ponašaju kao mala ogledala. Kada se u ivice tog materijala usmeri infracrvena svetlost, ona biva preusmerena i proširena na površinu. Kada se površina dodirne prstima, infracrvena svetlost osvetljava vrhove prstiju. Vrhovi prstiju postaju osvetljeniji u odnosu na ostale objekte iz okoline. Kamera (senzor) detektuje te dodire kao svetlosne kružnice i podatke šalje softveru za praćenje.

2.2. Akustična tehnologija

Kod akustične tehnologije se koristi sličan princip rada kao i kod optičke tehnologije. Ova tehnologija koristi zvučne talase za otkrivanje mesta dodira. Dva izvora

zvučnih talasa, jedan sa leve a drugi sa gornje ivice, emituju talase koji se prostiru preko dodirne površine. Talasi se preko reflektora odbijaju i dolaze do senzora. U slučaju dodira, talasi se sudaraju sa objekom koji je izazvao dodir i gube brzinu. Na osnovu podataka o izgubljenoj brzini koja je došla iz prijemnika, kontroler može da odredi koordinate dodira i da prijavi događaj.

3. MULTI-TOUCH INTERAKCIONE TEHNIKE

Multi-touch ekrani na dodir mogu pratiti i detektovati dodire i pokrete više prstiju istovremeno. Ti dodiri se mogu vršiti prstima samo jedne ruke ili prstima obe ruke istovremeno. U zavisnosti od toga da li se koriste prsti samo jedne ili obe ruke postoje jednoručne i dvoručne interakcione tehnike.

3.1. Jednoručne interakcione tehnike

Jednoručna interakcija korisnika sa ekranom na dodir se može izvoditi na bilo kom multi-touch uređaju nezavisno od veličine. Na malim uređajima se najprirodnije izvode jednoručne interakcione tehnike, ali se one koriste i kod uređaja sa velikim ekranima.

Jedan dodir na element interfejsa se interpretira isto kao jednostruki klik direktnog pointerskog uređaja. Ovo je najosnovnija akcija dodira. Ponavljanjem iste akcije brzo dva puta se izvodi dvoklik, čime se otvaraju datoteke i sl.

Zadržavanjem prsta nekoliko trenutaka na ekranu se dobija padajući meni za dodirnuti element interfejsa. Nakon otvaranja padajućeg menija, vrši se otpuštanje prsta sa ekrana. Kada se ekran dodirne jednim prstom, a zatim se drugim prstom jednom tapne, takođe se dobija padajući meni.

Slobodan pokret se može izvoditi sa jednim ili sa više prstiju jedne ruke istovremeno. Prilikom operacije slikanja (slobodan pokret), četkica, kojom se slika (crta), se formira kao elipsa sa odgovarajućim dimenzijama na mestima dodira. Povlačenjem prstiju (koji dodiruju ekran) po ekranu pomera se i četkica ispod svakog prsta i tako se povlače linije

Jačina pritiska prstiju na ekran može kontrolisati neprovidnost (jači pritisak -> manja providnost). Slikanje se može vršiti sa jednim ili sa više prstiju istovremeno pri čemu se za svaki prst (dodir, četkicu) mogu birati različiti parametri (boja, debljina linije i sl.).

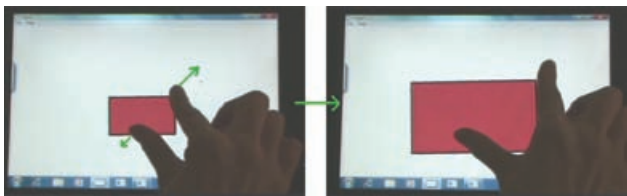
Selekcioni mehanizam (selekcija), koji oponaša zahvatanje objekata interfejsa, se može izvesti slično slikanju. Zatvoren krug (elipsa) se opisuje pomoću jednog prsta. Kada se zatvori krug, prilikom crtanja, na mestu spajanja se pojavi uvećana tačka koja služi za potvrdu selekcije. Kada se jednom tapne tačka spajanja, objekti na ekranu, koje obuhvata opisani krug, se selektuju. Objekti se obuhvataju u celosti ili većim delom da bi bili selektovani. Ukoliko trenutno postoje selektovani objekti interfejsa na ekranu, objekti koji se sledeći selektuju mogu biti dodati postojećoj grupi selektovanih objekata ili se prethodno selektovani objekti izbacuju iz selekcije (deselektuju).

Pomeranje (*drag&drop*) objekta, ili selektovane grupe objekata, interfejsa započinje smeštanjem jednog prsta na selektovani objekat. Zatim se vrši povlačenje prsta po

ekranu u željenom smeru i kada se objekat dovede na željeno mesto vrši se otpuštanje dodira.

Skrolovanje započinje smeštanjem jednog ili više prstiju na ekran. Zatim se prsti povlače po ekranu gore ili dole čime se skroluje (u odgovarajućem smeru) sadržaj interfejsa prikazan na ekranu. Na nekim uređajima skrolovanje se može vršiti i u levu ili u desnu stranu. Automatsko skrolovanje (*autoscroll*) se izvodi lakim udarcem u površinu ekrana sa jednim ili dva prsta, pri čemu se prsti kratko povuku po ekranu u željenom smeru (*flick*). Automatsko skrolovanje se samo zaustavlja nakon kratkog vremenskog intervala.

Zumiranje prikaza i promena dimenzija objekata interfejsa se obavlja sa dva prsta jedne ruke. Na primer, kada se žele povećati dimenzije objekta, slika 3, ili uvećati prikaz, dva skupljena prsta se istovremeno smeštaju na površinu ekrana, a zatim se raširuju. Prilikom smanjenja prikaza dva razdvojena (raširena) prsta se smeštaju na površinu ekrana, a zatim se oni skupljaju. Otpuštanje prstiju sa ekrana se vrši kada je dostignuto željeno uvećanje/umanjenje. Pokret se najprirodnije izvodi ako se koristi kombinacija palca i nekog drugog prsta (najlakše kažiprsta).



Slika 3. Primer izvođenja promene dimenzija objekta

Rotiranje objekata se, kao i zumiranje, obavlja pokretima dva prsta istovremeno. Razdvojeni prsti se smeštaju na površinu ekrana, a zatim se vrši uvrtnje (rotiranje) ruke (pri čemu se prsti kreću u krug po površini ekrana) u smeru kretanja kazaljke na satu ili obrnuto (rotiranje u desno ili levo). Na nekim od uređaja moguće je vršiti rotaciju i sa više od dva prsta istovremeno uz prethodno opisane pokrete.

Navigacija nazad/napred (*back/forward*) se obavlja lakim i brzim udarcima (*flick*) jednog prsta, u levo (*back*) ili u desno (*forward*), po ekranu.

3.2. Dvoručne interakcione tehnike

Korišćenjem prstiju obe ruke se mogu izvesti kompleksniji pokreti nego prilikom korišćenja prstiju samo jedne ruke. Obe ruke se najčešće koriste prilikom interakcije sa većim uređajima. Osnovna prednost korišćenja obe ruke jeste mogućnost paralelizma. Ukoliko bi korisnik mogao da uspešno kontroliše parametre koristeći obe ruke simultano, onda bi mogao da ispuni zadatak više-parametarske manipulacije prirodnije i u kraćem vremenu. Sa dve ruke se lakše i brže izvode, na primer, istovremeno pomeranje dva objekta interfejsa istovremeno po ekranu, selekcija grupe objekata, itd.

Dodirivanjem ekrana jednim prstom jedne ruke, nakon čega se drugim prstom druge ruke jednom tapne po ekranu, simulira se desni klik miša.

Slobodni pokreti se mogu izvoditi sa jednim ili sa više prstiju obe ruke istovremeno. Princip slikanja je isti kao i

kod jednoručne interakcije, osim što su sada na raspolaganju više različitih pokreta i moguće je istovremeno povlačenje većeg broja linija (koristeći prste obe ruke umesto prstiju samo jedne ruke).

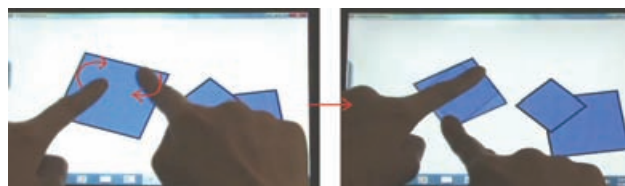
Selekcija se obavlja kao i prilikom jednoručne interakcije, osim što se za opisivanje kruga kojim se selektuju objekti interfejsa koriste prsti obe ruke (brže je opisivanje kruga). Kod dvoručne interakcije ima smisla govoriti i o drugom načinu selektovanja objekata interfejsa. Prvo se jedan prst jedne ruke spusti na ekran. Zatim se drugi prst druge ruke smesti na drugu poziciju na ekranu, bez otpuštanja prvog prsta. Dve dodirnite tačke predstavljaju dva suprotna ugla pravougaonika koji se nakon drugog dodira iscrtava. Pravougaonik obuhvata objekte i tako ih selektuje.

Istovremeno pomeranje (*drag&drop*) dva objekta (ili selektovane grupe objekata) interfejsa, korišćenjem dve ruke, započinje smeštanjem jednog prsta jedne ruke na neki objekat i jednog prsta druge ruke na drugi objekat. Zatim se vrši povlačenje prstiju po ekranu u željenom smeru i kada se objekti dovedu na željeno mesto vrši se otpuštanje dodira.

Skrolovanje se obavlja identično kao kod jednoručne interakcije, osim što se koriste prsti obe ruke. Prirodnije je, ipak, koristiti prste jedne ruke za skrolovanje.

Zumiranje prikaza se obavlja sa dva prsta obe ruke (po jedan prst svake ruke). Pokreti prstiju prilikom zumiranja su isti kao kod jednoručne tehnike (skupljanje i širenje prstiju). Moguće je i zumiranje dva objekta interfejsa istovremeno, korišćenjem obe ruke (jednom rukom se zumira jedan objekat, a drugom drugi) na način koji je opisan kod jednoručne tehnike.

Rotiranje objekata se, takođe, obavlja sa dva prsta istovremeno, kao i kod jednoručne tehnike, uz korišćenje prstiju obe ruke, slika 4. Kao i kod zumiranja, moguće je istovremeno rotiranje dva objekta interfejsa, korišćenjem obe ruke simultano, na način koji je opisan kod jednoručne interakcije.



Slika 4. Primer izvođenja rotacije objekta

Na velikim ekranima objekti su većih dimenzija i ne mogu se dohvatiti (obuhvatiti) na više mesta istovremeno samo prstima jedne ruke što čini neke od akcija neizvodljive jednom rukom, pa prednost ima dvoručna interakcija. Prednosti interakcije sa dve ruke nisu samo mehaničke prirode, jer korisnici tada mogu da promene način razmišljanja o zadatku i njegovim izvršenju. Iz ovoga sledi da korisnici mogu koristiti jednu (kada je to moguće) ili dve ruke za interakciju sa ekranima na dodir zavisno od zadatka i načina koji je samim korisnicima prirodni.

3.3. Softver za podršku *multi-touch* interakcionim tehnikama

Softverska podrška *multi-touch* tehnologija apstrahuje njihove interakcione tehnike kao poruke standardnih pointerskih uređaja. *Multi-touch* tehnologije su uvele

dodatne dimenzije o donosu na *single-touch* uređaje. Nove, komplikovanije aplikacije zahtevaju različite osluškivače (*listeners*) za rukovanje ulaznim podacima. Ovi osluškivači mogu biti relizovani kao posebne komponente sistema koji se nalazi na uređajima, ili se mogu oslanjati na već postojeće osluškivače (osluškivači za miš i tastaturu).

U nastavku su navedeni neki od često korišćenih softverskih sistema i biblioteka, koji služe kao podrška *multi-touch* interakcionim tehnikama.

Touchlib je biblioteka za kreiranje *multi-touch* interakcionih površina. Pisana je na programskom jeziku C++ i rukuje praćenjem dodira (detekcija infracrvenih svetlosnih kružnica) i prepoznavanjem pokreta prstiju po ekranu. Podatke o obavljenim pokretima (dodirnuti površina ekrana, pomeren prst itd) *Touchlib* biblioteka šalje programima na dalju obradu. Trenutno, *Touchlib* radi samo sa *Windows* operativnim sistemom, ali se nastoji da se proširi i na ostale platforme. *Touchlib* je jedna od prvih softverskih biblioteka kreiranih za podršku *multi-touch* hardveru i softveru. Ovo je jedna od najčešće korišćenih softverskih biblioteka u mnogim *multi-touch* uređajima.

Comunity Core Vision (CCV) predstavlja softverski program za detekciju i prepoznavanje dodira koji radi na više platformi. Pisana je na programskom jeziku C++. CCV preuzima i procesira podatke koje šalju osluškivači (dodir, pokret itd). Ovaj program može da radi sa velikim brojem različitih kamera (senzori) i video uređaja (projektor) i podržava većinu optičkih *multi-touch* tehnologija. Kompatibilan je sa prethodno navedenom softverskom bibliotekom *Touchlib*.

Bespoke multi-touch framework je proširiv softverski sistem za razvoj *multi-touch* interfejsa. Ovaj sistem može da se koristi sa hardverom koji je izveden pomoću bilo koje optičke *multi-touch* tehnologije. Pisana je u programskom jeziku C#. Ceo programski paket sadrži brojne aplikacije kao primere, emulaciju miša, 2D prepoznavanje simbola, nezavisan prezentacioni sloj i mrežnu podršku uz korišćenje *unicast*, *multi-cast* i *broadcast* UDP/IP mrežnog protokola.

reactIVision je softverski sistem za brzo i jasno praćenje višestrukih simultanih dodira i pokreta. Uglavnom je dizajniran kao komplet alata za brz razvoj stonih *multi-touch* interakcionih površina. Pisana je u programskom jeziku C++.

Touché je sistem za praćenje i detekciju dodira korišćen kod optičkih *multi-touch* stolova. Pisana je na programskom jeziku *Cocoa* (Mac) i za *MacOS X Leopard* operativni sistem. *Touché* koristi mnoge od tehnologija koje su ugrađene u operativni sistem za koji je pravljen (*QuickTime*, *Core Animation*, *Core Image* itd), kao i visoko kvalitetne softverske biblioteke kao što su *libdc1349* i *OpenCV* da bi postigao dobru performansu praćenja.

PyMT je *python* modul (pisan na programskom jeziku *python*) koji služi za razvoj *multi-touch* *OpenGL* aplikacija. Cilj ovog modula je omogućavanje brzog i lakog dizajna interakcionih tehnika, kao i brz razvoj prototipova *multi-touch* uređaja. Pažnja je, takođe, usmerena na operacije registrovanja događaja radi analize, procesiranja i vizuelizacije (prikaza) podataka.

TouchPy je mali *multi-touch* sistem koji je pisan na programskom jeziku *python*. Nije vezan za neki poseban softverski alat grafičkog korisničkog interfejsa. Jednostavan je za upotrebu i predstavlja svestran *python* *multi-touch* sistem.

4. ZAKLJUČAK

Prednosti korišćenja ekrana osetljivih na dodir su:

- Korišćenje ekrana na dodir je intuitivnije i prirodnije za korisnike, pa za rad sa njima nije potrebno prethodno znanje o kompjuterima.
- Korišćenje je brže i preciznije (samo ako se koristi pero ili sličan dodatak) nego prilikom korišćenja tastatura, mehaničkih tastera, miševa i sl.
- Ekрани na dodir su izdržljiviji, lakši za čišćenje i otporniji na prosute tečnosti od mehaničkih tastatura, miševa i sl.
- Potreban je manji prostor jer se sva interakcija obavlja preko samog interfejsa (ekrana).

Nedostaci korišćenja ekrana na dodir su:

- Korisnik mora biti dovoljno blizu ekranu da bi mogao da ga dodiruje rukama.
- Otežano je selektovanje i pointiranje prstima na male objekte interfejsa.
- Teško je smestiti svu potrebnu interakciju na ekran (naročito na male ekrane).
- Ruka kojom se dodiruje ekran može da zakloni deo ekrana što čini podatke nevidljivim.
- Moguć je zamor ruke nakon dužeg korišćenja, naročito kada ekрани stoje vertikalno.
- Nisu pogodni za unos velike količine podataka[2].

Postoji mnogo poslova čije realizacije mogu biti brže i jednostavnije primenom *multi-touch* interakcije i tehnologije. Zahtevi korisnika stalno rastu pa su nadolazeće aplikacije sve složenije. Traži se da one imaju prilično veliki broj različitih operacija. Od uređaja se traži da budu što manji, prenosivi i da podržavaju takve aplikacije. *Multi-touch* tehnologije pružaju mogućnosti za takva rešenja. Ipak, postoji problem dizajna, koji se tu nalazi oduvek. Postavlja se pitanje: Kako napraviti relativno dostupnim sve tražene operacije na tako malom prostoru? *Multi-touch* tehnologije i interakcione tehnike će poslužiti kao oslonac da bi se dobio odgovor na to i slična pitanja koja ostaju otvorena za ubuduće. Za to će, svakako, biti potrebno razviti nove interakcione metodologije i veruje se da će *multi-touch* interakcija biti sastavni deo većine budućih interfejsa u raznim oblastima.

5. LITERATURA

- [1] NUI Group Authors: „*Multi-Touch Technologies*“ - 1st edition [Community Release], May 2009.
- [2] Dragan Davidović, „*Multi-touch Tehnologije i Interakcione Tehnike*“, diplomski-master rad, 2009.

Kratka biografija:

Dragan Davidović rođen je u Gračanici 24.12.1983. god. Završio je srednju tehničku školu „Mihajlo Pupin“ u Bijeljini. Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu je upisao 2002. godine.

**JEDNA PRIMENA WINDOWS WORKFLOW FOUNDATION
U NADZORNO-UPRAVLJAČKIM SISTEMIMA****ONE APPLICATION OF THE WINDOWS WORKFLOW FOUNDATION
IN SCADA SYSTEMS**Stojan Konjević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Sadržaj – Savremeni nadzorno upravljački sistemi zahtevaju procesiranje velikih količina podataka kao i mogućnost brze i lake promene upravljačke logike bez zaustavljanja rada sistema. Na jednom primeru ovaj rad prikazuje mogućnost primene Microsoft Windows Workflow Foundation (WWF) u upravljanju velikim sistemima. Razmatran je primer nadzorno-upravljačkog sistema elektroenergetske mreže sa velikom količinom podataka u kome je potrebno pomoću WWF izvršiti validacije prikupljenih podataka. Problem je rešen pomoću .NET 3.0 Framework-a i programskog jezika C# sa akcentom na WWF tehnologiju.

Abstract – Contemporary SCADA systems require processing of large amounts of data and the possibility to quickly and easily change the control logic without restarting the system. In an example this paper analyzes the usability of the Microsoft Windows Workflow Foundation (WWF) in the software implementation of such large systems. The example uses WWF for validation of collected data in power systems. The problem is solved using .NET Framework 3.0 and C# programming language with emphasis on the WWF technology.

Ključne reči: Nadzorno-upravljački sistemi, Workflow, Windows WF

1. UVOD

Razvoj komunikacionih tehnologija i računarskih sistema sve više utiče na sve aspekte života, pa tako i na industrijsku proizvodnju u svim segmentima. Paralelno sa razvojem tehnologija rastu i zahtevi klijenata, kako u količini podataka koje je potrebno čuvati i obraditi, tako i u brzini odziva sistema. Od savremenih nadzorno-upravljačkih sistema (SCADA) se traži da podrže nadgledanje velikog broja veličina i da vrednosti veličina budu dostupne u čoveku prihvatljivom vremenu (nekoliko sekundi) [1]. Sa druge strane, zahteva se da logika obrade podataka bude izmenjiva (nekad čak na dnevnom nivou) tako da projektovani softverski sistem treba da omogući brzu promenu logike izvršavanja. Od rešenja se očekuje da se promene izvrše bez ponovnog prevođenja koda, a često čak i bez zaustavljanja rada sistema. Za takav tip problema pretpostavlja se da je podesna upotreba konfigurabilnih radnih tokova. Takođe, upotreba alata sa gotovim rešenjima za radne tokove je dobrodošla.

NAPOMENA:

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

Istorijski posmatrano, BizTalk Server je prvi pokušaj Microsoft-a da olakša automatizaciju poslovnih procesa. On omogućuje kompanijama da integrišu i upravljaju procesima uz razmenu poslovnih dokumenata. Prva verzija BizTalk-a je izašla 2000. godine, ali je bila namenjena Enterprise rešenjima (B2B, BPM, EAI). Posle verzije 2006 Microsoft je napustio ovu platformu i postojeće ideje uz uvođenje novina je integrisao u .NET Framework [2]. *Windows Workflow Foundation* (WWF) iako je praktično naslednik BizTalk servera za ciljnu grupu ima mnogo širi skup korisnika, tako da je postao interesantan i za industrijska rešenja. Vrlo bitna prednost je što je besplatan za korisnike Windows XP i Windows Server 2003, a integrisan je u Windows Vista operativni sistem [3].

Šire posmatrano, upravljanje radnim tokovima (*workflow* - kraće WF) se bavi automatizacijom procedura gde se dokumenti, informacije ili zadaci prosljeđuju među korisnicima prema definisanom skupu pravila sa ciljem da se dostigne ili bar doprinese celokupnom poslovnom cilju [4]. Problemom radnih tokova, pored Microsoft-a, bavilo se više kompanija pa tako postoji više tehničkih rešenja za realizaciju WF sistema. IBM WebSphere MQ Workflow 3.4 je u potpunosti objektno orijentisan i nudi visok nivo upotrebljivosti. To ga ističe u upravljanju procesima i organizaciji modelovanja tokova. Aktivnosti mogu biti definisane ili realizovane uz pomoć ActiveX objekata, Java API-a ili koristeći Web Client tehnologiju za brzi razvoj aplikacija, kao i automatsko generisanje JSP datoteka baziranih na definisanom procesu. Druga interesantna WF platforma je Webflow (SAP) koja nudi visok nivo višestruke upotrebljivosti procedura za upravljanje. MQ Series Workflow nudi moćno definisano modelovanje, dok su aktivnosti ostavljene da ih programer implementira. Workflow engine može direktno da saraduje sa drugim aplikacijama ili drugim Workflow modulima pomoću XML kodiranih MQSeries poruka [5]. U ovom radu analizirane su mogućnosti Microsoft WWF jer se radi o mladoj tehnologiji koja će verovatno imati primenu u SCADA sistema razvijanim za Windows operativne sisteme i uz upotrebu .NET razvojnog okruženja. U radu je pokazano kako se uz pomoć WWF može izvršiti provera ispravnosti veće količine podataka prikupljenih iz udaljenih merno-akvizicionih uređaja. Opisano rešenje primenjuje različite metode validacije i pri tom omogućava brzu i laku izmenu kriterijuma validacije, kao i dodavanje novih kriterijuma. Dodatno, upotrebom WWF je omogućeno vizuelno i logičko pregledanje aplikaciju, praćenje izvršavanja radnog toka i što je najbitnije, jednostavna izmena poslovne logike u implementiranim tokovima.

2. WINDOWS WORKFLOW FOUNDATION

Workflow je prvi put objavljen u Microsoft .NET Framework-u 3.0 u 2006. godini, a zatim ažuriran u .NET Framework-u 3.5. Oba ova framework-a proširuju funkcionalnost .NET Framework 2.0 u obliku prepoznatljivih komponenti (slika 1.) [6]:

- Windows Presentation Foundation (WPF)
- Windows Communication Foundation (WCF)
- Windows CardSpace (WCS)
- Windows Workflow Foundation (WWF)



Slika 1. .NET Framework 3.0 komponente

Posebno interesantna prednost WWF je razdvajanje poslovne logike od njene implementacije, često zahtevana u servisno orijentisanoj arhitekturi. Pre nastanka WWF-a u jednom tipičnom scenariju su se i opis poslovne logike i njena implementacija pisali u C#, Visual Basic .NET ili nekom drugom .NET jeziku. Rezultat je bio nejasna granica između poslovne logike i njene implementacije. Nastankom WWF-a, poslovna logika može biti zasebno definisana u *workflow*-u, dok se implementacija radi u nekom od .NET jezika [7]. Ova se osobina pokazala korisnom tokom održavanja aplikacija, a posebno u sistemima sa velikom količinom korisnika, podataka i akcija nad njima, kao što je u slučaju savremenih nadzorno-upravljačkih sistema.

Dobra karakteristika WWF, koja je iskorišćena u ovom radu, je što biblioteke napravljene u WWF mogu biti izmenjene (sasvim ili se podese parametri) i ponovo ubačene u glavnu aplikaciju i to bez prethodnog zaustavljanja proračuna ili potrebe za ponovnim kompajliranjem aplikacije u kojoj su pokrenute.

2.1. Vrste poslovnih tokova

U WWF postoje dve glavne vrste *workflow*-a:

1. **Sequential** sadrži radnje koje se izvode unapred definisanim redom sa jasno određenim početkom i krajem. Primer sekvenijalnog WF je instalacija aplikacije.
2. **State machines** je WF koji nema unapred definisanu putanju, nego je prikazan kao skup stanja i prelaza između njih. Primer je web kupovina, gde korisnik može po sopstvenoj želji da izabere tok aktivnosti ili način plaćanja [8].

2.2. Aktivnosti

Aktivnosti (*activities*) su temeljni elementi WWF radnog toka. Aktivnost može sadržavati jednu akciju poput zapisivanja vrednosti u bazu podataka ili više aktivnosti (kompozitna aktivnost). Aktivnosti mogu biti osnovne (*CodeActivity*, *InvokeWebServiceActivity*, *DelayActivity*) i složene (*SequenceActivity*, *ParallelActivity*, *IfElseActivity*,

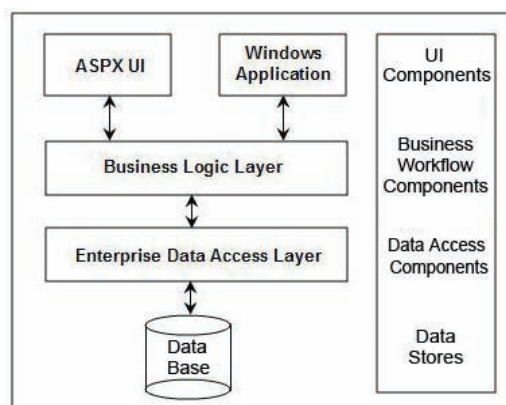
...). Definicija radnog toka određuje redosled izvođenja aktivnosti. Kada se kreira instanca radnog toka njene aktivnosti se izvršavaju prema definiciji radnog toka sve dok se ne izvrši poslednja aktivnost [6].

WWF sadrži biblioteku predefiniраниh aktivnosti (*Base Activity Library*), ali i podršku za izradu vlastitih aktivnosti (*CustomActivities*). Najjednostavniji način kreiranja vlastitih aktivnosti je korišćenje grafičkog alata *Activity Designer Visual Studio*-a. Pored toga, aktivnosti se mogu kreirati i direktno u kôdu. Svaka aktivnost ima događaje na koje reaguje i svojstva koja sadrže njeno stanje. Kreiranje vlastitih aktivnosti je još jedna osobina koja je našla veliku upotrebnu vrednost u projektovanju WF biblioteka. Korišćenjem gotovih aktivnosti ubrzan je proces delovanja administratora, gde njemu ostaje samo da predefiniše parametre te aktivnosti.

3. PROCES PROVERE MERAČA

Primer jednog složenog sistema sa mnogo korisnika, brojnim akcijama, proverama, potvrđama i proračunima je upravljanje elektroenergetskom mrežom gde je potrebno procesirati vrednosti očitane sa merača. Prethodno skladištene veličine se na zahtev korisnika proveravaju i na osnovu kriterijuma provere klasifikuju dobijeni rezultati. Zbog prirode problema i potrebe da način obrade podataka bude izmenljiv upotreba WWF-a se nameće kao moguće rešenje. Dodatno, zbog obima posla i složenih zahteva za verifikacijom, validacijom i proračunima podataka *Sequential Diagram* je izabran kao pogodniji za implementaciju problema iz ovog rada.

Predloženo rešenje se sastoji od nekoliko osnovnih celina (slika 2) od kojih je poseban akcenat stavljen na *Business Logic Layer* i njegovu realizaciju pomoću WWF-a. Komunikaciju između komponenti sistema omogućuje *WorkflowRuntime* upotrebom poruka realizovanih kroz pozive metoda i događaje. Događaji se koriste za slanje poruka ka WF-u, a metode za slanje podataka ka aplikaciji [9]. Rešenje uključuje izbor WF koji će biti pokrenut i pomoću koga će biti procesirani podaci iz baze podataka.



Slika 2. Arhitektura sistema

U ovom radu WWF je upotrebljen za automatsku proveru vrednosti dobijenih sa merača. To je omogućeno kreiranjem WF biblioteka koje vrše validacije izmerenih veličina sa svakog merača pojedinačno i na osnovu definisanih uslova klasifikuju merače po grupama. Svaka od realizovanih WF *Validation* biblioteka omogućava

korisniku da navede: kakvu validaciju želi da primeni, kako da je primeni, da bira prioritete validacije podataka i pragove tolerancije. Pragovi tolerancije i uslovi validacije su dizajnirani da bi se identifikovali događaji koji nisu dozvoljeni na meraču i mogu uzrokovati da prikupljeni podaci ne odražavaju stvarnu sliku potrošnje.

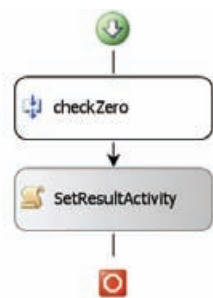
Merači prikupljaju izmerene vrednosti u unapred programiranim vremenskim periodima i lokalno ih memorišu. Sve tako prikupljene vrednosti sa velikog broja merača se prenose u centralu u paketima tako da se preneti podaci obrađuju u *offline* modu, tj. van realnog vremena. Tokom obrade podataka prikupljenih jednim meračem neka od WF biblioteka može vratiti vrednost *false* i time se označava da taj merač nije prošao validaciju i odmah se prelazi na obradu podataka narednog merača.

Na kraju procesa nekoliko „ključnih reči“ se koristi za opisivanje kvaliteta podataka prikupljenih sa merača [10]:

- *Valid data* – podaci koji su prošli sve potrebne provere i nisu pokazali odstupanja od dozvoljenih granica;
- *Invalid data* – podaci koji nisu prošli najmanje jednu proveru od zahtevanih provera;
- *Validated data* – podaci koji su provereni, izmenjeni ili odobreni u skladu sa procedurama.

3.1. Realizovane WF biblioteke

Prva realizovana WF biblioteka (*WFZeroConsumption*) ima za zadatak proveru merenja tokom nekog perioda i detekciju nula kao nedozvoljenih vrednosti. Ako su sve vrednosti veće od nule, onda se one propuštaju i proces validacije podataka se nastavlja primenom drugih WF biblioteka. Nakon provere svih prikupljenih podataka sa jednog merača i dobijenih rezultata, merač će biti smešten u neku od gore navedenih kategorija. Ako je nemoguće proveriti vrednosti merenja poteklih sa nekog merača smatra se da je izmerena potrošnja električne energije jednaka nuli. *SequenceDiagram* ove biblioteke je dat na slici 3, sa koje se vidi da je za proveru pojedinačnih merenja iskorišćena kreirana aktivnost (*CustomActivity*) – *checkZero*.



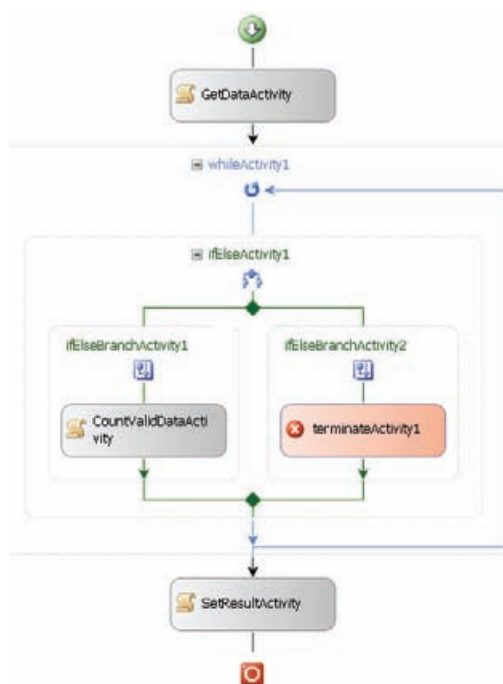
Slika 3. Provera postojanja nultih vrednosti

WFConsecutiveZeroConsumption je druga realizovana WF biblioteka koja vrši proveru pojavljivanja određenog broja uzastopnih nula. Kada se detektuje ovakva situacija po pravilu se zaustavlja dalja obrada, i merač se deklarise kao nevalidan (neisparavan). Broj uzastopnih nula koje implementiran algoritam očekuje se postavlja u jednom od parametara aktivnosti *ConsecutiveZerosActivity*.

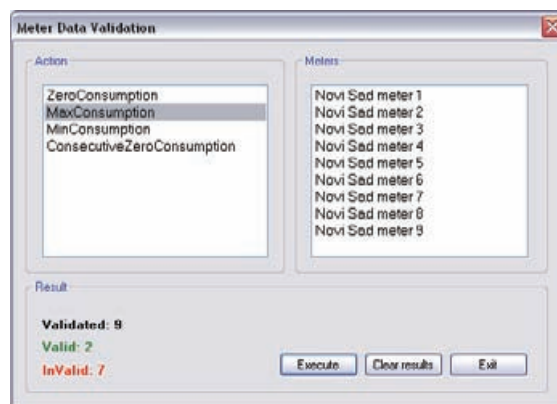
Biblioteka zadužena za praćenje prekoračenja u potrošnji je *WFMaxConsumption*, a biblioteka koja vodi računa da

potrošnja ne padne ispod neke nerealno male vrednosti za određenog potrošača je *WFMinConsumption*. Ako bilo koja od navedenih biblioteka detektuje izmerene vrednosti potrošnje van zadatih granica, prekidaju se dalje provere izmerenih vrednosti za tekući merač i merenja se prijavljuju kao nevalidna. Na slici 4 je pokazana realizacija WF za proveru minimalne vrednosti pomoću osnovnih aktivnosti.

Ulazni parametar kreiranih WF biblioteka za validaciju podataka sa merača, tj. parametar koje Windows aplikacija za testiranje (slika 5) prosleđuje WF-u je naziv merača čiji se podaci žele ispitati. Nakon toga WF biblioteke vrše provere po definisanim tokovima i uslovima, a kao izlazne parametre vraćaju vrednost *true/false* zavisno od uspešnosti validacije, kao i broj uspešno obrađenih podataka sa merača (*Valid data*), broj neuspešnih obrada (*Invalid data*) i ukupan broj obrađenih podataka (*Validated data*).



Slika 4. Provere donjeg praga (minimuma)



Slika 5. WF test aplikacija za validaciju prikupljenih podataka

WWF omogućava korisniku ove aplikacije da je jednostavno prilagođava promenama poslovne politike preduzeća i proširuje pravila za validaciju podataka dobijenih sa merača. Mogu se dodati validacione WF

biblioteke koje je korisnik sam napravio i prilagodio novim uslovima u sistemu (npr. broj uzastopnih nula ili pragove tolerancije). Same promene su pojednostavljene pa su korisniku olakšane i ubrzane aktivnosti nad istim. Podešavanja je najlakše učiniti pomoću Windows MEF biblioteke (.NET 3.5 i 4). *Managed Extensibility Framework* (MEF) je biblioteka u .NET-u koja omogućava višestruku upotrebljivost aplikacija i komponenti tako da jedna .NET aplikacija, kao što je ova, može postati potpuno dinamička. Ono što postojeća verzija WWF-a (.NET 3.0) ne dozvoljava korisniku jeste menjanje biblioteka i njihovu upotrebu bez prethodnog kompajliranja. Kako opisana tehnologija bude napredovala i sve više sistema je bude podržavalo za očekivati je da se pojavi i javno dostupan alat za izmenu WF-a bez potrebe za ponovnim kompajliranjem pojedinačnih biblioteka nakon izmene.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je pokazana jedna primena *Windows Workflow Foundation*-a u nadzorno-upravljačkom sistemu elektroenergetske mreže. Razvojem aplikacije na ovoj platformi pokazano je da je WWF veoma fleksibilan za potrebe nadzorno-upravljačkih sistema gde postoji potreba za jednostavnom izmenom poslovne logike radnog toka. Stoga je održavanje WWF aplikacije moguće gotovo svakom programeru koji koristi .NET Framework i time je omogućiti primenljivom u različitim situacijama. Takođe je pokazano da razdvajanje logike radog toka od pozadinskog izvršavanja komponenti doprinosi jasnijem i boljem upravljanju aplikacijom, kao i implementaciju delova koda u različitim jezicima bez potrebe za dodatnim kompajliranjem.

Iako je urađen jedan jednostavan primer primene WWF u nadzorno-upravljačkim sistemima može se zaključiti da je njegova šira primena opravdana i to za radne tokove koji se izvršavaju van realnog vremena ili u blisko realnom vremenu. Na osnovu iskustva autora primena WWF-a za obrade u realnom vremenu je neadekvatna zbog njegovih slabijih performansi.

5. LITERATURA

- [1] Mariana Hentea, *Improving Security for SCADA Control Systems*, Excelsior College, NY, USA, 2008.
- [2] *BizTalk Tutor*, www.biztalktutor.com, July 2009
- [3] Abhishek Dubey, Luciano Piccoli, James B. Kowalkowski, James N. Simone, Xian-He Sun, Gabor Karsai, Sandeep Neema, *Using Runtime Verification to Design a Reliable Execution Framework for Scientific Workflows* Illinois Institute of Technology Chicago, 2009.
- [4] *Workflow*, <http://en.wikipedia.org/wiki/Workflow>, August 2009
- [5] *Workflow Comparative Study*, www.waria.com, August 2009
- [6] Nick Russell, Arthur H.M. ter Hofstede, *WorkflowControl – Flow Patterns*, BPM Group, Queensland University of Technology, Australia, May 2009
- [7] Todd Kitta, *Professional Windows Workflow Foundation*, Wrox Press, 2007
- [8] Bruce Bukovics, *Pro WF Windows Workflow in .NET 3.0*, Apress, US, February 2007
- [9] Titanium MDM, *VEE Engine*, Telvent 2008.
- [10] *Using Local Services in Workflows, Workflow and Application Communication*, msdn.microsoft.com, August 2009

Kratka biografija:



Stojan Konjević rođen je u Somboru 1982. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2009.god.

PREDIKCIJA TIPA GREJANJA UZ POMOĆ ENERGYPLUS PROGRAMA I FUZZY LOGIKE**PREDICTION OF TYPE OF HEATING WITH ENERGYPLUS PROGRAM AND FUZZY LOGIC**Marko Mladenović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste predikcija tipa grejanja u poslovnom objektu za naredne dane korišćenjem simulacije u EnergyPlus programu i odlučivanja korišćenjem fuzzy logike. U tu svrhu izrađen je program koji povezuje vremensku prognozu za naredne dane, izrađen simulacioni model u EnergyPlusu petospratnog poslovnog objekta u Beogradu, simulaciju EnergyPlusa i fuzzy logiku, a kao rezultat daje vrstu grejanja koja je najekonomičnija za korišćenje za taj dan. Sve u cilju efikasnijeg i racionalnijeg korišćenja energije.

Abstract – The purpose of this work is prediction of the type of heating for the next few days in an office building using EnergyPlus program for simulation and fuzzy logic for determination. In this matter a program that binds weather forecast, created simulation model in EnergyPlus of a five story building in Belgrade, simulation in EnergyPlus and fuzzy logic, and as a result program gives the type of heating which is the most economic to use for the particular day, was built. Everything is done in the way of most efficient and rational use of energy.

Ključne reči: *Predikcija, Simulacija, EnergyPlus, Fuzzy logika, Toplotna pumpa*

1. UVOD

Istraživanja pokazuju da se od ukupne energije koja se konzumira u razvijenim zemljama, oko 40% odnosi na poslovne i stambene objekte. Najveći potrošači u stambeno poslovnim objektima su sistemi grejanja, ventilacije i klimatizacije koji troše više od 30% ukupne energije koja se potroši u objektima. Kako bi se uštedela energija koriste se simulacioni programi, koji daju dosta korisnih informacija za optimizaciju potrošnje energije.

U radu se korišćenjem EnergyPlus simulacionog programa (BESP – Building Energy Simulation Programme) i fuzzy logike analizira potrebna energija za zagrevanje objekta i donosi odluka o vrsti grejanja. Poslovni objekat IMEL-a u Beogradu je poslužio za izradu simulacionog modela u EnergyPlus-u. Odabrani poslovni objekat poseduje BMS (Building Management System) koji upravlja sistemom klimatizacije, grejanja i hlađenja (KGH).

BMS nam omogućava da nakon simulacije i odlučivanja vrlo jednostavno primenimo odluku o tipu grejanja

slanjem komande BMS-u o vrsti grejanja. BMS vrši prebacivanje sistema grejanja sa gradskog grejanja na toplotnu pumpu i obrnuto.

2. IZRADA PROGRAMA ZA ODREĐIVANJE VRSTE GREJANJA**2.1 EnergyPlus**

EnergyPlus je potpuno nov simulacioni program, zasnovan je na najpopularnijim karakteristikama i mogućnostima BLAST i DOE-2. BLAST i DOE-2 su stariji simulacioni alati. EnergyPlus uključuje novi, modularan, struktuiran kod. Prvenstveno je simulaciona “mašina”, odnosno, nema interfejs. Ulazi i izlazi su zapetom odvojeni (comma-separated), ASCII tekst fajlovi.

EnergyPlus služi energetske analizi i simulaciji toplotnih opterećenja. Zasniva se na korisnički unetom opisu objekta, iz ugla fizičkog izgleda objekta, udruženih mehaničkih sistema itd. EnergyPlus izračunava opterećenja potrebna za grejanje i hlađenje, zahtevana da bi se dostigle željene vrednosti potrošnje, potrebne uslove za željeni rad KGH sistema, kao i energetske potrošnje opreme za grejanje i hlađenje i mnogo drugih simulacionih detalja koji su potrebni za proveru da li se simulacija ponaša kao i realan sistem [1].

Koraci koji vode do simulacije, treba da uzmu u obzir dizajn objekta, okruženje objekta, ekonomičnost, komfor prisutnih u samom objektu, kao i bezbednost. Jedan od najviših prioriteta, pri razvoju EnergyPlus-a, bio je realizacija integracione simulacije koja obuhvata tačne temperature i predviđanje potrebnog komfora.

U EnergyPlus-u, dizajnirani su ulazni fajlovi za lako održavanje i proširenje. EnergyPlus koristi slobodan format ulaznih fajlova (Input Data Files - IDF) [2].

Ulazni fajlovi koji su potrebni za uspešnu simulaciju su vremenski fajl *.epw, kao i fajl modela *.idf. Fajlovi moraju da sadrže elemente koji su potrebni EnergyPlus-u za pravilan rad [4].

Postoji nekoliko tipova izveštaja izlaznih podataka, pa je tako moguće videti čak i vizuelni nacrt površina. Iz razloga što je struktura podataka jednostavna i zapetom odvojena (comma-separated), izlazni postprocesori mogu lako čitati podatke i kreirati detaljnije izveštaje.

NAPOMENA:

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

2.2 Savremeni, integrisani centralni sistemi za nadzor i upravljanje u poslovno-stambenim objektima (Integrisani BMS)

Integrisani BMS su bazirani na arhitekturi sa distribuiranim kontrolerima DCS uz podršku svih standardnih komunikacionih protokola. Na ovaj način uz integrisanu podršku ka svim komunikacionim protokolima koji se primenjuju u BMS-u na jednostavan način, uz dodavanje komunikacionih interfejsa, moguće je spregnuti proizvoljan podsistem poslovno-stambenog objekta (klima komoru, čiler, toplotnu pumpu, dizel agregat, itd.). Integrisani BMS ima mogućnost nadzora i upravljanja nad zajedničkim podsistemima objekta. U tom poslu, on se oslanja na određene parametre dobijene merenjem ambijentalnih vrednosti u kancelacijama, sobama-apartmanima, zajedničkim prostorijama, server salama, itd., ukoliko su oni deo objekta. Dalje, BMS upravlja ambijentom u tim prostorijama i na taj način ostvaruje ciljane uslove koji su primereni za određeni prostor [5].

2.3 Fuzzy logika

Fuzzy je engleska reč koja bi mogla da se prevede kao maglovito, nejasno, mutno. U fuzzy logici nije precizno definisana pripadnost jednog elementa određenom skupu, već se pripadnost meri u, recimo, procentima. Ove mere pripadnosti, skalirane, mogu da uzimaju vrednosti od 0 do 1 [6].

Fuzzy skupovi su osnovni elementi kojima opisujemo nepreciznost. Naime, diskretan skup sadrži elemente sa istim svojstvima (skup jabuka, skup krušaka, skup celih brojeva itd.) dok fuzzy skupovi sadrže elemente sa sličnim svojstvima (skup visokih ljudi, skup niskih ljudi, skup brzih automobila itd.).

U diskretnim skupovima element ili pripada ili ne pripada određenom skupu, ako to predstavimo matematički kažemo da je stepen pripadnosti skupu 1 (ako pripada) ili 0 (ako ne pripada).

Elementi u fuzzy skupovima mogu delimično da pripadaju, matematički to možemo da predstavimo na sledeći način 1 (100% pripada), 0 (uopšte ne pripada skupu), 0.7 (70% pripada skupu). Ovim pristupom možemo preciznije da reprezentujemo neprecizne iskaze.

Vidimo da je ova logika jako bliska ljudskoj percepciji o mnogim stvarima u životu. Mnoge slične situacije koje nisu jasno razdvojene, koje su mešavina više stvari su svakodnevno prisutne oko nas. Ovde smo na prilično nestabilnom terenu, jer relevantnim postaje subjektivno mišljenje o nekoj stvari. Čak i kulturološko nasleđe ili generacijske razlike imaju uticaja. Ali to je i poenta. U fuzzy logici istinitost svakog tvrđenja se meri u procentima.

Funkcija pripadanja predstavlja kontinualno merilo sigurnosti da li je naša promenljiva klasifikovana kao ta lingvistička vrednost. Ova funkcija određuje stepen pripadanja nekog objekta datom fuzzy skupu i kontinualna je. Tipične funkcije pripadnosti fuzzy skupa: Trougaona, Trapezoidna, Gausova...

Fazifikacija predstavlja samo vrstu predstave jasnih tj. oštarih (crisp) veličina u takav oblik da bude primenljiv u

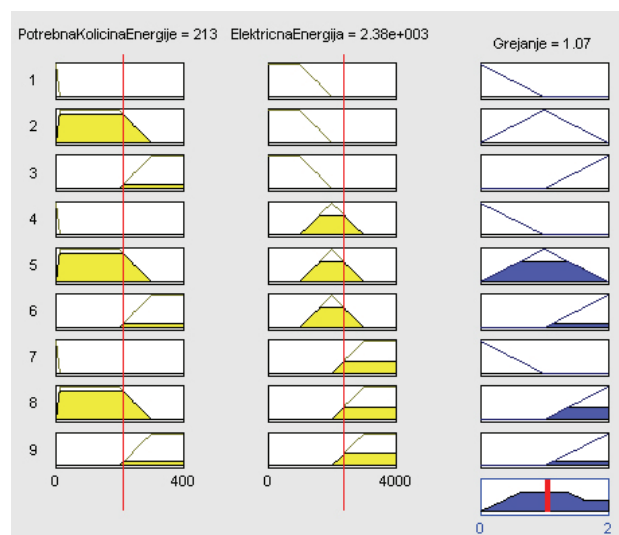
fuzzy logici. Često se ovaj postupak naziva i kodiranje. Ovo nam omogućavaju upravo funkcije pripadnosti, koje ustvari mapiraju stepen istinitosti neke tvrdnje.

Bazu pravila čini lista pravila koja predstavlja odnos ulaza i daje odgovarajući izlaz. Da bi izrazili posledicu koju proizvode trenutne vrednosti ulaznih promenljivih gradimo pravila. Ova pravila imaju oblik: if <premissa> then <posledica>. Sva pravila se izvršavaju paralelno i njihov redosled nije bitan [6].

Posle fazifikacije ulaznih promenljivih primenjuju se fuzzy operatori shodno utvrđenim pravilima.

Metod Mamdani koristi min operator (\wedge) za fazi implikaciju (\rightarrow). Na Slici 1 je prikazano kako metod Mamdani vrši zaključivanje.

Defazifikacija predstavlja u suštini proces suprotan procesu fazifikacije pa se naziva i dekodiranje. Ovo je u stvari proces koji treba da pretvori rezultat agregacije, koji u osnovi predstavlja presek površi u signal koji je razumljiv procesu. Izlaz kontrolera mora da ima jednu jedinstvenu vrednost, najčešće predstavljenu realnim brojem [6]. Defazifikacija je urađena aproksimiranom metodom centra površi (Center of gravity – COG). Aproksimacija je izvršena if-else naredbama u programskom kodu.



Slika 1. Fuzzy zaključivanje

2.4 Opis sistema i izrada modela

Za potrebe simulacije i korišćenja rezultata simulacije u odlučivanju potrebno je bilo izraditi model konkretnog objekta na kome će biti primenjivan program.

Potrebno je izvršiti kompletnu realizaciju modela objekta u EnergyPlus-u. U tu svrhu, odabran je poslovni objekat na Novom Beogradu. Da bi se u potpunosti implementirao program za određivanje tipa grejanja potrebno je da na objektu postoji BMS.

Modeliranje se vrši u IDF editoru koji je sastavni deo simulacionog programa EnergyPlus [3].

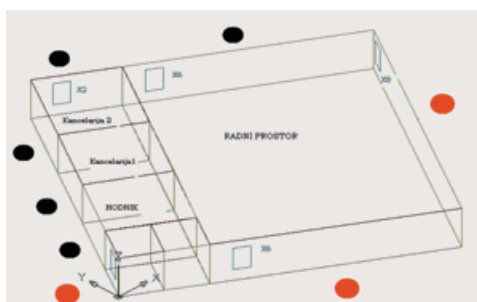
Za izradu modela korišćeni su podaci dobijeni iz projektnog zadatka i tehničkog opisa opreme za izradu glavnog projekta termotehničkih instalacija grejanja, hlađenja i ventilacije (Tabela 1).

Osnovni podaci o objektu:	
Lokacija	Novi Beograd – Srbija
Spratovi	Suteren, prizemlje i četiri sprata
Površina sprata	Oko 500m ²
Radno vreme	7:00 – 17:00
KGH_sistem:	
Grejanje/Hlađenje	Četvorocevni fancoil sistem
Izvor hladne vode	Čiler kapaciteta hlađenja 288kW
Izvor tople vode	Gradska toplana; Toplotna pumpa 2x163kW
Zonski termostat	Dual setpoint with deadband
Željene vrednosti temperature grejanja	21 ⁰ C – 23 ⁰ C
Željene vrednosti temperature hlađenja	23 ⁰ C – 26 ⁰ C
Klima komora	Proizvodi svež vazduh konstantne temperature i protoka

Tabela 1. Opis sistema

Ceo objekat je aproksimiran sa pet jednakih spratova, sa jednakom opremom i zoniranjem, pošto su svi spratovi gotovo jednaki po površini i kapacitetu grejanja i hlađenja.

Arhitektonske i konstrukcione karakteristike su dobijene iz arhitektonskih projekata objekta. Te karakteristike su: dimenzije, materijali, oblik objekta, visine, površine...



Slika 2. Zoniranje i osvetljenje prvog sprata

Zoniranje je izvršeno po rasporedu prostorija (Slika 2). Termalna zona je fundamentalna jedinica za korišćenje "usluga" KGH sistema i opreme za grejanje i hlađenje u EnergyPlus-u. Definicija svake zone uključuje svoju graničnu geometriju, upotrebu zone od strane prisutnih kao i operativni režim.

Što se tiče modelovanja KGH sistema, ne postoji jedinstven model koji će u potpunosti simulirati ponašanje KGH sistema. Svaka komponenta KGH sistema realizuje se ponaosob.

Nakon realizovanja, vrši se testiranje modela. Testiranje pravilnosti ponašanja sistema, obavlja se analizirajući izlazne strukture podataka. Naravno, potrebno je imati prethodno znanje, o stvarnom, realnom ponašanju sistema, kako bi testiranje bilo uspešno.

2.5 Program za određivanje tipa grejanja

Kada se program pokrene otvara se glavni prozor koji je prikazan na Slici 3. Moguće je učitati prognozu vremena sa interneta pritiskom na dugme za učitavanje, u slučaju da se prognoza ne učita biće korišćena prethodno učitana prognoza sa interneta. To važi, takođe, i za slučaj kada se kao vrsta vremenske prognoze izabere automatsko učitavanje prognoze. Kod manuelnog tj. ručnog učitavanja ovaj fajl sa interneta se ne koristi.

Vremenska prognoza se obnavlja svakoga dana i važi za gradove u Srbiji za tri dana. Potrebno je bilo da program snimi sa interneta vremensku prognozu i prevedu je u oblik pogodan za korišćenje u EnergyPlus-u [2]. To je realizovano tako što se prognoza sa interneta smešta u bafer i iz njega dalje upisuje u fajl forecast.txt. Iz pomenutog fajla se isčitava prognoza koja se odnosi na Beograd, jer nam je ona potrebna i kreira se fajl vremenske prognoze koji odgovara EnergyPlus format fajla *.epw sa svim potrebnim atributima. Atributi se odnose na konkretan grad za koji je namenjena prognoza, geografsku širinu, dužinu, karakteristične temperature, itd. [7].

Kao opcija koja je pogodna za korišćenje jeste mogućnost izbora tri vrste simulacije u zavisnosti od vremenske prognoze koje se mogu koristiti. Vrste vremenske prognoze koje se mogu koristiti su:

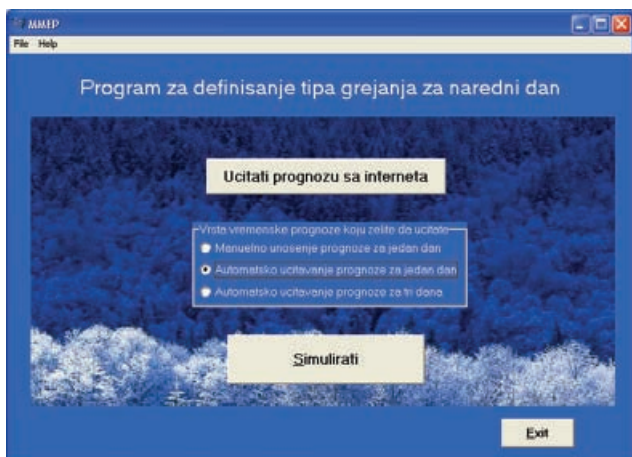
- Ručno učitavanje prognoze za jedan dan
- Automatsko učitavanje prognoze za jedan dan
- Automatsko učitavanje prognoze za tri dana

Prva vrsta se odnosi na unošenje datuma i temperature na svakih tri sata za željeni dan. Druga vrsta učitava prognozu iz fajla koji je učitana sa interneta ali za jedan dan, dok treća vrsta radi isto kao prethodna samo za tri dana. Prilikom odabira odgovarajuće vrste prognoze vrši se automatsko učitavanje.

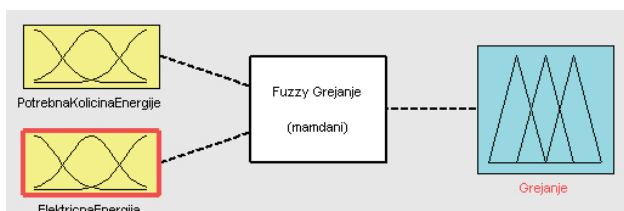
Kada je prognoza uspešno učitana omogućuje se korišćenje simulacije. Model objekta koji je već izrađen i testiran se takođe koristi prilikom simulacije u EnergyPlus-u. Klikom na dugme "Simulirati" pokreće se simulacija. Tom prilikom se poziva EnergyPlus i prosleđuju mu se fajl vremenske prognoze i simulacionog modela poslovnog objekta. EnergyPlus vrši simulaciju. Kao rezultat simulacije dobija se potrebna količina energije za grejanje celog objekta. Dnevna potrošnja električne energije je druga ulazna promenljiva koja se koristi u fuzzy zaključivanju. Merenjem dobijamo količinu potrošene električne energije u toku jednog dana.

Nakon što se simulacija završila rezultat simulacije i količina potrošene električne energije se prosleđuju fuzzy logici (Slika 4) koja ih obrađuje. Ulazne i izlazna promenljiva se fazifikuju respektivno (Slika 5, Slika 6, Slika 7). Na osnovu vrednosti ulaznih promenljivih, baze pravila, metode zaključivanja i defazifikacije (Slika 1) fuzzy logika donosi zaključak o najpogodnijoj vrsti

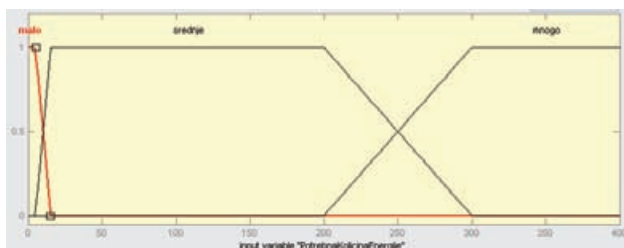
grejanja za taj dan. Fuzzy logika je realizovana pisanjem koda (C++) u okviru programa za određivanje tipa grejanja.



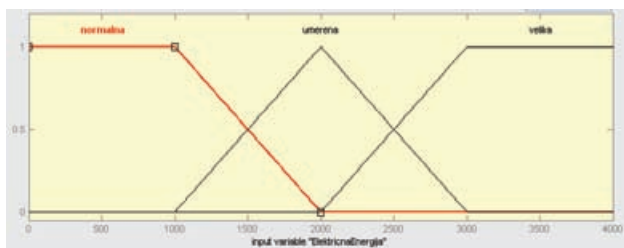
Slika 3. Prikaz glavnog prozora programa



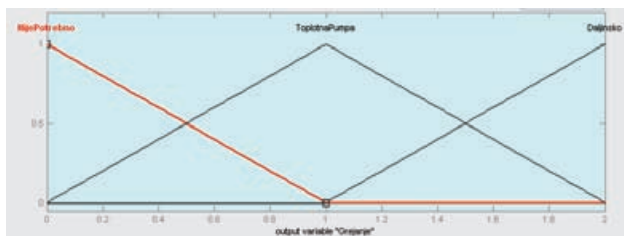
Slika 4. Fuzzy logika blok shema



Slika 5. Fazifikacija - potrebna količina energije



Slika 6. Fazifikacija - električna energija



Slika 7. Fazifikacija izlazne promenljive grejanje

Na osnovu dobijenog rezultata fuzzy odlučivanja kreira se fajl koji sadrži informaciju o tipu grejanja i prosleđuje je BMS-u.

3. ZAKLJUČAK

Prednost programa realizovanog kroz ovaj rad je smanjenje potrošnje energije za grejanje u prelaznom i zimskom periodu. Većina novijih poslovnih objekata u Beogradu sadrži sistem za ventilaciju, klimatizaciju i grejanje (KGH) samim tim bila bi minimalna ulaganja za implementaciju ovog programa.

Program bi se mogao unaprediti uvođenjem dodatnih elemenata koji bi se koristili pri fuzzy odlučivanju.

Testiranje programa na objektu za koji je projektovan pokazaće ispravnost i opravdanost njegove izrade.

Omogućeno je dodatno usavršavanje i proširivanje programa kako bi se što preciznije i bolje iskoristila raspoloživa energija.

4. LITERATURA

[1] D.B. Crawley, L.K. Lawrie, et al., "EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program", Energy and Buildings 33, Volume, April 2001, Pages 319–331.

[2] "EnergyPlus Getting Started", in Version 1.2.1, U.S. Department of Energy, 2005.

[3] "EnergyPlus Engineering Document", in Version 1.2.1, U.S. Department of Energy, 2005.

[4] "EnergyPlus Input-Output Reference", in Version 1.2.1, U.S. Department of Energy, 2005.

[5] Velimir Congradac, Filip Kulic "HVAC system optimization with CO₂ concentration control using genetic algorithms", Energy and Buildings, Volume 41, Issue 5, May 2009, Pages 571-577.

[6] Konjović Z. „Fuzzy logika“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.

[7] "Weather Data at International Locations", US Department of Energy, Energy efficiency and renewable energy WEB site: http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weatherdata_int.cfm; 2003.

Kratka biografija:



Marko Mladenović rođen je u Beogradu 1981. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2009.god.

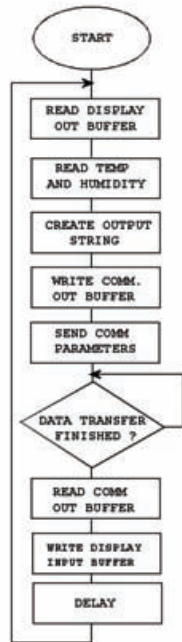
upravljačke kartice i ne utiče na ostale, postojeće salve periferije.

Upravljačka kartica:

Ovaj blok služi kao interfejs, upravlja tok podataka između ostalih periferija. Definisan je kao master na SPI bus-u, on kontroliše rad ostalih delova. Flash memorija mikrokontrolera sadrži parametre koji su jedinstveni za dati displej preko upravljačke kartice je izvršena prva inicijalna konfiguracija sistema.

U bazi podataka je definisano polje "Controller commands" preko kojeg administrator može *onlajn* da izvrši podešavanje sistema, da promeni učestanost komunikacije sa serverom, ili da isključi neke delove sistema. Pojednostavljen algoritam programa upravljačke kartice je prikazan na slici 3.

U jednom ciklusu izvršeni su sledeći koraci: 1. Očitavanje log kvarova iz bafera led modula. 2. Očitavanje senzora temperature i vlažnosti. 3. Sastavljanje izlaznog stringa. 4. Dodavanje komunikacionih parametara. 5. Upisivanje u bafer komunikacione kartice. 6. Čekanje završetka komunikacije sa serverom. 7. Očitavanje izlaznog bafera komunikacione kartice. 8. Upisivanje novog sadržaja u bafer led modula. 9 Čekanje određenog intervala vremena.



Slika 3. Algoritam upravljačke kartice

Pored mikrokontrolera kartica sadrži senzor SHT11[4], koji služi za merenje temperature i vlažnosti unutar kućišta uređaja. Temperatura i vlažnost su vrlo korisni za buduće testiranje i kasnije za nalaženje uzroka eventualnih kvarova.

Komunikaciona kartica:

Komunikaciona kartica sastoji od mikrokontrolera i Telit GM862 QUAD GSM modema [5], koji su povezani sa serijskom komunikacijom. Ovaj deo hardvera je zadužen za razmenu podataka sa serverom.

Mikrokontroler u ulaznom baferu dobija pakete od upravljačke kartice koji sadrže komunikacione parametre i izlazne podatke koji, se šalju na server .

Upravljanje modemom se vrši slanjem AT komande koju mikrokontroler generiše po dobijenim parametrima. Komunikacija se sastoji od 4 osnovna koraka koje modem izvršava.:

1. Uspostavljanje TCPkonekcije sa serverom
2. Pozivanje PHP[6] skripta za upis ili očitavanje podataka
3. Primanje odgovora servera i traženih podataka
4. Zatvaranje konekcije

Primer za upis i očitavanje tebele baze:

Niz komandi za očitavanje jedne tabelle:

```

//podešavanje parametra TCP konekcije
send_string ("AT#SKTSET=0,1024, "www.tippnet.rs"\r\n");
//otvaranje TCP konekcije
send_string ("AT#SKTOP\r\n ");
//pozivanje PHP skripta
send_string("GET/disp/rdata.php?Id0=12&Id1=01/HTTP/1.0\r\n");
send_string ("Host: www.tippnet.rs\r\n");
//zatvaranje konekcije
send_string ("Connection: close\r\n");
  
```

Niz komandi za upis u polje errorlog:

```

//podešavanje parametra TCP konekcije
send_string ("AT#SKTSET=0,1024, "tippnet.rs"\r\n ");
//otvaranje TCP konekcije
send_string ("AT#SKTOP\r\n ");
//pozivanje PHP skripta za upisanje u bazu
//"error log"
send_string("GET/disp/wdata.php?Id0=12&Id1=01&err
or log="No Error"/HTTP/1.0\r\n ");
send_string ("Host: www.tippnet.rs\r\n ");
//zatvaranje konekcije
send_string ("Connection: close\r\n ");
  
```

Pri pozivu PHP skriptova, poslani su jedinstveni identifikacioni brojevi displeja Id0 i Id1, po kojima server "zna" koja tabela pripada datom displeju. Nakon slanja komande, server daje potvrdu o upisu ili vraća tražene podatke. Primljeni podaci su upisani u izlaznom baferu komunikacione kartice koji je dostupan preko SPI busa.

LED modul:

Osnovni zadatak led modula je da prikazuje tekstualne i grafičke podatke koje dobije preko SPI bus-a. Rezolucija led matrice je 64 x 16 piksela. Sa ugrađenom karakter generatorom može da ispiše maksimalno 2 x 8 ASCII karaktera. Organizacija memorije displeja je prikazan na slici 4. Izlazni bafer je podeljen u 2 polja. Ova polja sadrže informaciju o kvarovima. Gornji 128 bajt je slika led matriksa u kojoj svaki resetovan bit obeležava pokvarenu led diodu. U donjem 128 bajtu nule obeležavaju pregrejana led drajver kola. Ulazni bafer displeja je podeljen na 3 dela. Prvo polje sadrži 16 niza od 64 karaktera, drugo polje prvog garfičkog bafera i treće polje prvog komandnog bafera.

Input Buffer		
Textual buffer 16 x 64 byte	Graphic buffer 1 x 128 byte	Command buffer 1 x 256 byte
Output Buffer		
Led error data 128 byte		Driver error data 64 byte

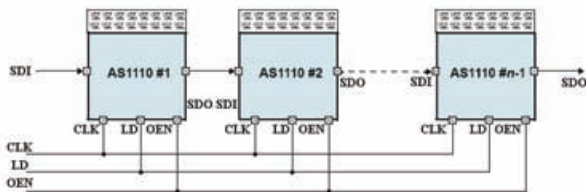
Slika 4. Organizacija memorije led modula

U programu mikrokontrolera implementirano je set funkcije koje se aktiviraju upisivanjem odgovarajuće komande u komandni bafer.

Set funkcije led modula:

Prikazivanje sadržaja xx	SOB<xx>,<x>
tekstualnog bafera u x liniji	SOG
Prikazivanje sadržaja grafičkog bafera	DLM<xx>
Pauza xx minuta	DLS<xx>
Pauza xx sekundi	
Pomeranje teksta u liniji x ulevo sa xx	SHL<x>,<xx>
karaktera	SOT<x>
Prikazivanje vremena u liniji x	SOD<x>
Prikazivanje datuma u liniji x	CLR
Brisanje displeja	SWC<x>
Uključivanje / isključivanje led matriksa	

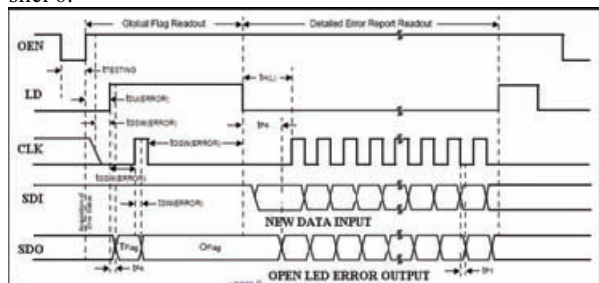
Korisnici sa Displej Utility aplikacijom mogu da sastavljaju i unesu niz komandi u bazu podataka koju kasnije displej zajedno sa ostalim podacima sa servera automatski očitava. Glavni deo displeja led matrice je realizovan sa AS1110 led drajverima od proizvođača Austriamicrosystem AG [7]. Ovo integrisano kolo ima 16 konstantna strujna izlaza koje napaljavu LED diode, sinhronog serijskog interfejsa sa ugrađenom shift-baferom i dijagnostiku za testiranje ledovke. Realizovani modul sadrži 64 kaskodno vezanih drajver kola i 1024 led diode. Šema povezivanja drajvera je prikazivan na slici 5.



Slika 5. Kaskodno povezivanje led drajvera.

Za prenos podataka i upravljanje korišćena je 5 linija SDI – Serial Data In, SDO – Serial Data Out, CLK – Clock signal, LD – Load Data i OEN – Output Enable. Za svaku rastuću ivicu CLK signala sadržaj 16 bitnog shift-bafera pomenen je ulevo, vrednost SDI linije upisan na mesto najvišeg bita, a vrednost najnižeg bita je pomenena na SDO liniji. Posle 16. takta sadržaj bafera je potpuno izmenjen. Za rastuću ivicu LD signala sadržaj shift bafera, je upisan u radni registar koji služi za upravljanje strujnim generatorima koje napajaju led diode. Za opadajuću ivicu OEN signala upaljane su led diode. Kod **n** serijsko vezanih kola postupak je isti sa razlikom da pomeranje podataka zahteva **n*16** takta.

Oblici signala i rezultat diagnostike greške je prikazan na slici 6.



```

Input Data: 1111111111111111 1111111111111111 0100011111111111
LED Status: 1111111111111111 1111111111111111 1111111111111111
Failure Code: 1111100111111111 1111111111111111 1111111111111111
    
```

Slika 6. Oblici signala kontrolne linije i liniji podataka

Ugrađena diagnostika ima 3 funkcije: testiranje otvorenih izlaza, testiranje kratkospajanih izlaza i detekcija pregrevanja drajvera. Funkcije su aktivirane za vreme visokog nivoa LD signala, pre upisivanja novog sadržaja. Sa pojedinih impulsima CLK signala izabrana je jedna od 3 funkcije a za opadajuću ivicu LD signala rezultati testa upisani u shift-bafer, koji može da se isčita preko SDO linije pomeranjem novog sadržaja u bafer. U dobijenim nizovima 0 bitovi pokazuju mesto kvarova.

Komunikacija

Kompletna komunikaciona šema je prikazana na slici 7. Gornji blok simbolizuje MySQL bazu podataka na serveru, a donja tri su pojedini delovi displeja. Prenos podataka između displeja i servera je realizovan TCP konekcijom preko GSM/GPRS mreže, a između blokova displeja SPI komunikacijom. U bazi su definisane dve tabele za ulazne i izlazne podatke. Svaki pristup bazi podataka je izvršen korišćenjem PHP skriptova *rdata.php* (čitavanje) i *wdata.php* (pisanje). Gornja tabela sadrži izlazne podatke koje displej očitava. Ovde stižu novi podaci od merne stanice i ostali tekstovi, slika i konfiguracioni parametri koje korisnik šalje sa Displej Utility programom. U tabeli je uvek poslednji upisani sadržaj dostupan, stariji podaci su prilikom upisa automatski izbrisani. Donja tabela je autoinkrementnog tipa i služi za arhiviranje podataka dobijenih od displeja. Svaki put kad je izvršen upis, otvorena je nova linija i obeležen redni broj i vreme upisa. Prva dva polja Id0 i Id1 u obe tabele služe za identifikaciju pojedinih displeja.

U osnovnoj konfiguraciji displej svakih 10 minuta započinje komunikaciju. Jedan komunikacioni ciklus sastoji se od sledećih koraka: 1. Upravljačka kartica očitava izlazni bafer Led modula. 2. Prosleđuje očitani sadržaj, vrednost temperature, vlažnosti i komunikacione parametre komunikacionoj kartici. 3. Komunikaciona kartica na osnovu dobijenih informacija uspostavlja TCP konekciju sa serverom. 4. Pošalje podatke u donju tabelu pozivanjem PHP skripta *wdata.php*. 5. Očitava gornju tabelu sa PHP skriptom *rdata.php*. 6. Zatvara konekciju sa serverom. 7. Upravljačka kartica očitava izlazni bafer komunikacione kartice. 8. Odvaja "Controller Commands" polja. 9. Upisuje podatke u ulazni bafer Led modula. 10. Čeka na dati interval vremena.

Korisnički interfejs

Displej Utility je korisnička površina sistema. Može da radi na bilo kojem PC-u, ako je priključen na internet. Sa programom korisnici lako i efikasno mogu da sastave sadržaj koji će biti prikazan na displeju, dodavanjem slike, pomeranjem teksta, pauze i proizvoljnog redosleda. Sa izborom satnog moda displej može da pokazuje tačno vreme i datum. Aplikacija sadrži virtualni model displeja, sa kojim korisnik može da se simulira rad displeja da bi video pre upisivanja u bazu, kako izgleda sastavljena poruka. Program omogućava i očitavanje log fajlova sa servera, prikazivajući tačna mesta kvarova led dioda i driver čipova.

3. UPOREĐIVANJE MOGUĆIH REŠENJA

Najsloženiji problem kod realizacije sistema je izbor i implementiranje prenosa podataka, koji može da unosi velika ograničenja i značajno povećava troškove. Kod sličnih displeja najčešće su korišćene sledeće komunikacione linije:

¹ PHP skript *rdata.php* i *wdata.php* su preuzeti od postojećeg sistema za prikupljanje podataka memnih stanica.

Kabloska veza (RS232, RS485, LAN)

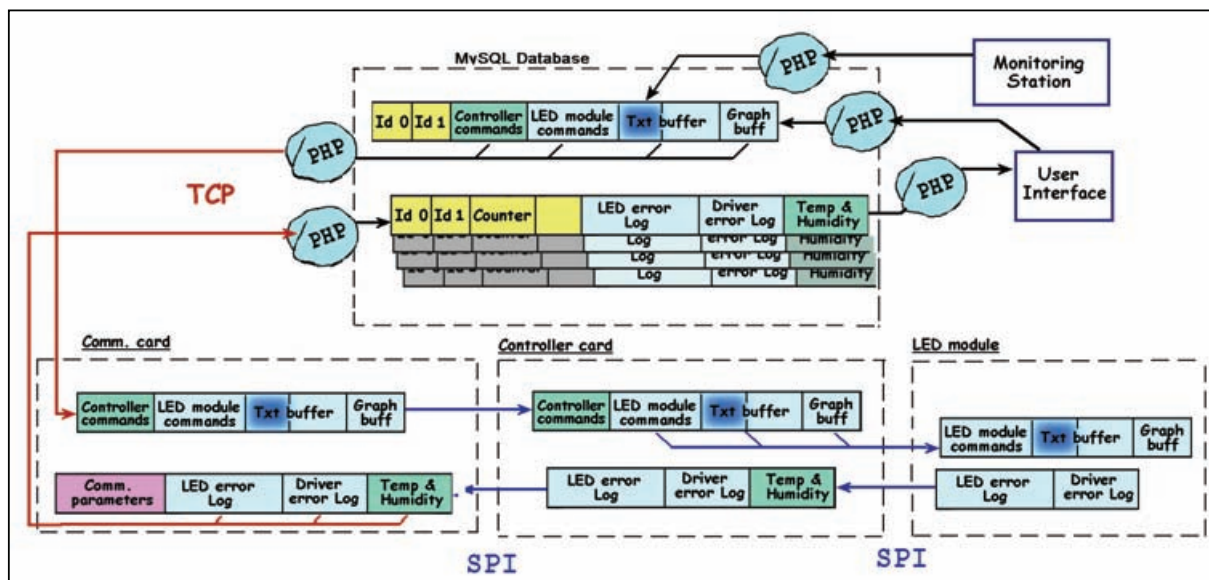
Najbolji izbor na malim daljinama. Prednosti: zatvorena fizička veza, prenos podataka u realnom vremenu, lako implementiranje dodatne nestandardne funkcije, veća pouzdanost od ostalih rešenja, Mane: ograničen domet i visoka cena instalacije.

Bežična komunikacija (Bluetooth, ZigBee, WLAN, IR).

Alternativno rešenje, umesto kablovske veze. Prednosti: prenos podataka u realnom vremenu, zatvoren sistem, niska

Testiranje hardvera je izvršeno u delovima u laboratoriji. Led drajveri su testirani na povećanoj temperaturi oko 70 °C, radi simuliranja otežanih uslova rada koji se javljaju toplih dana.

Postavljeni ciljevi su postignuti u okviru rada. Realizovan je prototip sistema. Komunikacija radi zadovoljavajući, drajveri sa maksimalnim opterećenjem pri 70°C ambientalne temperature ne prelaze dozvoljenu temperaturu. Sledeći koraci u razvoju su projektovanje kutije sa potrebnim



Slika 7. Komunikaciona sema sistema

cena instalacije. Mane: manje pouzdan usled moguće smetnje u prenosnom medijumu i ograničen domet.

Direktni prenos preko interneta TCP/IP konekcijom (LAN, WLAN, GPRS, ADSL) Prednosti: neograničen domet, prenos podataka u realnom vremenu. Mane: potrebna kvalitetna internet konekcija i statička IP adresa, pouzdanost zavisi od kvaliteta internet konekcije.

Indirektni prenos preko interneta korišćenjem servera (LAN, WLAN, GPRS, ADSL) Prednosti: neograničen domet, može da radi bez prisustva korisnika, najniža cena od svih rešenja. Mane: ne može da radi u realnom vremenu, pouzdanost zavisi od kvaliteta internet konekcije.

U našem sistemu je izabran indirektni prenos korišćenjem servera preko GPRS internet konekcije. Usled velike razdaljine, male količine podataka i jednostavnosti povezivanja sa mernim stanicama ovo rešenje je najbolji kompromis između cene pouzdanosti i praktičnosti.

4. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada opisana je realizacija sistema za online prikazivanje podataka o zagađenosti vazduha. Sistem se sastoji od 3 dela: LED displeja, server sa MySQL bazom podataka i korisnička aplikacija Display Utility. Hardware je zasnovan na ATMEGA64 mikrokontroleru, AS1110 led drajveru, i Telit GM862 Quad GSM modemu.

Za prenos podataka između centralnog servera i displeja je korišćen GPRS internet servis GSM mreže. Na serveru očitavanja i upis podataka vrše php skriptovi.

Korisnička aplikacija omogućava brzo i lako upravljanje displejom, i pristup svim funkcijam sistema.

optičkim filterom i testiranje sistema uživo za duži period vremena.

ZAHVALNICA

Izradu projekta je finansirao distributer i proizvođač automatske merne stanice, Pannon-Chem D.o.o. Palić. .

LITERATURA

- [1] SUN Microsystem, MySQL 6.0 Reference Manual, [Online], www.mysql.com
- [2] Telit, Easy GPRS User Guide, [pdf], www.telit.co.it
- [3] Atmel, ATmega64 (L), [pdf] www.atmel.com
- [4] SENSIRION, SHT1x / SHT7x Humidity & Temperature sensor, [pdf], www.sensirion.com
- [5] Telit, GM862-QUAD / PY Hardware User Guide, [pdf], www.telit.co.it
- [6] The PHP Group, MySQL functions, [Online] www.php.net
- [7] Austriamicrosystems AG, AS1110 Constant-Current, 16-Channel LED Driver with Diagnostics [pdf] www.austriamicrosystems.com

DATA CONTROL ON REMOTE DISPLAY USING GSM SERVICE

Žolt Varga, Endre Kečkes,
Miloš Slankamenac

PRIKAZIVANJE PODATAKA NA UDALJENOM DISPLEJU PRIMENOM SERVISIA GSM MREŽE

Žolt Varga, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*, zsolt.varga@vipmail.hu

Endre Kečkes M, *Pammon-Chem, Palić*, kmendre@sksvu.net

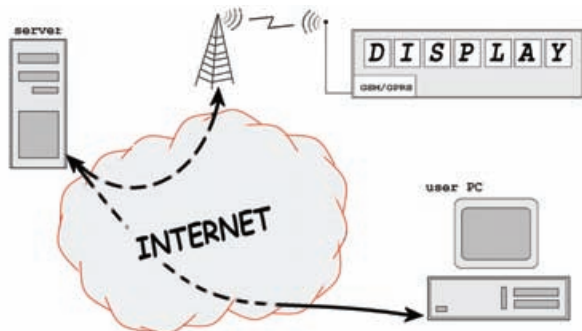
Miloš Slankamenac, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*, miloss@uns.ac.rs

Sažetak – Ovaj rad opisuje realizaciju sistema za kontinualno prikazivanje podataka o zagađenosti vazduha. Prikupljeni rezultati od merne stanice stižu u jednu bazu podataka. LED displeji postavljeni na prometnim tačkama grada, preko GSM mreže, konektuju se za server, pristupaju bazi podataka, očitavaju novi sadržaj. Sistem administrator pomoću korisničke aplikacije preko interneta može da prati i kontroliše rad uređaja.

1. UVOD

Danas se u svetu razvijaju sistemi za predstavljanje informacija prenosom na veće daljine. Displeji mogu biti LCD ili plazma ekrani za prikazivanje različitih reklamnih poruka. Za prikazivanje određenih vrsta podataka veoma su pogodni LED, displeji. Svi ovi displeji su naročito našli primenu za reklame i zovu se digitalno informacioni-reklamni sistemi (DIRS). Za prenos informacija se mogu koristiti: telefonske veze, radio prenos, internet, mobilna telefonija. Mi smo se ovde opredelili GPRS internet servis GSM, s obzirom na rasprostranjenost GSM mreže.

Prikazivanjem informacija na ovaj način postiže se velika ušteda na resorsima i dobija se na brzini i efikasnosti. Na slici 1. prikazan je predloženi sistem.



Slika 1: Izgled sistema za prikazivanje podataka

2. REALIZACIJA SISTEMA

Opis funkcionisanja.

Sistem se sastoji od 3 dela: server, led displej i korisnička aplikacija. Na serveru, nalazi se MySQL baza podataka[1], u koju stižu rezultati merenja od automatske merne stanice. Displej svakih 10 minuta automatski otvara TCP konekciju[2] i očitava nove podatke sa servera. Za prenos podataka se koristi GPRS internet servis GSM mreže. Sistem može da bude instaliran bilo gde, ako je dostupan mrežni

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Žolta Varge. Mentor je bio prof.dr Miloš Živanov.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2009.

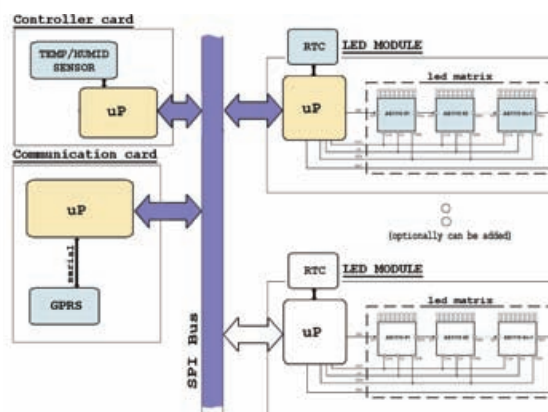
napon i GSM/GPRS mreža. Administrator pomoću PC računara može da prati i kontroliše rad displeja. Sa Display Utility programom korisnik može da sastavlja novi sadržaj od tekstova i grafike, određuje redosled prikazivanja pojedinih delova, dodaje pomeranje teksta i pauze između koraka. Sa programom istovremeno može da proverava i funkcionalnost displeja.

Hardver:

Hardver sadrži sledeće funkcionalne blokove:

- Upravljačka kartica
- Komunikaciona kartica
- Led modul (displej controller i led matrix)

Svaki blok sadrži Atmel ATMEGA64 mikrokontroler [3], koji međusobno komuniciraju preko SPI bus-a. Organizacija hardvera prikazana je na slici 2. Upravljačka kartica je definisan kao master, ostale kartice kao slave. U ram memoriji svakog slave mikrokontrolera definisan je jedan ulazni i jedan izlazni bafer. Master preko SPI bus-a virtuelno može da piše i čita ove bafere. Slave blokovi - led modul i komunikaciona kartica – pod upravljanjem mastera ponašaju kao periferije. Svaki paket upian u baferima slave-ova sadrži polja podataka i polja za komande ili konfiguracione bajtove. Slave blokovi tokom izvršavanja dobijenih zadataka (npr. razmena podataka ili prikazivanje teksta) postavljaju povratnu informaciju u izlaznom baferu koji je dostupan masteru. U korišćenju komunikacionoj rutini za povećanje pouzdanosti implementiran je handshaking i korekcija greške.



Slika 2. Organizacija hardvera

Sa korišćenom hardverskom arhitekturom lako je izvodljivo buduće proširivanje hardvera. Dodavanje novih modula zahteva samo manje modifikacije u programu



IMPLEMENTACIJA AUDIO I VIDEO STREAMINGA UPOTREBOM .NET OKRUŽENJA

IMPLEMENTATION OF AUDIO AND VIDEO STREAMING USING .NET

Nemanja Crnomut, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novu Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada predstavljene su tehnologije potrebne za implementaciju audio i video streaminga upotrebom .NET okruženja.

Abstract – *This paper presents one implementation of audio and video streaming using .NET. Other technologies that are used are also described.*

Ključne reči – *Audio, Video, Streaming, Media streaming, VoIP, UDP, Chat, .NET, C#.*

1. UVOD

Manje od deset godina od svog nastanka, *stream*-ovanje se pridružilo glavnom toku komunikacionih medija. Sveprisutnost Interneta navela je vlasnike multimedijalnih sadržaja da isporuče sadržaj preko IP mreže. Video i audio podaci su mnogo prirodniji način komunikacije nego tekst i slika koji su korišćeni u prvoj dekadi nastanka interneta.

Prve multimedijalne aplikacije koristile su internet samo za transfer fajlova do PC-ja. Nakon što je ceo fajl bio skinut, mogao je da se reprodukuje lokalno. Pravi streaming je multimedijalni sadržaj koji se prezentuje korisniku u realnom vremenu. To znači da se sadržaj transferuje istom brzinom kojom se i prikazuje. Ne postoji skladišteni prostor između izvora i player-a koji na kraju pušta sadržaj. Podaci se procesiraju pri pristizanju a zatim se odbacuju.

1.1. Streaming arhitektura

Postoje četiri osnovne komponente koje čine streaming arhitekturu:

- Preuzimanje i enkodiranje
- Serviranje
- Distribucija
- Reprodukcijska (Media player)

Preuzimanje i enkodiranje predstavlja uzimanje sirovih audio i video podataka sa mikrofona i web kamere i procesiranje u kompresovani kompjuterski fajl. Ti fajlovi se snimaju na server koji kontroliše real time dostavljanje *stream*-a.

Distribicioni kanal povezuje server sa media player-om. Ovo može uključiti i veliki broj međumreža i cash servera. Mreža može biti bilo šta od lokalne mreže do interneta. Distribucija može da koristi zaštitu digitalnih prava odnosno DRM (*Digital Rights Management*).

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz istoimenog diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Milan Vidaković.

Media player, koji je obično plug-in u web pretraživaču prima *stream* i dekomprimuje ga u regularni audio i video koji onda reprodukuje na PC-u.

2. PROTOKOL PRENOSA U REALNOM VREMENU (RTP)

Protokol koji se koristi za prenos digitalizovanih zvučnih i video signala preko IP interneta poznat je kao protokol prenosa u realnom vremenu RTP (*Real-Time Transport Protocol*). Zanimljivo je da RTP ne sadrži mehanizme koji obezbeđuju pravovremenu isporuku, tu garanciju mora da obezbedi prenosni sistem koji se nalazi u osnovi. Umesto toga RTP nudi dve ključne mogućnosti: redni broj svakog paketa koji omogućava primaocu da otkrije isporuku van redosleda ili gubitak i vremenski žig koji omogućava primaocu da kontroliše reprodukciju.

Ključni deo protokola RTP jeste njegova podrška prevođenju (menjanju načina kodiranja toka na usputnoj stanici) i kombinovanju (primanju tokova podataka sa više izvora, njihovo kombinovanje u jedan tok i slanje rezultata). Da bi se razumela potreba za kombinovanjem, zamislite da pojedinci na različitim sajtovima učestvuju u konferencijskom pozivu koristeći IP. Da bi se smanjio broj RTP tokova, ta grupa može da odredi miksera i da predvidi da svaki sajt uspostavlja RTP sesiju sa mikserom. Mikser kombinuje zvučne tokove (tako što ih možda pretvori u analogni oblik i zatim ponovo uzrokuje rezultujući signal) i šalje rezultat kao jedinstven digitalni tok.

3. DIRECTSHOW

DirectShow je multimedijalna platforma i API razvijena od strane Microsoft-a za potrebe programera da bi vršili razne operacije sa media file-ovima ili stream-ovima. Bazirana je na Microsoft Windows Component Object Model (COM) platformi, DirectShow obezbeđuje standardni interfejs za media *file*-ove podržan na velikom broju programskih jezika, i takođe je proširiva, filter bazirana platforma koja može da prikazuje ili snima media file-ove na zahtev korisnika ili programera. Razvojni alati za DirectShow i dokumentacija u početku su distribuirani kao deo DirectX SDK (*Software Development Kit*), a trenutno se distribuiraju kao deo Windows SDK.

4. DIRECTSOUND

DirectSound je softverska komponenta iz Microsoft DirectX biblioteke. Obezbeđuje direktan interfejs između aplikacije i *driver*-a za zvučnu karticu na Windows operativnim sistemima, što omogućava aplikacijama da reprodukuju zvuk i muziku. Osim što obezbeđuje osnovne potrebe prosleđivanja audio podataka zvučnoj kartici, pruža i mogućnosti kao što su snimanje i miksovanje

zvuka; dodavanje efekata na zvuk; korišćenje hardverski kontrolisanih bafera za dodatnu brzinu; pozicioniranje zvuka u 3D prostoru; hvatanje zvuka sa mikrofona.

DirectSound takođe dozvoljava da više aplikacija dele pristup zvučnoj kartici u isto vreme. Posедуje mogućnost reprodukcije 3D zvuka što je dalo novu dimenziju video igrama, kao i da mogućnost da se u toku igre u realnom vremenu menja ritam muzike u zavisnosti od dešavanja.

Nakon mnogo godina razvoja, *DirectSound* je danas veoma zreo API (*Application Programming Interface*) i poseduje mnoga korisna svojstva, kao što je mogućnost da pušta višekanalni zvuk visoke rezolucije. Iako je originalno napravljen da bi se koristio u igrama, određeni broj profesionalnih audio aplikacija koristi njegove raznolike sposobnosti.

5. ORGANIZACIJA KLASA

Klase u ovom projektu organizovane su u dve grupe. Klase koje su zadužene za rad sa hardware-om i klase zadužene za streaming.

5.1. Klase za rad sa hardware-om

Da bi uopšte mogli da *stream*-ujemo bilo kakve podatke moramo biti u mogućnosti da pristupimo direktno *hardware*-u čiji sadržaj želimo da šaljemo preko mreže. Moramo uzeti sirove podatke u obliku niza bajtova koje ćemo poslati drugom korisniku. To rade *WebCam* i *Mic* klase. Prva koristi *DirectShowNet* biblioteku za pristup kameri, druga *DirectSound* za rad sa mikrofonom i zvučnom karticom.

5.2. Klase zadužene za streaming

Nakon što smo omogućili dobavljanje podataka koje želimo da pošaljemo, moramo napraviti mehanizam koji to radi. Za to su zadužene klase *StreamingController*, *StreamData* i *Tools*. *StreamData* i *Tools* su više pomoćne klase dok se sva logika *stream*-ovanja odvija u klasi *StreamingController*.

Da bi olakšali prenos podataka preko mreže napravljena je klasa *StreamData*. Ona u sebi sadrži i audio i video podatke. U svakom momentu kad se deo *stream*-a šalje drugom korisniku podaci se snimaju u objekat ove klase koji se nakon toga pretvara u niz bajtova i kompresuje zbog bržeg prenosa, dok sa druge strane primljeni niz se dekompresuje vrati u objekat tipa *StreamData* i podaci koji se nalaze unutra se reprodukuju kod drugog korisnika.

StreamingController je glavna klasa aplikacije. Ona brine o klasama zaduženim za hardver i podacima koje dobijamo od njih. Započinje slušanje ne određenom portu i čeka poziv od drugog korisnika. Nakon što se veza uspostavi započinje streaming između ta dva kompjutera. Za slanje podatka koristi UDP i klase *StreamData* kao i metode iz klase *Tools*.

Tools klasa je pomoćna klasa koja implementira metode za serijalizaciju i deserijalizaciju podataka, tj. za transformaciju podataka u oblik pogodan za mrežni transport i njihovo vraćanje u prvobitni oblik nakon transporta. Osim ovih metoda *Tools* klasa implementira i metode koje kompresuju i dekompresuju niz bajtova što olakšava slanje preko mreže. Kompresiju primenjujemo

na objekat klase *StreamData* čime smanjujemo njegovu veličinu.

6. IMPLEMENTACIJA KLASA

Implementacija klasa urađena je u programskom jeziku C# uz korišćenje biblioteka iz .NET *Framework*-a verzije 3.5. Rad sa web kamerom ostvaruje se uz pomoć *DirectShow* biblioteke, dok je za rad sa zvukom (snimanje i reprodukcija zvuka) zadužena *DirectSound* biblioteka.

6.1. Klase za rad sa hardware-om

WebCam klasa služi za komunikaciju između aplikacije i *hardware*-a za hvatanje video signala tj. web kamere. Oslanja se u potpunosti na *DirectShowNet* biblioteku. Klasa *WebCam* implementira *ISampleGrabberCB* interfejs. Taj interfejs je izabran zbog svoje *callback* funkcije. *Callback* funkcija nam je potrebna zbog opcije aplikacije da snima snapshot sa naše kamere. Funkcija *snapshot* alokira memoriju za *buffer* koji će primiti podatke o trenutnoj slici koju kamera hvata, *buffer* se puni u *callback* funkciji i onda koristi za kreiranje slike koja se skladišti na hard disku. U trenutku kad korisnik klikne na dugme za *snapshot* *snapshotCheck* promenljiva postaje *true* što aktivira punjenje *buffer*-a u *callback* funkciji. Funkcija *init()* inicijalizuje attribute klase potrebne za rad sa web kamerom. Prvo je potrebno postaviti *pin*-ove koji govore odakle se uzima ili šalje signal. Jedan od *pin*-ova koristi se prilikom hvatanja *snapshot*-a. Vezuju se za *FilterGraph*. Zatim postavljamo veličinu video zapisa koja direktno zavisi od samog *hardware*-a odnosno web kamere i na kraju pravimo *mediaControl* objekat koji poseduje funkcije za rad sa web kamerom kao što su *Play*, *Stop*, *Pause*.

Mic klasa služi za komunikaciju između aplikacije i *hardware*-a za audio input (mikrofon) i audio output (zvučnici). Oslanja se na *DirectSound* biblioteku. Takođe sadrži funkciju *init()*. U njoj kreiramo novi *Device*, i vezemo ga za aplikaciju. U ovom trenutku *Device* jos uvek nije vezan za sam *hardware*. Uzimamo prvi uređaj koji smo našli. Postavljamo parametre vezane za zvuk kakav želimo da dobijemo što je ograničeno zvučnom karticom i mikrofonom. Odnosno definišemo *WaveFormat*. Kreiramo opis *capture buffer*-a koji će se vezati za mikrofon i hvatati zvuk sa njega. Kreiramo opis *playback buffer*-a koji će se vezati za zvučnu karticu i reprodukovati zvuk na zvučnike.

6.2. Implementacija klasa potrebnih za streaming

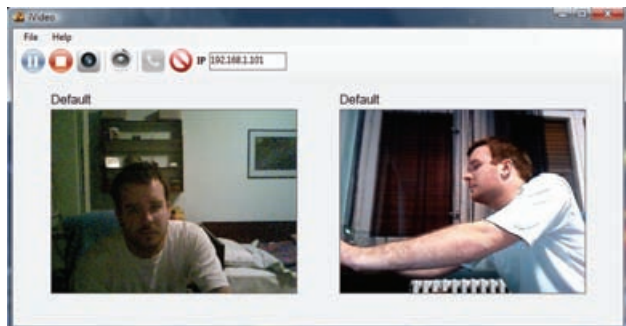
Radi lakšeg prenosa audio i video podaci nalaze se u jednoj klasi. Sama klasa je serijalizabilna jer u određenom trenutku ceo objekat se pretvara u niz bajtova i šalje drugom korisniku. Zbog ograničenja u veličini niza koji se šalje (65KB) ceo objekat se kasnije pretvara u spakovani niz bajtova. Samim tim lakše je bilo spojiti niza podataka u jedan objekat i njega umanjenog slati preko mreže. Poseduje dva atributa, *audioData* i *videoData*. Promenljiva *audioData* se čuva kao niz bajtova jer *PlaybackBuffer* zahteva niz bajtova koji će upisati a zatim reprodukovati. Za *videoData* je namerno korišćen *MemoryStream* jer nema potrebe praviti niz bajtova od njega jer klasa *Bitmap* koja se koristi za kreiranje slike koja se prikazuje sagovorniku poseduje konstruktor koji kao parametar prima *MemoryStream*.

StreamingController klasa predstavlja osnovu aplikacije, tj. ona je ta koja omogućava *stream*-ovanje media podataka. Ona stvara objekte klasa WebCam i Mic. Nakon toga kreira jedan EndPoint koji predstavlja korisnika putem njegove IP adrese i započinje slušanje na određenom portu. Kada stigne poziv sa drugog kompjutera, on stiže u obliku objekta klase Data koja sadrži podatke ko zove i koja je komanda (u ovom slučaju komanda je pozivanje). Nakon što se veza uspostavi klasa komreće dva thread-a za koje su vezane najbitnije metode ove klase Send() i Receive(). Metoda Send uzima podatke iz atributa klasa WebCam i Mic, stavlja ih u objekat klase StreamData, koji se nakon pretvara u niz bajtova, kompresuje i šalje drugom korisniku. Metoda Receive sa druge strane prima taj niz, dekompresuje ga, stvara od niza bajtova ponovo isti objekat klase StreamData i iz njega izvlači audio i video podatke koje će prikazati korisniku.

7. PRIKAZ APLIKACIJE

U ovom poglavlju možemo videti kako izgleda sama aplikacija (slika 1.) kao i njene funkcije.

Korisnik ima na raspolaganju dva prozora koja služe za reprodukciju video sadržaja, sa leve strane nalazi se prikaz sa korisnikove web kamere dok je sa desne strane prozor na kojem se reprodukuje video sadržaj koji stiže od našeg sagovornika.



Slika 1. Izgled aplikacije

U polje pored kojeg piše IP unosi se IP adresa našeg sagovornika. Program pri pokretanju automatski počinje da sluša na određenom portu i čeka poziv. Klikom na ikonu sa zelenom slušalicom pozivamo tu adresu. Sa druge strane naš sagovornik dobija dijalog koji ga obavještava da ima poziv kao i ko ga zove. Ima opciju da na OK prihvati poziv i započne video chat ili da na Cancel odbije poziv.

8. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada bio je da se implementira audio i video *streaming* korišćenjem .NET okruženja što je i postignuto. Implementiran je RTTP (*Real-Time Transport Protocol*) odnosno protokol koji obezbeđuje transfer audio i video signala u realnom vremenu. Za sada ova aplikacija ima jedino mogućnost komunikacije između dva kompjutera, ali lako se može proširiti da funkcioniše kao pravi *messenger* sa listama naših poznanika. Takođe postoji opcija da se koristi i kao *security* aplikacija tj. moguće je snimanje određenog objekta gde bi se korisnici kačili na server i pratili snimak sa opcijom da u određenim vremenskim intervalima hvata *snapshot*-ove trenutnog stanja.

9. LITERATURA

- [1] David Austerberry, *The Tehnology of Video and Audio Streaming*, 2nd edition. ISBN: 0240805801
- [2] Microsoft® Developer Network, DirectShow, [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd375470\(VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd375470(VS.85).aspx)
- [3] Microsoft® Developer Network, DirectSound, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms897674.aspx>
- [4] Larry O'Brien, Bruce Eckel, *Thinking in C#*, Revision 0.1
- [5] Jeff Ferguson, Brian Patterson, *C# Bible*. ISBN: 978-0-7645-4834-5
- [6] Microsoft® Developer Network, .NET Framework <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/zw4w595w.aspx>

Kratka biografija:

Nemanja Crnomut rođen je 5. Jula 1982. godine u Novom Sadu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Računarstvo i automatika – Računarske nauke i informatika, odbranio je 2009.godine.

Milan Vidaković rođen je u Novom Sadu 1971. godine. Doktorirao je 2003. godine na Fakultetu tehničkih nauka, a 2009. godine izabran je za vanrednog profesora iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika* na Fakultetu tehničkih nauka.

JEDNO REŠENJE DALJINSKOG UPRAVLJANJA KAMEROM POSEBNE NAMENE

Siniša Vik, Dušan Majstorović, Zoltan Pele, Dragan Topalović, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad
sinisa.vik@rt-rk.com

Sadržaj – U ovom radu je opisano jedno programsko rešenje daljinskog upravljanja kamerom posebne namene. Opisan je mehanizam za prenos pokretne slike i komandi za upravljanje u realnom vremenu. U okviru rada detaljno je prikazan modul zadužen za kontrolu i upravljanje kao i modul za daljinsku kontrolu kamere.

1 UVOD

Rastuća primena veoma brzih kamera u naučnim istraživanjima uslovljava je njihov sve veći razvoj. Osnovna funkcionalnost upravljačkih programa se proširivala sa karakterom njihove namene.

Motivacija za ovaj rad je bila da se napravi, a potom proširi osnovna upravljačka aplikacija za kontrolu kamere posebne namene. Osnovna funkcionalnost poput regulisanja parametara senzora, dužine snimanja, prikaza slike smanjene rezolucije proširena je mogućnošću daljinske kontrole (eng. *remote control*).

Cilj rada je bio da se realizuju dve aplikacije. Osnovna upravljačka aplikacija treba da omogući povezivanje sa kamerom i upravljanje kamerom, a potom da se proširi i da omogući povezivanje sa drugom aplikacijom koja se izvršava na udaljenom računaru. Aplikacija na udaljenom računaru treba da omogući vezu sa osnovnom upravljačkom aplikacijom i obezbedi u potpunosti upravljačku funkcionalnost osnovne kontrolne aplikacije.

2 OPIS SISTEMA

Slika 1 prikazuje arhitekturu sistema zasnovanog na MAPS (eng. *Megapixel CMOS ActivePixel digital image Sensor*) platformi.



Slika 1 – Arhitektura MAPS sistema

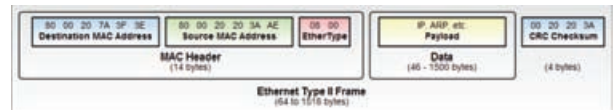
MAPS sistem se sastoji iz tri celine:

1. Kamere velike brzine (MAPS kamera)
2. Osnovne upravljačke aplikacije (MAPS poslužilac/klijent)
3. Klijent aplikacije (MAPS klijent)

Kamera sa osnovnom upravljačkom aplikacijom čini samostalan sistem, dok klijent aplikacija čini proširenu funkcionalnost osnovnog sistema i funkcioniše samo u sklopu celog sistema. Komunikacija između aplikacija i kamere ostvaruje se pomoću poruka. Poruke se šalju i primaju u vidu mrežnog paketa. Slika 2 prikazuje format mrežnog okvira.

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Siniše Vika. Mentor je bio prof.dr Nikola Teslić.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2009.



Slika 2 - Format mrežnog okvira

Komunikacija kamere sa osnovnom aplikacijom je ostvarena preko UDP datagrama [3], koji su zajedno sa IP zaglavljem locirani u mrežnim paketima. Komunikacija klijent aplikacije sa osnovnom aplikacijom ostvarena je preko TCP protokola [1].

3 OPIS REALIZACIJE

3.1 Kamera velike brzine

Kamera predstavlja sistem sa senzorom visoke rezolucije sa maksimalnom rezolucijom do 1.3 MP (eng. *MegaPixel*) i učestanošću od 500 slika u sekundi (FPS, eng. *Frames Per Second*). Moguće povećanje učestanosti se ogleda u smanjenju rezolucije snimanja. Rešenje jednog takvog sistema je predstavljeno u [2].

3.2 Osnovna upravljačka aplikacija

MAPS osnovna upravljačka aplikacija je program koji se izvršava na PC platformi. Omogućava promenu parametara kamere kao i način rada. Postoje dva režima rada aplikacije:

- Režim za pregled (eng. *Preview mode*)
- Režim za snimanje (eng. *Capture mode*)

Komunikacija sa kamerom se obavlja direktnom mrežnom spregom visokog protoka i moguća je samo ako je kamera uključena i aplikacija pokrenuta. Upravljanje kamerom se realizuje preko komandnih poruka. Aplikacija preko UDP protokola kreira datagrame čiji korisni sadržaj predstavlja poruku dužine 10 bajta. Slika 3 predstavlja format zaglavljaja komande.

A	0	0	br	.	.	parametar
---	---	---	----	---	---	-----------

A	0	0	1	.	.	0x0001
---	---	---	---	---	---	--------

A	0	0	8	.	.	0x200
---	---	---	---	---	---	-------

Slika 3 - Format zaglavljaja komande sa primerima

Komanda se sastoji od znakova 'A', '0', '0', rednog broja komande, dva znaka '.', kao i parametra veličine četiri bajta. Na osnovu rednog broja komande kamera otkriva o kojem parametru sistema se radi i postavlja ga na vrednost parametra veličine četiri bajta.

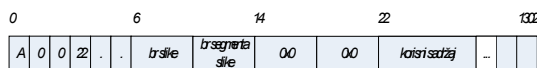
Pored komandnih poruka kamera treba da prenese upravljačkoj aplikaciji i video sadržaj. Razlikuju se dve vrste poruka sa podacima o slici u zavisnosti od režima rada:

- Poruke sa slikom za pregled
- Poruke sa slikom za snimanje

Ove poruke se ugrađuju u UDP datagrame da bi se prenele po mreži. Veličina mrežnih paketa koji se prenose iznosi 1514 B (eng. *Byte*). Deo paketa zauzimaju MAC, IP i UDP zaglavljaja, dok je korisni sadržaj veličine 1280 B. Veličina korisnog sadržaja je odabrana tako da se slika uvek može preneti celim brojem paketa. Slika 4 i Slika 5 prikazuju korisni sadržaj unutar jednog mrežnog paketa.

U preglednom režimu rada osnovna aplikacija neprekidno prikazuje sliku dobijenu sa kamere. Broj primljenih slika u preglednom režimu je 16 FPS. Slike se prenose u smanjenoj rezoluciji 640x512 sa 8 bita podataka po pikselu (eng. *Pixel*), tako da je potrebno 320KB da bi se prikazala jedna slika. Potrebno je preneti 256 paketa po slici da bi se ona mogla rekonstruisati. Kamera snima monohromatsku sliku, tako da se dobavlja samo komponenta osvetljaja koja se koristi da bi se prikazala slika. U režimu za pregled video se prikazuje kao niz uzastopnih slika u boji. Da bi se prikazala slika u boji, potrebno je pretvoriti primljenu sliku iz YUV u RGB format [4] pri čemu se za pretvaranje može koristiti jedina dobavljena komponenta YUV formata (Y komponenta, osvetljaj). Pretvaranje se obavlja jednostavnim dodeljivanjem vrednosti osvetljaja jednog piksela monohromatske slike vrednostima boja čime se postiže efekat pretvaranja monohromatske slike u RGB domen boja.

Slika 4 prikazuje korisni sadržaj unutar mrežnog paketa kod režima za pregled.



Slika 4 - Format poruke sa slikom za pregledavanje

Nakon standardnog zaglavljaja poruka "A00br. " sledi broj slike koji identifikuje redni broj slike u nizu prikazanih slika, potom broj segmenta slike - redni broj dela slike do 256, 8 B sa nulama kako bi korisni podaci bili poravnati na 32 B i potom 1280 B korisnih podataka. Poravnavanje je neophodno zbog fizičkih ograničenja mrežne sprege kamere.

U režimu za snimanje podaci se iz memorije kamere pakuju u poruke sa podacima za snimanje. Ukupna veličina sekvence ne mora biti deljiva s brojem 1280 tako da svi paketi sem poslednjeg će biti od 1280 B, dok veličina poslednjeg zavisi od preostalog sadržaja. Nakon prenete sekvence aplikacija je čuva na unapred definisanoj lokaciji.

Slika 5 predstavlja format poruke sa slikom za snimanje.



Slika 5 - Format poruke sa slikom za snimanje

Slika 5 prikazuje da nakon standardnog zaglavljaja „A00br.“ sledi 16 B podataka sa nulama i 1280 B korisnog sadržaja ili manje u zavisnosti od broja paketa. 16 B nula se upisuju kako bi se podaci poravnali na 32 B.

Pošto UDP mehanizam obezbeđuje samo brzu dostavu paketa, ne postoji mehanizam provere prispeća paketa. U rešenje je implementirana provera prispeća komandnih poruka kao i slike u režimu za snimanje. Za svaki poslani komandni paket aplikacija ili kamera očekuje potvrdu u vidu paketa sa ACK komandom. Ako na prosleđenu poruku nije stigla potvrda po isticanju vremenske kontrole ponavlja se slanje paketa. Ovaj mehanizam zaštite je implementiram samo na slanje komandnog sadržaja u režimu za pregled, jer sa gledišta slanja video sadržaja ovaj mehanizam bi doveo

samo do usporjenja sistema. U režimu za snimanje proverava se i pristizanje paketa sa slikom zbog njihove važnosti. Model TCP klijent - poslužilac je iskorišćen za komunikaciju osnovne aplikacije sa klijent aplikacijom. Pokretanjem TCP poslužioca u okviru osnovne aplikacije uspostavlja se veza sa klijent aplikacijom. Za ovu komunikaciju napisan je poseban komandni API (eng. *Application Programming Interface*). Specifikacija komandnog API-a predstavlja proširenu komandnu funkcionalnost osnovnog API-ja korišćenog u komunikaciji kamere sa osnovnom upravljačkom aplikacijom. U okviru TCP paketa kreira se paket podataka sa strukturom prikazanom na Slika 6. Detalji formata poruka i njenih segmnata su objašnjeni u nastavku.

3.3 Klijent aplikacija

Proširena funkcionalnost daljinskog upravljanja kamerom ostvarena je MAPS klijent aplikacijom. MAPS klijent aplikacija je program koji se izvršava na PC platformi. Veza sa osnovnom aplikacijom ostvarena je koristeći TCP mrežnog protokola. Veličina paketa koji se šalje preko mreže zavisi od sadržaja poruke. Slika 6 prikazuje format poruke u komunikaciji klijent - poslužilac.



Slika 6- Struktura poruke

Poruka se sastoji od četiri segmenta. SOM (eng. *Start Of Message*) predstavlja prvi deo poruke veličine četiri bajta i služi kao naznaka klijent aplikaciji da je primljena nova poruka. Drugi segment poruke je veličine četiri bajta i predstavlja veličinu korisnog sadržaja. Treći segment predstavlja korisni deo poruke i on je veličine definisane u prethodnom segmentu. Tu je definisano zaglavljaje komande sa parametrima. EOM (eng. *End Of Message*) predstavlja poslednji segment u poruci i veličine je četiri bajta. Aplikacija obrađuje koristan sadržaj poruke tek nakon potvrde o postojanju SOM i EOM u primljenoj poruci. Tabela 1 i Tabela 2 prikazuju jednobajtnu heksadecimalnu vrednost unutar zaglavljaja SOM i EOM segmenta.

Tabela 1 - Sadržaj SOM segmenta

SOM			
0xAA	0x55	0x19	0x74

Tabela 2 - Sadržaj EOM segmenta

EOM			
0xBB	0x44	0x08	0x20

Segment sa korisnim sadržajem može da sadrži komandu sa parametrima ili komandu sa slikom za prikaz. Na osnovu prvog bajta u paketu identifikuje se komanda. Slika 7 prikazuje primer zaglavljaja komande sa parametrima.

Promena režima

ID	Broj parametara	Prvi parametar
1	1	0 or 1

Slika 7 - Zaglavljaje komande za promenu režima rada

Slika 8 predstavlja izgled povratne komande za dobavljanje slike u preglednom režimu.

Dobavljanje video sadržaja

ID	veličina slike	slika
19		

Slika 8 - Zaglavljaje komande za prijem slike za pregled

U realizovanom komandnom API-u razlikuje se nekoliko tipova poruka sa različitim sadržajem zaglavlja:

- Komande za postavljanje parametara
- Upitne komande
- Infomacione poruke

U zavisnosti od tipa komande i broja polja (segmenata) u poruci može da se menja. Slika 7 pokazuje da se na prvom polju nalazi identifikator komande i ono je veličine jednog bajta, drugo polje veličine četiri bajta predstavlja informaciju o broju parametara u poruci. Treće polje veličine četiri bajta predstavlja vrednost samog parametra. Sa Slika 8 se vidi da drugo polje predstavlja veličinu slike od četiri bajta, dok treće polje predstavlja sliku pretvorenu u niz bajtova veličine definisane u prethodnom polju.

Slika 9 pokazuje primer zaglavlja komande sa više parametara, gde je veličina svakog parametra četiri bajta. Priložena komanda omogućava regulisanje veličine regiona od interesa (eng. *Region of interest - ROI*).

Podešavanje ROI					
ID	Broj parametara	Prvi parametar	Drugi parametar	Treći parametar	Četvrti parametar
2	4				

Slika 9 - Zaglavlje komande za podešavanje regiona od interesa

U slučaju upitnih poruka klijent aplikacija šalje upitnu poruku koja se sastoji od dva polja: jednobajtnog identifikatora komande i broja parametara u poruci veličine četiri bajta. Slika 10 predstavlja primer upitne poruke.

Upit režima rada	
ID	Broj parametara
10	0

Slika 10 - Komanda za upit režima rada

Slika 11 prikazuje izgled jedne povratne poruke na poslato upit.

Upit režima rada		
ID	Broj parametara	Prvi parametar
10	1	0 or 1

Slika 11 - Povratni paket na upit režima rada

Tip poruka sa zaglavljem kao na Slika 12 su informacione poruke. Koriste se za slanje informacije klijent aplikaciji o nastaloj grešci u sistemu.

Notifikacija o grešci					
ID	Broj parametara	Prvi parametar	Drugi parametar	Treći parametar	Četvrti parametar
46	4				

Slika 12 - Zaglavlje informacione poruke

Kao i kod prethodnih tipova poruka, prva dva polja predstavljaju jednobajtni identifikator praćen informacijom o broju parametara u poruci veličine četiri bajta. Treće polje veličine četiri bajta predstavlja veličinu četvrtog polja. Četvrto polje je nosilac identifikatora nastale greške. Peto polje veličine četiri bajta predstavlja veličinu poslednjeg polja u poruci. Sadržaj poslednjeg polja su detalji o nastaloj grešci dužine definisane u prethodnom polju.

Mehanizam provere TCP protokola omogućava da sliku u preglednom režimu klijent dobavlja kao nekompresovanu sliku u boji. Ovim se izbegava konverzija slike na strani klijent aplikacije.

Broj slika u sekundi koje poslužilac prosleđuje klijent aplikaciji definiše se slanjem komande sa zaglavljem, Slika 13.

Podešavanje FPS

ID	Broj parametara	Prvi parametar
24	1	0-3

Slika 13 - Podešavanje broja slika u sekundi režimu za pregled slika

U zavisnosti od prosleđene vrednosti parametra u paketu menja se i broj poruka sa slikom u jedinici vremena FPS. Za date vrednosti parametra postoji izbor između: 0 – 1 FPS, 1 – 2 FPS, 2 – 4 FPS, 3 – 8 FPS.

Da bi se obezbedila funkcionalnost klijent aplikacije dovoljna je propusnost lokalne mreže. Sa povećanjem broja slanja i primanja pokrenih slika povećava se i stepen iskorišćenosti lokalne mreže.

U režimu za snimanje klijent aplikacija omogućava da se željeni segment sačuva na računaru na kom se izvršava osnovna aplikacija. Komunikacija klijent poslužilac u ovom režimu se svodi na primanje informacije o trenutnom statusu dobavljanja sadržaja sa kamere i informaciji o završetku dobavljanja. Slika 14 pokazuje format jedne takve poruke.

Status dobavljanja video sadržaja

ID	Broj parametara	Prvi parametar	Drugi parametar
27	2		

Slika 14 - Format poruke nosioca informacije o statusu dobavljanja

Svi parametri su veličine četiri bajta. Prvi parametar predstavlja broj trenutne slike koja se dobavlja sa kamere, drugi parametar predstavlja ukupan broj slika koji će se dobiti sa kamere.

Klijent aplikacija se povezuje na osnovnu upravljačku aplikaciju (poslužilac) unošenjem IP adrese računara na kom se izvršava osnovna aplikacija. Po uspostavi veze sa osnovnom aplikacijom klijent aplikacija preuzima kontrolu nad kamerom.

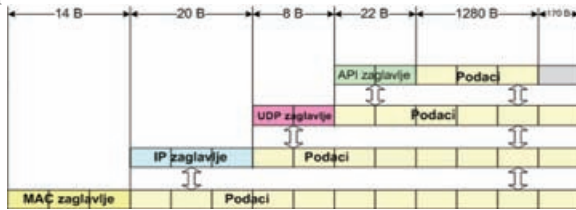
Realizaciju je implementirana u programskom jeziku C# korišćenjem programskog okruženja *Microsoft Visual Studio 2008*. Programski jezik C# se pokazao kao pogodan alat za razvoj mrežno zasnovanih aplikacija, jer poseduje veliki broj ugrađenih klasa za rad sa transportnim protokolima UDP i TCP.

4 ISPITIVANJE I REZULTATI

Ispitivanje realizovanog API za potrebu komunikacije kamere sa poslužiocem (osnovnom kontrolnom aplikacijom) je realizovano praćenjem odgovora kamere na promenu parametara prosleđenih od strane poslužioca. Promene parametara kamere su rezultovale odgovarajućim promenama na slici koju je poslužilac primio u preglednom režimu rada. Po uspešnoj proveru ispravnosti komunikacije u preglednom režimu prešlo se na ispitivanje slanja i primanja komandi u režimu za snimanje. Režim za snimanje dozvoljava samo komande promene režima rada kao i zahtev za početak dobavljanja snimljenog materijala. Provera ispravnosti komunikacije u ovom režimu rada se ogledala u subjektivnoj proveru materijala dobijenog od kamere.

Ispitivanje API realizovanog za potrebe komunikacije poslužioca sa klijentom realizovalo se kroz praćenje komunikacije poslužioca sa klijentom a potom klijenta sa poslužiocem. Po uspešnoj uspostavi veze klijenta sa poslužiocem, klijent preuzima zatečene vrednosti parametara poslužioca. Promene vrednosti parametara klijenta rezultuju promenama vrednosti parametara poslužioca, a potom i vrednosti parametara na kameri.

Realizovan API u komunikaciji kamere i osnovne upravljačke aplikacije (poslužioaca) je uneo određenu količinu redundantnih podataka (eng. *Overhead*) i to u veličini od 22 bajta po svakoj poruci. Slika 15 prikazuje odnos količine korisnih podataka i zaglavlja prilikom primene UDP protokola.



Slika 15 - Odnos količine korisnih podataka i zaglavlja prilikom primene UDP protokola

Tabela 3 pokazuje procentualnu zastupljenost zaglavlja i korisnih podataka pri korišćenju UDP protokola.

Tabela 3 – Procentualna zastupljenost različitih zaglavlja i korisnih podataka u MAC paketu

Podatak	Veličina (B)	procentat (%)
MAC zaglavlje	14	0,92
IP zaglavlje	20	1,32
UDP zaglavlje	8	0,53
API zaglavlje	22	1,45
Korisni sadržaj	1280	84,54
Neiskorišćeni sadržaj	170	11,23

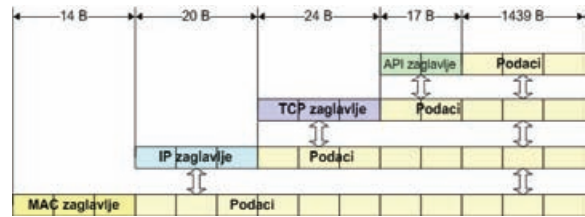
Iz tabele 3 se može videti da za sliku veličine 320 KB količina redundantnih podataka je 5,5 KB. Korisni sadržaj u svakom UDP paketu zauzima 84.54% (umesto 95.84% koliko teorijski preostaje posle oduzimanja svih zaglavlja) zbog činjenice da prilikom realizacije protokola za komunikaciju kamere sa poslužiocem, osnovni prioritet je bio da se prenosi ceo broj UDP paketa. Ovo je imalo za posledicu da se od raspoloživih 1450 B, za korisni sadržaj koristi 1280 B. Broj potrebnih poruka za prenos slike u preglednom režimu iznosi 256 (zbog činjenice da se prenosi slika u smanjenoj rezoluciji). U režimu za snimanje broj potrebnih poruka iznosi 1024 za sliku snimljenu u punoj rezoluciji.

Komunikacija klijenta sa osnovnom upravljačkom aplikacijom (poslužiocem) je realizovana korišćenjem TCP komandnog protokola. Veličina zaglavlja realizovanog API zauzima do 17B u zavisnosti od tipa poruke. Slika u preglednom režimu se prenosi u smanjenoj rezoluciji i sa sve tri komponente boje RGB domena. Prilikom prenosa slike čija je horizontalna rezolucija 640 a vertikalna 512 u RGB domenu, potrebno je preneti 956 KB što korišćenjem ovog protokola iznosi 681 paket. Redundantni podaci koji se unose prilikom prenosa te količine podataka su prikazani u Tabeli 4.

Tabela 4 - Procentualna zastupljenost različitih zaglavlja i korisnih podataka u MAC paketu

Podatak	Veličina (B)	procentat (%)
MAC zaglavlje	14	0,92
IP zaglavlje	20	1,32
TCP zaglavlje	24	1,59
API zaglavlje	17	1,12
Korisni sadržaj	1439	95,05
Neiskorišćen sadržaj	0	0,00

Slika 16 prikazuje odnos količine korisnih podataka i zaglavlja prilikom korišćenja TCP protokola.



Slika 16 - Odnos količine korisnih podataka i zaglavlja prilikom korišćenja TCP protokola

Za očekivati je da se prilikom primene protokola baziranog na UDP postigne bolje iskorišćenje MAC paketa zbog činjenice da UDP poruke poseduju trostruko manje zaglavlje od TCP poruka. To se u ovom slučaju nije postiglo iz razloga što se prilikom primene TCP poruka ceo raspoloživi korisni deo koristi, dok je kod UDP poruka on ograničen na 1280 bajta. Bez obzira na tu činjenicu, protokol zasnovan na UDP postiže veći FPS iz razloga što se šalje trostruko manja količina podataka (samo komponenta osvetljava u poređenju sa tri komponente u RGB formatu).

5 ZAKLJUČAK

Realizovane aplikacije predstavljaju jedno rešenje za upravljanje kamerom specifične namene, direktnim ili daljinskim putem. Realizovanu funkcionalnost daljinske kontrole je moguće proširiti novim komandama kao što su dobavljanje i čuvanje slike na računaru klijent aplikacije. Koristeći lokalnu mrežu visokog protoka moguće je poslati veći broj slika klijent aplikaciji u preglednom režimu. Prenosjenju komponenti osvetljava uvodi potrebu konverzije u klijent aplikaciji, ali time se omogućava prenos većeg broja slika na sporijim mrežnim infrastrukturama. Ideja daljinske kontrole ovakve kamere, koristeći realizovani komandni API, omogućava integraciju upravljanja u mnogo složenije sisteme gde su kasnije moguće i obrade nad snimljenim materijalom kao i automatizacija procesa upravljanja u zavisnosti od namene. Pravci daljeg razvoja realizovanog sistema se ogledaju u implementaciji upravljanja i kontrole putem web usluga.

Napomena: Ovaj rad je delom finansiran od Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, projekat 11005 od 2008. godine.

LITERATURA

- [1] RFC793 - Transmission Control Protocol.
- [2] D. Topalović, D. Majstorović, Z. Pele, P. Eremić, "Jedno rešenje sistema za kontrolu CMOS senzora", *ETRAN*, 2008.
- [3] RFC768 - User Datagram protocol.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/YUV>

Abstract – This paper deals with demonstration of one solution for remote controlling of specific purpose camera. It contains description of a video and real time control transmission mechanism. Preview and control module as well as camera remote control module are described, too.

ONE SOLUTION FOR REMOTE CONTROLLING OF SPECIFIC PURPOSE CAMERA

Siniša Vik, Dušan Majstorović, Zoltan Pele, Dragan Topalović

**REFAKTORING FUNCTION HOST SERVERSKE KOMPONENTE
DMS SOFTVERA****DMS SOFTWARE FUNCTION HOST SERVER COMPONENT
REFACTORING**Nebojša Konstantinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Cilj rada jeste predstavljajući problema održavanja i dodavanja novog izvornog koda postojećem softveru. Opisan je proces refaktoringa kao rešenje ovog problema, kako se i kada se refaktoring upotrebljava, kao i efekti njegove primene za serversku komponentu *Function Host*.

Abstract – Aim of this study is presenting the problem of software maintenance and new functionality adding. The proces of refactoring is presented as a solution, where and when it is applicable, and its effects on *Function Host server component*.

Ključne reči: Refaktoring, refaktoring izvornog koda, *Function Host*

1. UVOD

U ovom radu predstavljeni su problemi vezani za održavanje postojećeg izvornog koda, kao i problemi dodavanja novih funkcionalnosti postojećem softveru. Opisan je proces refaktoringa kao rešenje opisanih problema, kao i analiza efekata primene refaktoringa za serversku komponentu *Function Host*.

2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA**2.1. Problem održavanja postojećeg izvornog koda**

Pod pojmom **održavanje izvornog koda** podrazumevaju se procesi debugovanja i ažuriranja koda [1].

Debugovanje je proces ispravljanja grešaka u kodu koje su nastale u fazi implementacije, a koje prouzrokuju da se željeno i stvarno ponašanje programa razlikuju. Proces debugovanja se svodi na identifikaciju dela koda koji pravi grešku i njegovu izmenu kako bi se ponašanje softvera dovelo do željenog ponašanja. Da bi programer mogao da otkloni primećenu grešku u kodu, prvo mora da se upozna sa delom koda koji proizvodi grešku kako bi mogao da identifikuje tačno mesto greške.

Ukoliko je kod loše dizajniran ili loše implementiran, programeru će biti potrebno znatno više vremena da završi ispravljanje greške. Često je ovaj proces zamoran i nepopularan među programerima, jer je neproduktivan, neefektivan i skup sa aspekta utrošenog vremena.

NAPOMENA:

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

Ažuriranje softvera je proces menjanja postojećeg koda kako bi bio u skladu sa nekom novom metodologijom, tehnologijom, standardom, stilom kodiranja ili slično. Proces ažuriranja nije isto što i proces dodavanja novih funkcionalnosti. Kod procesa ažuriranja postojeći kod se menja, odnosno ažurira kako bi bio u skladu sa novim pravilom, bez dodavanja nove funkcionalnosti softveru. Slično kao i kod debugovanja, proces ažuriranja počinje pronalaženjem dela koda koji je potrebno ažurirati. Kada se kod identifikuje, primenjuju se izmene, a zatim se softver testira kako bi se potvrdilo nepromenjeno ponašanje sistema. Ukoliko je kod koji se ažurira loše dizajniran ili implementiran, ovaj proces, isto tako, može biti skup sa aspekta utrošenog vremena.

2.2. Problem dodavanja novih funkcionalnosti postojećem softveru

Pod pojmom dodavanje novih funkcionalnosti podrazumeva se proces dodavanja novog izvornog koda postojećem izvornom kodu kako bi se obezbedila nova funkcionalnost softveru. Ovaj proces je obično iniciran novim zahtevima koje je potrebno da softver podržava. Novi zahtevi mogu se specificirati u bilo kojoj fazi razvoja softvera. Obično se dodavanje novih funkcionalnosti smatra skupim procesom, jer da bi se uspešno dodala nova funkcionalnost, potrebno je proći kroz sve faze razvoja softvera. Nove zahteve potrebno je prvo tačno specificirati, zatim integrisati u postojeći dizajn u skladu sa postojećim dizajnom, implementirati, verifikovati, odnosno testirati, i na kraju održavati.

U praksi se često dešava da se dodavanjem novih funkcionalnosti softverskom sistemu gubi ideja inicijalnog dizajna u izvornom kodu. Ako se uzme u obzir da je protekao značajan vremenski period između inicijalnog kodiranja i kodiranja prilikom dodavanja novih funkcionalnosti, može se desiti da programer više nema ideju o inicijalnom dizajnu, i da dodaje nove funkcionalnosti koje nisu u skladu sa definisanim dizajnom. Ovo je posebno izraženo kada isti deo koda kodira više programera. Druga, slična situacija javlja se prilikom dodavanja nove funkcionalnosti pod psihološkim pritiskom vremenskih rokova, kada programer nema vremena da prouči postojeći kod kako bi novi dodao u skladu sa njim. Opisane situacije doprinose da dobro dizajniran kod vremenom postaje loše dizajniran kod. Dodatna otežavajuća okolnost je što je opisani proces kumulativan. Loš kod ima osobinu da se nagomilava i programerima je vremenom sve teže da dodaju kod u skladu sa inicijalnim dizajnom.

2.3. *Function Host* serverska komponenta

Function Host serverska komponenta je sastavni deo *DMS (Distribution Management System)* softvera. *DMS* softver modeluje elektrodistributivnu mrežu. Mreža se sastoji od različitih elektroenergetskih objekata kao što su deonice, transformatori, prekidači, osigurači i slično. Objekti iz elektroenergetske mreže u *DMS* softveru su modelovani tako da se sastoje iz dve vrste podataka:

- statički podaci
- dinamički podaci.

Statički podaci predstavljaju statičke osobine objekata kao što su geografska lokacija, model, snaga, tip i slično. Ovi podaci imaju osobinu da se retko menjaju u toku vremena. Za razliku od njih, dinamički podaci predstavljaju dinamičke osobine objekata, kao što su izmereni napon na transformatoru, trenutna reaktivna snaga transformatora, stanje prekidača i slično. Dinamički podaci imaju osobinu da se često menjaju u toku vremena.

Jedan od značajnijih delova softvera jeste ***DMS biblioteka funkcija*** za elektroenergetske proračune. Osnovna uloga *Function Host* serverske komponente jeste da stvori radno okruženje za *DMS* biblioteku funkcija obezbeđivanjem validnih podataka za proračune. Statički i dinamički podaci se, pri startovanju *DMS* softvera učitavaju u *DMS* biblioteku funkcija, kako bi se koristili za elektroenergetske proračune. Kako *DMS* softver radi u realnom vremenu, *Function Host* obezbeđuje biblioteci funkcija i nove podatke koje su nastali u toku rada sistema. Dinamički podaci koje *Function Host* dobija od *DAS (Data Access Server)* servera prosleđuju se biblioteci na obradu. Isto tako, kada dodje do promene statičkih podataka, na primer u slučaju dodavanja novih sekcija postojećoj elektroenergetskoj mreži, *Function Host* reinicijalizuje biblioteku novim modelom. Uloga *Function Host* servera je i prihvatanje rezultata proračuna funkcija, njihova obrada i identifikacija problema u mreži koji se zatim dalje prosleđuju *AES (Alarms and Events Server)* serveru. Problemi koji se javljaju u elektroenergetskoj mreži u *DMS* softveru nazivaju se alarmi.

Pored opisane uloge u *DMS* softveru, ovoj komponenti dodavane su i nove funkcionalnosti u toku faze eksploatacije. Ovim procesom dodavanja novih funkcionalnosti, dizajn komponente je menjan u skladu sa novim zahtevima. Upravo u procesu neprestanog dodavanja novog i uklanjanju starog izvornog koda, identifikovano je da se ideja inicijalnog dizajna izgubila i da bi serverska komponenta *Function Host* bila pogodna za refaktoring, kako bi se olakšalo njeno održavanje.

3. REFAKTORING IZVORNOG KODA

Refaktoring je proces prepravke postojećeg izvornog koda na takav način da se ne menja njegovo spoljašnje ponašanje i postojeća funkcionalnost, a u isto vreme popravljaju unutrašnja struktura i dizajn softvera [2]. Pod spoljašnjim ponašanjem softvera podrazumeva se ponašanje za koje se on posmatra kao crna kutija, koja za određene ulazne podatke daje određene izlazne podatke. Dakle, proces refaktoringa ne sme da menja ponašanje softvera. Znači, za određene ulazne podatke, softver pre i posle primene refaktoringa, vraća iste izlazne podatke.

Postoji više razloga zbog čega je pogodno prepravljati postojeći kod. Refaktoring se obično primenjuje u situacijama kada je potrebno olakšati održavanje koda, poboljšati čitljivost izvornog koda, pojednostaviti strukturu koda, prepraviti kod da bude dosledan nekoj programerskoj paradigmi, poboljšati performanse i proširivost sistema [3]. Ispravljanje grešaka i dodavanje novih funkcionalnosti softveru nije obuhvaćeno refaktoringom, iako može prethoditi ovim aktivnostima. Uglavnom su ove dve aktivnosti i glavni motiv refaktoringu.

Proces refaktoringa se obično deli na male korake koji se izvršavaju sekvencijalno, jedan za drugim. Svaki korak sastoji se iz dva dela:

- primena konkretnog refaktoringa
- testiranje.

3.1. Testiranje izmenjenog koda

Testiranje softvera u procesu refaktoringa je neophodno kako bi se verifikovalo njegovo nepromenjeno ponašanje. U slučaju da je ponašanje softvera isto, prelazi se na sledeći korak, a u slučaju da nije, popravljaju se greške nastale u tom koraku sve dok se softver ne ponaša isto kao pre primene konkretnog refaktoringa. Testovi bi trebali da obuhvate što više slučajeva korišćenja dela softvera koji se prepravljaju. Testiranje bi trebalo da bude automatizovano i samopotvrđujuće. Samopotvrđujući testovi su oni testovi koji obaveštavaju samo o uspehu ili neuspehu testa. U slučaju većih promena, dobra praksa je da se testira ceo sistem.

Korišćenjem programskog alata za testiranje *CppUnit* obezbeđeni su samopotvrđujući testovi, koji se prave lako i brzo.

3.2. Identifikacija koda za refaktoring

Identifikovanje koda koji je pogodan za refaktoring može se obaviti na dva načina:

- programerskom analizom koda
- analizom koda programskim alatima.

Programski alati za metriku koda daju generalne smernice za pronalaženje lošeg koda i tako pomažu programeru da izanalizira delove koda koje alat označava kao kritične.

Na osnovu rezultata programskih alata za metriku koda, programer dobija bolji uvid u izvorni kod, što mu pomaže da svoje vreme usmeri na rešavanje većih problema. Na primer, tipično je da se programer skoncentriše na deljevnije najveće metode ili klase na manje logičkih delova, ukoliko je to moguće, jer su najčešće ovo mesta gde nastaju greške, a ujedno su i najteže za održavanje. Na osnovu izračunatih vrednosti pojedinih kodnih metrika, programer lako locira i dobija ocenjenu metodu ili klasu koja je najteža za održavanje.

Dakle, može se zaključiti da su alati za merenje metrike odnosno analizu koda za programera korisni u davanju smernica za refaktoring. Ali, odluku da li i na koji način je potrebno izvršiti refaktoring, mora doneti programer na osnovu svog ličnog iskustva. Isto tako, programer, bez pomoći alata, analizom koda može proceniti da postoji deo koda pogodan za refaktoring, opet na osnovu svog profesionalnog iskustva. Ova dva pristupa identifikaciji koda za refaktoring se međusobno nadopunjavaju, svaki sa svojim prednostima i manama.

3.3. Opis najčešće korišćenih refaktoringa

3.3.1 Extract method refaktoring

Jedan od najčešće korišćenih refaktoringa je *extract method* refaktoring. Česta pojava u postojećem izvornom kodu je duplirani kod, kada se isti deo koda ponavlja na više mesta. Ukoliko je, tokom životnog veka softvera potrebno menjati taj deo koda, promena se obično mora izvršiti na svim mestima gde se deo koda ponavlja. Iz tog razloga je poželjno da se duplirani kod smesti u novu metodu, koja se onda poziva na odgovarajućim mestima.

3.3.2. Move method/field refaktoring

Kada metoda jednog objekta koristi metode ili podatke drugog objekta u većoj meri nego svog, tada metodu možemo premestiti u tu drugu klasu. Isto tako, podaci članovi jednog objekta, za koje su više zainteresovane metode drugih objekata, nisu upakovane u odgovarajuću klasu, i potrebno ih je premestiti na odgovarajuće mesto.

3.3.3. Extract/inline class refaktoring

Extract class refaktoring je sličan *extract method* refaktoringu. Klasa, koja je vremenom postala prevelika, može se refaktorisati tako da se iz nje ekstrahuju delovi koji čine logičku celinu. Ti delovi se smeštaju u novu klasu, koju može koristiti svako kome je ona potrebna. *Inline class* je suprotan od *extract class* refaktoringa. Klasa, koja nije korisna celom sistemu se izbacuje iz sistema, a njeni podaci članovi i metode se prebacuju u klasu koja ih je najviše koristila.

3.3.4. Hide delegate refaktoring

Problem dugačkog lanca delegiranja može se rešiti *hide delegate* refaktoringom. Strukturalna zavisnost pozivajućeg objekta od lanca delegacije se rešava enkapsulacijom lanca u jednu metodu pozivajućeg objekta, preko koje se sada može direktno pristupiti korisnom podatku kroz lanac delegacije. Ukoliko se struktura lanca u nekom trenutku promeni, u pozivajućem objektu se mora ažurirati samo jedna metoda.

3.3.5. Encapsulate field/method refaktoring

Svaka klasa treba da obezbedi određeni nivo pristupa svojim podacima članovima i metodama. Ukoliko postoje metode kojima se pristupa samo iz tela klase, njih treba proglasiti za privatne, ili u slučaju da se koriste samo u klasama potomcima, *protected*. Podaci članovi bi trebali da budu zaštićeni od direktnog pristupa drugih objekata. To se postiže proglašavanjem podataka članova privatnim, uz dodavanje javnih metoda za njihov pristup, ukoliko su potrebni drugim objektima.

3.3.6. Consolidate duplicate conditional fragments refaktoring

Consolidate duplicate conditional fragments je jednostavan refaktoring koji poboljšava čitljivost koda. Kada u kodu imamo izraz koji se ponavlja u svakoj grani uslovnog iskaza kao što je *if/else* ili *switch* iskaz, tada se

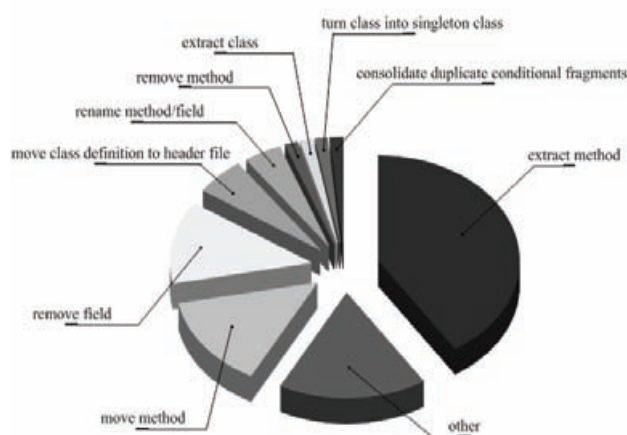
taj izraz može prebaciti u deo koda posle uslovnog iskaza. Na jednostavan način dobija se kod sa istom funkcionalnošću koji je lakši za razumevanje, a ujedno se i smanjuje količina duplirajućeg koda.

4. OPIS REŠENJA PROBLEMA

Nad serverskom komponentom *Function Host* primenjeno je preko **70** refaktoringa. Na slici 1 i 2 prikazani su tabela i grafik sa primenjenim refaktorinzima gde se vidi koliko je puta koji refaktoring primenjivan i njihov ukupan udeo u procesu refaktoringa *FH*:

Ime refaktoringa	Primenjen puta	Ukupan udeo
Extract method	29	40.84%
Other	12	16.90%
Move method	10	14.08%
Remove field	9	12.67%
Move class definition to header file	4	5.63%
Rename method/field	3	4.22%
Remove method	1	1.41%
Extract class	1	1.41%
Turn class into singleton	1	1.41%
Consolidate duplicate conditional fragments	1	1.41%
Ukupno	71	100.00%

Slika 1. Tabela primenjenih refaktoringa



Slika 2. Grafički prikaz udela pojedinih refaktoringa

Slike 1 i 2 ukazuju da najveći udeo u procesu refaktoringa zauzima *extract method* refaktoring. Ovaj refaktoring je ujedno i jedan od najkorisnijih refaktoringa. Primenom ovog refaktoringa dobija se izvorni kod koji sadrži više metoda, ali su one bolje logički zaokružene, a time i lakše za održavanje.

Na drugom mestu nalaze se grupa manjih refaktoringa pod jednim imenom *other*. *Move method* refaktoring je korišćen kada su metode bile deklarirane i definisane u pogrešnim klasama. *Remove field* refaktoring se koristio u situacijama kada su u kodu pronađene promenljive koje se ili nisu uopšte koristile, ili se njihova upotreba svodila samo na upisivanje vrednosti promenljive, a nikada čitanje. Definicije klasa u datotekama sa *.cpp* extenzijom bi se trebala izbegavati, jer se za tu namenu koriste *header* datoteke. Sve definicije klasa su prebačene u svoje *header* datoteke *move class definition to header file* refaktoringom. U izvornom kodu *FH* serverske komponente su reimenovane pronađene promenljive sa

nepotpunim ili nejasnim imenom *rename method/field* refaktoringom.

Analiza izvornog koda serverske komponente *Function Host* obavljena je pomoću programskog alata *Source Monitor* [4]. Na slici 3 dati su rezultati merenja izvornog koda po raznim metrikama pre, tokom i posle primene refaktoringa:

Verzija koda	Kodne metrike						
	Lines	Statements	Methods/Class	Avg St/Method	Max Cmplx	Avg Cmplx	Avg Depth
Snapshot 01 [init]	19436	10262	4.68	20.1	110	5.68	2.76
Snapshot 02	19161	10105	4.81	19.2	96	5.41	2.63
Snapshot 03	19420	10199	4.92	18.6	96	5.28	2.45
Snapshot 04	19428	10205	4.94	18.5	96	5.26	2.41
Snapshot 05	19487	10241	5.02	18.3	96	5.21	2.31
Snapshot 06	19502	10253	5.07	17.8	96	5.18	2.27
Snapshot 07 [final]	19522	10262	5.11	17.1	96	5.15	2.25
Diff %	0.44%	0	9.19%	-14.93%	-12.73%	-9.33%	-18.48%

Slika 3. Rezultati merenja pojedinih kodnih metrika

Redovi u tabeli predstavljaju rezultate merenja u pojedinim vremenskim trenucima. *Snapshot 01 [init]* predstavlja izvorni kod *FH* komponente pre refaktoringa, dok *Snapshot 07 [final]* predstavlja poslednju verziju komponente nakon procesa refaktoringa.

Kolona *Methods/Class* prikazuje prosečan broj metoda po klasi. Ne postoji zlatno pravilo koje govori o tome koliko bi jedna klasa trebala da ima metoda. Na primeru *FH* komponente vidimo da se prosečan broj metoda po klasi povećao za 9.19%. Ova promena je direktna posledica primene *extract method* refaktoringa, gde su velike metode podeljene na manje, koje su znatno lakše za održavanje od većih.

Kolona *Avg St/Method* predstavlja prosečan broj iskaza po metodi. Iz tabele se može videti da je prosečan broj iskaza po metodi opao za 14.93%, što je opet direktna posledica *extract method* refaktoringa. Veći broj metoda ne implicira teže odražavanje izvornog koda, dok manji broj iskaza po metodi pozitivno utiče na održavanje softvera.

Max Complexity kolona prikazuje ciklometrični broj metode sa maksimalnim *cyclomatic complexity* brojem. Iz tabele se vidi da je iz najsloženije metode ekstrahovan deo koda i da je kao posledica toga ciklometrični broj opao za 12.73%, što direktno utiče na poboljšanje održavanja ove metode.

Avg Complexity kolona predstavlja srednju vrednost ciklometričnog broja svih metoda u projektu. Uzevši u obzir da *cyclomatic complexity* metrika igra značajnu ulogu u kvantifikovanju napora potrebnog za održavanje softvera, može se zaključiti da je proces refaktoringa pozitivno i značajno uticao na proces održavanja softvera. Kolona *Avg Depth* predstavlja srednju vrednost dubine svih blokova u kodu. Značajno smanjenje prosečne dubine bloka od 18.48% u velikoj meri utiče na smanjenje troškova održavanja softvera. Blokovi koda sa manjom dubinom su razumljiviji i lakši za debugovanje i ažuriranje.

I na kraju, kolona *Statements* pokazuje da je broj iskaza pre i posle refaktoringa ostao isti. Ovaj zanimljiv podatak pokazuje da se primenom odgovarajućih refaktoringa softverski sistem može izmeniti na takav način da mu se ne menja funkcionalnost i veličina, a u isto vreme značajno poboljšava mogućnost održavanja.

5. ZAKLJUČAK

Analizom rezultata refaktoringa, možemo zaključiti da je proces refaktoringa ostavio pozitivne rezultate u izvornom kodu serverske komponente *Function Host*. Bez izmena funkcionalnosti softvera, moguće je dobiti softver koji je prvenstveno lakši za održavanje.

Refaktoring kao jedna od faza razvoja i eksploatacije softvera nije rasprostranjen. Proces refaktoringa, slično kao i proces održavanja softvera, zahteva određenu potrošnju ljudskih i materijalnih resursa. Međutim, pozitivni efekti refaktoringa mogu da budu isplativi kada je u pitanju softverska komponenta koja je skupa za održavanje. Refaktoring može da smanji troškove održavanja te softverske komponente za vrednost koja garantuje njegovu isplativost.

U slučaju da se u softverskom projektu refaktoring ne uvede kao jedan od ciklusa razvoja i eksploatacije softvera, refaktoring se opet može upražnjavati po potrebi. Prilikom dodavanja novih funkcionalnosti softveru, postojeći izvorni kod se može refaktorisati, kako bi se omogućilo lakše dodavanje novog izvornog koda. Isto tako, prilikom održavanja koda, refaktoring se može primenjivati kada se javi potreba za lakšim razumevanjem koda.

6. LITERATURA

- [1] Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Source_code
- [2] Martin Fowler, Kent Beck, *Refactoring: Improving the Design of Existing Code*, 1999
- [3] Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Refactoring>, 2009
- [4] Source Monitor, Campwood Software, <http://www.campwoodsw.com/sourcemonitor.html>

Kratka biografija:



Nebojša Konstantinović rođen je u Kikindi 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2009.god.

**RAZVOJ INTERNET APLIKACIJE ZA UVID U POTROŠNJU ENERGENATA
KORIŠĆENJEM PROTOKOLA MULTISPEAK****DEVELOPMENT OF MULTISPEAK PROTOCOL BASED INTERNET APPLICATION
FOR ENERGY CONSUMERS**Ljubinko Petrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisano rešenje internet aplikacije za uvid u potrošnju energenata korišćenjem protokola MultiSpeak. Ukratko su opisani sistem GAUS, Web usluge, protokol MultiSpeak i baze podataka korišćene u radu. Rešenje je realizovano u tri modula: MultiSpeak Web usluge koji je implementiran na sistemu GAUS, Administrator i Korisnik. Na kraju je izvršeno testiranje i analiza dobijenih rezultata.

Abstract – This paper describes solution for internet application for viewing energy consumer using protocol MultiSpeak. It briefly describes GAUS, Web services, MultiSpeak protocol and databases used in this paper. Solution consists of three modules: MultiSpeak Web Service which is implemented on GAUS, Administrator and User modules. It concludes with testing and results analysis.

Ključne reči: SCADA, GAUS, MultiSpeak, MySQL.

1. UVOD

Korisnici imaju potrebu da u svakom trenutku vide potrošnju svojih energenata, koji se u realnom vremenu prate posredstvom SCADA sistema. Da bi do tih podataka došli potreban je adekvatan podsistem pristupa sa autentifikacijom korisnika i njihovih prava.

U sklopu rada opisano je rešenje pristupa podacima, koji se nalaze na sistemu GAUS (Generalizovani Akvizicioni Upravljački Sistem), korišćenjem interneta i protokola MultiSpeak. U drugom poglavlju dat je kratak opis sistema GAUS i Web usluga, nešto detaljniji opis protokola MultiSpeak, kao i pregled tipova podataka korišćenih u ovom radu. Treće poglavlje opisuje analizu problema, dok je u četvrtom poglavlju opisana realizacija rešenja u tri modula.

Takođe je detaljno opisana i realizacija sprege između ovih modula, kao i baze podataka sa informacijama o korisnicima i podacima sa sistema GAUS.

Izvršeno je testiranje podsistema i u petom poglavlju su prikazani i analizirani dobijeni rezultati.

2. TEORIJSKE OSNOVE

Radi boljeg razumevanja korišćenih pojmova u ovom delu su dati opisi korišćenih pojmova.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Branislav Atlagić.

2.1. Generalizovani akviziciono upravljački sistem

Pod akviziciono upravljačkim sistemom podrazumeva se skup namenskih, prostorno distribuiranih, međusobno povezanih računarskih modula, čiji je zajednički cilj ostvarenje funkcija nadzora i/ili upravljanja fizičkim procesom u realnom vremenu [1].

GAUS predstavlja višenamenski akviziciono-upravljački sistem, realizovan po principu inženjerskog sistema zasnovanih na računaru. GAUS je u potpunosti zasnovan na širokodostupnim računarskim komponentama opšte namene i industrijskog kvaliteta. Funkcionalno različite komponente, koje pripadaju različitim hijerarhijskim nivoima sistema GAUS integrisane su u celinu posredstvom jedinstvene programske podrške.

2.2. Web usluge

Mehanizam preko kojeg aplikacije programske podrške komuniciraju jedna sa drugom preko mreže naziva se web usluga. On koristi sličnu arhitekturu koju koriste web pretraživači prilikom pretraživanja interneta i pribavljanja stranica koje se prikazuju u web pretraživaču. Jedna značajna razlika je da format podataka, koji pri tom putuju između poslužioca i klijenta, za razliku od web stranica nije lako čitljiv od strane ljudi jer sadrži samo podatke. Ne sadrži svojstva kao što su boje, veličina fonta, raspored, poravnavanje i slično [2].

Poziv web usluge zasniva se na SOAP sloju na vrhu, sa XML, HTTP, TCP/IP slojevima ispod.

IP je Internet Protokol koji dostavlja pakete sa jednog računara na drugi.

TCP (*Transmission Control Protocol*) je protokol za kontrolu prenosa koji osigurava da su paketi poslani na određeno mesto u pravilnom redosledu.

HTTP (*Hyper Text Transmission Protocol*) je protokol koji definiše kako web pretraživač pita web uslugu za određenu web stranicu. Ovaj protokol određuje da li se podaci šalju ili primaju, tip podataka koji se prenosi koji može biti datoteka, slika, html dokument ili xml dokument.

XML (*eXtensible Markup Language*) je proširivi jezik za označavanje tekstualnih dokumenata. XML je standardizovan jezik stvoren sa ciljem da se dobije jezik koji će i ljudi i računarski programi moći jednostavno da čitaju. XML definiše opštu sintaksu za označavanje podataka pomoću odgovarajućih etiketa (*tags*) koje imaju poznato ili lako razumljivo značenje. Svaki element počinje sa početnom oznakom <tagname> i završava se sa oznakom zatvaranja </tagname>. Podatak u tom elementu se nalazi između početne oznake i oznake za zatvaranje, na primer: <prezime>Petrovic</prezime>.

SOAP (*Simple Object Access Protocol*) je skup posebnih XML elemenata koji definišu: koje se metode pozivaju na poslužiocu, koji podaci se prenose od klijenta do poslužioca kao argumenti pri pozivu metoda, i koji podaci se vraćaju sa poslužioca.

2.3. MultiSpeak

MultiSpeak je organizacija koja obuhvata elektro-distributivna preduzeća, vodeće proizvođače programske podrške namenjene njima, kao i udruženje NRECA (*National Rural Electric Cooperative Association*). Članovi organizacije razvili su i nastavljaju da šire specifikaciju koja definiše standardizovane sprege za razmenu podataka između najčešće korišćenih aplikacija programske podrške u preduzećima. MultiSpeak specifikacija pomaže snabdevačima i korisnicima da razviju sprege, tako da programska podrška proizvedena od različitih proizvođača saraduje bez razvoja dodatne korisničke sprege. MultiSpeak organizacija je do sada definisala tri verzije standarda: MultiSpeak 1.1, MultiSpeak 2.2 i MultiSpeak 3.0. Prve dve verzije podrazumevaju uglavnom definisane XML datoteke koje se mogu izvesti iz jedne aplikacije i posle uvesti u drugu. Verzija 2.2 je definisala i neke mehanizme za razmenu podataka u realnom vremenu, ali oni nisu bili široko prihvaćeni.

MultiSpeak verzija 3.0 podržava sve što i prethodne verzije, ali takođe uvodi arhitekturu web usluge koja omogućava da dva sistema komuniciraju u realnom vremenu. Ova verzija definiše oko 30 različitih funkcija. Neke od njih su jednosmerne, druge su dvosmerne, treće koriste web usluge. Funkcije koje koriste web usluge sprovode se u realnom vremenu osim u slučaju kada su implementirane preko mehanizma zasnovanog na razmeni datoteka [3].

MultiSpeak podrazumeva razmenu tekstualnih podataka u XML formatu. U sklopu specifikacije definisane su funkcije koje moraju da sadrže najčešće korišćene programske podrške kao što su SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), EA (*Engineering Analysis*), GIS (*Geographic Information Systems*) i mnogi drugi. Za svaku podržanu programsku podršku, odnosno sistem, definisane su funkcije kada je taj sistem poslužilac i kada je taj sistem klijent. Funkcije imaju tačno definisana imena, argumente i povratne vrednosti.

Sistem podržava MultiSpeak komunikaciju ukoliko poseduje obavezne funkcije definisane standardom. Pored obaveznih funkcija, poželjno je da sistem poseduje i preporučene funkcije ukoliko je njihova realizacija moguća. Ove funkcije nisu obavezne ali njihovom realizacijom omogućena je veća kompatibilnost sistema. Postoje i definicije opcionih funkcija koje služe za proširenje obima podataka koji se razmenjuju preko protokola MultiSpeak.

2.4. MySQL okruženje

Baze podataka su nezaobilazna stavka pri pisanju bilo kakvih aplikacija sa velikom količinom podataka. SQL je najšire korišćen jezik za komunikaciju sa relacionim bazama podataka. Ime jezika predstavlja skraćenicu za *Structured Query Language*, što znači strukturirani jezik za upite. Pomoću ovog jezika mogu da se uređuju, kreiraju ili brišu baze podataka i/ili podaci u njima.

Otvoreno okruženje MySQL se pokazalo kao dobro okruženje za projektovanje i realizaciju bazi podataka, kao i za rukovanje istim. MySQL okruženje zastupa relacioni model baza podataka, čija je osnovna ideja da se baza podataka opiše kao zbirka predikata, sa ograničenim skupom predikatskih promenljivih i definisanim ograničenjima koje opisuju vrednosti i moguće kombinacije tih promenljivih. Podaci u relacionim bazama podataka se razvrstavaju u tabele srodnih podataka u skladu sa pravilima normalizacije baze [4].

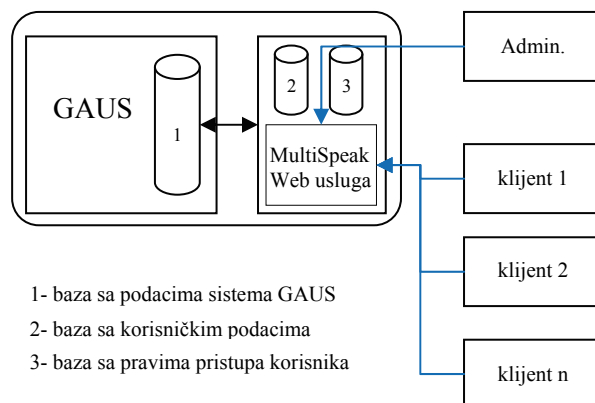
3. ANALIZA PROBLEMA

Informacije interesantne korisnicima nalaze se u okviru SCADA sistema GAUS. Da bi se omogućio pristup tim podacima, treba razviti web uslugu koji se ponaša kao web poslužilac sistema GAUS. Web usluga poseduje dve baze podataka: jednu sa opštim informacijama o korisničkim nalozima, i drugu sa pravima pristupa svakog korisnika. Na sistem GAUS može da se poveže preko mreže ili direktno. Komunikacija sa klijentima odvija se preko protokola MultiSpeak u realnom vremenu.

MultiSpeak je protokol sa tekstualnim prenosom poruka. Binarni prenos je brži ali je razumljiv samo računaru i potencijalne greške se teško pronalaze, a tekstualni prenos je razumljiv i računaru i čoveku i potencijalne greške se lako pronalaze. Kako je brzina interneta dostigla dovoljnu brzinu, značaj razlika u brzini prenosa binarnih i tekstualnih formata sveden je na minimum. Zbog toga je tekstualni prenos podataka sve zastupljeniji.

Pored poslužioca treba realizovati i administratorsku aplikaciju koja će putem interneta preko MultiSpeak protokola ažurirati podatke o korisnicima i pravima pristupa na poslužiocu. Glavna aplikacija je korisnik i nju treba realizovati kao windows aplikaciju preko koje korisnici pristupaju svojim podacima. Za uspešno pokretanje aplikacije korisnik mora uneti korisničko ime i lozinku.

Celokupni sistem bi trebao da poseduje jedan poslužilac koji se sastoji od jednog GAUS sistema sa redovno ažuriranom bazom podataka vrednosti svih promenljivih i MultiSpeak web uslugu sa svojim bazama podataka. Pored toga sistem treba da poseduje barem jednog administratora koji će ažurirati baze podataka na poslužiocu i proizvoljan broj klijenata. Strukutra celokupnog sistema prikazana je na slici 1. Na slici su strelicama obeležene veze između modula i komponenti unutar modula. Plave strelice označavaju komunikaciju zasnovanu na MultiSpeak protokolu.



Slika 1. Struktura celokupnog sistema

4. REALIZACIJA REŠENJA

Rešenje je realizovano u tri razdvojena modula. Jedan modul je poslužilac MultiSpeakWebService, a druga dva su klijenti UserClient i AdminClient. Kompletno rešenje je realizovano u Microsoft Visual Studio 2008 u programskom jeziku C#.

4.1. Modul MultiSpeakWebService

Poslužilac je realizovan kao web usluga, povezan na sistem GAUS, sa kojeg se prate podaci. Može biti na istom računaru na kom je i sam sistem, ali se može povezati i preko interneta sa udaljenog računara. Na poslužiocu se nalaze dve baze podataka sa podacima o korisnicima. Jedna baza sadrži opšte podatke o korisnicima, uključujući i korisnička imena sa lozinkama. Prilikom dodavanja korisnika, svakom se dodeljuje jedinstveni identifikacioni broj koji se takođe čuva u ovoj bazi podataka. U drugoj bazi podataka nalaze se prava pristupa za svakog korisnika koja su definisana na osnovu identifikacionog broja. Baze podataka su realizovane korišćenjem MySQL okruženja. Pristup bazama iz okruženja C# realizovan je preko MySQL konektora. Realizovana je i zaštita podataka o korisnicima kao i podataka na sistemu GAUS za koje korisnici nemaju pravo pristupa.

Na poslužiocu su realizovane funkcije propisane standardom MultiSpeak da bi bili podržani standardni klijenti. Funkcije za pristup bazama podataka i ažuriranje podataka o korisnicima i njihovim pravima pristupa su kreirane i one su dostupne samo administratoru. Pored njih realizovane su korisničke funkcije preko kojih korisnici pristupaju svojim podacima.

Podaci koji se šalju sa poslužioca su u formatu propisanom standardom MultiSpeak. Na slici 2 je prikazan primer slanja korisničkih podataka sa poslužioca.

```
<UserData>
  <userID>6</userID>
  <userName>ljubinko84</userName>
  <name>Ljubinko</name>
  <lastname>Petrovic</lastname>
  <street>Nemanjina</street>
  <number>88</number>
  <e_mail>petrovic.ljubinko@gmail.com</e_mail>
  <correctPassword>>true</correctPassword>
</UserData>
```

Slika 2. Izgled poruke poslate sa poslužioca

4.2. Modul AdminClient

Administrator je klijentska aplikacija u vidu windows forme. Administrator može biti na istom računaru na kome se nalazi poslužilac, ali može biti i na udaljenom. Pristup i razmena podataka sa poslužiocem odvija se preko protokola MultiSpeak. Zbog prirode MultiSpeak protokola realizovane su strukture sa podacima o korisnicima koje se prenose između ovih računara u XML obliku. Strukture su definisane na poslužiocu zbog podrške od strane drugih klijenata. Administrator omogućuje dodavanje i brisanje korisnika, kao i izmenu podataka postojećih korisnika. Omogućeno je dodavanje i ukidanje prava pristupa svakom korisniku. Realizovane su

zaštite. Nije dozvoljeno dodati klijenta sa već postojećim korisničkim imenom, niti se jednom klijentu može dva puta dodeliti isto pravo pristupa. Takođe nije omogućeno dodavanje prava pristupa ukoliko taj podatak ne postoji na sistemu GAUS. Predviđeno je da postoji samo jedan administrator podataka na poslužiocu, mada je moguće i postojanje višestrukih administratora. Prilikom pokretanja aplikacije prikazuje se prozor sa tabelom u kojoj su podaci o svim postojećim korisnicima. Dodavanje novog korisnika se obavlja u prozoru koji je prikazan na slici 3. Da bi se korisnik dodao mora se uneti jedinstveno korisničko ime, lozinka i e-mail.

Slika 3. Izgled prozora za dodavanje novog korisnika

Ako se na administratoru pokuša obrisati korisnik ili pravo pristupa, dobije se poruka sa upozorenjem da će podatak ili korisnik biti uklonjen i očekuje se potvrda pre brisanja (slika 4).

Slika 4. Primer poruke sa upozorenjem

4.3. Modul UserClient

Korisnik je klijentska web aplikacija realizovana u windows prozoru. Da bi se pristupilo glavnom prozoru neophodno je da se unesu korisničko ime i lozinka u prozoru prikazanom na slici 5.

Slika 5. Izgled prozora za logovanje korisnika

Nakon uspešne prijave korisniku se prikazuje forma sa popunjenom tabelom svih podataka kojima korisnik ima pravo da pristupi sa sistema GAUS. Izgled dela prozora sa popunjenim podacima prikazan je na slici 6.

Ime	Opis	Vrednost/Stanje	Jedinica/
001:TEZ-SKL	KOLICINA U SKLADISTU	48.178123	TONA
008:TEZ-SKL	KOLICINA U SKLADISTU	25.959375	TONA
PPS:PRIT-M4	PRITISAK MESALICE 4	0.704687	bar
PPS:TEZ-SKL	KOLICINA U SKLADISTU	88.453125	TONA
PPS:TEZ-V1	TEZINA SA VAGE 1	485	kg
PPS:PROTD-T2	PROTOK DOZERA T2	19	l

Slika 6. Izgled dela prozora korisničke aplikacije

Na slici se vidi da postoji i tab *Nalog*. Na njemu korisnik može videti svoje podatke i po želji izmeniti lozinku. Da bi se lozinka izmenila neophodno je uneti trenutnu lozinku, novu lozinku i potvrditi novu lozinku. Izgled tog dela prozora prikazan je na slici 7.

Informacije o korisniku

lozinka:

nova lozinka:

potvrda lozinke:

Promena lozinke

Slika 7. Izgled dela prozora za izmenu lozinke

Klijent se na poslužilac povezuje preko MultiSpeak protokola i kompletna razmena podataka se odvija preko ovog protokola.

Klijent je realizovan da bude što je moguće opštiji tako da se može koristiti i na drugim sistemima GAUS ili da ga mogu koristiti korisnici za pristup podacima druge prirode na ovom istom sistemu GAUS.

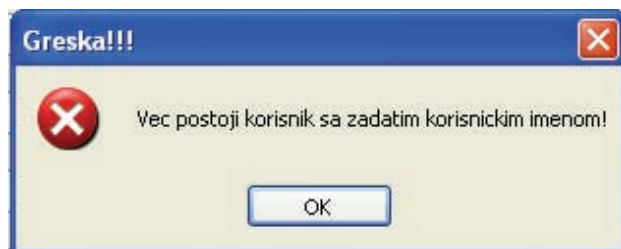
5. TESTIRANJE I VERIFIKACIJA

Za potrebe testiranja, sistem GAUS je pokrenut na jednom računaru, poslužilac je preko mreže povezan sa sistemom. Klijenti administratora i korisnika su pokrenuti na udaljenim računarima i pristup podacima je obavljen preko interneta.

Testiranjem je obuhvaćen niz testova kao što su:

- dobavljanje podataka svih podržanih tipova sa više korisničkih aplikacija,
- pokušaj pristupa podatku koji je uklonjen sa sistema GAUS,
- izmena prava pristupa korisnika od strane administratora dok je korisnik logovan na poslužilac,
- pokušaj dodavanja korisnika sa postojećim korisničkim imenom,
- pokušaj prijave već prijavljenog korisnika,
- pokušaj brisanja korisnika koji je prijavljen na poslužilac.

Prilikom izvršavanja nedozvoljenih korisničkih akcija, ispisuju se odgovarajuće poruke sa greškama kao što je prikazano na slici 8.



Slika 8. Primer prozora sa ispisanom greškom

U slučaju gašenja poslužioca ili prekida komunikacije sa istim, na klijentima se ispiše poruka o prekidu sesije. U testovima u kojima su poslani regularni zahtevi podaci sa poslužioca su redovno isporučivani u svim okolnostima. Pokazalo se da celokupni sistem funkcioniše kako se i očekivalo.

6. ZAKLJUČAK

Sistem se pokazao kao funkcionalan. Komunikacija između modula je obavljena uspešno. Kašnjenje usled korišćenja tekstualnog prenosa podataka je minimalno.

Trenutno poslužilac putem MultiSpeak protokola podržava komunikaciju samo sa klijentima. Specifikacijom je predviđeno omogućavanje povezivanja više sistema kao što su SCADA, GIS, EA i slični. Da bi se podržalo povezivanje sa dodatnim sistemima potrebno je proširiti poslužilac funkcijama koje su propisane standardom. Takođe je moguće proširiti i klijenta dodatnim funkcijama čime bi se omogućilo da pristupa drugim sistemima.

Za potrebe ovog sistema pokazala se dovoljna struktura MultiSpeak 3.0 specifikacije. Trenutno se radi na razvoju četvrte verzije koja će podržati veći broj najčešće korišćenih sistema programske podrške u elektro industriji i industriji slične prirode.

7. LITERATURA

- [1] B. Atlagić: GAUS – Generalizovani Akviziciono Upravljački Sistem, Skripta iz predmeta “Projektovanje namenskih računarskih struktura”.
- [2] Sean Solberg, “Using MultiSpeak Web Services”, Powel-MiniMax, Eagan, March 2006.
- [3] Gary A. McNaughton, Warren P. McNaughton, “MultiSpeak® Version 3.0”, Colorado, 2006.
- [4] Akeel I. Di, “Structured Query Language: A Practical Introduction”, May 1994.

Kratka biografija:



Ljubinko Petrović rođen je u Vršcu 1984. god. Završio je srednju elektrotehničku školu “Nikola Tesla” u Pančevu. Upisao je studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika 2003/04 god. Od 2007/08. je izabrao usmerenje Računarske tehnike i računarske komunikacije.

RAZVOJ I PRIMER PRIMENE PLC-A TIPa NT-300

DEVELOPMENT AND EXAMPLE OF IMPLEMENTATION PLC TYPE NT-300

Strahinja Vuković-Davidovac, Stevan Odri, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je novi programabilni logički kontroler koji se bazira na SC143 čipu. Prikazane su hardverske karakteristike uređaja i realizacija IEC 61131-3 standarda. Zatim je predstavljeno rešenje komunikacije prema OPC standardu. Na kraju je opisana SCADA aplikacija koja je korišćena u implementaciji PLC-a.

Abstract – This paper presents a new programmable logic controller which is based on SC143 chip. It presents hardware characteristics of the device and the realization of IEC 61131-3 standard. The solution of communication using OPC standard is presented next. SCADA application which is used in the implementation of PLC is described at the end.

Ključne reči: PLC, hardware, IEC, OPC

1. UVOD

Ovaj rad nastao je kao potreba da se omogući programiranje NT-300 prema internacionalnom standardu IEC 61131-3 [1]. Standard 61131, sekcija 3 bavi se programskim jezicima kojima se mogu programirati PLC-ovi. Takođe jedan od zadataka je bio omogućavanje komunikacije prema OPC standardu [2]. Ispunjavanjem ovog standarda, NT-300 je u stanju da se poveže sa SCADA aplikacijom bilo kog proizvođača, čime se dobija na univerzalnosti njegove primene.

2. KARAKTERISTIKE IPC@CHIP-A

Jedan od faktora koji je odlučio da se NT-300 bazira na kontroleru SC143 bila je i brzina koja je potrebna za razvoj. Firma „BECK“ za svoje proizvode iz IPC@CHIP familije *embedded* kontrolera daje svoj operativni sistem, razvojne kartice za hardware, kao i razvojno okruženje za softver, zajedno sa odgovarajućim primerima.

U ovom slučaju nema potrebe za prilagođavanjem operativnog sistema hardwareu, kao što je slučaj sa klasičnim kontrolerima, pošto se IPC@CHIP isporučuje sa OS koji je već integrisan u njega. Time se vreme i sredstva uložena u razvoj znatno smanjuju. Prema proceni stručnjaka, prosečno vreme za razvoj proizvoda na bazi ovih kontrolera je od 9 do 12 meseci.

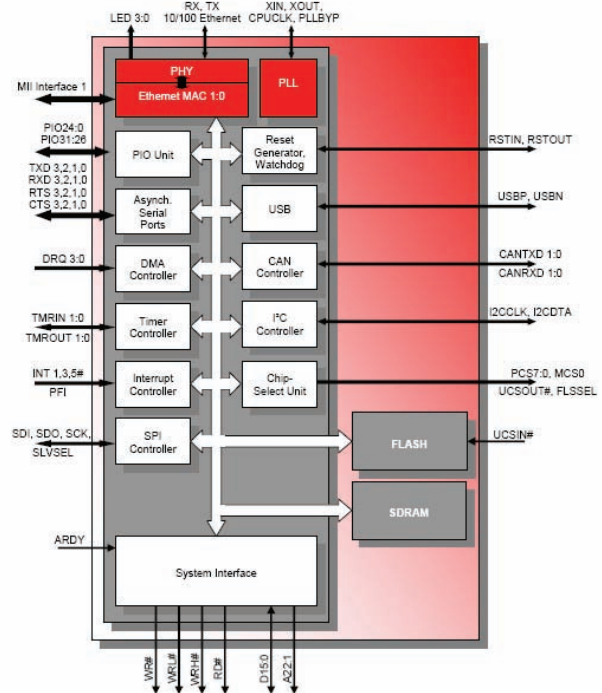
Prosečno vreme razvoja istih uređaja koji se baziraju na standardnim kontrolerima je od 15 do 24 meseca.

NAPOMENA:

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

2.2. Arhitektura kontrolera SC143

Da bismo shvatili mogućnosti kontrolera SC143, moramo da se upoznamo sa njegovom arhitekturom [3].



Slika 1. Blok šema mikrokontrolera SC143

Jezgro kontrolera čini procesor 80186-EX koji radi na 96 MHz. SC143 poseduje hardware koji omogućava RS-232, RS-422, RS-485, CAN, USB i Ethernet komunikaciju, čime se podržavaju asinhroni (CAN, USB, TCP/IP) i sinhroni komunikacioni protokoli (SPI, I²C).

Od posebnog interesa prilikom razvoja bio je deo kontrolera koji se zove *Chip-Select Unit*, jer NT-300 preko njega može da selektuje odgovarajuće periferije, koje su kod nas digitalne i/ili analogne kartice.

IPC@CHIP SC143 poseduje 8MB RAM, i 8MB FLASH memorije.

FLASH memorija služi za skladištenje operativnog sistema koji je predviđen za rad u realnom vremenu (*Real Time Operating System*). U memoriji se nalazi i *Bootloader* program, koji se prilikom pokretanja kontrolera prvi startuje. Njegov zadatak je da izvrši *download RTOS-a* u slučaju da na nekom od komunikacionih kanala postoji takav zahtev; u suprotnom će se pokrenuti operativni sistem koji se već nalazi u kontroleru.

U FLASH se smešta i sistem za rad u realnom vremenu (*Run Time System*) koji omogućava izvršavanje programske logike PLC-a, koja se takođe smešta u ovu memoriju.

Programska logika se piše u *CoDeSys* [4] okruženju koji je predviđen za programiranje prema *IEC 61131-3* standardu. Promenljive koje su značajne za naš program (*retain*) mogu se zapisivati u *FLASH*. Ova opcija daje *PLC*-u mogućnost da, u slučaju nestanka napajanja može da zapamti postojeće vrednosti, a time i trenutno stanje sistema za potrebe analize, ili mogućeg nastavka rada od stanja u kom se sistem nalazio (ako se desio kratkotrajni nestanak napajanja).

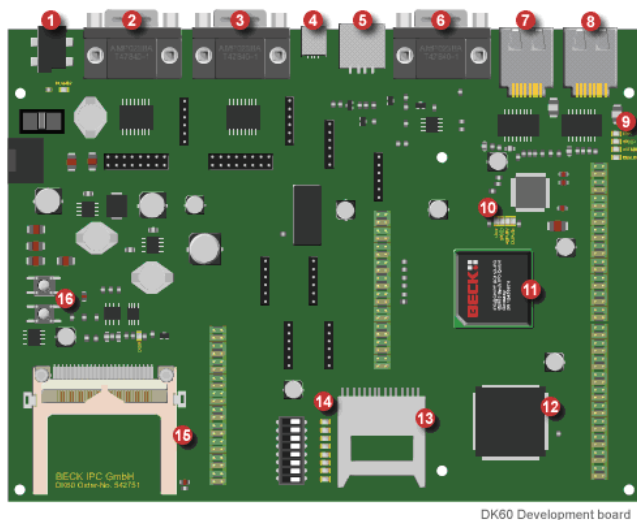
RAM (Random-access memory) memorija ima istu brzinu čitanja kao i *FLASH* memorija, ali je brža kad je u pitanju upis. Zato se ona koristi kao radnja memorija u kojoj se, radi bržeg izvršavanja, smeštaju aplikacije iz *FLASH* memorije. Ima neograničen broj upisa za razliku od *FLASH*-a koji ima mogućnost do 100.000 zapisa.

Mana ove memorije je nemogućnost pamćenja sadržaja prilikom nestanka napajanja. Ovaj problem se može rešiti postavljanje pomoćnog napajanja koje će suspendovati rad kontrolera, ali će obezbediti dovoljan naponski nivo da se sačuva sadržaj *RAM*-a.

2.2. Razvojno okruženje DK61

Razvojno okruženje *DK61* [5] je proizvod firme „*BECK*“, namenjeno za proučavanje mogućnosti i performansi kontrolera *SCI143*.

U *IPC@CHIP* kontroler je integrisan *@CHIP-RTOS* [6] operativni sistem koji je sposoban za konkurentno izvršavanje do 12 *DOS* aplikacija. Svaki od programa se izvršava kao jedan od zadataka *kernel RTOS*-a.



- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1 Power Supply and LED | 9 ETH1 Status LEDs |
| 2 Serial Port COM1 (COM) | 10 ETH0 Status LEDs |
| 3 Serial Port COM0 (EXT) | 11 IPC@CHIP SC143 |
| 4 USB Device Interface | 12 CPLD |
| 5 USB Host Interface | 13 SD/MMC Socket |
| 6 CAN0 Interface | 14 Digital I/O |
| 7 Ethernet Interface ETH0 | 15 Compact Flash Socket |
| 8 Ethernet Interface ETH1 | 16 Reset and Power Fail Button |

Slika 2. Razvojna elektronska kartica DK60

Slika 2. daje pregled najvažnijih komponenti razvojne ploče *DK60* koja se dobija sa razvojnim okruženjem. Pored hardverske komponente, uz ovaj komplet dobija se i softverska podrška, potrebna za programiranje i komuniciranje sa *IPC@CHIP*-om. Softverski paket razvojnog okruženja obuhvata:

- *IEC Platform Builder*
- *Paradigm C++ Beck IPC Edition*
- *@CHIPTOOL*

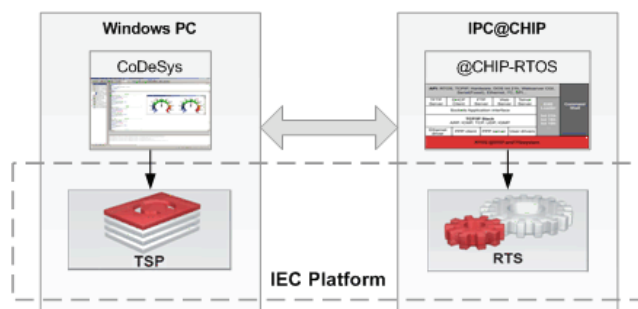
Navedeni programi nam služe za prilagodavanje *runtime* sistema (*RTS*-a) našim potrebama.

2.3. Koncept IEC Platform-e

CoDeSys je hardverski nezavisno programsko okruženje koje može da se prilagodi tj. adaptira bilo kom industrijskom kontroleru. Adaptacija *CoDeSys*-a znači stvoriti skup softvera koji opisuje i rukuje hardverom kontrolera.

Skup softvera koji prilagodava *CoDeSys* okruženje specifičnom *IPC@CHIP* hardveru naziva se *IEC Platform*-a [7].

„*BECK*“ je ponudio razvojni alat za kreiranje *IEC* platforme koji odgovara specifičnostima njegovih *IPC@CHIP* kontrolera. Proizvođač nudi gotove platforme za *DK61*, koje služe za razvoj i evaluaciju softvera; tako da je u razvojnom okruženju moguće odmah programirati prema *IEC 61131-3* standardu. Pored već dostupnih, nudi se i opcija kreiranja sopstvenih *IEC* platformi.



Slika 3. Koncept IEC platforme

Platforma se sastoji iz dve komponente:

1. TSP (Target Support Package)

TSP je kolekcija fajlova koja opisuje hardver *Target System*-a u *CoDeSys* okruženju. On se instalira na *PC*, i predstavlja *Target* koji se bira prilikom kreiranja novog *CoDeSys* programa. U našem slučaju *Target System* predstavlja konfiguraciju *NT-300*.

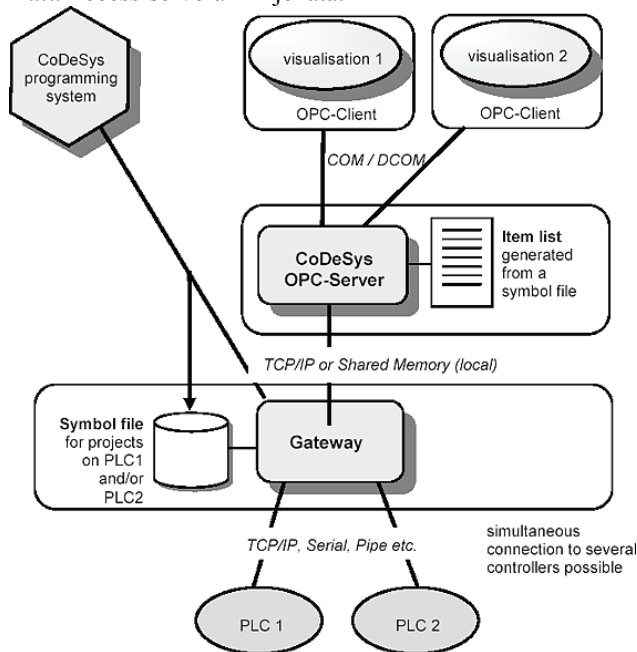
2. RTS (Run Time System)

RTS je aplikacija koja radi na *@CHIP-RTOS* operativnom sistemu u *SCI143* kontroleru. Preko *runtime* sistema se vrši komunikacija između *IPC@CHIP*-a i *CoDeSys* programskog okruženja koje se izvršava na *Windows*-u. Važnija funkcija *RTS*-a jeste prihvatanje aplikacija kreiranih od strane *CoDeSys*-a, i omogućavanje njihovog izvršavanja na *IPC@CHIP* hardveru.

3. KOMUNIKACIJA PREKO OPC SPECIFIKACIJE

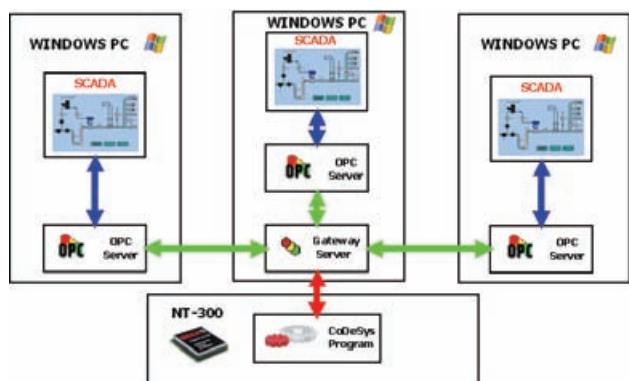
OPC je međunarodno prihvaćena serija specifikacija koje se bave komunikacijom između različitih uređaja u automatizaciji. Ona je rezultat saradnje više švedskih proizvođača koji su saradivali sa *Microsoft*-om. Prvi od standarda koji je nastao zbog potrebe standardizacije je *Data Access Specification* koji se bazira na *Microsoft*-ovim *OLE COM* i *DCOM* tehnologijama.

Specifikacija je definisala standardni skup objekata, interfejsa i metoda za upotrebu u procesnoj industriji i proizvodnoj automatiki. Na ovaj način se ostvarila međusobna kompatibilnost uređaja. Taj princip je dobio širu upotrebu, i danas postoje stotine proizvođača *OPC Data Access* servera i klijenata.



Slika 4. Princip CoDeSys OPC servera

Komunikaciju prema *OPC* specifikaciji realizovali smo korišćenjem *CoDeSys* komponenti (*OPC* [8] i *Gateway Server*-a [9]) zbog postojanja više *SCADA* aplikacija koje komuniciraju sa *PLC*-om, jer su potrebna minimalna podešavanja na *OPC* serveru, dok se *SCADA* ne mora reprogramirati.



Slika 5. Šema rada OPC-a preko CoDeSys komponenti

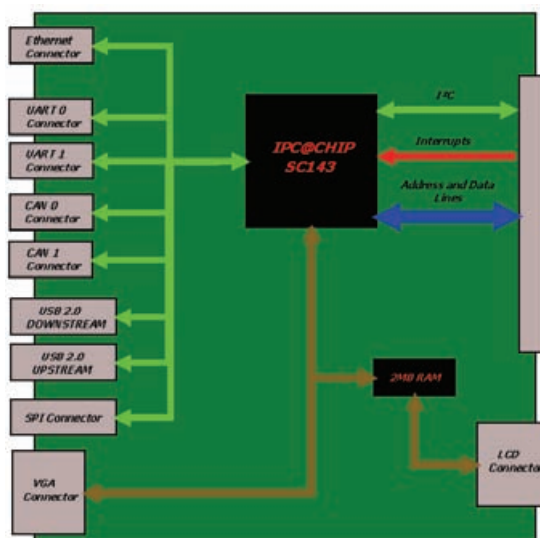
4. VERZIJE PLC-A TIP A NT-300

PLC-ovi tipa *NT-300* su modularni, i isporučuju se u dve osnovne verzije:

1. SmallPLC

Verzija je predviđena za automatizaciju malih i srednjih postrojenja.

Glavni deo predstavlja *CPU* kartica koja se bazira na *SCI143* kontroleru.



Slika 6. Cijena CPU kartice za SmallPLC verziju

Kapaciteti kartice za ovu verziju su:

- Analogni *output*: 16
- Analogni *input*: 16
- Digitalni *output*: 32
- Digitalni *input*: 32

2. BigPLC

Ova verzija predviđena je za automatizaciju velikih sistema.

CPU kartica se sastoji iz dva dela, tačnije dve kartice koje su u stanju da funkcionišu nezavisno:

- *CPU* kartice za *SmallPLC* verziju.
- Kartice koja na sebi ima modul sa *AMD LX-800@0.9W* [10] čipom koja omogućava kontrolu i nadzor u samom postrojenju.

Kapaciteti kartica za ovu verziju su:

- Analogni *output*: 32
- Analogni *input*: 32
- Digitalni *output*: 64
- Digitalni *input*: 64

Konfiguracija *BigPLC*-a može maksimalno da ima 1280 digitalnih ulaza/izlaza, odnosno 640 analognih ulaza/ izlaza.

Važno je da napomenuti da su sve digitalne i analogne kartice radi zaštite galvanski izolovane.

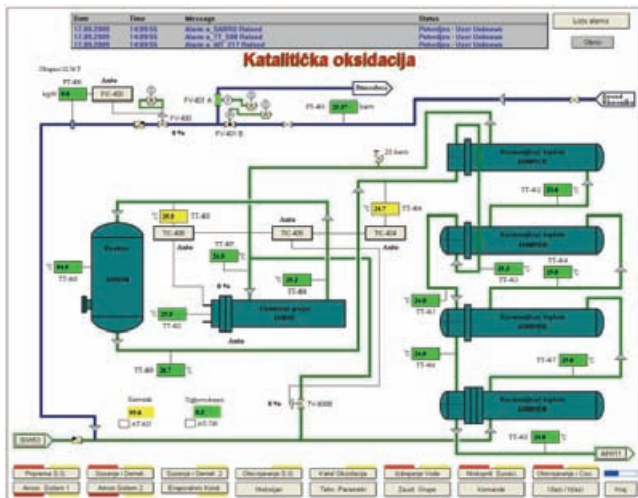
5. PRIMER IMPLEMENTACIJE

PLC tipa *NT-300* upotrebljen je za potrebe automatizacije revitalizovanog postrojenja firme „Linde-Gas“ koja se bavi proizvodnjom *CO₂* (ugljen-dioksida).

Konfiguracija verzije *BigPLC*, koja se trenutno nalazi u postrojenju, sastoji se od:

- jedne *CPU* kartice
- 3 digitalne *input* kartice
- 2 digitalne *output* kartice
- 3 analogne *input* kartice
- 1 analogne *output* kartice

Na osnovu broja kartica može se izračunati da postojeća konfiguracija može maksimalno da ima: 192 digitalna ulaza, 128 digitalnih izlaza, 96 analognih ulaza i 32 analogna izlaza.



Slika 7. Forma „Katalitička oksidacija“ sa SCADA-e

Za potrebe ovog posla je napravljena SCADA u CX-Supervisor [11] okruženju firme „Omron“ koja se sastoji iz 18 glavnih i 35 pomoćnih formi tj. prozora. U aplikaciji se nalaze i skriptovi [12] u kojima se nalazi programski kod koji vrši preračunavanje veličina iz AD u inženjerske jedinice i obrnuto, kao i registrovanje alarma.

Takođe je omogućena komunikacija sa bazom podataka koja je urađena u Microsoft Access-u i gde se beleže tehnološki parametri i granice značajne za postrojenje.

Brzina komunikacije između PLC-a i SCADA aplikacija nije bila zadovoljavajuća zbog velikog broja promenljivih. Zato je izvršena optimizacija na taj način što je jedan deo promenljivih pretvoren u nizove čime nema pojedinačnog slanja, već se vrši slanje bloka podataka. Drugi deo promenljivih se ne osvežava redovno, već se to vrši samo kada se za to ukaže potreba tj. kada operater hoće da ih vidi.

Na taj način je smanjen broj promenljivih koje se u trenutku očitavaju sa OPC servera, čime je povećana brzina odziva SCADA-e.

6. ZAKLJUČAK

Iako je u radu pokazano da NT-300 potpuno ispunjava IEC 61131 standard, postoji još mogućnosti za njegovo usavršavanje.

„BECK“ sada nudi novu verziju IEC platforme koja omogućava čitanja, odnosno pisanje i u toku scan ciklusa, a ne samo na njegovom početku i kraju. U tom slučaju svaki task CoDeSys programa može da izvršava samostalno čitanje i pisanje, a da ne mora da čeka početak i/ili kraj ciklusa. Ovakvo rešenje povećava brzinu PLC-a.

U budućnosti se planira prilagodavanje NT-300 standardu IEC 61499 koji se odnosi na distribuirane upravljačke sisteme. Firma „ISaGRAF“ je prva napravila softver koji ispunjava ovaj standard, i on je kompatibilan sa SCI43 kontrolerom, što znači da se ovaj softver može implementirati u PLC.

7. LITERATURA

- [1] „IEC 61131-3 Edition 2.0“, <http://www.iec.ch/>
- [2] „OPC Overview Version 1.0“, <http://www.opcfoundation.org/>
- [3] „SCIX3 Hardware manual“, <http://www.beck-ipc.com/>
- [4] „User Manual for PLC Programming with CoDeSys 2.3“, <http://www.3s-software.com/>
- [5] „IPC@CHIP SCI23/143 Getting Started“, <http://www.beck-ipc.com/>
- [6] „IPC@CHIP RTOS Documentation“, <http://www.beck-ipc.com/>
- [7] „CoDeSys@CHIP - SDK Manual“, <http://www.beck-ipc.com/>
- [8] „CoDeSys OPC-Server V2.0 Installation and Usage“, <http://www.3s-software.com/>
- [9] „The CoDeSys Gateway Server manual“, <http://www.3s-software.com/>
- [10] „AMD Geode LX DB800 Development Kit Brief“, <http://www.amd.com/>
- [11] „CX-Supervisor User Manual“, www.omron.com
- [12] „CX-Supervisor Script Language“, www.omron.com

Kratka biografija:



Strahinja Vuković-Davidovac rođen je u Zrenjaninu 10.08.1984. god. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Odsek za elektrotehniku i računarstvo upisuje 2003. Tri godine kasnije se opredeljuje za usmerenje na Katedri za automatiku i upravljanje sistemima.



Stevan Odri rođen je u Apatinu 1.04.1955. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1994. god. U zvanje vanredni profesor izabran je 2001. godine. Oblast interesovanja mu je dalje usavršavanje sopstvenog koncepta industrijsko-upravljačke opreme.

PRIMENA SAVREMENIH WEB KOMUNIKACIJA U INDUSTRIJSKOM OKRUŽENJU

APPLICATION OF MODERN WEB COMMUNICATIONS IN INDUSTRIAL ENVIRONMENT

Miroslav Mikloš, Vlado Porobić, Darko Marčetić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad opisuje primenu komunikacionog procesora CP 243-1 IT za povezivanje PLC-a Siemens S7-200 sa Internetom. Pored toga opisan je postupak izrade HTML stranice koja je prebačena na sam moduo koji vrši funkciju HTTP servera.

Abstract – Paper describes the implementation of communication processor CP 243-1 IT for connecting PLC Siemens S7-200 to the Internet. Also in this paper is described a procedure of making the HTML page which is transferred on CP 243-1 IT who performs the function of the HTTP server.

Ključne reči: CP 243-1 IT, HTML, S7-200, komunikacija

1. UVOD

U poslednjoj dekadi ubrzan razvoj internet tehnologija dovodi nas do sve veće implementacije modernih Web tehnologija u industriju. Ovaj rad prikazuje povezivanje PLC-a, koji su već dugo u industriji i bez kojih se ne može zamisliti današnji industrijski pogon, sa Internetom, uz pomoć komunikacionog modula.

Razlog za ovaj razvoj je očigledan, nadgledanje i manipulacija pogonom sa geografske udaljenosti, uz pomoć Web pretraživača. Takođe je moguće slati, prethodno definisane, e-mail-ove. Uz pomoć IT funkcija veoma je lako razmenjivati cele fajlove sa drugim računarima i kontrolerima.

2. OSNOVE PLC-a

Programabilni logički kontroler (Programmable Logic Controller) je mikrokontrolerski sistem u kome su hardver i softver specifično adaptirani industrijskom okruženju. Savremeni PLC kontroleri mogu da se nose sa izrazito složenim sistemima upravljanja. Oni se povezuju sa uređajima kao što su senzori, tasteri, prekidači, video sistemi, motori, aktuatori, elektromagnetni ventili, releji, kontaktori, solenoidi, operatorski paneli, svetlosna i zvučna signalizacija i drugi.

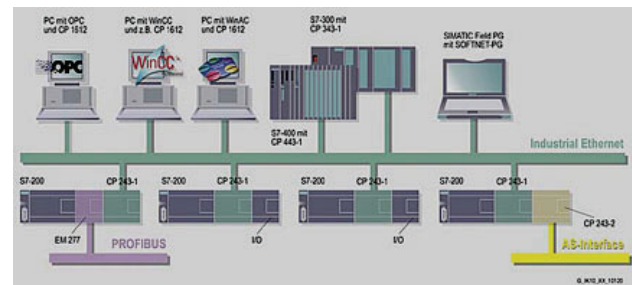
U automatizovanom sistemu PLC je obično centar sistema upravljanja. Izvršavanjem programa smeštenog u programskoj memoriji, PLC neprekidno posmatra stanje sistema preko ulaznih uređaja. Na osnovu logike implementirane u programu PLC određuje koje akcije treba da se izvrše na izlaznim uređajima.

NAPOMENA:

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

2. OSNOVE CP 243-1 IT-a

CP 243-1 IT komunikacioni procesor je napravljen za upotrebu sa Simensovim PLC-om S7-200. On omogućuje S7-200 sistemu da bude povezan sa Industrijskim Ethernetom (IE) ili Internetom (Slika 1.). Uz pomoć Micro/WIN 32 programa, S7-200 može biti konfigurisan programiran i nadgledan preko Etherneta, čak i na geografskoj udaljenosti. Uz pomoć CP 243-1 IT, S7-200 može komunicirati preko Etherneta sa drugim S7-200, S7-300 ili S7-400 kontrolerima.

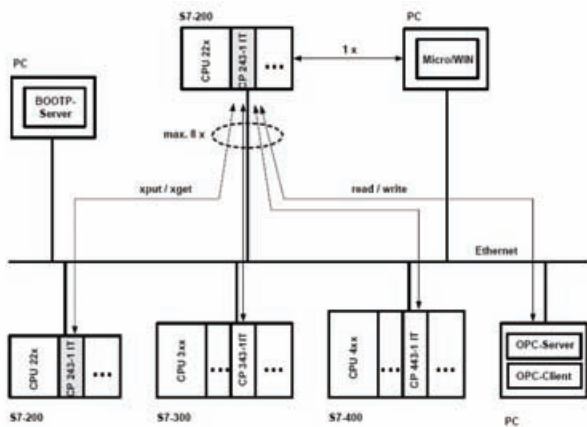


Slika 1. Povezivanje PLC-a S7-200 sa Ethernetom uz pomoć CP 243-1 IT modula

Pisanje HTML stranice daje mogućnost vizuelizacije procesa u Web pretraživaču, adaptirane konkretnom pogonu. Takođe daje mogućnost za numeričku ili grafičku prezentaciju procesnih podataka, zatim prikaz statusa promenljivih na displeju kao i promenu vrednosti digitalnih izlaza samog PLC-a. HTTP server je integrisan u CP 243-1 IT i dozvoljava korisniku da, uz pomoć FTP Client-a, prebaci formiranu HTML stranicu, kojoj zatim korisnik pristupa putem Web pretraživača.

2.1. Komunikacija putem Etherneteta

CP 243-1 IT podržava maksimalno osam S7 komunikacionih kanala prema klijentima ili serverima. CP 243-1 IT radi prema principu klijent/server za svaki kanal. Samo jedan zahtev po kanalu može biti prihvaćen, procesuiran i odgovoren sa pozitivnim ili negativnim odgovorom u isto vreme. Sve dok odgovor na prethodni zahtev nije poslat CP 243-1 IT ne prihvata novi zahtev. Ako CP 243-1 IT prihvati nekoliko zahteva na kanalu konfigurisanom kao server, samo prvi zahtev će biti procesuiran, ostali zahtevi će biti ignorisani sve do kraja transakcije (npr dok nije poslat odgovor). CP 243-1 IT nema administraciju za specifičnost zahteva kanalu i ne baferuje zahteve.



Slika 2. Komunikacioni partneri CP 243-1 IT-a

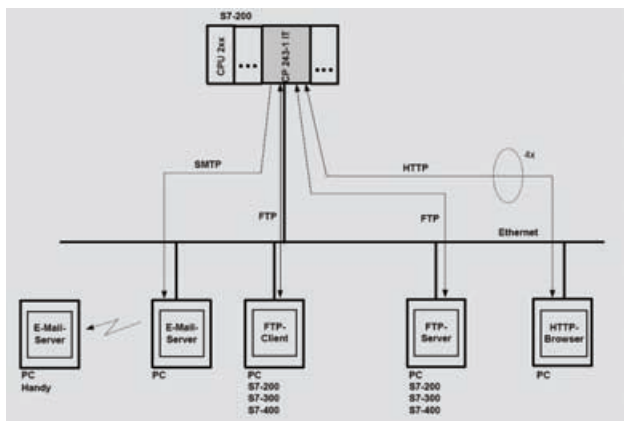
2.2. IT komunikacija

Pored S7 komunikacije preko ethernet-a CP 243-1 IT takođe podržava servise XPUT/XGET i READ/WRITE, simultano sa različitim IT funkcijama. Tu ubrajamo prenos podataka preko FTP-a, slanje e-mail poruka i sposobnost pristupa do četiri Web pretraživača procesnim podacima i statusnim informacijama S7-200 sistema (slika 3.).

Slanje e-mail-a ili aktivan pristup podacima preko FTP-a je inicijalizovan od strane S7-200 korisničkog programa. Samo jedan zahtev, od ove dve funkcije, može biti aktivan u isto vreme. Korisnik ne može početi novi posao sve dok CP 243-1 IT nije pozitivno ili negativno odgovorio na trenutno aktivni zahtev.

Pored već navedenih S7 tipova komunikacije, CP 243-1 IT nudi četiri tipa IT komunikacije koji mogu biti korišćeni zasebno ili kombinovano.

1. Komunikacija sa e-mail serverom;
2. Komunikacija sa FTP klijentom;
3. Komunikacija sa FTP serverom. Takođe je moguće povezivanje sa FTP serverom koji radi na CP 243-1 IT-u lokalnog S7-200 sistema;
4. Komunikacija sa do četiri Web pretraživača.



Slika 3. Komunikacioni partneri CP 243-1 IT-a

2.2.1. E-mail

SMTP protokol kontroliše slanje e-mail-ova. E-mail se sastoji od mesta za jednu ili dve adrese, prostora za naslov (subject) i prostora za tekstualnu poruku. Tekstualna

poruka se sastoji od ASCII karaktera. Tekst može da sadrži i prostor za usađene promenljive, koje su definisane u S7-200 sistemu. Kada je e-mail poslat, CP 243-1 IT čita svaku usađenu promenljivu iz S7-200 procesora i ubacuje je, u prethodno definisanom formatu, na definisanu lokaciju u poruci.

2.2.2. FTP Server

FTP server CP 243-1 IT-a može da čita i piše Web fajlove i konfiguracione fajlove od strane daljinskih FTP klijenta preko Ethernet-a u File system CP 243-1 IT-a. FTP klijent uvek inicijalizuje prenos podataka. Sam FTP server nikada ne inicijalizuje prenos. Svi tipovi fajlova mogu biti prebačeni na File system CP 243-1 IT. Relevantnost ovih fajlova na rad CP 243-1 IT se ne proverava.

2.2.3. FTP Klijent

FTP klijent CP 243-1 IT-a može biti korišćen da prebaci sadržaj delova V-memorije iz S7-200 u File system drugog sistema FTP servera, ili sadržaj fajla može biti kopiran u V-memoriju S7-200 sistema. FTP klijent može da briše definisane fajlove u File system-u FTP servera lokalnog S7-200 sistema.

2.2.4. HTTP Server

Funkcija HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) servera integrisanog u CP 243-1 IT dozvoljava korisniku da pristupi S7-200 sistemu, uz pomoć popularnih Web pretraživača, i čita statusne informacije ili čita/piše procesne vrednosti.

Prethodno definisane HTML (Hyper Text Markup Language) stranice i Java Applet-i se nalaze sačuvani na File system-u CP 243-1 IT-a i dostupne su korisnicima. Korisnik takođe može sam napraviti svoju HTML stranicu ili Java Applet-e i prebaciti ih u File system CP 243-1 IT-a uz pomoć eksternog FTP klijenta.

Java Applet-i su mali aplikacioni programi napisani u programskom jeziku Java. Na zahtev pretraživača, takvi Applet-i se uobičajeno prebacuju sa HTTP servera na pretraživač i izvršavaju se tu.

2.3. Konfiguracija CP 243-1 IT uz pomoć Internet wizarda STEP 7 Micro/WIN 32 programa

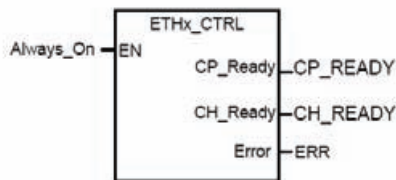
Nakon što smo povezali i instalirali CP 243-1 IT, potrebno ga je i konfigurirati. To radimo uz pomoć STEP 7 Micro/WIN 32 programa, koji je instaliran na PC-u povezanom sa S7-200 sistemom preko PPI kabla. Konfiguracija se vrši uz pomoć Internet wizarda koji je lociran u Tools/Internet wizard, ili takođe u Navigation bar-u kada kliknemo na dugme Tools izađe paleta u kojoj se nalazi Internet wizard.

Moguće je uneti sve relevantne podatke, neophodne za konfiguraciju, u par prozora. Internet wizard se sastoji od četiri interna wizarda koja se koriste za definisanje raznih IT servisa. Prvo se otvara wizard za osnovnu konfiguraciju, gde se definišu osnovni podaci o sistemu (kao na primer IP adresa). Nakon toga je moguće završiti konfiguraciju ili preći na FTP wizard, e-mail wizard ili wizard za konfiguraciju korisničke administracije.

2.4. Kreiranje korisničkog programa u leder dijagramu STEP 7 Micro/WIN 32 programa

Nakon izvršene konfiguracije Internet wizardom, ukoliko su sve funkcije konfigurisane, pojaviće se pet novih subrutina u stablu instrukcija STEP 7 Micro/WIN 32 programa pod nazivom „Subroutine“. Te subrutine su: ETHx_CTRL, ETHx_CFG, ETHx_XFR, ETHx_EMAIL i ETHx_FTPC. X predstavlja poziciju slot-a i može imati vrednosti: 0, 1,..., 6. U narednom tekstu će svaka od njih biti ukratko objašnjena.

Subrutina ETHx_CTRL (slika 4.) inicijalizuje i nadgleda rad CP 243-1 IT-a. Ova subrutina mora biti pozivana u S7-200 korisničkom programu na početku svakog ciklusa ukoliko želimo da koristimo funkcije CP 243-1 IT-a. Nakon što je nova konfiguracija ili korisnički program prebačen uz pomoć STEP 7 Micro/WIN 32 programa na S7 200 CPU i kada je S7 200 CPU ponovo startovan, ova subrutina naređuje CP 243-1 IT-u da proveri ima li promena u konfiguraciji.

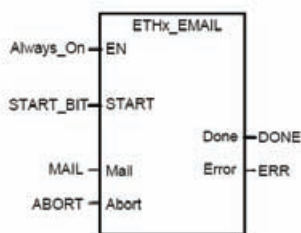


Slika 4. ETHx_CTRL

Pozivanje subrutine ETHx_CFG uzrokuje CP 243-1 IT da čita konfiguracione podatke iz memorije S7-200 CPU. Ova funkcija se koristi kada želimo da konfiguriramo CP 243-1 IT uz pomoć specijalnih registara.

Pozivanje subrutine ETHx_XFR uzrokuje CP 243-1 IT da vrši transfer ili zahteva podatke drugom S7 sistemu. Vrsta pristupa podacima koju koristi CP 243-1 IT je definisana tokom konfiguracije.

Pozivanje subrutine ETHx_EMAIL (slika 5.) uzrokuje da CP 243-1 IT, prethodno definisan e-mail, pošalje e-mail serveru. I e-mail kao i e-mail server su prethodno definisani tokom konfiguracije CP 243-1 IT-a.



Slika 5. ETHx_EMAIL

Ukupno 32 različita e-mail-a mogu biti konfigurisani. Kada pozivamo subrutinu definišemo koji od konfigurisanih e-mail-ova će biti poslat od strane subrutine.

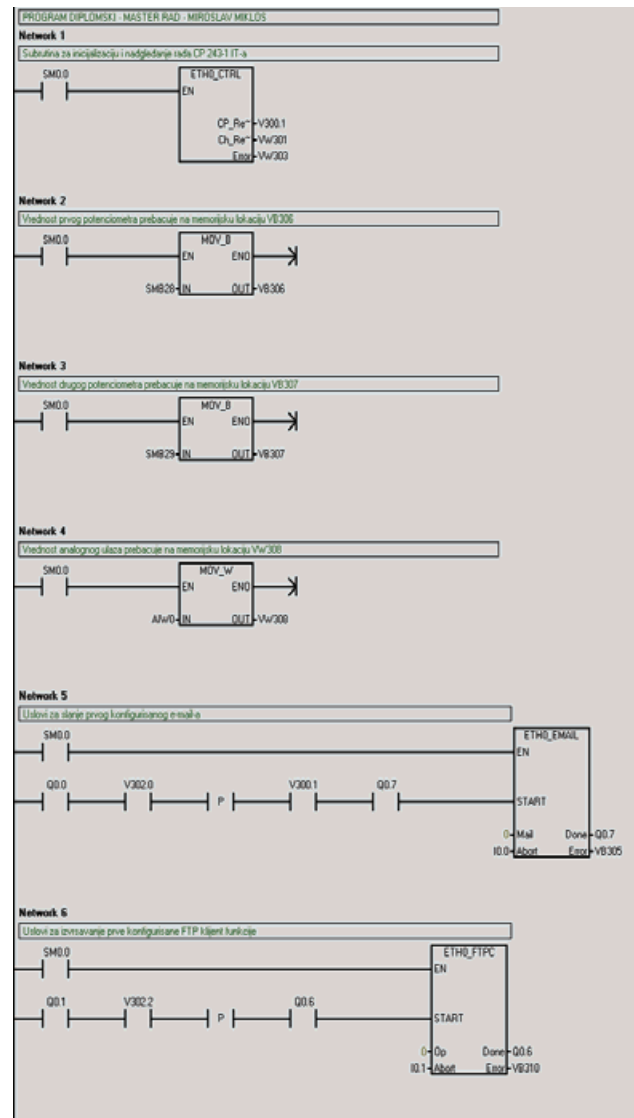
Pozivanje ETHx_FTPC subrutine uzrokuje da CP 243-1 IT šalje podatke FTP serveru, ili da zahteva podatke od

takvog servera. Takođe ova subrutina može biti pozivana da briše fajlove iz File system-a FTP servera.

Ukupno 32 FTP zahteva je moguće konfigurisati. Kada se subrutina ETHx_FTPC poziva, definiše se koji od konfigurisanih FTP klijent zahteva želite da se izvrši.

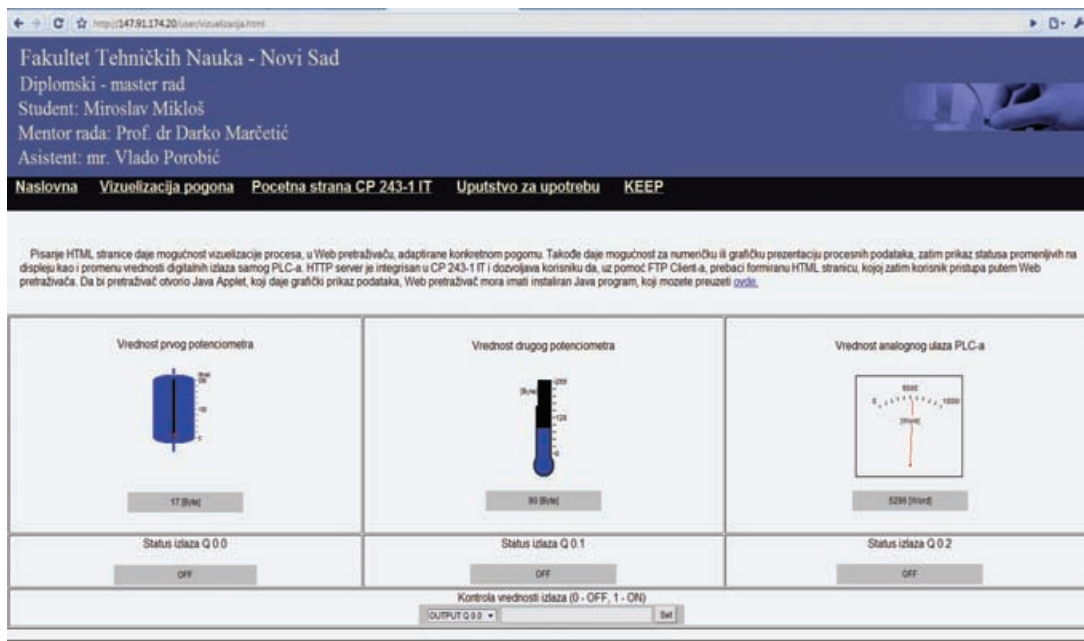
2.5. Primer korisničkog programa u leder dijagramu

Primer korisničkog programa (leder dijagrama) za PLC Siemens S7-200 dat je na slici 6.



Slika 6. Primer korisničkog programa za PLC Siemens S7-200

Prikazani primer korisničkog leader dijagrama napravljen je tako da prikaže mogućnosti CP 243-1 IT modula. Prilikom izrade ovog primera, CP 243-1 IT je konfigurisan tako da koristi sve ponuđene IT funkcije.



Slika 7. Izgled HTML strane sa implementiranim Java appletima

3. OSNOVE HTML-a

HTML (HyperText Markup Language) je opisni jezik, specijalno namenjen opisu Web stranica. Pomoću njega se jednostavno mogu odvojiti elementi kao što su naslovi, paragrafi, citati i slično. Pored toga, u HTML standard su ugrađeni elementi koji detaljnije opisuju sam dokument kao što su kratak opis dokumenta, ključne reči, podaci o autoru i slično. Ovi podaci su opšte poznati kao meta podaci i jasno su odvojeni od sadržaja dokumenta. Moguće je praviti HTML stranice bez poznavanja samog HTML koda. Uz pomoć HTML editora moguće je u editoru, koji je napravljen da bude lak za snalaženje, napraviti kako bi želeli da izgleda stranica a sam HTML editor generiše kod. Na taj način se pravi HTML stranica bez poznavanja samog koda.

Java applet-i su mali aplikacioni programi pisani u Java programskom jeziku. Java applet-e možemo ubacivati u naš HTML dokument i na zahtev korisnika oni bivaju pozivani sa HTTP servera i izvršavani u korisničkom prozoru Web pretraživača. Oni pružaju mogućnost vizuelne prezentacije podataka.

Primer HTML stranice sa implementiranim Java applet-ima je dat na slici 7.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je ukratko objašnjena primena i instalacija komunikacionog procesora CP 243-1 IT sa PLC-om S7-200. Takođe je objašnjen postupak kreiranja HTML stranice i njeno prebacivanje na CP 243-1 IT koji vrši funkciju i HTTP servera. U ovom radu je takođe opisan i sam postupak komunikacije u industriji te on pruža uvid u postojeće tipove komunikacije i vrste protokola za razmenu podataka, nadgledanje i manipulaciju pogona.

5. LITERATURA

- [1] SIEMENS SIMATIC NET "CP 243-1 IT Communication processor for industrial Ethernet and information technology"
- [2] SIEMENS SIMATIC NET "S7Beans/Applets for IT-CPs Programming Tips"
- [3] SIEMENS SIMATIC "S7-200 Programmable Controller System Manual"
- [4] Kevin Werbach "The Bare Bones Guide to HTML"

Kratka biografija:



Miroslav Mikloš rođen je u Vrbasu 1983. god. Apsolvent je na master studijama na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu.

Vlado Porobić rođen je u Bačkoj Palanci 1974. god. Magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. god. Oblast interesovanja su energetska elektronika i elektromotorni pogoni.

Darko Marčetić rođen je u Novom Sadu 1968. god. Na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. doktorirao 2006. god. Od 2007. radi u zvanju docenta na Fakultetu tehničkih nauka. Oblast interesovanja su energetska elektronika i elektromotorni pogoni.

OBJEKTNO-ORIJENTISAN MULTIPLATFORMSKI MODUL ZA RUKOVANJE VREMENSKIM PODACIMA**OBJECT-ORIENTED MULTI-PLATFORM MODULE FOR TIME DATA HANDLING**Milan Gornik, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada jeste projektovanje i implementacija prenosivog modula za manipulaciju vremenskim merama u okviru DMS multiplatformskog radnog okvira.

Modul se bazira na programskom jeziku C++, standardnoj C biblioteci i STL-u, i podržava niz Windows, Unix i Linux platformi. Rad istražuje specifičnosti civilnog merenja vremena i uspostavlja korelaciju sa reprezentacijom vremenskih mera na računarima.

Dodatno, rad prikazuje probleme u podršci relevantnim funkcionalnostima na različitim platformama, kao i primenjena konkretna rešenja i pristup strateškog nivoa koji je korišćen u razvoju.

Abstract – The subject of this paper is design and implementation of portable module for manipulation of time measurements in DMS multi-platform framework.

Module is based on programming language C++, standard C library and STL; it supports range of Windows, Unix and Linux platforms. Paper researches specifics of civil time measurement and correlates it with time measurements representation on computers.

Additionally, paper demonstrates problems with support for relevant functionalities on different platforms as well as specific solutions that are applied and strategic approach that was used in development.

Ključne reči: C++, STL, Standardna C biblioteka, merenje vremena, vremenske mere, ISO 8601, RFC 3339

1. UVOD

Ovaj rad bavi se primenom civilnih standarda merenja vremena i reprezentacije tih mera u računaru. Relevantni standardi na kojima se bazira dizajn modula su ISO 8601 i RFC 3339.

Standard ISO 8601 predstavlja civilni standard merenja i reprezentacije vremena sa osnovnom namerom da se uspostavi unifikovan zapis kojim će se eliminisati potencijalne nejasnoće u interpretaciji [1].

RFC 3339 predstavlja Internet standard – prilagođenje standarda ISO 8601 primeni u oblasti računarstva [2].

Cilj rada je razvoj modula nazvanog **DMSTime** za rukovanje vremenskim podacima, za potrebe DMS multiplatformskog radnog okvira.

NAPOMENA:

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

2. DIZAJN**2.1. Metodologija razvoja**

Prilikom izrade modula **DMSTime**, korišćene su dve komplementarne metode razvoja: razvoj vođen testiranjem (*test driven development*) i defanzivno programiranje (*defensive programming*). Razvoj vođen testiranjem se nadovezuje na metodu dizajna po ugovoru (*design by contract*) i, iako zahteva veću količinu izvornog koda nego ostale metode, pruža značajne dugoročne koristi. Naime, razvoj je više inkrementalan, fokusiran na tekući zadatak, pri čemu svaki zadatak vrlo jasno kristališe pitanja dizajna. Na taj način se sprečava širenje konceptijskih problema na kasnije faze implementacije.

Defanzivno programiranje je metodologija prema kojoj se svaka odvojena funkcionalnost u potpunosti štiti od loših ulaza i od mogućih defekata ostalih delova sistema (i softverskih i hardverskih).

2.2. Upotrebljene tehnologije

Kao što važi za sve module DMS multiplatformskog radnog okvira (u daljem tekstu: FRM), **DMSTime** modul se oslanja na sledeće tehnologije: 1) standardni programski jezik C++, 2) standardna C biblioteka, 3) standardna biblioteka obrazaca STL.

Kada su u pitanju konkretne funkcionalnosti koje su u vezi sa manipulacijom vremenskim merama, **DMSTime** modul se zasniva na `<time.h>` modulu standardne C biblioteke. Ovaj modul, kao deo standardne biblioteke, ne unosi probleme prilikom prenošenja izvornog koda na nove platforme. Pored toga, standardna C biblioteka koristi različite servise operativnog sistema (kalendar, lista prelaza na letnje računanje vremena i lista uvođenja prestupnih sekundi). Kada bi se uvodio novi fundamentalni servis za rad sa vremenskim merama, svi ovi povezani servisi operativnog sistema bi morali biti ponovo implementirani.

2.3. Podržane platforme

DMSTime modul podržava sve platforme koje podržava FRM. Prilagođenost ovim platformama podrazumeva da se modul (kao i ceo radni okvir) pravilno kompajlira na konkretnoj platformi. Takođe, podrazumeva se da modul poseduje odgovarajući set jediničnih testova na platformi koji može da potvrdi da modul ispravno funkcioniše.

Podržane su sledeće platforme:

- Microsoft Windows 32-bitni (Windows XP SP2, SP3 i Windows Vista), sa kompajlerom Microsoft Visual C/C++ (u daljem tekstu: MSVC) u verzijama: 6, 7, 8 i 9.

- *Alpha Tru64* 64-bitni, sa *Compaq CXX* kompajlerom V6.5-014
- HP-UX 64-bitni, sa HP aCC kompajlerom verzija B3910B A.06.10
- SUSE *Linux* 9.3 32-bitni i 64-bitni, sa GCC kompajlerom verzija 3.3.5
- SUSE *Linux* 10.1 64-bitni, sa GCC kompajlerom verzija 4.1.0
- SLES *Linux* v9 32-bitni, sa GCC kompajlerom verzija 3.3.3
- SLES *Linux* v10 32-bitni, sa GCC kompajlerom verzija 4.1.0

2.4. Razvojni alati

Prilikom razvoja korišćeno je integrisano razvojno okruženje *Microsoft Visual Studio* u verzijama 98, 2003 i 2005 (pošto je modul *DMSTime* evoluirao, prenošen je na nove verzije razvojnog okruženja tokom vremena). Ovo okruženje je korišćeno za razvoj, dok je softver kompajliran i testiran i na svim ostalim podržanim platformama u finalnim fazama razvoja.

Za probno kompajliranje modula, njegovih testova i izrađenih primera upotrebe na *Unix* i *Linux* platformama, korišćen je alat *Multi Build Tool*, koji je razvio autor ovog rada za potrebe DMS Grupe. U pitanju je *Python* skript (razvijen uz pomoć biblioteka *Twisted* i *PyCrypto*) koji omogućava daljnisko pokretanje istovetnog procesa kompajliranja, istovremeno na više *Unix/Linux* sistema, korišćenjem SSH.

Za formiranje i izvršavanje jediničnih testova korišćena je biblioteka *CPPUnit*. Ova biblioteka je jedna od najšire prihvaćenih biblioteka u ovoj kategoriji za programski jezik C++.

Za potrebe generisanja projektne dokumentacije korišćen je alat *Doxygen*. Ovaj alat predstavlja jedan od najkorišćenijih alata ovog tipa za različite programske jezike, pa između ostalih, i programski jezik C++.

3. OBJEKTNI MODEL

Ova sekcija rada prezentuje objektni model koji je dizajniran prilikom izrade novog modula. U kratkim crtama je opisan dizajn klasa koje su projektovane kako bi se zadovoljili projektni zahtevi.

3.1. SMicroEpochTime

Struktura *SMicroEpochTime* služi za pohranjivanje informacije o tački u vremenu. Ona proširuje standardni C tip *time_t*, kako bi se omogućila preciznost na nivou mikrosekundi. Shodno zasnovanosti na *time_t* tipu, ukupni opseg *SMicroEpochTime* tipa limitiran je ograničenjima samog *time_t* tipa. Interno, informacija o tački u vremenu predstavlja se uz pomoć dve celobrojne vrednosti (broj sekundi proteklih od početka Epohe¹ i broj mikrosekundi u poslednjoj sekundi). Zato je ova struktura pogodna za aritmetiku sa vremenskim veličinama.

Ova struktura podržava konverziju u standardni *DMS 64-bit Micro Time* tip (broj mikrosekundi od početka Epohe) i implementira logičke operatore kojima se omogućava

poređenje njenih instanci (većom od dve vrednosti se smatra ona koja hronološki sledi onoj drugoj).

3.2. CTimestamp

Klasa *CTimestamp* služi za pohranjivanje informacije o tački u vremenu. Ona enkapsulira tip *SMicroEpochTime* omogućavajući različite operacije nad ovom vrstom mere vremena. Pošto ova klasa enkapsulira tip *SMicroEpochTime*, od njega nasleđuje i sve njegove limite – preciznost ide do nivoa mikrosekundi, a ukupni opseg odgovara opsegu *time_t* tipa podataka. *CTimestamp* uvek svoju vrednost čuva kao tačku u vremenu izraženu u UTC vremenskoj zoni. Ovo se čini da bi aritmetika sa vremenskim merama bila bezuslovno moguća.

Ova klasa podržava konverziju u sledeće tipove: *time_t*, *SMicroEpochTime*, *DMS Double Time*, *CCalendarTime*, *DMS 64-bit Micro Time*. Obrnuta konverzija je takođe moguća.

Klasa podržava logičke operatore kojima je moguće porediti vrednosti sadržane u instancama (većom od dve vrednosti smatra se ona koja hronološki sledi onoj drugoj).

Pored toga, klasa implementira i aritmetičke operatore kojima se omogućava da se sadržanoj tački u vremenu doda ili oduzme interval vremena (dat objektom klase *CTimeSpan*). Dodatno, mogu se oduzeti dve tačke u vremenu, čime se kao rezultat dobija interval vremena.

3.3. CTimeSpan

Klasa *CTimeSpan* predstavlja vremenski interval, koji može predstavljati parametar u aritmetici vremenskih veličina ili pak, rezultat različitih operacija za vremenske veličine. Preciznost ove klase ide do nivoa mikrosekundi, a ukupan opseg je izuzetno velik (korišćenjem 64-bitne aritmetike ostvaruje se maksimalni opseg od 106 miliona dana).

Vrednost sadržana u klasi *CTimeSpan* bazira se na šablonu (*template class*) *CSafeInteger* (pripada drugom FRM modulu – *SafeInteger*) čime se postiže da sva aritmetika bude bezbedna sa stanovišta prekoračenja i potkoračenja.

Vrednost objekta klase *CTimeSpan* može biti negativna ili pozitivna. Iako negativan interval vremena nije fizički moguć, ovo ima smisla u kalkulacijama.

Objekat klase *CTimeSpan* može biti kreiran zadavanjem delova: dana, sati, minuta, sekundi i mikrosekundi. Dužina intervala može biti zadata u svim jedinicama istovremeno (zada se koliko je dana sadržano u intervalu, koliko sati u poslednjem danu, koliko minuta u poslednjem satu itd.) ili samo u jednoj jedinici (npr. ukupan broj minuta koji čini interval).

Ova klasa podržava konverziju u obrazac-klasu *CSafeInteger*. Definisani su logički operatori kojima se omogućava poređenje sadržanih vrednosti dva objekta. Većim se smatra onaj objekat koji sadrži duži vremenski interval. Takođe su implementirani i aritmetički operatori čime je omogućeno da se objekti klase *CTimeSpan* proizvoljno sabiraju i oduzimaju.

Pored navedenih, klasa sadrži i dve grupe metoda za očitavanje sadržane vrednosti. Prva grupa metoda vraća

¹ U pitanju je početak dana (ponoć) 1. januara 1970. g.

dužinu sadržanog intervala razbijenu na jedinice vremena različite veličine, dok druga grupa vraća dužinu konvertovanu u samo jednu jedinicu vremena.

3.4. CCalendarTime

Klasa `CCalendarTime` se koristi za memorisanje datuma i vremena u razbijenoj formi. Ovo je čini pogodnom za pristup pojedinačnim delovima (jedinicama) datuma i vremena. Ona predstavlja objektnu enkapsulaciju i unapređenje standardne C strukture `tm`. Preciznost ove klase odgovara nivou mikrosekundi, a ukupan opseg odgovara opsegu `time_t` tipa.

Jedinice vremena koje se skladište u ovoj klasi: a) godina: puna, četvorocifrena vrednost, b) mesec: 1-12, c) dan u mesecu: 1-31, d) sat: 0-23, e) minut: 0-59, f) sekund: 0-59, g) mikrosekunde (0-999.999).

Pored toga, ova klasa sadrži i jedno kalkulirano polje: dan u nedelji. Ovo polje se automatski postavlja (pomoću internih mehanizama klase), kada su zadati godina, mesec i dan.

Informacija asocirana sa objektom klase `CCalendarTime` može biti kompletna ili nekompletna. Kada su definisani svi delovi datuma i vremena, onda je objekat kompletna, a u suprotnom objekat se naziva nekompletnim. Vremenska jedinica u objektu koja treba da ostane nedefinisana postavlja se na vrednost konstante `CALENDAR_PART_MISSING`. Neke metode klase zahtevaju kompletna objekat da bi mogle da rade, dok druge ne postavljaju taj zahtev.

Ova klasa podržava konverziju u sledeće tipove: `tm` i `CTimestamp`. Obrnuta konverzija je takođe moguća.

Kada su u pitanju metode u vezi sa vremenskim zonama, klasa sadrži metode za očitavanje pridružene vremenske zone, za konverziju vrednosti u neku drugu vremensku zonu kao i ispitivanje da li je letnje računanje vremena aktivno za sadržanu tačku u vremenu u pridruženoj vremenskoj zoni.

Pored navedenih, klasa sadrži niz metoda za ispitivanje kompletnosti objekta i čitače za sadržanu vrednost (po delovima).

3.5. CFormatString

`CFormatString` predstavlja baznu klasu za sve klase koje obavljaju parametrizovanu serijalizaciju korišćenjem format-stringova. Parametrizovana serijalizacija podrazumeva takvu serijalizaciju u kojoj je moguće u potpunosti odrediti redosled vrednosti koje se serijalizuju, kao i uvesti separatore koji će razgraničiti ove vrednosti.

Odrednice označavaju mesta u format-stringu na koja se ubacuju vrednosti koje se serijalizuju. One se prepoznaju tako što se sve sastoje od dva karaktera (prvi karakter je uvek znak za procenat '%' a drugi je slovo abecede). Ostali karakteri u format-stringu predstavljaju separatore i oni se prilikom serijalizacije uvek ubacuju neizmenjeni na izlazni tok podataka.

Serijalizacija koju definiše ova klasa je dvosmerna, što znači da klase naslednice moraju da podrže i učitavanje sa ulaznog toka i snimanje na izlazni tok, kao i konverziju iz stringa i konverziju u string.

Klasa je implementirana kao obrazac-klasa, pri čemu je parametar obrasca tip karaktera koji se koristi u klasi (efektivno to je `char` ili `wchar_t`). Na taj način, klasa

se može primeniti i u *Unicode* i u *ANSI* konfiguracijama projekata.

3.6. CFormattedCalendarTime

Klasa `CFormattedCalendarTime` predstavlja obrazac-klasu (*template class*) koja nasleđuje dve klase: `CFormatString` i `CCalendarTime`. Klasa je obrazac-klasa, pri čemu je smisao parametra obrasca isti kao kod klase `CFormatString` (tip karaktera koji se koristi u klasi).

Odrednice koje ove klasa uvodi u najvećoj meri prate standardne odrednice koje se koriste u standardnim C i C++ bibliotekama. Razlike nastaju kod dodatnih funkcionalnosti `DMSTime` modula (milisekunde, mikrosekunde i oznaka vremenske zone) koje uvode dodatne odrednice koje ne postoje u standardnim bibliotekama.

Klasa sadrži metode koje služe za konverziju u string i konverziju iz stringa, kao i metode koje služe za serijalizaciju i deserijalizaciju vrednosti objekta.

3.7. CFormattedTimeSpan

Klasa `CFormattedTimeSpan` predstavlja obrazac-klasu (*template class*) koja nasleđuje dve klase: `CFormatString` i `CTimeSpan`. Klasa je obrazac-klasa, pri čemu je smisao parametra obrasca isti kao kod klase `CFormatString` (tip karaktera koji se koristi u klasi).

Odrednice koje podržava ova klasa omogućavaju da se prilikom serijalizacije vrednost objekta serijalizuje po delovima (dani, sati, minuti, sekundi, milisekunde, mikrosekunde). Kao kod klase `CTimeSpan`, vrednost može da se serijalizuje u više vremenskih jedinica različite veličine ili da se konvertuje i serijalizuje u samo jednoj vremenskoj jedinici.

Klasa sadrži metode koje služe za konverziju u string i konverziju iz stringa, kao i metode koje služe za serijalizaciju i deserijalizaciju vrednosti objekta.

3.8. CTimeZone

Ova klasa se koristi za identifikaciju vremenske zone i za očitavanje različitih karakteristika vremenskih zona. Klasa podržava sledeće karakteristike vremenske zone: 1) standardni naziv vremenske zone (kada letnje računanje vremena nije u primeni), 2) naziv vremenske zone kada je letnje računanje vremena u primeni, 3) standardno odstupanje od UTC zone (kada letnje računanje vremena nije u primeni), 4) odstupanje od UTC vremenske zone kada je letnje računanje vremena u primeni, 5) indikacija da li se koristi letnje računanje vremena.

Klasa sadrži niz metoda kojima se omogućava očitavanje svih navedenih osobina određene vremenske zone.

4. IMPLEMENTACIJA

4.1. Specifičnosti različitih platformi

- Na svim platformama: standardna C funkcija `mktime()` služi za kreiranje `time_t` vrednosti na osnovu zadate strukture `tm` (u kojoj su dati datum i vreme). Ova funkcija smatra da su prosleđeni podaci zadati u lokalnoj vremenskoj zoni. Implementirana je nova funkcija u `DMSTime` modulu koja omogućava kreiranje iz datog vremena u UTC vremenskoj zoni.

- Na svim platformama: funkcije `gmtime()` i `localtime()` nisu *reentrant* i nisu bezbedne za upotrebu iz više programskih niti istovremeno [3] (jer koriste sopstveni statički bafer za lokalne promenljive). Primenjeno rešenje (bezbedno za upotrebu iz više programskih niti) se razlikuje u zavisnosti od platforme.
- MSVC v6 i v7: ne postoje odgovarajuće funkcionalnosti u standardnim bibliotekama koje prevazilaze problem u `gmtime()` i `localtime()`. Zato su korišćenjem *Windows* API-ja implementirane potpuno nove funkcije sa istom funkcionalnošću ali koje su *reentrant*.
- MSVC v8 i noviji: u standardnu C biblioteku su uvedene nove verzije funkcija `gmtime()` i `localtime()` i to: `gmtime_s()` i `localtime_s()`, respektivno. Ove verzije funkcija omogućavaju bezbedno korišćenje iz više različitih programskih niti, pa se na ovoj platformi one koriste.
- *Unix* i *Linux* sistemi: postoje odgovarajući *reentrant* ekvivalenti funkcija `gmtime()` i `localtime()`, a to su funkcije `gmtime_r()` i `localtime_r()`, respektivno. Pošto su funkcije *reentrant*, automatski su i bezbedne za upotrebu iz više programskih niti i one se koriste u modulu *DMSTime*.
- Dok *Windows* operativni sistem i njegove prateće biblioteke dozvoljavaju da se ravnopravno koristi UTC i bilo koja druga vremenska zona (nezavisno od podešavanja operativnog sistema), na POSIX sistemima samo dve vremenske zone mogu da se ravnopravno koriste: UTC vremenska zona i lokalna vremenska zona (podešena u OS-u). Zato je ukupna funkcionalnost *DMSTime* modula takođe ograničena na samo ove dve osnovne vremenske zone.

4.2. Platform Issues baza znanja

Evidentiranjem specifičnih platformskih problema koji su otkriveni u izradi ovog modula nastala je *Platform Issues* baza znanja. Vođenje evidencije o ovoj vrsti problema na jednom mestu omogućava lakšu detekciju istih problema u budućim projektima. Za svaki problem koji se evidentira neophodno je postaviti objašnjenja scenarija u kojem se on manifestuje i ako je to moguće, projekat koji reprodukuje pojavljivanje problema. Na ovaj način se može nedvosmisleno utvrditi da je u pitanju objektivan problem, a ne greška programera. Pored toga, kada dođe do momenta da na platformi na kojoj postoji problem izađe nova verzija kompajlera ili standardne biblioteke, može se isti projekat iskoristiti kako bi se utvrdilo da li je proizvođač ispravio grešku u međuvremenu. Zatim se pokušava implementacija rešenja za otkriveni problem.

Na taj način je uvedena nekolicina modula u FRM čiji je osnovni zadatak da nadomeste neke od primećenih problema.

Problemi koji su evidentirani i rešavani u sklopu izrade ovog rada oformili su najveći deo modula *DMSIntTypes*, *SafeInteger* i *DMSLocale*.

4.3. Internacionalizacija i lokalizacija

Modul *DMSTime* oslanja se na modul *DMSLocale*, a i dodatno je u njemu ispoštovana forma neophodna kako bi se on mogao upotrebljavati u aplikacijama koje podržavaju internacionalizaciju. *DMSTime* dozvoljava da se vremenske mere izražavaju u formama koje su specifične za pojedine nacije i lokalitete, čime se omogućava lokalizacija softvera. Pored toga, modul omogućava da se brojke koje se njime prezentuju (na primer, trajanje vremenskog intervala) izražavaju u formatu koji je takođe vezan za određeni lokalitet.

5. ZAKLJUČAK

Izrada modula *DMSTime* predstavljala je uspešan proces koji je kao rezultat dao visoko prenosiv, dobro dokumentovan i detaljno testiran modul za manipulaciju vremenskim merama. Ove osobine postignute su primenom dosledne metodologije razvoja koja je primerena tipu projekta koji je izrađivan i koja je široko prihvaćena kao pozitivna praksa u ovoj specifičnoj oblasti. Pošto *DMSTime*, kao i ostali moduli FRM-a, predstavlja fundamentalnu funkcionalnost i pošto pokrivenost velikog broja platformi može da znači detekciju jednog broja problema u samim platformama, izabran je model razvoja orijentisanog ka testiranju.

Postoji niz mogućih unapređenja koja su mogla biti primenjena na ovom rešenju ali su morali biti ispoštovani ograničavajući faktori – kompatibilnost sa velikim skupom međusobno vrlo različitih platformi i maksimalna moguća kompatibilnost sa postojećim izvornim kodom. Tako je modul izrađen kao kompromisno rešenje koje nudi maksimum funkcionalnosti koji je moguć u dozvoljenim okvirima.

6. LITERATURA

- [1] "ISO 8601:2004", *International Organization for Standardization*, 2005.
- [2] Network Working Group: G. Klyne, C. Newman, "Request for Comments: 3339", 2002., [10. 8. 2009.] <http://tools.ietf.org/html/rfc3339>
- [3] *Linux Manual* stranica za `gmtime()` i `localtime()`, [10. 8. 2009.] <http://linux.die.net/man/3/gmtime>

Kratka biografija:



Milan Gornik rođen je u Kuli 1981. god. Diplomski-master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo – računarske nauke i informatika odbranio je 2009. god.

PRORAČUN REŽIMA ELEKTROENERGETSKIH SISTEMA SA KVAROM U FAZNIM KOORDINATAMA**POWER SYSTEMS SHORT – CIRCUIT CALCULATION IN PHASE COORDINATES**Kristijan Zavodski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Sadržaj - U ovom radu prikazan je postupak za formiranje matematičkih modela elemenata elektroenergetskih sistema u faznim koordinatama, njihovu integraciju u jedinstveni model i proračun režima sa kratkim spojem primenom fiktivnog „delta“ kola.

Abstract - This paper presents procedure for power systems elements modeling in phase coordinates, their integration in unique mathematical model and short - circuit calculation by the method of Thevenin's theorem.

Cljučne reči: modeli elemenata elektroenergetskog sistema, kratak spoj, fazne koordinate

1. UVOD

Proračun režima elektroenergetskih sistema (EES) sa kvarom je uz proračun tokova snaga [1] najvažniji problem koji se razmatra u domenu (kvazi)stacionarne elektroenergetike. Važnost ovih proračuna ogleda se u njihovoj nezostavnoj primeni u procesu planiranja razvoja (sa aspekta konstrukcije i izbora pojedinih elemenata EES), ali i eksploataciji EES (sa aspekta procene opasnosti po ljude i okolinu za vreme kvara, uvida u naprezanja kojima su izloženi elementi i oprema EES, kao i procene moguće štete na elementima EES) [2,3].

Postoji više postupaka za proračun režima EES sa kvarom koji daju rezultate manje ili veće tačnosti, a tačnost na prvom mestu zavisi od toga koliko precizno neki postupak opisuje fizičke karakteristike razmatranog problema. Ovi postupci se načelno mogu podeliti u dve grupe: metode bazirane na kompleksnim analitičkim izrazima [4] i numerički (računarski) orijentisane metode [5]. Bez obzira koji model se koristi iz navedene dve grupe, svaki od njih sadrži određene aproksimacije: uniformnost raspona i uzemljivača stubova, uravnoteženost voda na svakom delu trase, zanemarenje efekta blizine, zanemarenje efekta neposredne galvanske veze između uzemljivača na početnim i krajnjim rasponima nadzemnog voda (efekat kontratega), zanemarenje elektromagnetske sprege paralelnih vodova, idealizovana geometrija stubova, itd.

Osim podele na osnovu primenjenog postupka za rešavanje režima EES sa kvarom, ove metode se mogu podeliti i na osnovu domena u kom je razmatrani sistem modelovan i proračun izvršen. Tako imamo metode za rešavanje u faznom domenu [6] i metode za rešavanje u domenu simetričnih komponenti [7].

NAPOMENA:

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

Ako su svi elementi razmatranog EES uravnoteženi i ako je od interesa proračun faznog dela sistema (bez sistema uzemljivača) tada prednost imaju metode rešavanja u domenu simetričnih komponenti zbog mogućnosti pofaznog prikaza elemenata pomoću tri raspregnuta ekvivalentna kola (ekvivalentno kolo direktnog, inverznog i nultog redosleda).

U zavisnosti od vrste kvara (prekid faznog provodnika ili kratak spoj) njegova simulacija u matematičkom modelu kojim se opisuje razmatrani EES je moguća na dva načina: intervencijom nad matricom admitansi sistema od interesa, odnosno insertovanjem odgovarajućih idealnih naponskih izvora na mestu kvara (princip „delta“ kola) [7,8]. Očigledno je da će se u slučaju prekida faznog provodnika koristiti prvi način, a u slučaju kratkog spoja drugi.

Moguća su dva pristupa proračunu režima EES sa kvarom, u zavisnosti od načina tretiranja sistema uzemljenja. Ako se smatra da su vrednosti potencijala u celom sistemu uzemljenja jednake nuli, tada se proračun režima usmerava ka proračunu režima isključivo faznih delova sistema. Ovo je karakteristično kod termičkog i mehaničkog dimenzionisanja opreme i dimenzionisanja relejne zaštite. Sa druge strane, ako se uvaži činjenica da su potencijali uzemljivača različiti od nule, tada se proračunom režima, osim faznih delova sistema uvažavaju i sami elementi sistema uzemljenja.

Veličina i složenost realnih EES, kao i veliki broj efekata koje je potrebno uvažiti tokom modelovanja utiču na složenost samih matematičkih modela kojima se ovi EES opisuju. U nastojanju da se dođe do jednostavnijih modela, neke metode za rešavanje sistema jednačina su imale prednost, a pre svega metoda potencijala čvorova.

Prvi korak ka formiranju matematičkog modela EES (odnosno ka formiranju matrice admitansi (impedansi) datog sistema) jeste podele EES na podsisteme transformatora, provodnika, uzemljivača i elektroenergetskog okruženja. Osnovni smisao ove podele leži u činjenici da su navedeni podsistemi galvanski povezani u određenim tačkama – čvorovima sistema, pa se njihovim galvanskim rasprezanjem otvara mogućnost modelovanja svakog elementa posebno u okviru odgovarajućeg podsistema. Zbog ovakvog parcijalnog pristupa je potrebno uzeti u obzir da se u okviru podsistema modeluju i različiti efekti (elektromagnetska sprega provodnika nadzemnog voda i kablova, efekat blizine uzemljivača, kompleksan prenosni odnos transformatora, ...), pa se u okviru navedenih podsistema javljaju kontrolisani izvori. Ovi kontrolisani izvori moraju biti eliminisani, odnosno njihov uticaj se mora zameniti uticajem ekvivalentnih galvanskih sprega kako bi matrica admitansi sistema zadržala svoje osnovne tri osobine:

- trivijalno generisanje elemenata,
- retkost,
- simetričnost.

Ovakvo parcijalno modelovanje podrazumeva određene pretpostavke, odnosno aproksimacije:

- EES pre kvara radi u simetričnom režimu direktnog redosleda;
- uticaj kapacitivnosti i odvodnosti nadzemnih vodova i kablova na proračune je zanemarljiv;
- parametri provodnika i specifična otpornost tla su uniformni duž svake deonice voda i kabla;
- tlo je homogeno

Na osnovu ovako formiranog matematičkog modela može se pristupiti proračunu režima (raspodeli struja i potencijala) EES sa kvarom.

2. MATEMATIČKI MODELI ELEMENATA EES

2.1. Podsystem uzemljivača

Podsystem uzemljivača čine elementi EES čija je uloga da pri nastanku nesimetričnog kvara odvedu u zemlju struje kvara, odnosno da obezbede da se u EES, kao i na tlu unutar i izvan postrojenja sa kvarom ne jave naponi opasni po život. To su uzemljivači svih transformatorskih postrojenja i stubova, i ekvivalentni uzemljivači svih elektroenergetskih okruženja razmatranog sistema. U okviru ovako definisanog podsystema uzemljivača izražen je efekat blizine [9] koji predstavlja uticaj uzemljivača postrojenja, stubova i elektroenergetskih okruženja na raspodelu struje kvara unutar samog sistema uzemljenja. Ovaj efekat se uvažava pomoću sopstvenih i međusobnih otpornosti uzemljivača, kao mera uticaja struje kvara kroz uzemljivač na vrednosti sopstvenog potencijala i potencijala ostalih uzemljivača, ali i na raspodelu struje kvara unutar podsystema uzemljivača. Matematički model podsystema uzemljivača u admitantnoj formi glasi:

$$\underline{I}_{uz} = \underline{Y}_{uz} \cdot \underline{V}_{uz} \quad (2.1)$$

2.2. Podsystem provodnika

Podsystem provodnika čine svi fazni provodnici nadzemnih vodova i kablova, zaštitna užad nadzemnih vodova i električne zaštite kablova. Za proračun elemenata matrice impedansi svakog pojedinačnog nadzemnog voda, odnosno kabla razmatranog EES (sopstvenih i međusobnih impedansi provodnika) u literaturi se najčešće navode Carsonove jednačine [10]. Inverzijom matrice impedansi se dolazi do matrice admitansi, a integracijom matrica admitansi svih pojedinačnih nadzemnih vodova, odnosno kablova dolazi se do matematičkog modela podsystema provodnika koji ima izgled :

$$\begin{bmatrix} \underline{I}_P \\ \underline{I}_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{Y}_{Pr} & -\underline{Y}_{Pr} \\ -\underline{Y}_{Pr} & \underline{Y}_{Pr} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{V}_P \\ \underline{V}_k \end{bmatrix}, \quad (2.2)$$

gde su:

\underline{I}_P – matrica-kolona struja injektiranih u čvorove svih početaka provodnika

\underline{I}_k – matrica-kolona struja injektiranih u čvorove svih krajeva provodnika

\underline{V}_P – matrica-kolona potencijala čvorova svih početaka provodnika

\underline{V}_k – matrica-kolona potencijala čvorova svih krajeva provodnika.

Integracija matrica admitansi pojedinačnih vodova ili kablova u matricu admitansi podsystema provodnika se obavlja identičnim postupkom koji će biti objašnjen u glavi 2.5

2.3. Podsystem transformatora

Matematički model trofaznog dvonamotajnog i tronamotajnog transformatora dat je matricnom relacijom:

$$\underline{I}_t = \underline{Y}_t \cdot \underline{V}_t, \quad (2.3)$$

gde se elementi matrice admitansi za dvonamotajni i tronamotajni trofazni transformator proračunavaju prema izrazima datim u [11].

Integracija matrica admitansi svih pojedinačnih transformatora u matricu admitansi podsystema transformatora se obavlja kao i u slučaju podsystema provodnika identičnim postupkom koji će biti objašnjen u glavi 2.5

2.4. Podsystem elektroenergetskog okruženja

Podsystem elektroenergetskog okruženja (EEO) jeste ceo EES iz kojeg je izdvojen sistem od interesa. Potiskivanje sistema od interesa iz EES se formalno izvodi presecanjem veza svih faznih provodnika ka faznim provodnicima EEO i veza EEO prema uzemljivačima sistema od interesa. Ovo presecanje se izvodi u graničnim čvorovima – čvorovima u kojima su galvanski povezani elektroenergetsko okruženje i sistem od interesa. Matrica admitansi EEO sadrži sve elemente razmatranog EES osim elemenata sistema od interesa. U toku modelovanja EEO usvaja se da je njegov sistem uzemljenja sažet u jednu tačku. Matematički model podsystema EEO je dat kao:

$$\underline{I}_{EEO} = \underline{Y}_{EEO} \cdot \underline{V}_{EEO} \quad (2.4)$$

2.5. Integracija parcijalnih matematičkih modela

Integracijom matematičkih modela podsystema uzemljivača, transformatora, provodnika i EEO, dobija se matematički model za proračun režima EES sa kvarom u faznom domenu. Ta integracija se izvodi integracijom matrica admitansi navedenih podsystema. Međutim, usled činjenice da su ovi podsystemi različitih dimenzija, nameće se problem njihove integracije. Redosled koraka integracije parcijalnih matematičkih modela, odnosno njihovih matrica admitansi u matricu admitansi razmatranog EES jeste sledeći:

- definisanje dimenzija matrice admitansi EES – N;
- definisanje redosleda čvorova unutar matrice

admitansi EES;

- prenumeracija čvorova parcijalnih matrica admitansi svih podsistema u skladu sa definisanim redosledom
- integracija parcijalnih podsistema – formiranje matrice admitansi EES.

Dimenzije matrice admitansi EES jednake su ukupnom broju čvorova tog sistema. Nakon definisanja redosleda čvorova u matrici admitansi EES i prenumeracije čvorova matrica admitansi podsistema, integracija podsistema se vrši jednostavnim sabiranjem elemenata koji se stiču u zajedničkom čvoru. Sada se može definisati konačni matematički model EES u faznom domenu:

$$[\underline{I}_{EES}] = [\underline{Y}_{EES}] \cdot [\underline{V}_{EES}] \quad (2.5)$$

gde su

- $[\underline{I}_{EES}]_{N \times 1}$ – matrica-kolona struja injektiranih u sve čvorove EES,
- $[\underline{V}_{EES}]_{N \times 1}$ – matrica-kolona potencijala svih osnovnih čvorova EES,
- $[\underline{Y}_{EES}]_{N \times N}$ – matrica admitansi EES.

Ovakva matrica admitansi $[\underline{Y}_{EES}]_{N \times N}$ poseduje sve tri neophodne osobine za laku obradu: jednostavnost generisanja, retkost i simetričnost.

3. PRORAČUN REŽIMA EES SA KVAROM

Postupak za rešavanje problema EES sa kvarom započinje dekompozicijom modela sistema na kolo sa režimom pre nastanka kvara (kratkog spoja) i trofazno fiktivno "Δ" (delta) kolo [7,8]. Režim pre kvara se smatra poznatim, a potrebno je proračunati režim Δ kola.

Δ kolo se formalno izvodi iz EES tako što se svi idealni izvori pasiviziraju: naponski izvori se kratko spoje, a strujni otvore. Idealni naponski izvori sa elektromotornim silama jednakim fazorima napona na mestu kvara pre nastanka kvara se insertuju jedino na mestu kvara, tako što su usmereni od sistema ka mestu kvara. Ovakvim postupkom se efekti generatora sistema na režim sa kratkim spojem prenose iz sistema na mesto kvara, što i predstavlja osnovni smisao ove metode.

Kada je proračunat režim Δ kola, metodom superpozicije sa režimom pre kvara se dobija režim EES sa kvarom:

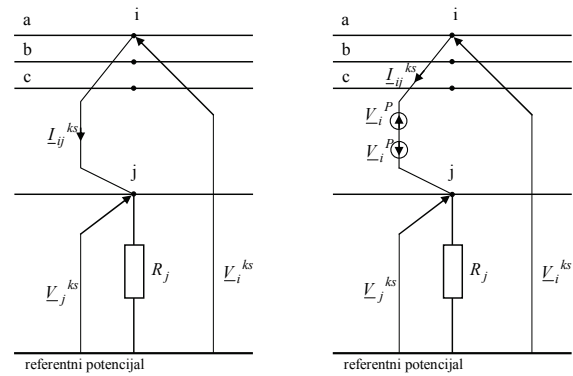
$$\underline{X}^{KS} = \underline{X}^{PK} + \underline{X}^{\Delta} \quad (3.1)$$

gde su

- \underline{X}^{KS} – vrednost razmatrane veličine u režimu sa kvarom
- \underline{X}^{PK} – vrednost razmatrane veličine u režimu pre kvara
- \underline{X}^{Δ} – vrednost razmatrane veličine u režimu Δ kola

U nastavku će biti prikazano izvođenje postupka za proračun režima sa jedнопolnim zemljospojem [8]. U slučaju dvopolnog kratkog spoja, dvopolnog zemljospoja ili trolnog zemljospoja postupak se menja samo formalno, ali ne i kvalitativno.

Na slici 1.a uočen je trofazni čvor u kome je nastao jednofazni kratak spoj između tačaka i i j .



Slika 1. a.) mesto kvara b.) insertovanje idealnih naponskih generatora

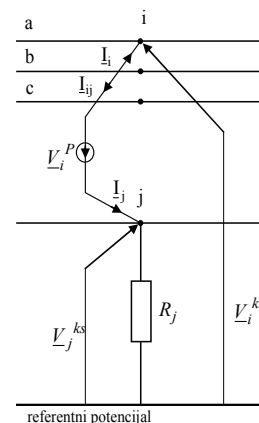
Postupak dekompozicije ovakvog kola započinje insertovanjem dva identična idealna naponska generatora na mestu kvara (slika 1.b), pri čemu su ovi generatori vezani u opoziciju. Fazori napona ovih generatora su jednaki razlici fazora potencijala čvorova i i j pre kvara. Ako se uvaži da je potencijal čvora j (\underline{V}_j) pre kvara bio na

nultom potencijalu (to je čvor sistema uzemljenja), tada se može usvojiti da je fazor napona ovih idealnih generatora jednak fazoru napona na mestu kvara, pre kvara, odnosno da je jednak potencijalu čvora i pre kvara. Obzirom da su ovi generatori vezani u opoziciju, režim kola sa kvarom nije promenjen. Na ovaj način su stvoreni uslovi za pomenutu dekompoziciju, prikazanu na slici 2.

Ovakvo Δ kolo je aktivno samo na mestu kvara (sadrži idealni naponski generator), dok su svi ostali naponski generatori kratko spojeni, a strujni otvoreni. Potencijali i struje Δ kola na mestu kvara su opisani sledećim relacijama:

$$\underline{V}_i = \underline{V}_j - \underline{V}_i^P \quad (3.2)$$

$$\underline{I}_i = -\underline{I}_j = -\underline{I}_{ij} \quad (3.3)$$



Slika 2. Δ kolo sa čvorovima između koji je uočen kvar

Grana kvara se za sada može zameniti nepoznatim kompenzacionim strujama \underline{I}_i i \underline{I}_j . Tada u Δ kolu postoje injektirane struje samo u čvorovima između kojih je vezan idealni naponski generator. Veze između potencijala čvorova i odgovarajućih injektiranih struja tih čvorova su date matricom impedansi EES $[\underline{Z}_{EES}]$ koja se

dobija inverzijom matrice admitansi $[Y_{EES}]$. Sada se matematički model EES sa jednopolnim zemljospojem može dati kao:

$$[V] = [Z_{EES}] \cdot [I], \quad (3.4)$$

gde su:

$[V]_{Nx1}$ - matrica-kolona potencijala čvorova Δ kola;

$[I]_{Nx1}$ - matrica-kolona struja injektiranih u čvorove Δ kola;

$[Z_{EES}]_{NxN}$ - matrica impedansi EES;

N - ukupan broj čvorova.

Ovih N jednačina zajedno sa već navedenim (3.2) i (3.3) čine sistem od $N+2$ jednačine sa isto toliko nepoznatih. Ako se izdvoje sledeće jednačine:

$$I_i = -I_j, \quad (3.5)$$

$$V_i = Z_{ii} \cdot I_i + Z_{ij} \cdot I_j, \quad (3.6)$$

$$V_i = V_j - V_i^P, \quad (3.7)$$

$$V_j = Z_{ji} \cdot I_i - Z_{jj} \cdot I_j, \quad (3.8)$$

one se mogu rešiti po kompenzacionim strujama I_i i I_j , odnosno po struji kvara na mestu kvara I_{ij} :

$$I_i = -I_j = \frac{-V_i^P}{Z_{ii} - Z_{ij} - Z_{ji} + Z_{jj}} = \frac{-V_i^P}{Z_{EKV}} = -I_{ij} \quad (3.9)$$

Impedansa Z_{EKV} predstavlja ekvivalentnu Thevenenovu impedansu razmatranog EES gledano sa mesta kvara – iz tačaka i i j Δ kola. Ako se poznaju kompenzacione struje I_i i I_j , množenjem matrice Z_{EES} vektor kolonom tih struja dobijaju se potencijali svih čvorova Δ kola. Nakon toga se na osnovu vektora stanja može jednoznačno odrediti celokupan režim sistema sa kvarom.

4. LITERATURA

[1] G.S.Švenda: *Osnovi elektroenergetike: matematički modeli i proračuni*, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2007.

[2] H.Požar: *Visokonaponska rasklopna postrojenja*, Tehnička knjiga, Zagreb, Jugoslavija, 1973.

[3] V.A.Levi: *Planiranje razvoja elektroenergetskih sistema pomoću računara*, Stylos, Novi Sad, 1998.

[4] J.M.Nahman: *Zero-Sequence Representation of Overhead Lines*, Archiv Elektrotechnik, 1982., J. 65, s. 209-217.

[5] A.P.Meliopoulos, E.B.Joy, R.P.Webb, S.Patel: *Computation of Maximum Earth Current Substation Switchyards*, IEEE Trans. on PAS, Vol. PAS-102, No. 9, September 1983., pp. 3131-3139.

[6] W.X.He, C.Y.Teo: *Unbalanced short-circuit calculation by phase coordinates*, International Conference on Energy Management and Power Delivery, 1995. Proceedings of EMPD '95., 1995

[7] N. Tleis: *Power systems modeling and fault analyses*, Elsevier Ltd., Oxford, UK, 2008.

[8] V.C.Strezoski, D.S.Popović: *Proračuni stacionarnih režima elektroenergetskih sistema*, Univerzitet u Novom Sadu i Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Jugoslavija, 1994.

[9] J.M.Nahman: *Proximity Effects on the Ground Fault Current Distribution Within the Earthing System Formed by a Substation and the Associated Transmission Lines*, IEEProceedings-C, Vol. 135, Part. C, No. 6, November 1988., pp.497-502.

[10] J.R.Carson, *Wave propagation in overhead wires with ground return*, Bell System Technical Journal, vol. 5, pp. 539-554, 1926.

[11] G.S.Švenda: *Modelovanje sistema uzemljenja električnih mreža i postrojenja u faznim koordinatama*, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 2001.

Kratka biografija:



Kristijan Zavodski rođen je u Apatinu 1980. godine. Odbranu master rada na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo – Elektroenergetski sistemi je prijavio u novembru 2009. godine

AUTOMATIZACIJA I IZRADA NADZORNO – UPRAVLJAČKOG SOFTVERA PARNOG KOTLOVSKOG POSTROJENJA ZA SAGORIJEVANJE BIOMASE**AUTOMATION AND MAKE SOFTWARE FOR MONITORING AND CONTROL STEAM-BOILER SYSTEM FOR BURNING BIOMASS**Žarko Rikanović, Stevan Odri, *Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Sadržaj – Rad predstavlja termodinamičko izučavanje i izradu tehnološke šeme u procesu sagorijevanja biomase (ljuske od suncokreta), kao i automatizaciju navedenog procesa implementacijom PLC-a. Tehnološka šema je rezultat sopstvenog praktičnog rada i teorijskih i naučnih saznanja. Realizacija regulacije upravljanja, simulacije, animacije i nadzora sistema ostvarena je u programskom paketu CoDeSys.

Abstract – The aim of this paper represents research of thermodynamics and makes the scheme of technology in the process for burning biomass (skin of sunflower), as well as automation this process by PLC. Realization of control regulation, simulation, animation and monitoring process implemented in CoDeSys program.

Ključne reči: PLC, tehnološka šema, CoDeSys

1. UVOD

Parno kotlovsko postrojenje predstavlja objekat u kome se toplotna energija dobija sagorijevanjem ljuske od suncokreta. Posredstvom grejnih površina prenosi se na radni fluid (vodu) koja se tako zagrijava do određene temperature i kao finalni produkt dobija se suvozasićena ili pregrijana para.

2. SAGORIJEVANJE

Sagorijevanje je hemijski proces sjedinjavanja goriva sa kiseoikom uz intenzivno oslobađanje toplote. Po završenom procesu sjedinjavanja goriva i kiseonika dobijaju se produkti sagorijevanja.

Da bi sagorijevanje bilo optimalno, odnosno, da bi oslobodili što više toplotne energije, moramo voditi računa o faktorima kao što su koncentracija sagorljive materije u smjesi, energija aktivizacije, pritisak pri kome teče reakcija, temperatura procesa sagorijevanja itd. Prema tome proces sagorijevanja može da se proučava kroz dvije osnovne grane i to

- statiku sagorijevanja, u kojoj se tretiraju samo krajnji produkti nastali pri procesu sagorijevanja

- dinamiku sagorijevanja, koja se bavi fizičko-hemijskim procesima koji se odvijaju tokom sagorijevanja.

NAPOMENA:

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

Sabirajući zapremine kiseonika potrebne za sagorijevanje sagorljivih sastojaka goriva i imajući u vidu da se tu troši i kiseonik sadržan u gorivu, dobija se da je za sagorijevanje 1 kg čvrstog ili tečnog goriva potrebno kiseonika

$$V_{O_2}^o = 1,866 \frac{C^r}{100} + 0,7 \frac{S_g^r}{100} + 5,6 \frac{H^r}{100} - \frac{O^r}{100 \rho_{O_2}} [m^3 / kg]$$

Ako se uzme da se vazduh sastoji od 21% kiseonika i 79% azota i kako je $\rho_{O_2} = 1,43 \text{ kg/m}^3$, ukupna količina teorijski potrebna za potpuno sagorijevanje 1 kg čvrstog ili tečnog goriva biće

$$V^o = \frac{1}{21} \left[1,866 C^r + 5,6 \left(H^r - \frac{O^r}{8} \right) + 0,7 S_g^r \right] [m^3 / kg]$$

Proces sagorijevanja se usporava tokom reakcije zbog koncentracije goriva i kiseonika u smjesi. Osim toga, u ložištima parnih kotlova uslovi za sagorijevanje se pogoršavaju zbog nesavršenog mješanja velikih količina goriva i vazduha. Tako da se u procesu sagorijevanja vazduh dovodi u većoj količini od teorijske potrebne. Odnos stvarne i teorijske količine vazduha naziva se koeficijentom viška vazduha

$\alpha = \frac{V}{V^o}$, i on zavisi od vrste goriva, uređaja za loženje i niza drugih faktora [1].

3. TEHNIČKI OPIS

Parni kotao (bojlerski, vertikalni) sa pregrijavanjem pare do 250°C (17bar), kapaciteta 10t/h (24GJ/h).

Mjerenje tehnoloških veličina**Protok**

- Napojna voda
- Para

Nivo

- Voda u bubnju kotla
- Biomasa u bunkeru

Pritisak

- Napojna voda
- Para u bubnju kotla
- Podpritisak u ložištu
- Vazduh

Temperatura

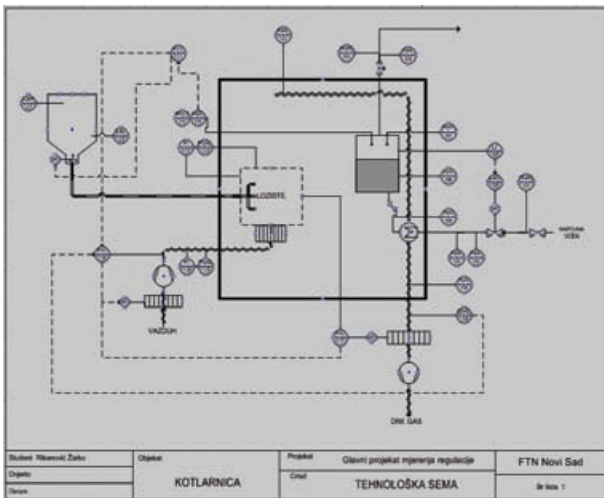
- Napojna voda
- Para na izlazu iz kotla

- Dimni gasovi
Koncentracija kiseonika u ložištu

Regulacije

U cilju automatizacije rada kotla imamo sledeće regulacije tehnoloških veličina

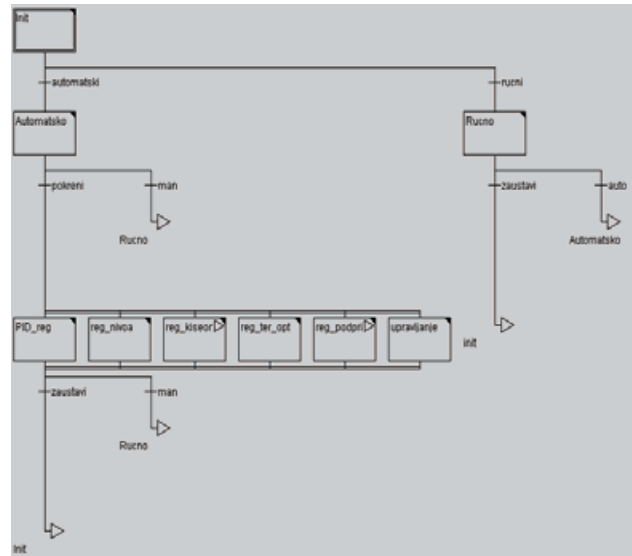
- Regulacija napajanja kotla (nivoa u bubnju kotla) – ostvarena je softverskim PID regulatorom. Informaciju o stanju nivoa dobijamo preko senzora nivoa i taj signal šaljemo na ulaz regulatora koji djeluje na servo ventil napojne vode.
- Regulacija termičkog opterećenja – ostvarena je softverskim PID regulatorom. Signal o pritisku pare šaljemo na ulaz regulatora koji djeluje na frekventni regulator motora dovoda goriva. Takođe ovim regulatorom utičemo i na količinu dovoda svežeg vazduha.
- Regulacija dovoda svežeg vazduha – frekventni regulator ventilatora svežeg vazduha dobija signal od derivativnog člana nastalog djelovanjem regulatora koncentracije kiseonika i regulatora termičkog opterećenja.
- Regulacija podpritiska u ložištu – ostvarena je softverskim PID regulatorom koji na osnovu ulaznog signala (podpritiska u ložištu) djeluje na ekshaustor odnosno frekventni regulator ventilatora dimnih gasova.
- Regulacija koncentracije kiseonika – ostvarena je takođe softverskim PID regulatorom koji na osnovu ulaznog signala odnosno koncentracije kiseonika djeluje na stanje derivativnog člana odgovornog za stanje dovoda svežeg vazduha.



Slika 1. Tehnološka šema

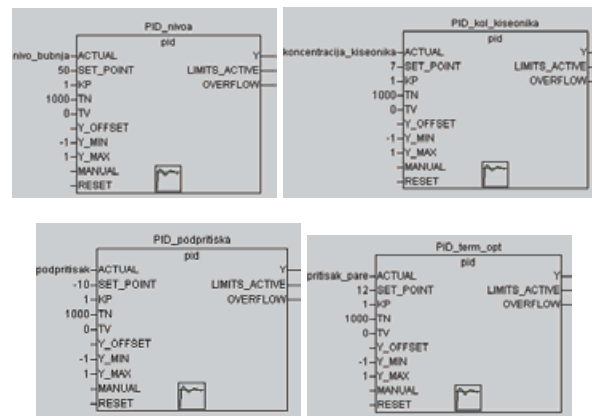
4. PROGRAMSKO REŠENJE

Programsko rešenje rađeno je u programskom paketu CoDeSys. Korišten je SFC (Sequential Function Chart) kao grafički orijentisan jezik (slika 2). Pogodan je zbog toga što omogućuje opis i hronološki pregled različitih akcija procesa. Svakom koraku dijagrama dodjeljuju se odgovarajuće akcije, dok ispunjenost uslova određuje prelazak na sledeće korake odnosno akcije. Moguće je dodavati više paralelnih uslova i koraka. Ako su neki koraci aktivni, oni se izvršavaju sve dok se ne ispunji uslov za prelazak na sledeći korak. Postoji mogućnost i za skokove na željene korake [3].



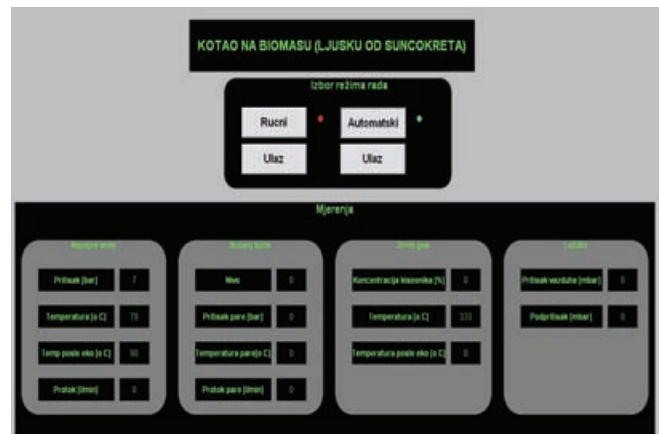
Slika 2. SFC algoritam

Regulacije tehnoloških parametara ostvarene su softverskim PID regulatorima. Nalaze se u tzv. "PID_reg" koraku SFC algoritma, predstavljeni kao blok dijagrami (slika 3).



Slika 3. PID regulatori

Vizuelizacija je urađena u okviru programskog paketa CoDeSys. U njoj je radi preglednosti kao i realnijeg pogleda na proces urađena i animacija elemenata. Tako da je nadzor operateru u velikoj mjeri olakšan.

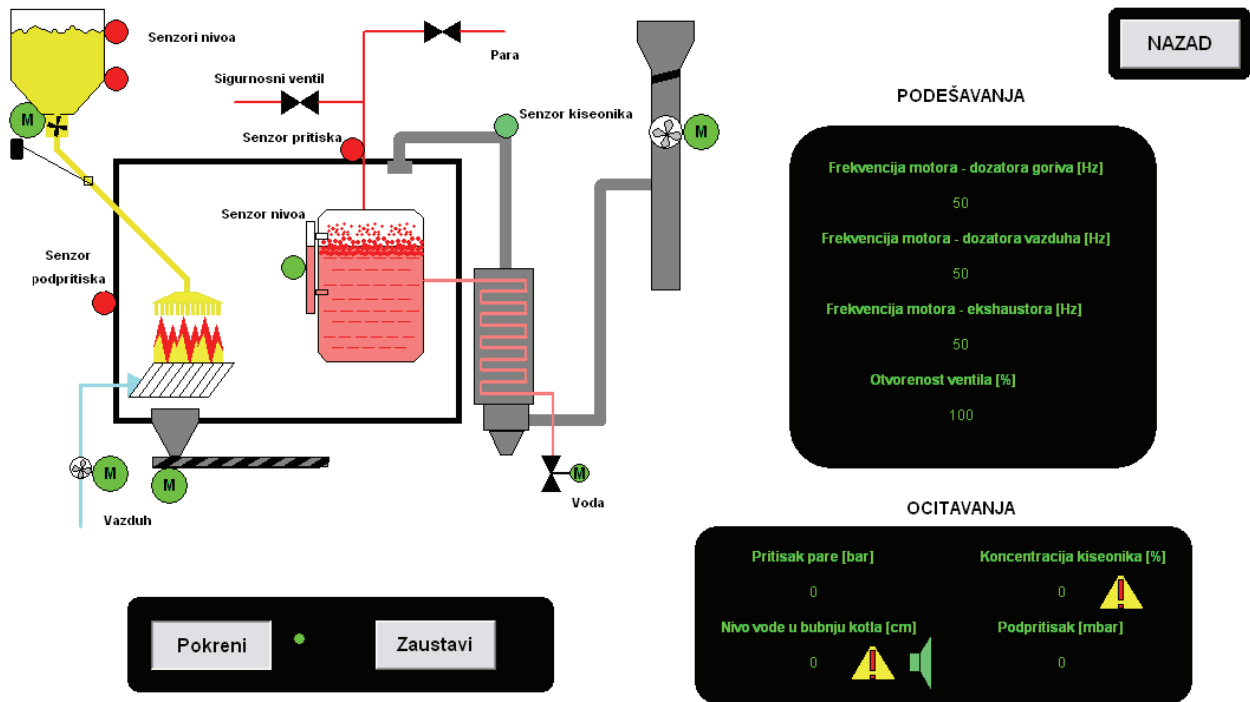


Slika 4. CoDeSys Vizuelizacija

U navedenom okruženju vizuelizacija je podjeljena na četiri međusobno povezana ekrana odnosno prozora, u cilju podjele režima rada, preglednosti i efikasnosti rukovanja. Početni ekran (slika 4) predstavlja glavni ekran vizuelizacije i sadrži pregled trenutnih stanja svih mjerenja procesa, izbor režima rada kao i ulaz u ekran odabranog režima (ručnog ili automatskog).

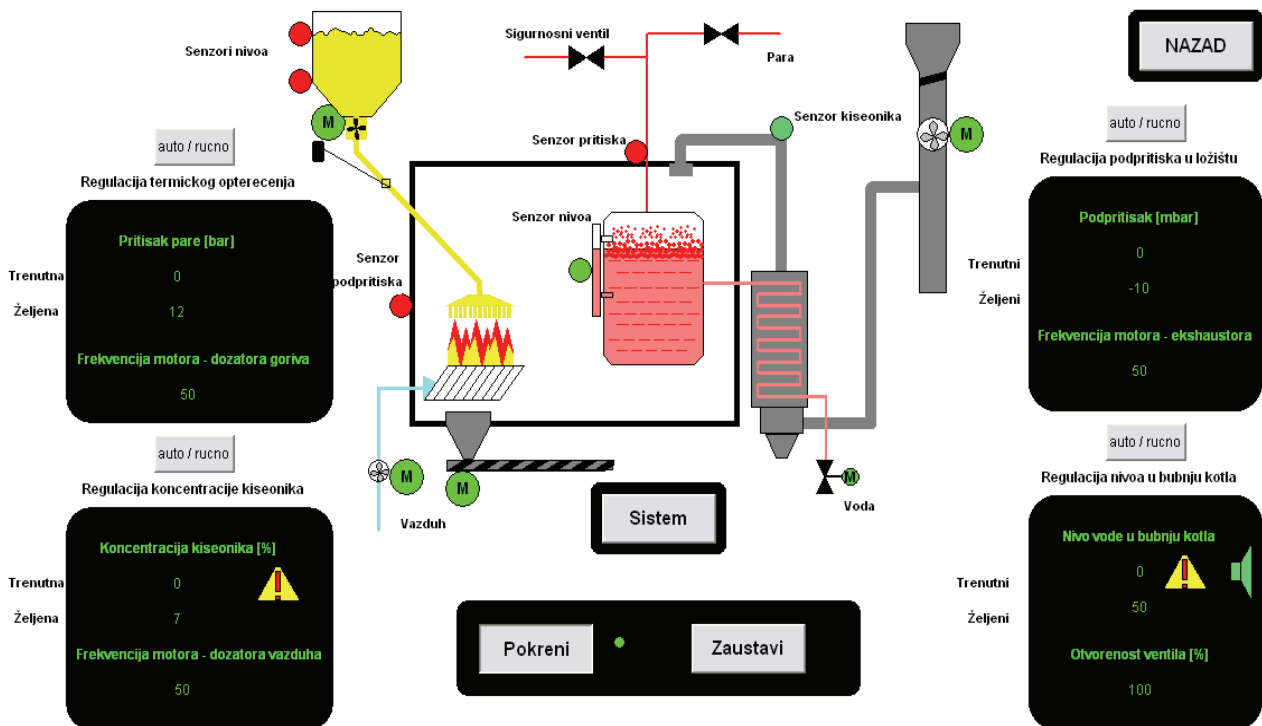
Na slici 5. prikazan je ekran koji predstavlja parno kotlovsko postrojenje u ručnom režimu rada. U njemu postavljamo stanja izvršnih organa na osnovu upravljanja koje želimo. Na ekranu se vrši očitavanje veličina vezanih za rad izvršnih organa i njihovo alarmiranje u slučaju prekoračenja. Na slici 6 prikazan je ekran koji predstavlja parno kotlovsko postrojenje u automatskom režimu rada.

Parno kotlovsko postrojenje sa ručnom kontrolom sagorijevanja ljsuke od suncokreta



Slika 5. CoDeSys Vizuelizacija

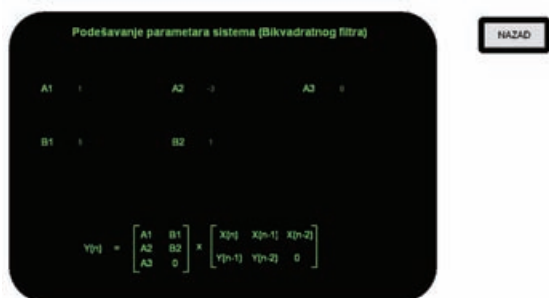
Parno kotlovsko postrojenje sa automatskom kontrolom sagorijevanja ljsuke od suncokreta



Slika 6. CoDeSys Vizuelizacija

Tu se vrši praćenje svih regulacija procesa, odnosno praćenje regulisanih veličina kao i stanja izvršnih organa. Radi efikasnijeg upravljanja i lakšeg postizanja željenih parametara postoji mogućnost isključenja određenih regulacija i postavljanja njihovih izvršnih organa u stanja koja su nam potrebna.

Da bi imali uvid o brzini reagovanja regulatora i njihovoj preciznosti, odnosno da bi znali kako bi se ponašali u realnom sistemu, napravljena je simulacija sistema (slika 7). Na osnovu određenih parametara tzv. bikvadratnog filtra simuliramo određeni sistem [2].



Slika 7. CoDeSys Vizuelizacija

5. ZAKLJUČAK

Proces sagorijevanja biomase je veoma složen. Postoji mnogo faktora koji utiču na kvalitet sagorijevanja i to kvalitet biomase (vlažnost, čistoća, sagorljive materije, mineralne materije itd.), energija aktivizacije, pritisak pri kom teče reakcija, temperatura procesa sagorijevanja, koncentracija kiseonika, spoljni faktori itd. Cilj je da sagorijevanje bude što kvalitetnije uz oslobađanje što veće količine toplotne energije a što manje gubitke. Imajući u vidu ove faktore napravljena je tehnološka šema.

Automatizacija ovog procesa prati tehnološke zahtjeve i sve potrebe ovog sistema. Upotrebom odgovarajućeg programa zajeno sa PID regulatorima kao i prateće opreme, dobijamo ekonomično, moderno i savremeno postrojenje sagorijevanja biomase za stvaranje suvozasićene pare.

6. LITERATURA

- [1] Miloš Gulić, Ljubiša Brkić, Panto Perunović, *Parni kotlovi*, Mašinski Fakultet, Beograd, 1985.
- [2] Milić Stojić, *Digitalni sistemi upravljanja*, Nauka, Beograd, 1990.
- [3] CoDeSys v2.3, Germany, 2006

Kratka biografija:



Žarko Rikanović rođen je u Bijeljini 29.01.1983. god. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je 2002. godine na odsjeku za Elektrotehniku, smjer Računarstvo i automatika. Kasnije se opredjeljuje za usmjerenje na Katedri za automatiku i upravljanje sistemima.



Dr Stevan Odri rođen je u Apatinu 1.04.1955. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1994. god. U zvanje vanredni profesor izabran je 2001. godine. Oblast interesovanja mu je dalje usavršavanje sopstvenog koncepta industrijsko-upravljačke opreme

ALARMNI SISTEMI

ALARM SYSTEMS

Branislav Vukašinović, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana evolucija i osnovne karakteristike savremenih alarmnih sistema. Opisani su osnovni delovi sistema a na primeru iz prakse pokazano je kao se vrši instalacija uređaja.

Abstract – Evolution and main properties of alarm systems are described in this paper. Principal system parts are analysed, together with one practical example.

Ključne reči: Alarmni sistemi, izvori napajanja, senzori i detektori

1. UVOD

Ubrzani razvoj tehnike, sa svim svojim pozitivnim i željenim stvarima, nosi i one koje nisu toliko očaravajuće. Jedna od njih, veoma bitna, je i porast stope kriminaliteta, gde današnji počinioci teških krivičnih dela (iznude, pljačke, kidnapovanja, itd.), ne prezaju ni od čega.

Veoma često, pored velikih materijalnih šteta koje oni prouzrokuju, ishod njihovog delovanja je i smrtni, pa je fizičko-tehničko obezbeđivanje pokretne i nepokretne imovine ljudi, postalo prevashodno nužna potreba. Da bi zaštitili imovinu, kao jedna od mogućih varijanti, nameće se ugradnja alarmnih uređaja u objekte od značaja. Protivprovalni (*burglar*), protivpožarni (*fire*) i sigurnosni (*security*) alarmi predstavljaju elektronske uređaje, dizajnirane i koncipirane tako, da upozore korisnike na određen problem ili eventualnu opasnost. Problem, koji bi trebalo rešiti, mogli bismo definisati na sledeći način: “Kako elektronski obezbediti objekat, uz pomoć na tržištu raspoloživih alarmnih uređaja?”.

Ukoliko bismo posmatrali problem obezbeđivanja manjih objekata, kao što su kuće, stanovi, lokali, brodovi, automobili, došli bismo do zaključka, da je neophodno postojanje osobe, koju će sistem obavestiti o eventualnoj provali ili problemu koji je nastao. Zato je neophodno da se neko uvek nalazi u blizini objekta, što u najvećem broju slučajeva fizički nije izvodljivo. Zbog toga većina današnjih alarmnih sistema poseduje više vidova komunikacije sa centrima za kontrolu i dojavljivanje prilikom neovlašćenih “upada” u nadzirane objekte. Sistemi zvučnih uzbunjavanja mogu da skrenu pažnju okoline, ali ne i da obezbede dovoljno brzu reakciju, koja bi sprečila dalje delovanje ili hvatanje počinioca.

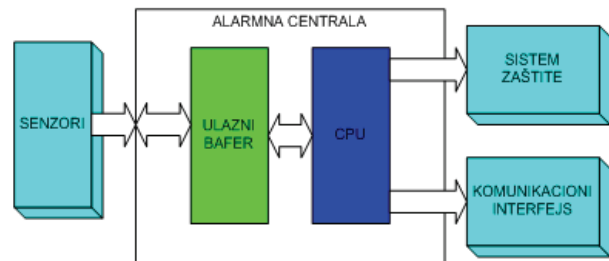
Naravno, postoje i drugi mnogo efikasniji (samim tim i skuplji) sistemi zaštite (zaključavanje objekata, korišćenje raznih efekata za ometanje provalnika - puštanje uspavljajućeg gasa u prostor objekta, koncentrisana buka unutar objekta ≥ 120 dB i upotreba snažnih strob svetala i reflektora).

NAPOMENA:

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

2. PRINCIP RADA

Svaki alarmni sistem zamišljen je tako, da uvek bude u komunikaciji sa računarom koji je pod kontrolom ljudi iz obezbeđenja (monitoring centar), ali unapređivanjem čitavog sistema može se obezbediti njegov autonomni rad. Korisnik treba da postavi sistem u izabrani režim, dakle postoji šifra dostupna samo korisniku (*access code*) koju on preko tastature i komunikacionog interfejsa (*interface*) upisuje u EEPROM mikrokontrolera i može je po potrebi menjati. Pri svakom uključenju i isključenju sistema, mikrokontroler zahteva unos šifre i vrši proveru njene ispravnosti. Blok šema naprednog alarmnog sistema prikazana je na slici 1.



Slika 1. Napredni alarmni sistem

3. IZVORI NAPAJANJA

Za nesmetan rad i funkcionisanje kompletnog alarmnog sistema (centrala, tastature, sirene, senzori, javljači, aktuatori) neophodno je obezbediti potrebno napajanje električnom energijom. Centrala se napaja mrežnim naponom 220V / 50Hz. Samo postavljanje centrale, vrši se u prostorijama gde se temperatura ambijenta nalazi u opsegu od 5°C do 35°C, gde je vlažnost vazduha u dozvoljenom opsegu, da bi centrala nesmetano funkcionisala. Povezivanje na mrežno napajanje vrši se kablom 3 x 2.5 mm², što je sasvim zadovoljavajuće, s obzirom na činjenicu da je 1mm²~10A (bakarni provodnik površine poprečnog preseka od 1mm², nesmetano može da provede struju od 10 A, pri radnom naponu od 220V).

$$P = U \cdot I \cdot \cos\phi \quad (1)$$

gde je:

U – mrežni napon, na koji je transformator centrale priključen, $U=220$ V

I – maksimalna struja, limitirana automatskim osiguračem od 25A,

$\cos\phi$ – faktor snage datog rezistivno-induktivnog potrošača (bez umanjenja opštosti, uzećemo da je 1)

Znači snaga, koju dati vod može da obezbedi je:

$P = 220V \cdot 25A = 5,5$ kW (vidi se da je reč o aktivnoj snazi, zbog činjenice da je $\cos\phi=1$, imaginarni deo kompleksne snage nestaje).

Data snaga je sasvim zadovoljavajuća za napajanje kompletnog sistema. Naravno, u zavisnosti od konfiguracije, potrošnja električne energije svakog alarmnog sistema

nije ista. Na tu veličinu, prvenstveno utiče broj senzora i aktuatora (uređaji za zaljučavanje, specijalne efekte kao što su veoma jaka strob svetla, reflektori, gasne kapsle, itd.).

Da bi se obezbedila autonomija rada u slučaju nestanka napajanja električnom energijom, mora da postoji i alternativni vid napajanja svake alarmne centrale. Poželjno bi bilo da autonomija traje što duže, međutim posmatrano sa ekonomske strane to bi znatno uvećalo investicione, a samim tim i troškove održavanja sistema (akumulatorske baterije većeg kapaciteta imaju i drastično veću cenu, elektronski sklopovi namenjeni punjenju istih su dosta skuplji).

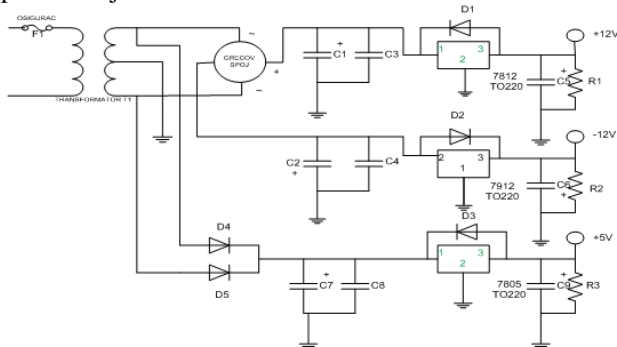
Alternativna napajanja se mogu realizovati na više načina, od kojih su najzastupljeniji:

- upotreba UPS uređaja, tj. uređaja koji pri nestanku mrežnog napajanja 220V/50Hz, automatski obezbeđuju isti

- upotreba akumulatorskih baterija (Ni-Cd, Ni-Mh)

Dati akumulatori se postavljaju na mesto, koje je bezbedno po život i zdravlje, u slučaju neplaniranih problema, ili havarija (požara, poplava, itd.).

Principijelna šema jednog takvog napajanja, koje obezbeđuje nesmetan rad alarmnog sistema kad je AC napajanje prisutno, a u slučaju njegovog nestanka automatski prelazi na DC alternativni režim, tj. na napajanje iz akumulatora, prikazana je na slici 2.



Slika 2. Napajanje alarmnog sistema

Dato napajanje obezbeđuje sve potrebne napone za rad datog alarmnog sistema. Primarni deo transformatora priključen je na napajanje 220V / 50Hz, preko brzog osigurača F1 (Fuse1). Sekundar transformatora se sastoji od dva istovetna namotaja (simetrično namotana), koji obezbeđuju naizmenične napone od po 16.5V.

Sekundarni namotaji transformatora su redno spojeni, pri čemu je srednji izvod zajednički. Posle transformatora se nalazi dvostrani (Grečov) ispravljač, koji ima ulogu da propusti samo pozitivne i samo negativne poluperiode na ulaze odgovarajućih stabilizatora napona. Korišćen je Grečov ispravljač B400C1500, sa maksimalnim naponom od 400V i maksimalnom strujom od 1.5 A. Na šemi se desno od transformatora nalaze stabilizatori napona, na čijim se izlazima dobija pozitivan napon +12V (LM 7812C) i negativan napon -12V (LM 7912C). Korišćen transformator ima izlazne (sekundarne) namotaje od po 16.5V, jer se u specifikaciji datih regulatora napona preporučuje da ulazni napon bude u opsegu od 14.8V do 27V pozitivnog ili negativnog napona u zavisnosti od tipa stabilizatora napona [2].

Za dobijanje napona +5V se preko dioda na ulaz stabilizatora napona LM 7805 dovode samo pozitivne polupe-

riode sa oba izlazna namotaja transformatora. Korišćene su diode 1N4007, koje mogu da izdrže struju od 1A. Sa ulazne i izlazne strane datih stabilizatora napona, nalaze se elektrolitski C1, C2, C5, C6, C7, C9, namenjeni filtriranju napona od naizmeničnih komponenti i keramički kondenzatori C3, C4 i C8 (postavljaju se pored samog integralnog kola), koji imaju ulogu da kratko spoje sve struje indukovane usled elektromagnetnih smetnji i pikove naizmenične struje koji su eventualno prošli kroz ulazni filterski deo.

Zaštitne diode D1, D2, D3 postavljene su tako da su inverzno polarizovane i imaju ulogu da kratko spoje izlaze sa stabilisanim jednosmernim naponima (u slučaju da se na izlazu stabilizatora napona pojavi napon veći od limitiranog), tj. spreče pregorevanje komponenti u alarmnom sistemu.

Punjene odabranih akumulatorskih baterija zahteva, da se napon punjenja kreće u granicama od 12.5V do 13.8V. Za ovakav slučaj, proizvođač garantuje da se neće pojaviti mehurići u kiselini unutar akumulatora. Na donju granicu napona punjenja nije moguće uticati, uzevši u obzir da ako nema mrežnog napajanja, nije ni moguće započeti ciklus punjenja akumulatora (pri padu napona ispod 12.5V).

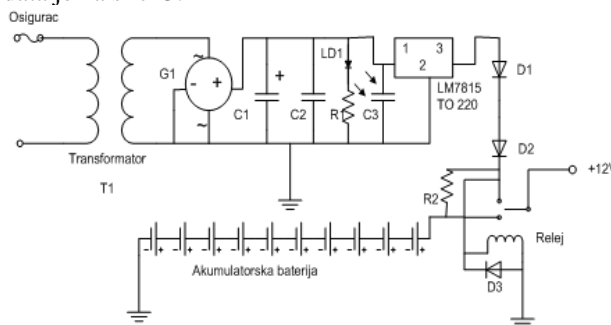
Zbog toga se akumulator puni stalnom ograničenom strujom. Pri punjenju se koristi napon od 13.8V, koji se dobija na izlazu iz stabilizatora napona od 15V (LM 7815), pri tom se struja propušta kroz kaskadnu vezu dioda D1 i D2, na kojima je ukupan pad napona $2 \times 0.6V = 1.2V$. Pored toga, na samom uređaju postoji otpornik $R_2 = 5\Omega / 3W$, koji služi za ograničavanje struje punjenja.

Kada je prisutno mrežno napajanje (AC 220 V), solenoid releja se nalazi pod stalnim naponom, tako da su radni i zajednički kontakt releja kratko spojeni i napajanje date alarmne centrale se odvija preko dioda D1 i D2.

Dioda D3 je zamajna (freewhell) dioda i njena uloga je zaštitna. Usled pojave i nestanka napona na namotaju releja, dolazi do pojave EMS (samoindukcije), čija bi vrednost mogla da uništi poluprovodničke elemente preko kojih se solenoid napaja, ali dioda D3 je kratko spaja i odvodi na masu (ground).

U slučaju nestanka mrežnog napajanja, kotva releja otpušta i dolazi do spajanja mirnog i zajedničkog kontakta releja, pa se centrala napaja iz akumulatora.

Električna šema bloka za punjenje akumulatora i uključanje DC izvora, pri nestanku mrežnog AC napajanja, data je na slici 3.



Slika 3. AC/DC režim rada

Mrežni osigurač je vrednosti 3A, G1 je Grečov ispravljač, C1 elektrolitski kondenzator 4700 μ F/25V, koji ima ulogu filtra (otklanjanje naizmeničnih komponenti napona, bruma koji potiče od učestanosti mrežnog napona 50Hz),

C2 blok kondenzator $100\mu F$, koji ima ulogu eliminacije pikova naizmeničnog napona i smetnji usled indukcije, $R1$ otpornik $1k\Omega$, koji limitira struju kroz *LED* (*Light Emitting Diode*). *LED* indikator služi za detekciju mrežnog napajanja (ako data *LED* dioda svetli, prisutan je mrežni napon, a u suprotnom se napajanje alarmne centrale odvija preko akumulatora).

U slučaju upotrebe *Ni-Cd* (*Nickel-Cadmium*) akumulatorskih baterija, *EMS* (*elektromotorna sila*) svakog elementa iznosi $1.2V$, stoga je potrebno deset aku-baterija da bi se ostvario željeni napon od $12V$. Zbog toga je na slici 3. redno spojeno deset ćelija.

Izlazni napon je $12V$, ako je akumulator ispravan i spojen u dato kolo. U suprotnom izlazni napon iznosi:

$$U = V_{out} - 2 * V_{diode} \quad (2)$$

gde je:

V_{out} – izlazni napon iz datog stabilizatora napona (u gore navedenom slučaju $15V$)

V_{diode} – napon provodne diode (iznosi $\sim 0.6V$)

Usled neispravnosti, ili nepriključenosti datog akumulatora u kolo, napon na izlazu iznosi (naravno u AC režimu rada):

$$U = 15 - 2*0.6 = 13.8V \quad (3)$$

Što u svakom slučaju nije problematično, jer je naponski opseg rada alarmnog sistema $9 - 20 V$.

4. SENZORI I DETEKTORI

Rad celokupnog alarmnog sistema bio bi nezamisliv bez postojanja senzora, tj. uređaja koji u zavisnosti od svog tipa i konstrukcije, treba da detektuju neovlašćen ulazak u štice objekat. Baš zbog toga, kao i činjenice da je fizički nemoguće koristiti sve senzore na svim mestima, razvijen je veliki broj različitih tipova i vrsta istih.

Reed prekidač predstavlja električni prekidač, koji je baziran na prisustvu magnetnog poja. Treba napomenuti da dato magnetno polje može biti permanenentno (stalno) ili ne, kao i električnog porekla. Konstrukcija im je dvojaka:

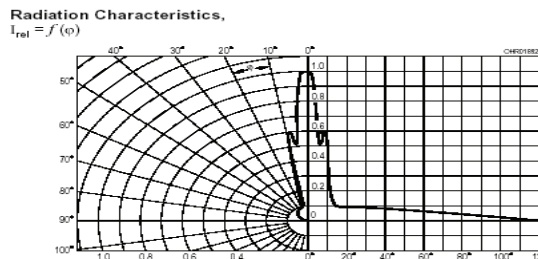
- u normalnom stanju, bez prisustva magnetnog polja, kontakti su otvoreni ($R \rightarrow \infty$), a prilikom uspostavljanja datog polja kontakti su zatvoreni ($R \rightarrow 0$). Označava se sa *N.O* (*Normal Open*),
- u normalnom stanju, bez prisustva magnetnog polja, kontakti su zatvoreni ($R \rightarrow 0$), a prilikom uspostavljanja istog kontakti su otvoreni ($R \rightarrow \infty$). Označava se sa *N.C* (*Normal Close*).

Aktivni infra-crveni detektori (*Active detectors*)

Aktivni IR detektori poseduju izvor i senzor infra-crvenog zračenja. Postavljaju se tako da zrak koji emituje izvor direktno pada na senzor. U slučaju prekida datog zraka, logički deo senzora šalje informaciju alarmnoj centrali, kojom vrši aktivaciju i uključuje alarma.

Izvor infra-crvenog *EMT* (*elektromagnetnog talasa*) je najčešće *IC dioda*, a sa druge strane prijemnik je fototranzistor koji reaguje na svetlost date talasne dužine, što se manifestuje povećanjem ili smanjenjem kolektorske struje, odnosno provodnosti tranzistora. Kao primer *IC diode* uzećemo diodu *LD274*. Njen ugao zračenja je veoma mali (oko 20°), što je veoma poželjno u konstrukciji datih senzora (mala je disperzija svetlosti, što dalje

implicira da jedna dioda pobuđuje samo jedan fototranzistor). Grafik zračenja pomenute diode dat je na slici 4.



Slika 4. Dijagram zračenja *IC* diode u zavisnosti od ugla zračenja

Foto-tranzistor, koji je kompatibilan diodi *LD274* nosi oznaku *SFH310FA 2/3*. Kao i data dioda ima mali ugao prijema zračenja i najveću osetljivost za talasnu dužinu $\lambda_{peak} = 950 nm$, što je upravo razlog kompatibilnosti sa *IC* diodom *LD 274*.

Kao što je rečeno, dioda se pobuđuje impulsno sa prethodno definisanim odnosom dužine trajanja impulsa i periode signala. Taj signal generiše sam mikrokontroler detektora, tj. unapred je poznata dužina trajanja periode (samim tim i učestanost emitovanog signala), kao i odnos trajanja impulsa i periode signala ($Duty Cycle = t_p / T$).

Signal koji generiše mikrokontroler dovodi se na ulaz invertujućeg kola sa tranzistorom. Ono predstavlja tranzistor u kolu sa zajedničkim emitorom i ima ulogu da obezbedi dovoljno jak strujni signal za impulsnu pobudu *IC* (*infra-crvenih*) dioda.

Kada se na ulazu tranzistora *T1* pojavi visok naponski nivo ($+5V$), tranzistor iz neprovodnog stanja prelazi u stanje zasićenja (saturacije). U tom stanju njegova izlazna otpornost je veoma mala, a pad napona na spoju kolektor-emitor $V_{ces} = 200 mV$. Napon na diodama je tada takođe $200 mV$, a u tom stanju diode nisu provodne i ne emituju infra-crveno zračenje.

Da bi diode provele, potreban je pad napona od $V_{diode} = 3.3V$ (svakoj *IC* diodi je prag provodnosti (*threshold voltage*) $V_{th} = 1.1V$). Kada u narednom trenutku, napon na ulazu (*bazi*) tranzistora padne na $0V$, on prelazi u stanje neprovodnosti, sa veoma velikom izlaznom otpornošću. Tada se zatvara strujno kolo: izvor napajanja V_{cc} , otpornik R_{c1} , infra-crvene diode $D1, D2, D3$, masa (*GND - ground*).

U ovom stanju diode provode i emituju infra-crveno zračenje.

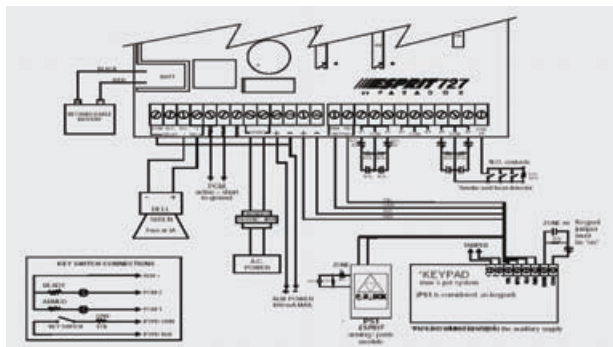
Pri projektovanju ovog kola, postoje dve ključne stvari o kojima je potrebno voditi računa. Prva je određivanje struje, koja prolazi kroz diode kada je tranzistor u neprovodnom stanju, a druga izbor samog tranzistora prema tome kolika mu je maksimalno dozvoljena emitorska struja. Kada tranzistor ne provodi, struja kroz diode određena je kolektorskim otpornikom R_{c1} .

$$V_{cc} = V_{diode} + R_{c1} * I_d \quad (4)$$

5. OSNOVNA INSTALACIJA (*Basic installation*)

Pre priključenja na mrežno napajanje ili akumulator, svi senzori, tastature, aktivatori, sirene, odnosno svi periferni delovi moraju biti povezani.

Data centrala poseduje šest aktivnih zona, zonu tastature tj. šifratora (*keypad zone*) i jednu protivpožarnu (*fire*) zonu, koja je nezavisna i po potrebi trigeruje centralu bez obzira u kom se modu rada nalazi (*arm/disarm*). Po pitanju priključenja senzora totalno je nezavisna, što znači da se svaki tip senzora može priključiti na svaku zonu. Posmatrajući sliku 5., vidimo da postoje brojni kontakti namenjeni povezivanju date centrale.



Slika 5. Kontakti za priključenje centrale PARADOX 727

Kontakti *COM*, *N.C.*, *N.O.* predviđeni su za konfigurisanje izlaznog releja (*relay*).

Dati relej ima funkciju, da prilikom aktivacije alarma na svom izlazu prosledi željeni signal. U našem slučaju to će biti signal mase (konstantan signal, čiji je potencijal 0V). Dalje se taj signal dovodi na sve željene potrošače. U postavci ovog alarmnog sistema, to će biti izlazna sirena. Da bismo to obezbedili, potrebno je na kontakt *COM* (*Common*) dovesti masu, povezivanjem sa kontaktom *AUX-*. Na taj način, zajednički kontakt releja ima potencijal mase uređaja.

Na kontaktu *N.C.* (*Normal Close*) imamo takođe masu (zbog kratkog spoja mirnog i zajedničkog kontakta releja).

Kontakti *AC* (*AC Terminals*) su predviđeni za priključenje mrežnog transformatora, napona primara 220V i sekundara 16V, minimalne snage 50 VA. Tip transformatora je torusni, zbog veće efikasnosti (manjeg zagrevanja, a samim tim i manje potrošnje električne energije), manje buke (poznato je da su transformatori sa jezgrom od trafo limova nakon duže eksploatacije podložni brujanju). Funkcija datog transformatora je da obezbedi potrebno ulazno napajanje, a samim tim omogući nesmetano funkcionisanje centrale.

Kontakti za priključenje sirene *BELL/SIREN* (*Bell/Siren Terminals*), namenjeni su priključenju izlazne sirene, koja ima funkciju uzbunjavanja u slučaju provala, požara ili poplave u objektu. Na kontaktu *BELL+*, se automatski priključenju napajanja nalazi jednosmeran napon *DC 12V*. Dato napajanje sirene dovodi se preko osigurača od 3A (koji je smešten na samoj štampanoj ploči), kako u slučaju neispravnosti sirene ili eventualnog "kratkog spoja" nastalog presecanjem provodnika kojom je sirena povezana sa centralom ne bi došlo do uništenja same centrale. Pri aktivaciji, da bi sirena emitovala upozoravajući zvuk, neophodno je da se obezbedi masa u napajanju. To se postiže na taj način, što se na kontakt *COM*, koji obezbeđuje napajanje izlaznog releja dovede masa, tj. kratko spoje kontakti *AUX - i COM*.

Kontakti za povezivanje spoljnih uređaja *AUX+*, *AUX-* (*Auxiliary Power Terminals*), namenjeni su obezbeđenju jednosmernog *DC* napajanja od 12V, za sve eksterne uređaje koji se povezuju na datu alarmnu centralu. To su prvenstveno senzori, tastature, samonapajajuće sirene, strob svetla, javljači provala, itd. Maksimalna jačina struje koju dati stabilizator napona unutar centrale može da obezbedi je ~400 mA. Jako je bitno istaći činjenicu, da je potrošnja svake tastature (šifratora) oko 20 mA. Ako dati uređaj ne može da obezbedi potrebnu snagu, vrši se dodavanje posebnog uređaja koji obezbeđuje potrebnu snagu napajanja periferenih delova sistema. Unutar same centrale nalazi se zaštitni osigurač, vrednosti 1A, čija je funkcija zaštita centrale od preopterećenja, kao i eventualnog kratkog spoja, nastalog presecanjem provodnika.

6. ZAKLJUČAK

Razmatrana ideja realizacije alarmnog sistema, pokazala se kao veoma uspešna sa mogućnošću primene u najrazličitijim situacijama. Programabilne opcije *PARADOX 727* alarmne centrale, pružaju mogućnost implementacije datog rešenja praktično u svim zahtevima. Sama činjenica, da data centrala dozvoljava priključenje više tastatura je veoma poželjna, jer je u praksi veoma čest zahtev da se u dati objekat štićen ovim sistemom mora ulaziti sa više tačaka. Širok spektar različitih senzora pruža mogućnost veoma efikasne zaštite. Postojanje protivpožarne zone, koja je aktivna 24 časa je dodatna prednost. Anti-tamper zona, pruža veoma kvalitetnu zaštitu i sprečavanje bilo kakvih sabotaza datog sistema.

Mogućnost definisanja korisničkih kodova različitih nivoa pristupa predstavlja jednu od najbitnijih osobina datog sistema. Na taj način, moguće je definisati koji će pristupni kod imati koje privilegije, što indirektno definiše i nivo pristupa datom objektu i sistemu.

7. LITERATURA

- [1] Trimmer, H. William (1981). *Understanding and Servicing Alarm Systems*, Stoneham: Butterworth
- [2] Weber, Thad L. (1985). *Alarm Systems and Theft Protection* (2nd ed.). Stoneham, MA: Butterworth
- [3] Walker, Philip (1985). *Electronic Security Systems*, Cambridge, UK: University Press

Kratka biografija:

Branislav Vukašinović rođen je u Zrenjaninu 1978. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Telekomunikacija-Alarmni sistemi, odbranio je 2009.god.



Željen Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

DINAMIČKI TERMIČKI MODEL ZA PRORAČUN TEMPERATURE VAZDUŠNIH VODOVA**REAL-TIME THERMAL RATINGS FOR OVERHEAD LINES**Mirko Medić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Termički model predstavljen u ovom radu koristi se za procenu temperature nadzemnog voda. Model uzima u obzir energiju stvorenu u provodniku usled proticanja struje, upadnu sunčevu energiju, energiju emitovanu zračenjem (radijacijom), energiju emitovanu provođenjem (konvekcijom) sa površine provodnika i akumulisanu energiju u provodniku. Razmatraju se i model slobodne, i model prinudne konvekcije (uticaj vetra). Model radijacije obuhvata priraštaje usled direktne i difuzne (indirektne) sunčeve energije. Krajnja diferencijalna jednačina za temperaturu provodnika se rešava pomoću računara koristeći neku od numeričkih metoda. Program je u stanju da proračuna temperaturu u realnom vremenu za svaki tip provodnika, sve vrste vremenskih uslova i promena strujnog opterećenja provodnika. Rezultati termičkog modela se verifikuju merenjem temperature na test-provodniku koji je potpuno opremljen u tu svrhu.

Abstract – A thermal model is formulated that has the capability of predicting the temperature of overhead transmission lines.

The model includes energy generated in the conductor, incident solar energy, emitted radiant energy, convection from the surface of the conductor and energy stored within the conductor. Both free and forced convection modes are considered. The radiation model includes contributions due to direct and diffuse solar energy. The resulting differential equation for the conductor temperature is solved by the computer using a numerical technique.

The program is capable of predicting the real-time line temperature for all conductor designs and any variation in weather conditions and line current.

The results of the thermal model have been verified by temperatures measured on a full-scale outdoor test line.

Ključne reči: Dinamički termički model, temperatura provodnika, jednačina toplotne ravnoteže, dozvoljeno strujno opterećenje.

1. UVOD

Siguran i efikasan prenos električne energije je od visoke važnosti za elektroenergetski sistem. Visokonaponski nadzemni vodovi su bitan deo prenosne mreže i moraju zadovoljiti određene tehničke uslove (vezane za sigurnosnu visinu, tj. ugib nadzemnog voda) radi bezbednog funkcionisanja. Značajan faktor pri određivanju ugiba, a samim tim i zadovoljenja uslova sigurnosne visine voda, je proračun temperature provodnika; stoga je od presudnog značaja da postoji metod određivanja temperature provodnika u svakom trenutku. Kao dodatak problemu održavanja uslova sigurnosne visine, dodaje se činjenica da dosta potrošača ima periode maksimalne potrošnje tokom leta. Zbog toga se periodi najvećeg stvaranja toplote unutar provodnika javljaju u uslovima kada temperatura okoline nije pogodna za odvođenje toplote sa površine nadzemnog voda.

Termički model za određivanje dozvoljenog strujnog opterećenja nadzemnog voda u stacionarnom stanju je objavljivan u više radova [1] – [7], a najčešće pominjana referenca na tu temu je rad od House-a i Tuttle-a [8]. Kada bi svi vodovi bili opterećeni konstantnom strujom i svi vremenski uslovi bili nepromenjeni, tada bi primena modela dozvoljenog strujnog opterećenja u stacionarnom stanju bila potpuno adekvatna, i ugibi nadzemnih vodova bi se mogli odrediti sa zadovoljavajućom preciznošću nakon određivanja temperature provodnika. Naravno, struja voda je promenljiva veličina, a vremenski uslovi su retko konstantni u periodu dužem od nekoliko minuta. Temperatura vazduha u kontinuitetu varira, a brzina i pravac vetra se menjaju po slučajnom obrascu. Svi ovi faktori utiču na tranzijentnu komponentu temperature provodnika i smanjuju tačnost modela dozvoljenog strujnog opterećenja u stacionarnom stanju. Dalje, tokom nenormalnih radnih stanja, kada struja voda može značajno promeniti intenzitet u vrlo kratkom vremenskom periodu, model dozvoljenog strujnog opterećenja u realnom vremenu je neophodan da bi se odredila tranzijentna komponenta temperature provodnika.

Iako je program za dozvoljeno strujno opterećenje u realnom vremenu vrlo koristan alat za inženjera, problem proračuna temperature u realnom vremenu je vrlo zahtevan i malo je modela uspešno formulisano u svrhu rešavanja tranzijentne komponente temperature. Postoji model, [9], koji koristi jednostruku linearnu integraciju na osnovu House i Tuttle metoda. Tu se za struju provodnika pretpostavlja stepenasta promena od neke stacionarne vrednosti pa do vrednosti preopterećenja tokom određenog perioda, nakon čega se struja vraća na standardnu 24-časovnu vrednost predviđenu prilikom nastanka nenormalnog radnog stanja. Usvaja se konstantna vrednost brzine vetra i da je u pravcu normalnom na pravac prostiranja voda tokom celokupnog perioda. Sve toplotne razmene i akumulacija toplote u provodniku se usvajaju kao konstantne za svaki vremenski interval. Uproščavanje koje se dobija usvajanjem nabrojanih pretpostavki čini

NAPOMENA:

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

ovaj model nepogodnim za simulaciju praktičnog upravljanja u realnom vremenu.

Postoji još jedan model, [10], za proračun temperature provodnika u realnom vremenu, koji linearizuje konvekciju, radijaciju i toplotu usled opterećenja, i ujedinjuje ove faktore u konstantu. Ova linearizacija se izvodi na osnovu pretpostavke da je struja provodnika konstantna, kao i vremenski uslovi tokom perioda koji se posmatra, a ta pretpostavka može biti tačna samo tokom vrlo kratkog perioda. Svi radovi koji opisuju modele dozvoljenog strujnog opterećenja u realnom vremenu su morali da se oslone na uprošćene pretpostavke koje značajno ograničavaju preciznost proračuna i umanjuje kvalitet njihove primene kao šema za proračun u realnom vremenu.

Ovaj rad ima za cilj formulisanje modela koji se može upotrebiti za određivanje veze između temperature i struje provodnika u realnom vremenu. Model je postavljen kao vrlo uopšten. Može se primeniti na širok raspon tipova vodova uključujući aluminijumske i Al-Če vodove. Model uzima u obzir svaku promenu vremenskih uslova koja može uticati na temperaturu provodnika i uvažava svaku promenu struje provodnika. Termički model je pretvoren u kompjuterski program koji određuje temperaturu provodnika u realnom vremenu. Preciznost termičkog modela se potvrđuje na terenu, pomoću merenja koja se vrše u kompletno opremljenom delu mreže u spoljnim uslovima.

2. TERMODINAMIČKI METOD ZA PRORAČUN TERMIČKOG OPTEREĆENJA VAZDUŠNIH VODOVA

Ovim modelom proračunavaju se temperatura provodnika i termičko opterećenje koristeći samo merenja opterećenja i vremenskih uslova. Koristi se metod toplotne ravnoteže kako bi se pratila temperatura provodnika i izračunale procene termičkog opterećenja. Jednačina kojom se opisuje toplotna ravnoteža se sastoji od članova ulazne, izlazne i akumulirane toplote:

$$Q_{gen} + Q_{sun} = Q_{rad} + Q_{konv} + mC_p \cdot \frac{dT}{dt} \quad (1)$$

gde su: Q_{gen} - toplota usled omskih gubitaka; Q_{sun} - toplota usled zračenja sunca (koja se može direktno meriti ili izračunati); Q_{rad} - gubitak toplote usled radijacije;

Q_{konv} - gubitak toplote usled konvekcije; $mC_p \cdot \frac{dT}{dt}$ -

član akumulacije toplote tokom tranzijentnog perioda.

Sve količine toplote su izražene u $\left[\frac{W}{m} \right]$.

U ustaljenom, stacionarnom stanju, član $mC_p \cdot \frac{dT}{dt}$ je jednak nuli.

Toplota koja nastaje usled omskih gubitaka je funkcija prolaska struje kroz provodnik i otpornosti provodnika.

$$Q_{gen} = I^2 \cdot R_{AC} \quad (2)$$

gde je R_{AC} otpornost provodnika usled proticanja naizmenične struje. Otpornost provodnika pri proticanju naizmenične struje je linearna funkcija temperature

provodnika i uzima u obzir povećanje otpornosti provodnika usled skin efekta:

$$R_{AC} = k_{AC} \cdot R_{DC} (1 + \alpha(T_c - T_a)) \quad (3)$$

gde je: k_{AC} - koeficijent kojim se uzima u obzir povećanje električne otpornosti usled skin efekta; R_{DC} - otpornost provodnika pri jednosmernoj struji na temperaturi od 20°C; α - temperaturni koeficijent otpornosti provodnika (usvaja se vrednost 0.004).

Sunčeva toplota koju apsorbuje provodnik ima dva različita izvora. To je toplota kojom sunce direktno deluje na provodnik i toplota koja se prvo reflektuje od okruženja a zatim deluje na provodnik. Količina toplote koju provodnik može da apsorbuje zavisi od površine na koju deluju sunčevi zraci, tj. od prečnika provodnika (D) i od koeficijenta apsorpcije (α), koji zavisi od materijala provodnika. Oba ova izvora su funkcija doba godine, vremena dana, orijentacije voda i oblačnosti. Toplota usled zračenja sunca se izračunava pomoću sledeće jednačine:

$$Q_{sun} = \alpha_s \cdot D \cdot (Q_{dir} + Q_{ref}) \quad (4)$$

gde su: D - prečnik provodnika; α_s - koeficijent apsorpcije; Q_{dir} - količina toplote usled sunčevog zračenja - direktna komponenta; Q_{ref} - količina toplote usled sunčevog zračenja - reflektujuća komponenta (ova komponenta se zanemaruje).

Toplota koja se oslobađa usled radijacije provodnika je funkcija prečnika provodnika (D), tj. površine sa koje se zrači toplota, rasta temperature i koeficijenta zračenja (ϵ_I), koji zavisi od materijala provodnika. U izrazu za

proračun toplote usled radijacije figuriše još i Stefan-Boltzmann konstanta (σ), a jednačina glasi:

$$Q_{rad} = \epsilon_I \cdot D \cdot \pi \cdot \sigma \cdot (T_{prov}^4 - T_{amb}^4) \quad (5)$$

gde su: D - prečnik provodnika; ϵ_I - relativna konstanta zračenja; σ - Stefan-Boltzmann-ova konstanta:

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} [W/m^2K^4];$$

T_{prov} - temperatura provodnika; T_{amb} - temperatura ambijenta.

Toplota koja se oslobađa usled konvekcije je funkcija razlike temperature provodnika (T_{prov}) i okoline

(T_{amb}), prečnika provodnika (D) i brzine i smera vetra.

Razlikuje se proračun konvekcije u slučaju kada nema vetra (prirodna konvekcija) i u slučaju kada postoji vetar (prinudna konvekcija). S obzirom da u većini vremena postoji strujanje vazduha tj. vetar, u tom slučaju je potrebno koristiti izraz za prinudnu konvekciju (preuzeto iz [11]), koji glasi:

$$Q_{konv} = k \cdot N_u \cdot \pi \cdot (T_{prov} - T_{amb}) \quad (6)$$

gde su: k - toplotna provodljivost vazduha:

$$k = 0.0242 + 7.4767 \cdot 10^{-5} \cdot T_f - 4.4071 \cdot 10^{-9} \cdot T_f^2 [W/m^2°C] \quad (7)$$

$$T_f = \frac{T_{prov} + T_{amb}}{2} \quad (8)$$

N_u - Nusselt-ov broj:

$$N_u = 0.64 \cdot Re^{0.2} + 0.2 \cdot Re^{0.61} \quad (9)$$

$$Re - \text{Reynolds-ov broj: } Re = \frac{D \cdot \omega_s}{v_f} \quad (10)$$

ω_s - brzina vetra, [m/s], podatak od hidrometeorološkog zavoda; v_f - kinetička viskoznost vazduha, [m²/s].

Vrednost kinetičke viskoznosti vazduha može da se očita iz tabele ili da se izračuna na sledeći način:

$$v_f = (1.3272 \cdot 10^{-5} + 3.8485 \cdot 10^{-8} \cdot T - 3.6592 \cdot 10^{-11} \cdot T^2 + 6.2093 \cdot 10^{-14} \cdot T^3) \cdot (1 + 3.67 \cdot 10^{-3} \cdot T) \quad [\text{m}^2/\text{s}] \quad (11)$$

Nakon uvrštavanja prethodno definisanih izraza u jednačinu toplotne ravnoteže (1), dobija se obična nelinearna diferencijalna jednačina prvog reda koju treba rešiti za temperaturu provodnika. Ovo se vrši primenom neke od standardnih numeričkih metoda, kao što je Runge-Kutta metod, koji daje rešenje u diskretnim vremenskim intervalima.

Za rešenje diferencijalne jednačine potrebno je i početno rešenje (početni uslov). Do njega se dolazi usvajanjem stacionarnog stanja ($mC_p \cdot \frac{dT}{dt}$ je jednak nuli), i računanjem jednačine toplotne ravnoteže (1) za temperaturu provodnika. Ovo se može izvršiti pomoću Newton-Raphson metode.

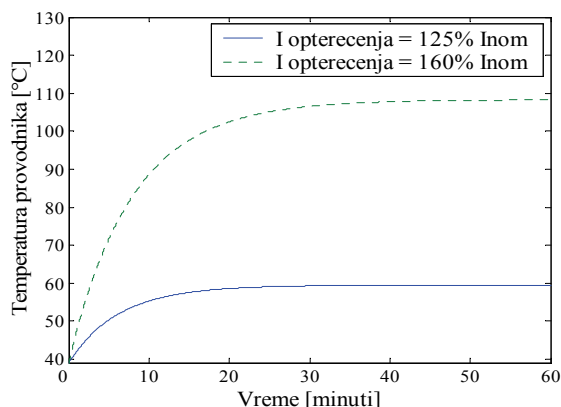
3. REZULTATI PRORAČUNA

Opisana metoda za procenu temperature provodnika je verifikovana na primeru Al-Če nadzemnog voda sa sledećim kataloškim podacima: površinski presek 201.42 [mm²]; masa aluminijuma $m_a = 555.2 \cdot 10^{-3}$ kg/m; masa čelika $m_c = 87.0 \cdot 10^{-3}$ [kg/m]; prečnik provodnika $D = 18.87 \cdot 10^{-3}$ [m]; otpornost provodnika pri jednosmernoj struji $R_{DC} = 0.142 \cdot 10^{-3}$ [om/m]; maksimalna dozvoljena struja $I_{MAX} = 576$ [A].

Podaci o vremenskim uslovima preuzeti su od Republičkog Hidrometeorološkog zavoda Srbije (podaci se ažuriraju svakih 2-10 minuta). Preuzeti su sledeći podaci : temperatura ambijenta $T_{amb} = 10$ [°C], sunčevo

zračenje $Q_{dir} = 75$ [W/m²] i brzina vetra $\omega_s = 1.6$ [m/s].

Rezultat programa je prikazan na slici 1 za opterećenje provodnika od 125% i 160% od nominalnog opterećenja.



Slika 1. Vremenska zavisnost temperature provodnika pri skokovitoj promeni struje opterećenja

Može se uočiti da pri opterećenju koje je 25% veće od nominalnog, nadzemni vod ne dostiže kritičnu temperaturu, pa je pri datim vremenskim uslovima moguć trajan rad pod tim preopterećenjem. U slučaju tradicionalnog statičkog modela ovakvo preopterećenje ne bi bilo dozvoljeno, pa je na ovom primeru lako uočljiva prednost dinamičkog modela.

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad formuliše termički model koji se može pretvoriti u kompjuterski program koji je u stanju da proračuna temperaturu nadzemnog voda u realnom vremenu. Ovaj kompjuterski program je koristan alat za inženjera odgovornog za planiranje i pouzdano upravljanje nadzemnim vodovima. Program će pomoći u fazi planiranja kada se određuju dimenzije novog provodnika i u fazi upravljanja kada vodovi trpe nepredviđena preopterećenja ili vrhove opterećenja. Pri izvršavanju programa utvrđeno je da konvektivna komponenta topline najviše utiče na temperaturu provodnika, pri čemu je najvažniji faktor brzina vetra (i smer). Zbog toga je, za tačnost programa, vrlo bitno imati precizne podatke o brzini i smeru vetra. Toplota koja se oslobađa usled radijacije, kao i sunčeva toplota koju apsorbuje provodnik imaju znatno manji uticaj na temperaturu provodnika.

Imajući u vidu da sunčeva toplota ima mali uticaj na nadzemni vod, nije nužno meriti sunčevo zagrevanje na samom provodniku, već tu veličinu možemo estimirati pomoću poznatog modela. Greška usled ovog postupka je zanemarljiva.

Konačno, može se zaključiti da ovaj program zahteva kao ulazne podatke (koje su promenljive u realnom vremenu): vazдушnu temperaturu (temperaturu ambijenta), brzinu i smer vetra. Ovo se može obezbediti postavljanjem proste meteorološke stanice na odgovarajućem mestu, što nije zahtevna investicija. Rezultati dobijeni primenom ovog modela razlikuju se od tradicionalnog statičkog modela i vrlo je jasno da dinamički model donosi velike prednosti distributivnom sistemu, i u ekonomskom pogledu, ali i u pouzdanosti sistema.

5. LITERATURA

- [1] Schurig, O.R. and Frick, C.W., "Heating and Current-carrying Capacity of Bare Conductors for Outdoor Service", General Electric Review, Vol. 33, No. 3, pp. 141-157, March, 1930.
- [2] Enos, H.A., "Current Carrying Capacity of Overhead Conductors", Electric World, pp. 60-62, May, 1943.
- [3] Waghorne, J.H. and Ogorodnikov, V.E., "Current Carrying Capacity of ACSR Conductors", AIEE Trans., Vol. 70, pp. 1159-62, 1951.
- [4] Beers, G.M., Gilligam, S.R., Lis, H.W. and Schamberger, J.M., "Transmission Conductor Ratings", IEEE Trans., Vol. PAS-82, No.10, pp. 767-75, Oct., 1963.
- [5] Davidson, Glenn A., Donoho, T.E., Hakun, G., Hofmann, P.W., Bethke, T.E., Landrieu, P.R.H., McElhaney, R.T., "Thermal Ratings for Bare Overhead Conductors", IEEE Trans., Vol. PAS-88, No. 3, pp. 200-205, March, 1969.
- [6] Koral, D.O. and Billington, Roy, "Determination of Transmission Line Ampacities by Probability and

Numerical Methods", IEEE Trans., Vol. PAS-89, No. 7, pp. 1485-92, Sept/Oct., 1970.

[7] Davis, Murray W., "A New Thermal Rating Approach: The Real Time Thermal Rating System For Strategic Overhead Conductor Transmission Lines - Part I, General Description and Justification of the Real Time Thermal Rating System", IEEE Trans., Vol. PAS-96, No. 3, pp. 803-809, May/June, 1977.

[8] House, H.E. and Tuttle, P.D., "Current-Carrying Capacity of ACSR", AIEE Trans., pp. 1-9, February, 1958.

[9] Davidson, G.A., Donoho, T.E., Landrieu, P.R.H., McElhaney, R.T., and Saeger, J.H., "Short-Time Thermal Ratings for Bare Overhead Conductors", IEEE Trans., Vol. PAS-88, No. 3, pp. 194-199, March, 1969.

[10] Wong, T.Y., Findlay, J.A. , and McMurtrie, A.N., "An On-Line Method for Transmission Ampacity Evaluation", IEEE Trans., Vol.PAS-101, No. 2, 1982.

[11] Anjan K. Deb, "Powerline Ampacity System: Theory, Modeling and Applications", 2000.

Kratka biografija:



Mirko Medić rođen je u Apatinu, Srbija, 1980. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetika radi 2009. pod mentorstvom prof.dr.Bekut Duška.

Projektovanje FPGA mikroprocesorskih sistema korišćenjem PowerPC mikroprocesora i *Embedded* Linux operativnog sistema

Bugarski Milan i Ivan Mezei

Sadržaj — Namenski (*embedded*) mikroprocesorski sistemi mogu se realizovati na FPGA komponentama. FPGA komponente pružaju veliku slobodu u konfigurisanju svih delova sistema i pored toga omogućuju veoma brz razvoj *embedded* sistema. Rad prikazuje mogućnosti projektovanja namenskih mikroprocesorskih sistema na Xilinx-ovoj razvojnoj ploči ML405. Razrađeni su postupci i načini korišćenja softverskih alata za projektovanje sistema. Rad obuhvata nekoliko primera realizacije sistema koji izvršavaju određene samostalne korisničke aplikacije, kao i primer koji opisuje konfigurisanje i generisanje *embedded* Linux operativnog sistema i korišćenje tako podešenog Linux-a na razvojnoj ploči ML405 sa PowerPC mikroprocesorom.

Ključne reči — Mikroprocesorski sistemi, PowerPC, Virtex4 FPGA, Xilinx ML405, *Embedded* Linux.

I. UVOD

FPGA (Field Programmable Gate Array) su poluprovodničke komponente visokog stepena integracije, koje se sastoje od velikog broja programabilnih logičkih blokova i programabilnih konekcija između tih blokova. Korisnik, programiranjem FPGA komponente dobija željeni hardverski sklop, a pošto su ove komponente reprogramabilne, moguće je jednostavno ponovno programiranje, izmena ili dodavanje različitih funkcionalnosti hardvera.

Povećane performanse modernih FPGA kola omogućuju projektovanje celokupnih mikroracunarskih sistema na jednom FPGA čipu. Kompanija Xilinx je jedan od vodećih svetskih proizvođača FPGA komponenti. Konkretno, u ovom radu, korišćena je Xilinx ML405 razvojna ploča, sa Virtex4 čipom. Virtex4 (XC4VFX20-FF672-10) komponenta [1] sadrži tridesetdvobitni mikroprocesor zasnovan na IBM PowerPC arhitekturi [2] koji je realizovan na određenom mestu na silicijumskoj osnovi kao ASIC komponenta i povezan sa programabilnim delom čipa. Periferije ovakvih sistema realizovane su u programabilnoj logici FPGA uređaja. Postoje gotove standardne periferije u vidu IP jezgara koje su optimizovane i testirane ali uglavnom zahtevaju

posedovanje licence. Korisnik može dizajnirati svoje periferije, za šta postoje korisni alati koji u mnogome olakšavaju ove poslove. Najveća prednost *hard-core* mikroprocesora je to što se nalazi u okruženju gde se periferije mogu jednostavno i brzo povezivati i uklanjati sa magistrale, a takođe se može i njihova funkcionalnost brzo menjati i prilagođavati trenutnim potrebama i zahtevima.

Linux operativni sistem se standardno koristi na *embedded* mikroracunarskim sistemima [3]. Implementacijom Linux operativnog sistema, koji je takođe konfigurabilan, omogućena je još veća fleksibilnost namenskih sistema, a razvoj ovih sistema postaje veoma brz i jeftin.

II. PROJEKTOVANJE HARDVERA I SOFTVERA

Za projektovanje sistema korišćena je evaluaciona verzija Xilinx EDK 11.1 (Embedded Development Kit) softverskog paketa [4]. Xilinx EDK je skup alata i IP (Intellectual Property) jezgara koji omogućava dizajniranje celokupnog *embedded* mikroprocesorskog sistema za implementaciju na Xilinx-ovim FPGA komponentama. EDK je deo Xilinx-ovog *Integrated Software Environment (ISE®)* softverskog paketa, koji je neophodan i služi za sintezu i implementaciju dizajna na FPGA uređaj, odnosno generisanje i spuštanje *bitstream* fajla na FPGA [5].

Embedded sistemi mogu da budu veoma kompleksni. Pojedini hardverski i softverski delovi sistema su već projekti sami za sebe, a kad se na to doda i povezivanje delova tako da funkcionišu kao jedinstven sistem i FPGA projektni dizajn, projektovanje celokupnog sistema može da postane vrlo komplikovano. EDK softverski paket omogućava da ovaj proces bude mnogo jednostavniji. Komponente EDK paketa u velikoj meri automatizuju proces projektovanja *embedded* sistema.

Xilinx Platform Studio (XPS) je komponenta EDK paketa koja služi za projektovanje hardverskog sklopa *embedded* mikroprocesorskih sistema baziranih na PowerPC ili MicroBlaze procesorima. Pri pokretanju XPS komponente automatski se pokreće *Base System Builder (BSB) wizard*, grafički interfejs u kojem se na jednostavan način konfiguriraju parametri vezani za hardver, biraju potrebne periferije i ostale stvari vezane za budući mikroprocesorski sistem. Neki sistemi mogu biti kompletirani korišćenjem samo ovog *Wizard*-a. Ova početna podešavanja se mogu kasnije izmeniti u glavnom projektnom prozoru XPS-a.

Još jedan veoma koristan alat je *Create and Import*

Istraživanje u okviru ovog rada delimično je finansirano od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj u okviru projekta „Razvoj sistema i instrumenata za istraživanje vode, nafte i gasa“, Ev.Br. 11006.

Milan Bugarski, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Srbija (telefon: 381-64-0151103; e-mail: bugarskimilan@gmail.com).

Ivan Mezei, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: imezei@uns.ac.rs).

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Milana Bugarskog. Mentor je bio prof.dr Veljko Malbaša.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2009.

Peripheral (CIP) Wizard, koji pomaže korisniku pri kreiranju sopstvenih periferija i pri integrisanju tih periferija u projekat. Ovaj alat potpuno automatizuje proces kreiranja periferije, i omogućava korisniku da se bavi samo konkretnom funkcionalnošću projektovane komponente bez potrebe za detaljnim informacijama o interfejsu sa magistralom i drugim potrebnim detaljima.

Za projektovanje softvera koristi se Software Development Kit (SDK). SDK generiše softversku platformu koja predstavlja skup biblioteka, drajvera i po potrebi operativnih sistema i kernela, na čijem temelju korisnik implementira svoju softversku aplikaciju. Ovako generisana softverska platforma sadrži samo neophodne biblioteke koje koristi korisnička aplikacija. Softverski deo *embedded* sistema može biti realizovan kao *standalone* aplikacija koja se izvršava na mikroprocesoru, a može biti zasnovan i na *embedded* Linux operativnom sistemu gde se aplikacije izvršavaju preko korisničkog interfejsa tog operativnog sistema. U ovom radu su prikazane obe varijante projektovanja sistema.

U sklopu probne verzije EDK su takođe i brojna IP jezgra, softverske biblioteke, drajveri, kao i C/C++ cross-compiler za programe koji treba da se izvršavaju na PowePC arhitekturi.

EDK obezbeđuje i alate potrebne za simulaciju i verifikaciju celokupnog mikroprocesorskog sistema. Simulacija sistema je efektivan metod za proveru kompatibilnosti softvera sa hardverskom platformom. EDK projekti se simuliraju korišćenjem ModelSim simulatora. Prednost ovakve simulacije je mogućnost praćenja rada sistema (uključujući i praćenje unutrašnjih signala), bez potrebe za vezom sa hardverom. Proces verifikacije je ubrzan zbog toga što nije potrebno ponovo pokretati proces implementacije (kao u slučaju verifikacije na hardveru), da bi stekli uvid u efekte promene koda. Stimulacione signale za simulaciju obezbeđuje C kod koji se izvršava na procesoru. Ovaj kod može biti izvršavan iz BRAM ili DDR memorije. Simulacija koda iz DDR memorije je dosta kompleksnija ali dozvoljava veće programe. Simulacija kompletnog sistema je rađena za prvi primer od tri primera sistema sa *standalone* softverom, a kao simulator korišćena je probna verzija ModelSim 6.5 SE.

Osnovni tok projektovanja *embedded* sistema uz pomoć alata iz EDK paketa prikazan je na slici 1.

III. PRIMERI PROJEKTOVANJA SISTEMA SA *STANDALLONE* APLIKACIJAMA

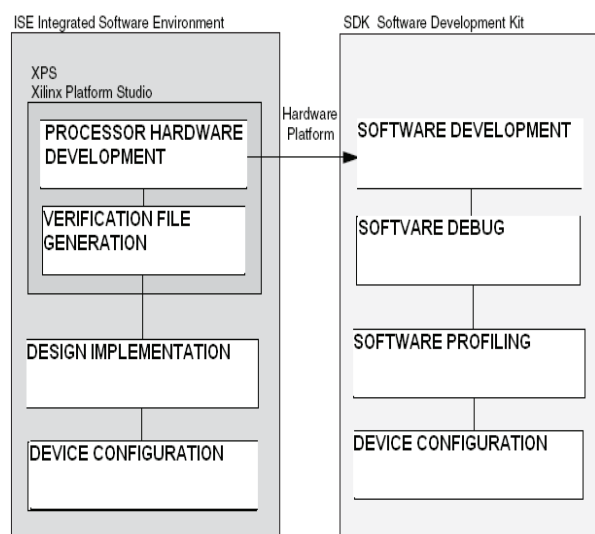
Za urađene primere korišćene su minimalne potrebne hardverske konfiguracije, tako da se za različite primere hardverski sistemi razlikuju po korišćenim periferijama. Zajedničko za sve je da se koristi PowerPC 405 mikroprocesor na koji se periferijske komponente vezane preko Processor Local Buss (PLB) magistrale.

Prvi primer demonstrira korišćenje GPIO (General Purpose Input Output) periferije na koju su povezani eksterni tasteri i led diode sa razvojne ploče. GPIO je 32-

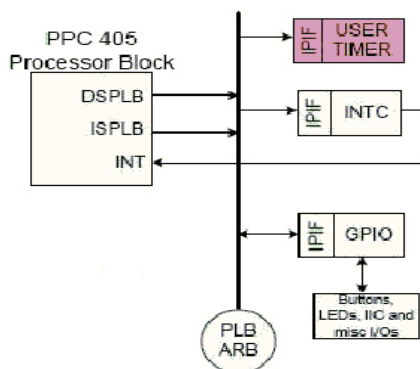
bitna periferija koja se vezuje na PLB preko IPIF (*intellectual property interface*) interfejsa. Može se konfigurisati kao jednokanalna ili dvokanalna periferija i svaki bit se može dinamički podesiti kao ulazni ili kao izlazni signal. Blok šema hardverskog sklopa sistema potrebnog za ovaj primer, prikazana je na slici 2, s tim što nisu korišćene tajmerska i prekidna periferija.

Drugi primer opisuje načine korišćenja kontrolera prekida(XPS INTC), konfigurisanje i povezivanje eksternog signala prekida sa procesorom. Kao periferija je korišćena standardna GPIO komponenta, povezana na spoljašnji taster na ploči, sa mogućnošću generisanja prekidnog signala na svaku promenu stanja tastera. Taj prekidni signal se dovodi na ulaz XPS INTC periferije koja obrađuje ovaj signal i šalje zahtev za prekidom direktno procesoru. Uloga kontrolera prekida je da sakuplja prekidne signale iz različitih izvora, da ih onda uređuje i analizira njihove prioritete i da na izlazu generiše jedinstveni prekidni signal koji šalje procesoru. XPS INTC periferija omogućava povećanje broja prekidnih signala ka procesoru i po potrebi obezbeđuje sistem prioriteta za prekidne signale. Blok šema za ovaj primer je na slici 2. ali bez tajmerske periferije.

Treći primer predstavlja demonstraciju rada i način korišćenja brojača odnosno tajmera. Tajmer se uključuje u sistem u vidu standardne periferije *XPS Timer*. Ovo je 32-bitni tajmer koji se vezuje na PLB magistralu. Brojač je povezan i na XPS INTC periferiju i u korisničkom programu konfigurisan za generisanje prekida i za *auto-reload* način rada. Ovo znači da će tajmer po isteku zadatog vremenskog intervala, generisati prekidni signal prema kontroleru prekida i da će istovremeno učitati u odgovarajući registar zadatu vrednost i ponovo početi da odbrojava. U ovom i u prethodnom primeru se koriste korisničke led diode na ploči kao jednostavna signalizacija da se prekid desio i da se prekidna rutina u korisničkoj aplikaciji izvršila. Ilustracija sistema je na slici 2.



Sl.1. Osnovni tok projektovanja sistema



Sl.2. Blok šema sistema korišćenog u primerima.

IV. PROJEKTOVANJE LINUX EMBEDDED SISTEMA

Počev od svog prvog javnog predstavljanja 1991. godine, Linux operativni sistem je široko primenjivan u raznim sistemima. Inicijalno ograničen na slabo povezane grupe projekatana i entuzijasta na internetu, Linuks je vremenom sazeo u solidan Unix-bazirani operativni sistem za radne stanice, servere itd. Zbog svoje fleksibilnosti, robusnosti i cene, Linux je u poziciji da postane veoma korišćen u *embeded* mikroracunarskim sistemima.

Embeded Linux se obično odnosi na konfigurisani Linux kernel koji je specijalno podešen za odgovarajući hardver, mada se *embeded* sistemi mogu projektovati i sa nekom zvaničnom verzijom kernela.

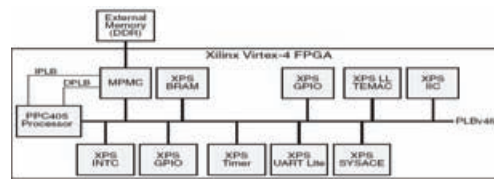
Hardverska konfiguracija sistema na kojoj je pokrenut Linux, sastoji se od standardnih komponenti i periferija na ML405 razvojnoj ploči. Hardverska platforma sadrži PowerPC 405 mikroprocesor, 128MB DDR_SDRAM memorije, IIC EEPROM, TriMode_MAC_GMII, SYSACE_CompactFlash, XPS 16550 UART, xps_timer, xps_intc_0, xps_bram_if_cntlr_1, Push_Buttons_Position i LEDs_4Bit [6].

PLBv4.6 magistrala i DDR memorija rade na 100MHz, a procesor je podešen na 300MHz. Pristup DDR memoriji je omogućen preko Multi-Port Memory Controller (MPMC) periferije vezane na PLB.

XPS_LL_TEMAC periferija obezbeđuje dodatnu funkcionalnost i olakšava upotrebu Hard TEMAC komponente koja je ugrađena u Virtex4 čip i još u neke druge FPGA uređaje, a istovremeno obezbeđuje soft Ethernet MAC opciju svim ostalim FPGA uređajima. TEMAC je akronim za *Tri-Mode Ethernet Media Access Controller*, i obezbeđuje sistemu Ethernet interfejsa sa okruženjem.

XPS IIC jezgro je uključeno u projekat jer se u EEPROM memoriji čuva jedinstvena Ethernet MAC adresa, a FPGA pristupa ovoj memoriji preko IIC magistrale. Ovim je onda omogućeno Linux-u da pročita Ethernet MAC adresu.

Blok dijagram za projektovani PowerPC referentni sistem prikazan je na slici 3.



Sl.3. Blok dijagram PowerPC referentnog sistema.

XPS 16550 UART periferija obavlja paralelno-serijsku konverziju karaktera primljenih od procesora i serijsko-paralelnu konverziju karaktera primljenih sa modema ili neke periferije. UART je skraćeno od Universal Asynchronous Receiver/Transmitter. U projektu omogućava komunikaciju *embeded* sistema sa računarom preko hiperterminala.

V. GENERISANJE I IMPLEMENTACIJA LINUX OPERATIVNOG SISTEMA

Najzahtevniji deo posla pri projektovanju *embeded* Linux sistema je generisanje i prevođenje Linux operativnog sistema koji će na kraju biti pokrenut na datom *target* uređaju.

Pravljenje izvršnog (elf) fajla sa Linuxom može biti dosta naporan posao jer ne postoji tačno definisan i razrađen postupak a takođe se uputstva i objašnjenja različitih autora ne poklapaju.

Prepoznavši potencijal Linux sistema u *embeded* uređajima kao i sve veću prisutnost ovih uređaja na tržištu, mnoge kompanije su predstavile komercijalne alate i aplikacije za razvoj *embeded* Linux operativnog sistema. Ovi alati automatizuju proces projektovanja. Najpoznatiji komercijalni razvojni paket je *Monta Vista Linux*, koji pored alata za brz razvoj sistema sadrži i gotove *embeded* Linux distribucije za određene hardverske platforme.

Postoji i veliki broj *open source* [7] rešenja koji omogućavaju razvoj Linux-a na određenim hardverskim platformama.

U radu, kao alat za razvoj *embeded* Linux-a, korišćen je besplatni *Denx ELDK* paket za PowerPC 4xx procesore. Generisanje izvršnog fajla sa Linux-om izvedeno je u nekoliko koraka opisanih u daljem tekstu.

Prvo je potrebno u XPS-u generisati DTS (*device tree*) fajl koji sadrži informacije o hardverskoj platformi, odnosno koje su periferije i na koji način upotrebljene, koje su biblioteke i drajveri kompatibilni sa hardverom itd. Za ovo je potrebno kopirati *device tree generator* [8] u projektni folder XPS-a i posle podešavanja softverske platforme izabrati opciju „Generate Libraries and BSPs“ iz menija.

Operativni sistem i aplikacije za projektovani hardverski, *target*, sistem na razvojnoj ploči, razvijaju se na *host* PC računaru koji je baziran na intel i386 arhitekturi sa Ubuntu 9.04 Linux distribucijom kao operativnim sistemom. Ploča je povezana JTAG vezom na *host* mašinu, uz pomoć Xilinx-ovog *Platform Cable USB* uređaja. Pošto su arhitekture *host* i *target* sistema različite, da bi se softver razvijen na PC računaru mogao izvršavati na *target* uređaju potrebno je taj kod prevesti u odgovarajući oblik prepoznatljiv mikroprocesoru *target*

uređaja. To se postiže pomoću *cross-compiler* alata koji se nalazi u sklopu Denx ELDK [9] paketa.

Korišćen je Xilinx-ov Linux kernel [8] koji je posebno podešen tako da pruža podršku za veliki broj Xilinx-ovih IP jezgara, odnosno za njihove drajvere a takođe i za mnoge referentne razvojne sisteme. Ova verzija kernela (2.6.30) omogućuje pristup i upravljanje uređajima u FPGA čipu, kao što su na primer Ethernet kontroler i sve ostale korisničke periferije.

Sledeći korak je podešavanje kernela, odnosno definisanje odgovarajućeg konfiguracionog fajla koji kompajler poziva pri prevođenju kernela. U sastavu Xilinx Linux kernela postoje gotovi *.conf* fajlovi za neke referentne uređaje. Ovi fajlovi se mogu koristiti u projektovanju i mogu biti dobra osnova za konkretno i detaljno podešavanje kernela koje je uvek različito za različite hardverske platforme.

Da bi Linux operativni sistem mogao da se pokrene i da funkcioniše na datom hardveru, između ostalog potrebno je uključiti i *root filesystem* koji sadrži fajlove i funkcije neophodne za pokretanje operativnog sistema tako da se korisnik može ulogovati i koristiti njegove pogodnosti. Fajl sistem za *embedded* Linux sisteme obično je zasnovan na *BusyBox* [10] aplikaciji koja obezbeđuje veliki broj standardnih funkcija Linux-a. Fajl sistem može biti implementiran pomoću reznih pomoćnih softverskih alata kao što je na primer *BuildRoot* [11] koji pretstavlja skup fajlova i zakrpa koji olakšavaju generisanje fajl sistema. Za ovaj kotrak potrebno je dosta informacija o samom Linux operativnom sistemu da bi se mogla izvršiti razna potrebna podešavanja.

Za potrebe ovog projekta korišćen je funkcionalni fajl sistem u vidu ramdiska koji se nalazi u ELDK paketu. Ovaj konkretan ramdisk je zasnovan na *BusyBox* aplikaciji i naknadno je podešen. Izmene su načinjene na konfigurisanju ftp serverske aplikacije, u cilju omogućavanja povezivanja *host* računara na *embedded* Linux sistem *target* uređaja. Ovakva konfiguracija je praktična jer se onda korisničke aplikacije, razvijene i kompajlirane na PC-u, mogu jednostavno prebaciti na *target* fajl sistem preko ftp protokola i potom na njemu izvršavati.

Sledeće što treba uraditi je smeštanje prethodno generisanog DTS fajla i ramdiska u odgovarajuće direktorijume unutar Linux kernela, i pokretanje procesa kompajliranja kernela. Ali pre pokretanja samog procesa potrebno je još podesiti okruženje i učitati konfiguracioni fajl da bi *cross-compiler* imao pristup svim potrebnim fajlovima i funkcijama za postupak prevođenja. Kao konačni rezultat dobijen je izvršni *elf* fajl čijim se izvršavanjem na projektovanoj hardverskoj platformi pokreće *embedded* Linux operativni sistem i učitava inicijalni ramdisk fajl sistem.

Kao primer aplikacija koje se izvršavaju iz korisničkog okruženja ovako generisanog Linux-a, napisana su dva programa čija je funkcija pristupanje u upravljanje GPIO periferijama uz pomoć prisutnih Linux drajvera za ove periferije.

Eksperimenti sa *embedded* Linux-om dati su u [12], gde

je takođe realizovan jedan namenski FPGA SoC sistem na sličnoj hardverskoj platformi. Nekoliko primera u vezi konfigurisanja *embedded* Linux operativnog sistema, mogu se naći i u [13] i [14].

ZAKLJUČAK

Rezultati rada prikazuju i definišu postupke i procedure kao i uobučajene tokove projektovanja namenskih mikror računarskih sistema zasnovanih na PowerPC arhitekturi i implementiranih na FPGA uređajima. Rezultati mogu biti korisni studentima koji nameravaju da se bave razvojem ovakvih sistema, jer urađeni praktični primeri demonstriraju i sistematizuju standardne tehnike projektovanja mikroprocesorskih sistema na Xilinx ML405 razvojnoj ploči zajedno sa postupcima podizanja *embedded* Linux-a na referentnom hardveru. Prema tome, osnovna svrha rada je da se na jednom mestu definišu postupci za realizaciju FPGA SoC mikror računarskih sistema i može se smatrati da je edukativnog karaktera.

LITERATURA

- [1] ML405 Evaluation Platform, *User Guide*, Xilinx UG210 (v1.5.1) March 10, 2008.
- [2] PowerPC Processor Reference Guide, Xilinx UG011 (v1.2) January 19, 2007.
- [3] Karim Yaghmour, "Building Embedded Linux Systems", O'Reilly April 2003.
- [4] Embedded System Tools Reference Manual *Embedded Development Kit, EDK 11.1*, Xilinx 2009.
- [5] EDK Concepts, Tools, and Techniques A Hands-On Guide to Effective Embedded System Design, Xilinx 2009.
- [6] Srikanth Vemula, "Getting Started with EDK and Linux 2.6", Xilinx XAPP969 (v1.1) February 23, 2007.
- [7] Xilinx Open Source Wiki, <http://xilinx.wikidot.com/>
- [8] Xilinx Git site, <http://git.xilinx.com/cgi-bin/gitweb.cgi>, September 2009.
- [9] Denx ftp directory, <http://ftp.denx.de/pub/eldk/4.2/ppc-linux-x86/iso/ppc-2008-04-01.iso>, September 2009.
- [10] *BusyBox*, www.busybox.net
- [11] Buildroot, <http://buildroot.uclibc.org/>
- [12] Dragomir El Mezeni, Milan Novaković, "Embedded FPGA Linux sistemi", 16. Telekomunikacioni forum TELFOR 2008.
- [13] Linux for the Xilinx Virtex4/5 FPGAs, V Pucknell; STFC; Daresbury Lab, Jan 15. 2009.
- [14] Wolfgang Klingauf and Uwe Klingauf "Virtex2Pro & Linux" <http://www.klingauf.de/v2p/index.phtml>

ABSTRACT

The wide application of embedded systems becomes a trend in the post-PC era. Embedded systems have been deployed in numerous fields which have different requirements of embedded systems architecture. Modern FPGA devices provide very flexible and rapid development flows for such microprocessor systems. This project describes, through several examples, ways to build PowerPC based systems on Xilinx ML405 evaluation board.

DESIGNING FPGA MICROPROCESSOR SYSTEMS BASED ON POWERPC MICROPROCESSOR AND LINUX OPERATING SYSTEM

Bugarski Milan i Ivan Mezei

**SPECIJALIZACIJA HDR TONEMAPPING ALGORITAMA
ATI STREAM TEHNOLOGIJI****SPECIALIZATION OF HDR TONEMAPPING ALGORITHMS USING
ATI STREAM TECHNOLOGY**Dejan Berić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – *Objašnjena su dva ToneMapping algoritma za HDR slike. Prikazano je kako se koristi ATI Stream tehnologija. Prikazani su ToneMapping algoritmi i njihova brzina izvršavanja korišćenjem ATI Stream tehnologije.*

Abstract – *Two tonemapping algorithms for HDR images are explained. We show how to use ATI Stream technology. Tonemapping algorithms and their execution speed when using ATI Stream technology is presented.*

Ključne reči: *ATI, Stream, GPU, Tonemapping, HDR*

1. UVOD

U današnje vreme gde su grafičke kartice su sa svojom procesnom moći nemerljivo prevazišle procesore, pokušava se iskoristiti procesna moć GPU-a i time znatno ubrzati izvršavanje programa na računaru. Ovaj rad prikazuje kako se može iskoristiti ATI Stream tehnologija za ubrzavanje algoritama. U ovom radu prikazuje se kako se dva algoritma za mapiranje tonaliteta HDR slika specijalizuju ATI Stream tehnologiji. Mapiranje tonaliteta HDR slika je veoma složen zadatak. HDR slike sadrže puno informacija i ne mogu se prikazati na običnom prikaznom uređaju kao što je monitor. Zbog toga se HDR slike moraju kompresovati tj. mora se smanjiti dinamički opseg HDR slike da bi se mogla prikazati na monitoru. Ovaj proces se zove mapiranje tonaliteta ili *ToneMapping*. U procesu mapiranja tonaliteta, GPU može dosta da ubrza stvari. Potrebno je obezbediti da se HDR slike prikazuju na prikaznom uređaju brzo i efikasno a da se pri tom ne gubi na kvalitetu slike. Ovo je moguće izvesti pomoću ATI Stream tehnologije.

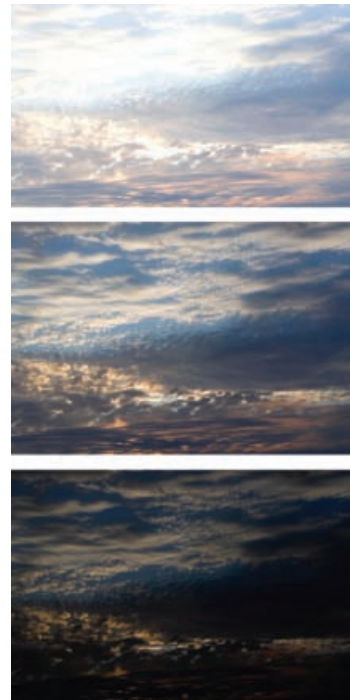
2. OSNOVI HDR SLIKE

HDR (*High Dynamic Range*) slika je slika koja precizno može da predstavi osvetljenje scena iz realnog sveta. Ova preciznost je postignuta predstavljanjem svakog kanala boje sa 16 ili 32 bita umesto sa standardnih 8 bita. Ovakve slike se koriste u filmskoj industriji i programima za 3D animaciju da bi predstavili osvetljenje, refleksiju i teksturu neke realne scene. HDR slika se može napraviti sa običnim digitalnim fotoaparatom. Ovaj postupak se radi tako što se uslika jedna scena više puta. Digitalni fotoaparat je poželjno da bude u *manual* modu da bi se mogli kontrolisati svi njegovi aspekti. Takođe, poželjno je

NAPOMENA:

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

da se ručno fokusira na željeni objekat i da digitalni fotoaparat bude na stativu, da bi izbegli pomeranje fotoaparata. Prvo je potrebno da se smanji ekspozicija tako da bude jako tamna slika tj. tako da se uhvate detalji u svetlim delovima slike. Zatim se povećava ekspozicija, tj. posvetljava slika, i ponavlja postupak slikanja date scene sve dok se ne budu videli detalji u tamnim delovima slike. Ovim postupkom bi se trebalo dobiti od 3 do 5 slika. Na slici 1. se vide tri slike kreirane na ovaj način. Ove tri slike se mogu kombinovati i od njih napraviti HDR slika. Ovo se može uraditi sa raznim programima od kojih je poznatiji Adobe Photoshop. Kasnije, ova HDR slika biće korišćena za testiranje ToneMapping algoritama.



Slika 1. *Tri slike od kojih se može napraviti jedna HDR slika*

3. TONEMAPPING ALGORITMI

Tonemapping algoritmi služe da se omogući najbolje predstavljanje HDR slika na standardnim prikaznim uređajima. Algoritmi za tonemapping koji su korišćeni u ovom radu su redom „*Dynamic Range Reduction inspired by Photoreceptor Physiology*“ [1] čiji autori su Erik Reinhard i Kate Devlin i „*A Perceptual Framework for Contrast Processing of High Dynamic Range Images*“ [2] čiji autori su Rafal Mantiuk, Karol Myszkowski i Hans-Peter Seidel.

Fotoreceptorski zasnovan algoritam [1] zasniva se na principima ljudskog vizuelnog sistema. Dosta je brz, ali zato ima tendenciju da gubi fine detalje u slici zbog svoje globalnosti.

Perceptivno zasnovan algoritam [2] se zasniva na modelu kvazilokalnog kontrasta. Dosta je kompleksan i stoga spor, ali zato nema tendenciju da gubi fine detalje zahvaljujući svojoj lokalnosti.

Jedan od zadataka računarske grafike je mapiranje digitalnih slika visokodinamičkog opsega na uređaje niskodinamičkog opsega kao što su monitori i štampači. Ovaj zadatak je sličan procesu adaptiranja koji se dešava u ljudskom vizualnom sistemu. Fiziološki dokazi ukazuju da se adaptacija događa već u fotoreceptorima, što se pokazuje kao model koji se lako može adaptirati za reprodukciju tonaliteta slike.

Realni svet sadrži ogroman opseg intenziteta svetlosti u rasponu od mračnih scena pa sve do scena obasjanih suncem. Čak i sa jednom scenom opseg iluminacije može da bude nekoliko reda veličine. Takve scene se takođe mogu snimiti korišćenjem višestrukih fotografija iste scene ali sa različitim ekspozicijama [3]. U bliskoj budućnosti senzori za hvatanje slika visokog dinamičkog opsega će biti generalno dostupni. Kao rezultat, dostupnost podataka visokog dinamičkog opsega će postati uobičajena pojava. Suprotno ovome, dinamički opseg uređaja za prikazivanje je ograničen, a ekonomski dostupni uređaji sa visokim dinamičkim opsegom prikazivanja još nisu dostupni. Neslaganje između pribavljanja podataka visokodinamičkog opsega i displeja sposobnih za prikaz istih, će uvek postojati u jednoj ili drugoj formi. Ovo se pokazalo kao problem prikazivanja podataka visokodinamičkog opsega na uređajima koji mogu prikazati nizak dinamički opseg, problem koji se generalno naziva tonmapiranje ili reprodukcija tonaliteta.

U principu ovaj problem je jednostavan. Mora se pretvoriti slika sa velikim opsegom brojeva u sliku koja sadrži cele brojeve u opsegu od 0 do 255 takve da ih možemo prikazati na štampaču ili monitoru. Sugerisano je linearno skaliranje kao jedno od rešenja. Ipak, ovaj pristup je pogrešan zato što se detalji u svetlim i tamnim delovima slike izgube i stoga slika neće biti prikazana kao originalna scena koja je fotografisana, Slika 2.



Slika 2. Uporedni prikaz linearnog skaliranja i globalnog algoritma [1]

Algoritmi za reprodukciju tonaliteta stoga pokušavaju da skaliraju podatke visokodinamičkog opsega na takav način da rezultujuća slika ima određene karakteristike ulaznih podataka kao što je osvetljenost, kontrast i generalni utisak slike. Ovakvi algoritmi se mogu klasifikovati u dve grupe: globalni i lokalni operatori. Globalni operatori kompresuju kontrast baziran na globalno izvedenim vrednostima, koji mogu da uključuju na primer minimalnu u maksimalnu osvetljenost ili prosečnu osvetljenost slike. Najčešće je logaritam prosečne osvetljenosti uključen u proračun kod mnogih globalnih operatora. Kompresioni algoritam zatim kompresuje kontrast piksela u skladu sa nelinearnom funkcijom, koja je zasnovana na osvetljenosti slike, kao i sa globalnim parametrima. Globalni algoritmi imaju tendenciju da su brzi, ali mogu imati izrazite nedostatke. Posebno, gubitak detalja je često povezan sa globalnim algoritmima. Istaknuta osobina lokalnih operatora je to što iskorišćavaju vrednosti susednih piksela da bi se odredila količina kompresije datog piksela. Lokalni operatori mogu da proizvedu oreol ili prstenaste distorzije što ukazuje da iako su principi validni, kalibracija ovih modela je kritična i često nejasna.

4. ATI STREAM TEHNOLOGIJA

U ovom poglavlju će se prikazati *ATI Stream* tehnologija i na koji način je korišćena da bi se postiglo ubrzanje *ToneMapping* algoritama. Od alata korišćen je *Microsoft Visual Studio 2008 Express Edition*, *Brook+* kompajler, *MinGW* softver paket i *Qt* biblioteka za specifikaciju grafičkog interfejsa programa.

4.1 Brook+ programski jezik i kompajler

Brook je programski jezik visokog nivoa koji predstavlja proširenje standardnog C programskog jezika. *Brook+* predstavlja implementaciju *BrookGPU* (apstraktni model procesora), koji se koristi za pojednostavljenje proračunavanja na grafičkim čipovima. *Brook+* eksplicitno obezbeđuje paralelizam podataka. Proširenja su:

- Paralelizam podataka – *Brook+* obezbeđuje intuitivni mehanizam za specifikiranje *SIMD* operacija.
- Aritmetički intenzitet – *Brook+* podstiče razvoj efikasnih algoritama tako što je smanjena globalna komunikacija i povećano lokalno proračunavanje unutar *stream* procesora.

Dva ključna elementa *Brook+* programskog jezika su:

- *Stream* – kolekcija podataka istog tipa koji se mogu obrađivati u paraleli.
- *Kernel* – funkcija koja se izvršava nad svakim elementom iz domena izvršenja.

Brook+ softver se sastoji od:

- *Brc* – source-to-source meta-kompajler koji prevodi *Brook+* programe (.br datoteke) u C++ kod koji sadrži kernele. Generisani C++ kod uključuje CPU kod i *stream* procesor kod koji su uključeni u aplikaciju.
- *Br* – runtime biblioteka koja izvršava *kernel* koji je pozvan iz CPU koda unutar aplikacije.

Postoje nekoliko ograničenja vezano za programiranje u *Brook+* programskom jeziku:

- kernele koji se pozivaju iz CPU koda moraju vraćati tip `void`,
- postoji ograničen broj matematičkih funkcija koje se mogu koristiti unutar kernela,

- neki tipovi kao što je tip *struct* se ne mogu koristiti unutar kernela,
- pokazivači nisu podržani,
- rekurzija nije dozvoljena,
- kerneli ne mogu da pozivaju funkcije koje se izvršavaju na procesoru,
- strimovi mogu biti samo *read-only* ili *write-only*.

5. SPECIJALIZACIJA ALGORITAMA

Za potrebe testiranja specijalizacije algoritma za ATI tehnologiju korišćena je sledeća konfiguracija računara:

- Intel Pentium 4 3.0GHz procesor.
- ATI Radeon HD2600XT grafička kartica, sa 120 procesnih jedinica.
- 2.5 GB DDR2 memorije.

U listingu 1. mogu se videti delovi koda koji predstavljaju specijalizovani deo globalnog algoritma za ATI tehnologiju. Kerneli se nalaze u posebnoj .br datoteci. Primećuje se ključna reč *reduce* kod kernela *sum* u listingu 5.1. Ovo označava kernel koji redukuje strim podataka za jednu dimenziju. Što bi značilo da strim koji je dvodimenzionalan postaje jednodimenzionalan. Primer gde je potreban *reduce* kernel je upravo traženje sume svih elemenata niza podataka ili traženje minimuma i maksimuma niza. Funkcija *tmo_reinhard05_gpu_ati* se nalazi u .cpp datoteci i kompajlira se *Microsoft Visual Studio* kompajlerom dok se kerneli procesiraju *Brook+* kompajlerom.

```
reduce void sum(float a<>, reduce float b<>){
b+=a;}
kernel void world_lum_log_function(float a<>,
out float b<>){
b=log(0.000023f+a);}
reduce void max_reduce(float a<>, reduce float
b<>){
if(b < a) b = a;}
void tmo_reinhard05_gpu_ati(int im_height, int
im_width, float* R, float* G, float* B, float*
Y, float br, float ca, float la ){
//definisanje stream-ova za svaki kanal boje
::brook::Stream<float> red(1,&im_size);
::brook::Stream<float> green(1,&im_size);
::brook::Stream<float> blue(1,&im_size);
::brook::Stream<float> lum(1,&im_size);
::brook::Stream<float> lum2(1,&im_size);
//prebacivanje podataka iz memorije računara na
grafičku karticu
red.read(R);
green.read(G);
blue.read(B);
lum.read(Y);
sum(red,Cav0);//pozivanje kernela
world_lum_log_function(lum,lum2);
max_reduce(lum,max_lum);
```

Listing 1: Delovi specijalizovanog globalnog algoritma

Tok izvršavanja koda, specijalizovanog za ATI tehnologiju, se izvršava sledećim redosledom:

1. Definisanje strimova.
2. Prebacivanje podataka sa memorije računara na memoriju grafičke kartice.
3. Pozivanje kernela i/ili procesorskog koda.
4. Prebacivanje podataka sa memorije grafičke kartice na memoriju računara.

Definisanje strimova se radi na sledeći način:

```
::brook::Stream<float> red(1,&im_size);
```

Listing 2. Definisanje strima

Klasa *Stream* služi za rukovanje podacima koje se nalaze na memoriji grafičke kartice. Ova klasa nam omogućava da definišemo kog su tipa podaci koje je potrebno prebaciti na memoriju grafičke kartice. U listingu 2. vidi se da su podaci tipa *float*. Prvi parametar koji se šalje konstruktoru jeste broj dimenzija strima. U ovom slučaju to je jednodimenzionalan strim podataka. Drugi parametar koji se šalje konstruktoru opisuje veličinu strima. U ovom slučaju promenljiva *im_size* predstavlja veličinu slike.

Prebacivanje podataka sa memorije računara na memoriju grafičke kartice se radi na sledeći način:

```
red.read(R);
```

Listing 3. Prebacivanje podataka na grafičku karticu

Metoda *read(R)*, klase *Stream*, prebacuje podatke iz niza R, tj. podatke iz kanala crvene boje, u promenljivu *red* koja je tipa *Stream*. Ovim postupkom se postiže prebacivanje podataka na memoriju grafičke kartice.

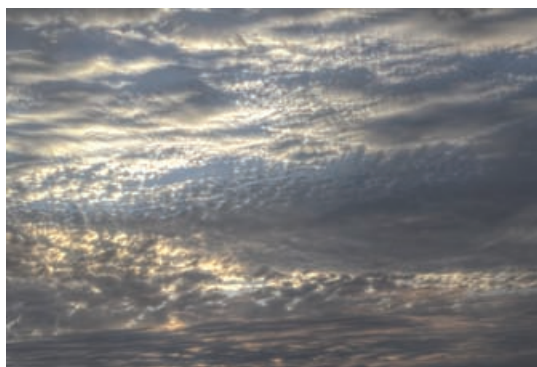
Pozivanje kernela se svodi na pokretanje funkcije koja izvršava. Prebacivanje podataka sa memorije grafičke kartice na memoriju računara se radi na sledeći način:

```
red.write(R);
```

Listing 4. Prebacivanje podataka na memoriju računara

Metoda *write(R)*, klase *Stream*, prebacuje podatke iz strima *red* u niz R koji je tipa *float*. Ovim postupkom se postiže prebacivanje podataka na memoriju računara.

Tokom testiranja ovog algoritma, korišćena je slika koja se vidi na slici 3. Ova slika je smanjena na veličine 6, 3, 0.7 i 0.04 megapiksela radi prikaza rada algoritma sa većom i manjom količinom podataka.

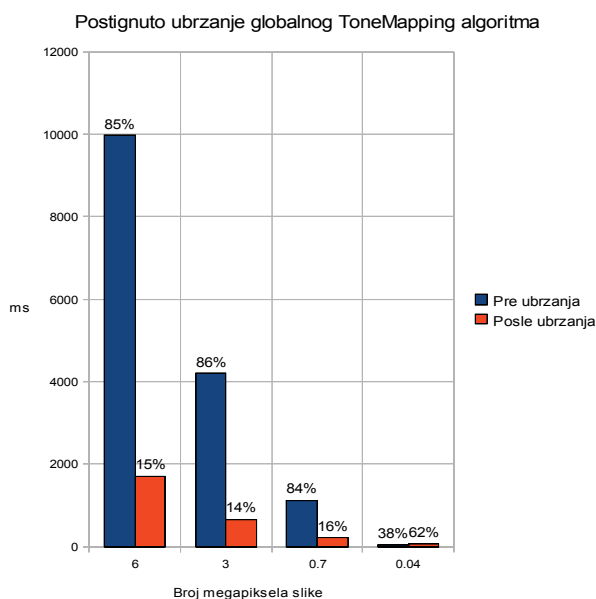


Slika 3. Slika koja je korišćena prilikom testiranja ToneMapping algoritama

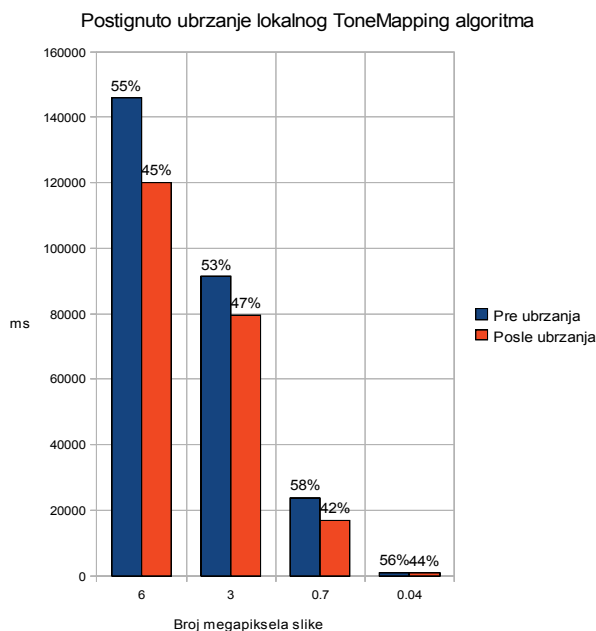
Za vreme izvršavanja specijalizovanog algoritma je usvojeno srednje vreme 5 uzastopnih vremena. Prilikom testiranja nije pokrenuta nijedna aplikacija osim aplikacije *QtPfsGUI*. Ovo je urađeno da ostali procesi ne bi zauzimali procesorsko vreme. Mora se napomenuti da prilikom prvog pokretanja algoritma, izvršavanje na grafičkoj kartici je bilo do 20% sporije nego ostala četiri puta. To se dešava zato što se kerneli tokom prvog puta izvršavanja keširaju na samoj grafičkoj kartici.

Na grafovima 1. i 2. prikazano je ubrzanje algoritama postignuto specijalizacijom. Na grafu je prikazano vreme

izvršavanja algoritma izraženo u milisekundama sa i bez specijalizacije. Kao primer za tonmapiranje je uzeta slika veličine 6, 3, 0.7 i 0.04 megapiksela.



Graf 1. Poređenje postignutog ubrzanja globalnog ToneMapping algoritma u odnosu na originalni kod



Graf 2. Poređenje postignutog ubrzanja lokalnog ToneMapping algoritma u odnosu na originalni kod

6. ZAKLJUČAK

HDR slike koriste se u filmskoj industriji i programima za 3D animaciju radi predstavljanja osvetljenja, boje i teksture realnog okruženja. Problem reprodukcije tonaliteta HDR slika je i dalje jedan od teških problema. Algoritam koji je baziran na fotoreceptorima je brz ali daje slike koje nemaju dovoljno finog kontrasta.

Algoritam koji je zasnovan na ljudskoj percepciji je kompleksan i stoga spor ali zato daje slike koje imaju puno sitnog kontrasta. Uspješno su specijalizovani ToneMapping algoritmi za grafičku karticu korišćenjem ATI Stream tehnologije. Ova tehnologija omogućuje da koristimo procesne jedinice grafičke kartice radi ubrzanja algoritama. Ubrzanje globalnog ToneMapping algoritma je dosta veliko dok ubrzanje lokalnog ToneMapping algoritma nije zanemarljivo. Programer treba da vodi računa o tome kada je poželjno specijalizovati algoritam za grafičku karticu u zavisnosti od količine podataka sa kojom algoritam obrađuje. Postoje razni algoritmi koji se ne mogu specijalizovati za grafičku karticu zbog same prirode algoritma. ATI Stream tehnologija je dosta ograničena sa stanovišta podrške nekih principa C programskog jezika kao što su strukture, pokazivači i rekurzije. Dalji pravci razvoja bi bili korišćenje OpenCL standarda, koji je u mnogome sličan tehnologiji nVidia CUDA, za ubrzanje algoritama. Ovaj jezik je razvijen da bi se premostila razlika tehnologija razvijenih od strane kompanije ATI i nVidia. Ovim jezikom se znatno komplikuje specijalizacija algoritama za grafičku karticu ali se, kao što je nVidia uradila sa svojom CUDA tehnologijom, ostavlja programeru da sam odlučuje o sitnim detaljima kao što je zauzimanje i oslobađanje memorije.

7. LITERATURA

- [1] Erik Reinhard, Kate Devlin: Dynamic Range Reduction inspired by Photoreceptor Physiology, 2005
- [2] Rafal Mantiuk, Karol Myszkowski, Hans-Peter Seidel: A Perceptual Framework for Contrast Processing of High Dynamic Range Images, 2005, Proc. of Second Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization
- [3] P. E. Debevec and J. Malik, "Recovering high dynamic range radiance maps from photographs," in SIGGRAPH 97 Conference Proceedings, ser. Annual Conference Series, August 1997, pp. 369–378.

Kratka biografija:



Dejan Berić rođen je u Osijeku 1985. god. Bsc rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2008.god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2009.god.

SMS TEHNOLOGIJA KAO SREDSTVO ZA OBAVEŠTAVANJE I INFORMISANJE U POSLOVNIM SISTEMIMA

SMS TECHNOLOGY AS A TOOL FOR REPORTING AND INFORMING IN BUSINESS SYSTEMS

Tijana Tadić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj rada jeste proučiti SMS tehnologiju kao sredstvo za obaveštavanje korisnika o stanju distribuiranog sistema u realnom vremenu. Slanje SMS poruka realizovano je u okviru DMS sistema za obaveštavanje korisnika o trenutnim opterećenjima elektroenergetskog sistema.

Abstract – The aim of this paper is to study SMS technology as an alerting mechanism in a real-time distributed system. Sending SMS message is implemented in the DMS system for reporting and informing users about the current charges of electro-energy system.

Ključne reči: SMS, CORBA, distribuirani sistemi.

1. UVOD

SMS je jedan od osnovnih donosioca prihoda u bežičnoj mreži. Mnogo inovativnih aplikacija je izgrađeno na SMS tehnologiji.

SMS poruke su asinhronone po svojoj prirodi, za razliku od telefonskog poziva koji je tipičan predstavnik sinhronone komunikacije. Informacije u SMS poruci ne gube na aktuelnosti u slučaju da poruka ne bude pročitana odmah po prijemu, dok kod telefonskog poziva nema razmene informacija ako komunikacija nije uspostavljena.

SMS tehnologija je prerasla originalnu namenu asinhronone komunikacije među korisnicima ove tehnologije i dobila još primena (obaveštenja klijenata banke o pristigloj uplati na račun, upotreba platne kartice, zahtev za trenutno stanje na račun, uplata kredita, itd.). Cilj rada je proučiti i iskoristiti mogućnosti SMS tehnologije u cilju razvoja SMS servisa distribuiranog sistema za izveštavanje o stanju sistema u realnom vremenu poštujući *soft deadline*, što znači da postoji vremenski interval unutar koga korisnik mora biti obavešten o promeni stanja sistema. Idejno rešenje je implementirano u DMS sistemu za obaveštavanje potrošača o trenutnim opterećenjima elektroenergetskog sistema, kako bi potrošači bili obavešteni o planiranim i neplaniranim isključenjima, odnosno učestvovali u slučajevima naglog opterećenja. Od ključnog značaja je da potrošači, na koje utiče promena stanja elektroenergetskog sistema, budu u što kraćem roku obavešteni putem SMS-a kako bi u slučajevima naglih opterećenja, isključivanjem velikih potrošača i smanjenjem potrošnje, predupredili moguće kvarove i nestanak električne energije.

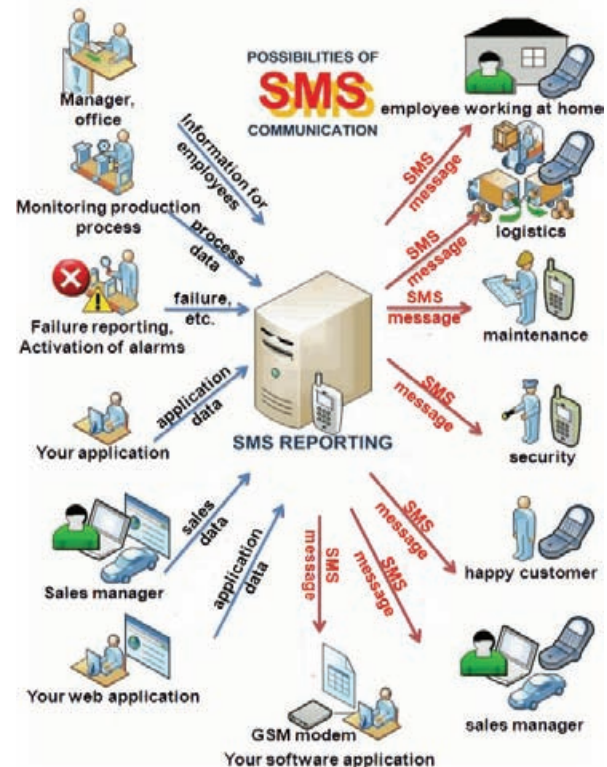
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, v.prof.

U drugom poglavlju opisane su moguće oblasti primene. Treće poglavlje opisuje softversku arhitekturu DMS sistema u cilju što boljeg razumevanja sistema i postavljanja osnove za modelovanje i razvoj SMS aplikacije. Četvrto poglavlje opisuje implementaciju SMS aplikacije za obaveštavanje potrošača. U petom poglavlju dat je zaključak sa smernicama za mogući nastavak rada.

2. PRIMENA SMS TEHNOLOGIJE

Oblast primene SMS tehnologije je široka, od obrazovnih i zdravstvenih ustanova, banaka, industrijskih postrojenja, elektrodistribucije i vodovoda, u oblasti saobraćaja, do aplikacija za lične potrebe korisnika. Slika 1. ilustruje neke od mogućih primena SMS-a, datih u nastavku.



Slika 1. *Primena SMS tehnologije*

Lične SMS poruke, na slici 1. (“your application“ i “your web application“). Pružanje informacija mobilnim korisnicima (vesti, vremenska prognoza, finansijski podaci, itd.), na slici 1. (“manager, office“). Praćenje toka isporuke robe i obaveštavanje zaposlenih o redosledu isporuke, na slici 1. (“monitoring production process“). SMS kao medij za transport bežično preuzetih podataka (melodije za dolazne pozive i poruke, muzika, video, atraktivne slike za skinsejver telefona, igrice itd), na slici 1. (“your application“ i “your web application“). SMS za isporuku

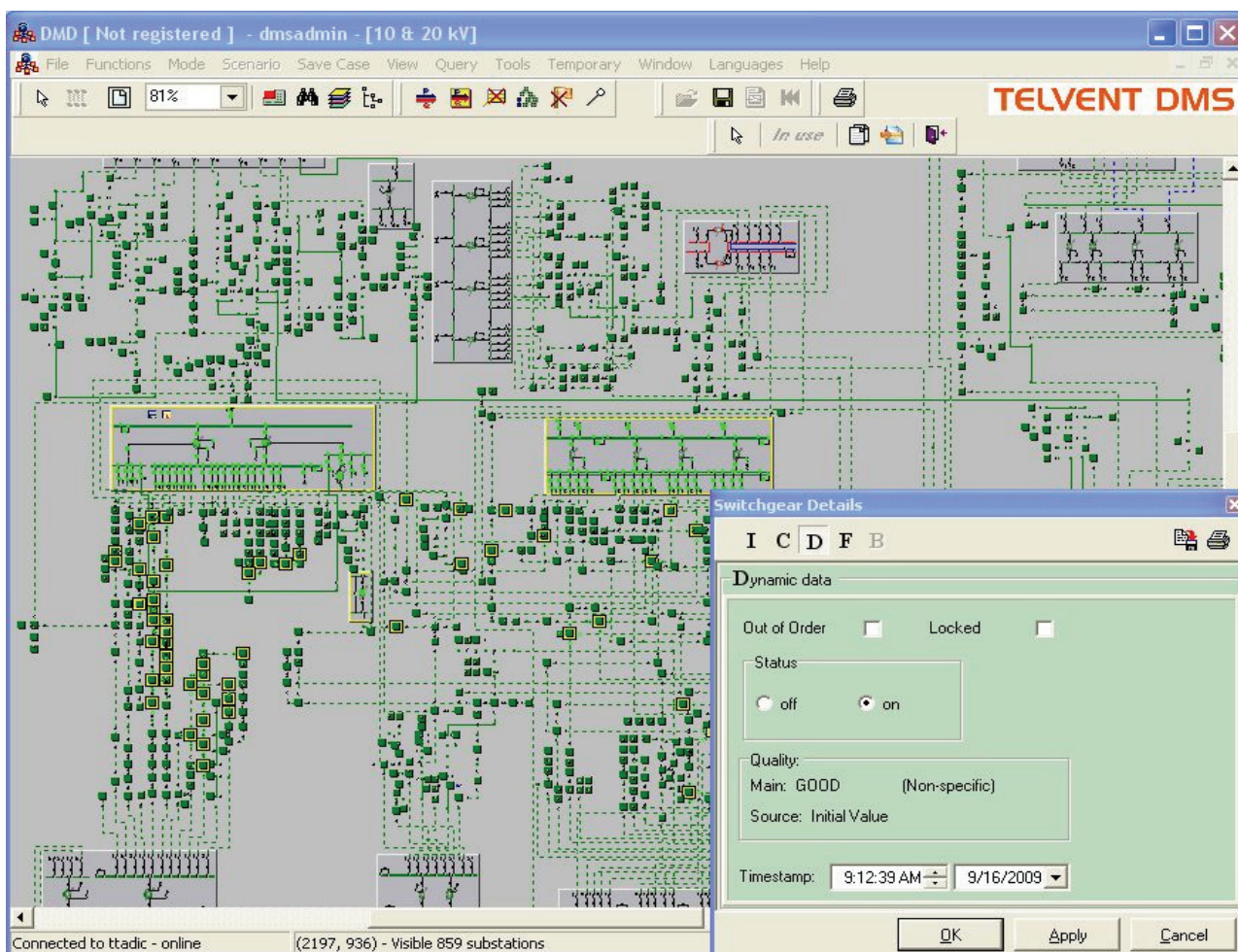
upozorenja i obaveštenja, na slici 1. (“failure reporting, activation of alarms“). SMS kao alat za marketing, na slici 1. (“sales manager“). SMS je veoma prikladna tehnika za monitoring pacijenata u sveprisutnom sistemu zdravstvene zaštite (*ubiquitous healthcare environment*) [1].

3. DMS SISTEM

Sa tačke gledišta DMS softvera podaci su podeljeni u dve kategorije: statički i dinamički. Topologija mreže opisana je statičkim podacima, a dinamičkim, stanje mreže. DMS je sistem sa troslojnom arhitekturom: podsistem za integraciju sa korisnikom, podsistem za implementaciju osnovnih funkcija sistema, koga čine sistemski i aplikativni sloj, i podsistem za rukovanje podacima. Sloj koji služi za integraciju DMS sistema sa SCADA-om je usko povezan sa slojevima koji čine arhitekturu DMS sistema.

rezultate proračuna.

Dynamic Mimic Diagram (DMD) – GUI aplikacija koja obezbeđuje upravljanje mrežom, startovanje DMS Analytical Functions System i prezentovanje njegovih rezultata, pristup bazi podataka i pregled elemenata mreže, čije je okruženje veoma blisko korisnicima. Takođe, obezbeđuje korisnički interfejs za nadgledanje sistema i aplikaciju za upravljanje elektrodistributivnom mrežom (EMS). DMD pruža krajnjem korisniku: šematski prikaz, geografski prikaz, prikaz željenog skupa informacija, modifikaciju određenog skupa podataka, izdavanje i kontrolu komandi ako je povezan sa SCADA sistemom srednjim stepenom integracije. Na slici 2. vidi se DMD prikaz jednog dela elektrodistributivne mreže. Velikim pravougaonicima predstavljene su velike trafostanice, zelenim kvadratićima male trafostanice, a isprekidanim zelenim linijama su predstavljene sekcije, odnosno



Slika 2. DMD – Detalji prekidača

Alarms&Events Server (A&E) – server aplikativnog sloja za obaveštavanje krajnjih korisnika o prijavljenim alarmima i događajima u DMS sistemu ili eksterne SCADA-e.

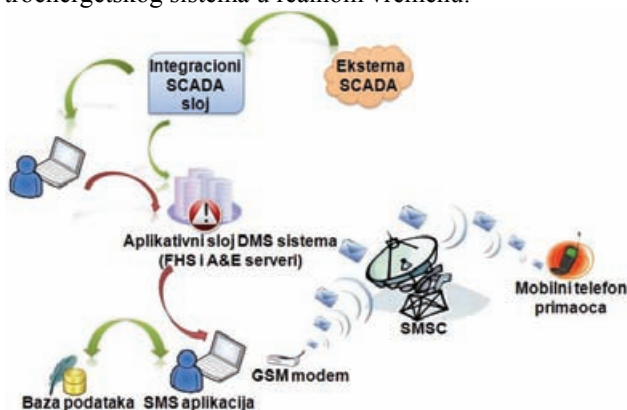
Function Host (FHS) – server aplikativnog sloja za izvršavanje elektroenergetskih proračuna distributivne mreže na osnovu statičkih (podaci dobijeni od *Actual Referent Model* servera ili iz šeme) i dinamičkih podataka (vrednosti dobijene od *Data Acces Server* servera). U zavisnosti od proračuna FHS prijavljuje alarme ili događaje A&E serveru. FHS takođe može da eksportuje

veze između njih. DMD omogućava, detaljnije poglede trafostanica, prekidača, transformatora i drugih elemenata mreže. Omogućava praćenje vrednosti struje, napona i drugih vrednosti značajnih za pravilno funkcionisanje mreže. Grafički prikaz pruža i informaciju iz koje velike trafostanice se mala trafostanica trenutno napaja i da li je neka od trafostanica trenutno bez napajanja. Slika 2. prikazuje detalje prekidača. Prekidač je moguće otvoriti što za posledicu ima da neka od trafostanica ostane bez napajanja, ako nema mogućnost napajanja iz druge velike trafostanice, što dovodi do poremećaja u radu elektrodistributivne mreže. Sve uočene nepravilnosti u

radu elektrodistributivne mreže se u vidu alarma i događaja prijavljuju A&E serveru od strane DMS servera. Dinamički podaci elektrodistributivne mreže se svakog trena menjaju, što znatno otežava prikupljanje podataka iz veoma složenog distribuiranog sistema. Svaka promena stanja sistema ima potrebu da krajnji potrošači na koje promena stanja utiče o tome budu obavešteni u što kraćem vremenskom periodu.

4. IMPLEMENTACIJA SMS APLIKACIJE

Slika 3. predstavlja arhitekturu sistema za SMS obaveštavanje krajnjih potrošača o trenutnim opterećenjima elektroenergetskog sistema u realnom vremenu.



Slika 3. Arhitektura sistema za SMS obaveštavanje

Pored komponenti DMS sistema prikazane na slici 3. (integracioni SCADA sloj, klijentski i aplikativni sloj), izmodelovana je SMS baza podataka koja čuva osnovne podatke potrošača i povezuje ih sa elementima DMS sistema, takođe prikazana na slici 3. U cilju obaveštavanja potrošača o stanju elektrodistributivnog sistema putem SMS-a implementirana je SMS aplikacija, prikazana na slici 3.

4.1. Model baze podataka

Model baze podataka ukupno sadrži šesnaest tabela (velike i male trafostanice, transformatori i busbar-ovi u velikim i malim trafostanicama, regioni kojima trafostanice pripadaju, ulice u naseljenom mestu, krajnji potrošači, informacije u kojoj ulici, naseljenom mestu i državi potrošači žive i iz koje trafostanice se napajaju električnom energijom). Da bi se ostvarila veza između potrošača i DMS sistema, odnosno elektrodistributivne mreže, urađena je migracija podataka iz DMS baze u SMS bazu. Podaci, koje je potrebno preuzeti iz DMS baze podataka, su statički i opisuju topologiju elektrodistributivne mreže. Dinamički podaci, na osnovu kojih se računa stanje sistema o kome je potrebno obavestiti potrošače u realnom vremenu, se ne preuzimaju. Za modelovanje korišćen je softverski paket *PowerDesigner*. U realizaciji je korišćena SQLite baza podataka.

4.2. SMS aplikacija

SMS aplikacija pruža podršku za prikaz svih tabela iz SMS baze podataka, unos novih slogova, izmenu postojećih, brisanje i pretragu tabela.

U SMS aplikaciju je integrisana SMSLib biblioteka koja pruža podršku za komunikaciju sa GSM modemom i slanje SMS poruka. Da bi slanje poruka bilo moguće neophodno je pre podizanja aplikacije podići DMS

servere i povezati GSM modem i računar na kome će SMS aplikacija biti pokrenuta. Prilikom pokretanja aplikacije, pre inicijalizacije formi, pokreće se SMS servis i inicijalizuje gateway GSM modema.

Pre inicijalizacije formi takođe je neophodno ostvariti komunikaciju sa A&E serverom i realizovati *callback* mehanizam. Način ostvarivanja komunikacije CORBA tehnologijom između SMS aplikacije napisane u Javi i A&E servera napisanog u C++ programskom jeziku objašnjen je u poglavlju 4.2.1.

SMSLib biblioteka ima podršku za formiranje grupa. Formirana grupa omogućava slanje SMS poruke svim potrošačima čiji su brojevi telefona dodati u grupu, a čiji se naziv prosleđuje pri slanju željene SMS poruke. Ovo obezbeđuje brže izvršavanje aplikacije, jer se umesto izvršavanja komplikovanog upita nad bazom podataka u cilju pronalazanja brojeva telefona potrošača kojima SMS poruku treba poslati svaki put po prijavljuvanju alarma, metodi za slanje SMS poruke prosleđuje naziv grupe. Međutim, kada se SMS servis spusti podaci o kreiranim grupama i članovima grupa se gube. Zbog toga je neophodno, pre pokretanja aplikacije, a nakon pokretanja SMS servisa, kreirati grupe i napuniti ih brojevima telefona potrošača koji pripadaju toj grupi.

Pri kreiranju grupe, naziv grupe je šifra velike ili male trafostanice i ima onoliko grupa koliko ima velikih i malih trafostanica. Grupu je neophodno povezati sa potrošačima na koje direktno utiče kvar ili preopterećenje trafostanice čija se šifra poklapa sa nazivom grupe. Postupak kreiranja grupa i povezivanja brojeva telefona potrošača i grupa se radi samo jednom, pri podizanju aplikacije.

SMS aplikacija prijavljene alarme filtrira i obrađuje samo one koje prijavljuje FHS server A&E serveru. Po prijavljuvanju alarma pronalaze se korisnici na koje direktno utiču promene u elektrodistributivnoj mreži i obaveštavaju putem SMS poruka o nestanku električne energije, vremenu trajanja isključenja, preopterećenjima elektroenergetskog sistema i mole se za racionalno korišćenje električne energije. Iz DMD, korisničke aplikacije, inicira se prijava alarma A&E serveru i slanje obaveštenja SMS aplikaciji o prijavljenom alarmu.

Prilikom spuštanja SMS aplikacije, neophodno je osloboditi zauzete resurse: zaustaviti pokrenuti SMS servis, nakon čega slanje SMS poruka nije moguće, i uraditi *logout* sa A&S.

4.2.1. Komunikacija SMS aplikacije i A&E servera - callback mehanizam

U DMS softveru postoje napisani IDL interfejsi serverskih objekata kojima klijenti mogu da pristupe. Alatom iz SDK paketa, *idlj*, izgenerisani su Java interfejsi i stub klase. Komanda *idlj* pozvana je sa parametrom *felient* i izgenerisane su klijentske klase Stub, Helper i Holder za sve IDL-ove DMS sistema.

ORB korišćen za komunikaciju na serverskoj strani je *omniORB*, a na klijentskoj *orbd* (deo SDK paketa). *Naming Servis* korišćen za registrovanje servant objekata je *omniNames*. Registrovani objekti su organizovani u stablo, nalik direktorijumima i datotekama.

Da bi callback mehanizam bio uspostavljen neophodno je napisati implementaciju Servanta i registrovati ga kod A&E servera. Metoda *onNewAlarm* Servanta će biti pozvana svaki put, od strane A&E servera, kada mu neki od servera DMS sistema prijavi alarm. Metoda Servanta *onNewAlarm* prima opis i ID elementa DMS sistema na kome se alarm desio. Ako prijavljeni alarm utiče na krajnje potrošače, pronalaze se potrošači na koje prijavljeni alarm direktno utiče i poziva metoda za slanje SMS poruke.

4.3. Sinhronizacija SMS aplikacije i SMSLib biblioteke

Unos. Kreiranje nove grupe, što SMSLib biblioteka podržava, poziva se svaki put prilikom dodavanja nove velike ili male trafostanice. Za naziv grupe se prosleđuje šifra trafostanice. Dodavanje novog broja telefona u SMSLib grupu se poziva svaki put prilikom dodavanja velikog ili malog potrošača i **to samo ako potrošač želi obaveštenje putem SMS poruke.**

Izmena. Ako potrošač nije želeo da bude obavešten putem SMS poruka, a zatim pri izmeni podataka želi da dobija obaveštenja, neophodno je pozvati metodu za dodavanje novog broja telefona u SMSLib grupu. Naziv grupe je jednak šifri male ili velike trafostanice u zavisnosti da li je reč o velikom ili malom potrošaču. Ako je potrošač primao obaveštenja putem SMS poruka i pri izmeni podataka više ne želi, neophodno je pozvati metodu za brisanje broja telefona iz SMSLib grupe. Ako je potrošač primao obaveštenja putem SMS poruka i želi da koristi i dalje tu uslugu, neophodno je pozvati metodu za izmenu broja telefona u SMSLib grupi. Moguće je nekoliko slučajeva: 1) Ako broj telefona potrošača i ulica u kojoj živi nisu promenjeni u SMSLib grupi nije potrebno ništa menjati. 2) Ako je adresa potrošača promenjena, bez obzira na broj telefona, potrošača je potrebno izbrisati iz SMSLib grupe kojoj je do tada pripadao i ubaciti u SMSLib grupu čiji je naziv jednak šifri male ili velike trafostanice u zavisnosti da li je reč o velikom ili malom potrošaču, a broj telefona koji treba dodati u grupu je trenutni kontakt telefon potrošača. 3) Ako adresa potrošača nije promenjena, ali broj telefona jeste, potrošač treba da ostane u istoj SMSLib grupi, ali kontakt telefon treba izmeniti. SMSLib biblioteka ne nudi metodu za izmenu broja telefona u okviru grupe. Neophodno je prvo izbrisati broj telefona iz određene grupe i zatim u istu grupu dodati drugi kontakt telefon potrošača.

Brisanje. Prilikom brisanja velikog ili malog potrošača, neophodno je kontakt telefon potrošača izbrisati iz SMSLib grupe. Prilikom brisanja velike ili male trafostanice, neophodno je izbrisati SMSLib grupu čiji je naziv jednak šifri trafostanice koja se briše.

4.3. SMS poruke

Sadržaj SMS poruka koje se šalju krajnjim potrošačima je moguće konfigurisati. One se čuvaju u XML fajlu. Po prijavi alarma a pre slanja poruke, tekst poruke se u zavisnosti od tipa prijavljenog alarma učitava iz XML-a. Na slici 4. prikazana je primljena SMS poruka na mobilnom telefonu potrošača u slučaju preopterećenja mreže.



Slika 4. SMS poruka u slučaju preopterećenja mreže

5. ZAKLJUČAK

U radu su date smernice za razvoj SMS aplikacije. Veza sa SMS centrom ostvarena je putem GSM bežičnog modema. Neka od mogućih unapređenja rešenja su: uvođenje većeg broja GSM modema, implementacija izveštaja o isporuci i dvosmerne komunikacije, tehnologija MMS-a i uspostavljanje komunikacije između potrošača i automata. Pre primene rešenja koje nudi SMS aplikacija neophodno je analizirati zahteve sistema i kupca i na osnovu toga odlučiti se za arhitekturu koja će najbolje podržati postavljene zahteve.

6. LITERATURA

- [1] Dragan Ivetić, Dinu Dragan, "JPEG2000 Aims To Make Medical Image Ubiquitous", In Press, Egyptian Computer Science Journal, Vol. 31 (5), ISSN 1110-2586, sept. 2009.
- [2] B. Milosavljević, M. Vidaković, "Java i internet programiranje", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2002.
- [3] "SMS Library for the Java platform", http://code.google.com/p/smslib/wiki/Documentation_Index?tm=6
- [4] "Short Message Service/SMS Tutorial", <http://www.developershome.com/sms/>

Kratka biografija:

Tijana Tadić rođena je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranila je 2009.god.

REALIZACIJA KONTROLE SENZORA UBRZANJA NA MOBILNOM TERMINALU

Milovan Vidović, Fakultet tehničkih nauka, milovan.vidovic@rt-rk.com
Dragan Trifunović, Fakultet tehničkih nauka, dragan.trifunovic@rt-rk.com
Miodrag Temerinac, Fakultet tehničkih nauka, miodrag.temerinac@rt-rk.com

Sadržaj — U ovom radu su prikazane mogućnosti primene senzora ubrzanja u aplikacijama koje rade u realnom vremenu. Krajnja ideja je da se na osnovu pomeranja senzora omogući upravljanje. Kao primer upravljanja se podrazumeva kretanje objekta kroz lavirint na ekranu emulatora mobilnog telefona. Kretanje objekta u lavirintu je u direktnoj vezi sa pomeranjem senzora.

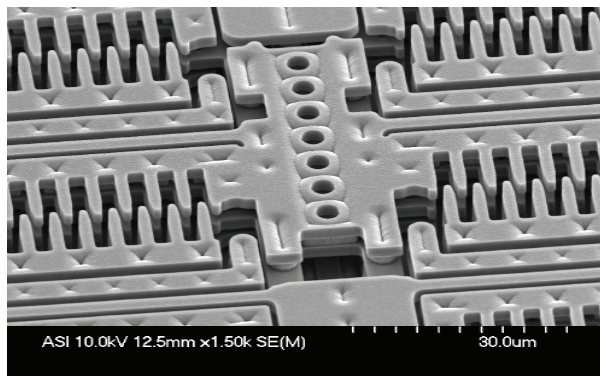
1. UVOD

Mikromašinski inercijalni senzori, uključujući akcelerometre i žiroskope, su jedni od najvažnijih silicijumskih senzora. Mikroelektromehanički sistem je tehnologija veoma malih sklopova čije su komponente dimenzija merenih mikrometrima. Celokupna mikrostruktura je smeštena na jedan kristal silicijuma, što rezultuje malom masom i dobrim mehaničkim svojstvima. Jedna od mogućnosti primene je i ovde predstavljena realizacija. Ideja je da se korišćenjem razvojne ploče sa akcelerometrom [1] razvije kontrola objekta na mobilnom terminalu. Realizovani program treba da očitava vrednosti senzora i da očitavanja pretvori u odgovarajuće komande, u ovom slučaju pomeraj objekta u lavirintu.

2. OPIS

2.1 Akcelerometar

Akcelerometar je uređaj za merenje ubrzanja i gravitacije [2]. Na slici 1 je prikazana unutrašnjost akcelerometra. Jedno i više-osni modeli se koriste za otkrivanje veličine i smera ubrzanja kao vektora kvantiteta. Akcelerometar se može koristiti kao senzor vibracija i udara. Oni su sve više prisutni u prenosnim elektronskim uređajima. Akcelerometar meri ubrzanje i gravitaciju. Obe veličine su obično izražene kao *SI* jedinice ili popularno u smislu *G* sile. Moderni akcelerometri su često mali elektromehanički sistemi (engl. *Micro Electro-Mechanical System - MEMS*). Akcelerometar se može koristiti za merenje vibracija na automobilu, industrijskim mašinama, zgradama, sistemima za kontrolu procesa i kontrolu sigurnosnih instalacija. Takođe se mogu koristiti za merenje seizmičkih aktivnosti, vibracija mašina, dinamičku udaljenost i brzinu sa ili bez uticaja gravitacije.



Slika 1. Unutrašnjost akcelerometra

Akcelerometri se sve više uključuju u personalne elektronske uređaje kao što su fizičke arhitekture za puštanje multimedijalnog sadržaja, igre, ili koračni brojači. Mobilni i digitalni uređaji (kao što je *HTC Touch Diamond*, *Apple's iPhone*, *iPod* i *Touch Nokia N95*) sadrže akcelerometar. *Apple* prenosivi računari od 2005 godine, koriste jedan akcelerometar poznat kao *Sudden Motion Sensor*, koji se koristi kako bi zaštitio tvrdi disk u slučaju udara. U igračkim kontrolerima kao što je *Wii Remote* akcelerometri mogu pružiti realniju igru. *Sony Ericsson W910i* ima tro-osne akcelerometre koji se mogu koristiti u igrama i poznatu osobinu 'kontrola vibriranja' prilikom promene pesme.

2.2 Windows Mobile 6 Standard

Windows Mobile 6 je verzija *Windows Mobile* platforme realizovane februara 2007. godine. Dolazi u tri različite verzije:

- *Windows Mobile 6 Standard* za telefone bez ekrana osetljivog na dodir,
- *Windows Mobile 6 Professional* i
- *Windows Mobile 6 Classic*.

Windows Mobile 6 je razvijen da bude sličan po izgledu sa *Windows Vista* operativnim sistemom [3].

2.3 Komunikacija između senzora i emulatora

Kao vid komunikacije između senzora i emulatora korišćen je mrežni protokol. To je standardna klijent poslužilac arhitektura ostvarena preko *TCP/IP* mrežnog protokola. *TCP* veza između senzora i emulatora je potrebna zato što se mobilni uređaj povezan preko *USB*-a na računar, ponaša kao *USB* prateći, a ne kao *USB* vodeći.

NAPOMENA:

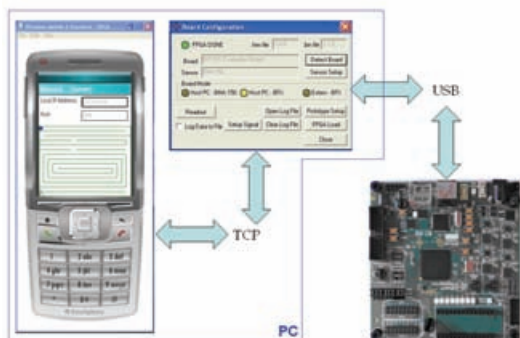
- a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Milovana Vidovića. Mentor je bio prof.dr Nikola Teslić.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2009.

3. OPIS ARHITEKTURE

Na slici 2 je prikazan pogled na celokupan realizovani sistem. Sistem se sastoji od razvojne ploče sa akcelerometrom koja je preko *USB* veze povezana sa računaru. Sledeća u nizu je *Board Config* aplikacija na računaru koja čita vrednosti sa senzora i šalje ih preko *TCP* veze na emulator mobilnog telefona koji je na slici 2 na levoj strani. Iz analize problema nameće se sledeći koncept. Potrebno je podatke, koji predstavljaju ubrzanje senzora slati preko *TCP* veze. Dakle, predajna strana se ponaša kao *TCP* klijent koji šalje tri broja za ubrzanja u odnosu na X, Y i Z ose. Problemi konfigurisanja razvojne ploče, *USB* veze između ploče i računara i očitavanja senzora su rešeni postojećom aplikacijom *BoardConfig*.

Što se tiče prijemne strane potrebno je omogućiti da se emulator ponaša kao *TCP* poslužilac, odnosno kao uređaj na mreži. Korišćen je *Windows Mobile 6 Standard Emulator QVGA*. Emulator je potrebno instalirati, na *Microsoft* internet strani postoji besplatna verzija [4]. Emulator se integriše u *Visual Studio 2005* okruženje, samo je prilikom razvoja aplikacije potrebno podesiti *Windows Mobile 6 Standard* platformu na kojoj će se aplikacija izvršavati. Da bi se ostvarilo da se emulator ponaša kao *TCP* poslužilac potrebno je instalirati *Virtual Machine Network Driver*. On omogućava operativnom sistemu emulatorskog uređaja (dalje emulator) da emulira sopstvenu mrežnu konekciju. Zato što je fizička mrežna sprega na računaru domaćinu, sada virtuelizovana, postoji način da dobijemo dve IP adrese, jedna za računar domaćin, a druga za operativni sistem koji je na emulatoru.

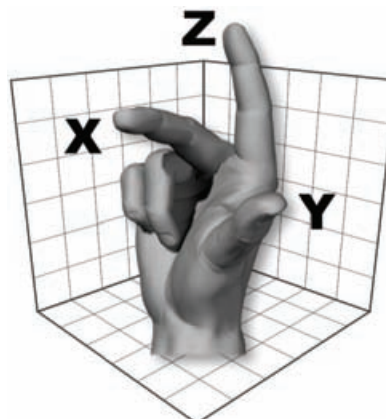
Dakle zaključak je da *Virtual Machine Network Driver* omogućava vezu emulatora i računara preko *TCP* –a ili *UDP*-a i predstavlja alternativu standardnim “*Activesync over DMA*” rešenjima, koja su skromnijih mogućnosti (kao jedan primer, *UDP* nije podržan).



Slika 2 . Prikaz realizovanog sistema

4. MATEMATIČKI MODEL

Očitani podaci sa senzora predstavljaju vrednosti ubrzanja po osama x i y. Na slici 3 su prikazane ose kretanja senzora. Ubrzanje po osi z je zanemareno zato što je prikaz kretanja loptice u lavirintu dvodimenzionalan, ali u opštem slučaju se može koristiti.



Slika 3. Ose kretanja senzora

Kako su očitani podaci vrednosti ubrzanja, potrebno je iste pretvoriti u pomeraj. Ovde su iskorišćeni standardni fizički izrazi.

Najpre se izračunava brzina pomoću izraza (1). Veličina *a* su vrednosti koje se dobijaju sa senzora, dok je *t* vreme između dva očitavanja senzora.

$$V = a * t \quad (1)$$

Pomoću dobijene brzine se izračunava pomeraj *s* izrazom (2) :

$$S = V * t \quad (2)$$

Naravno, dobijene vrednosti je trebalo prilagoditi uslovima u kojima se aplikacija izvršava. Zbog relativno male rezolucije ekrana potrebno je umanjiti vrednosti brzine i pomeraja za konstantne parametre *alfa* i *beta*. Pošto je vreme slanja novo očitanih vrednosti ubrzanja takodje konstantno (u najvećem broju slučajeva), onda se ono i parametar za umanjjenje mogu objediniti u jedan konstantan parametar čija je vrednost utvrđena empirijski. Da bi se postigao efekat inercije kretanja loptice brzina je predstavljena kao akumulativna suma.

Konačni izgled izraza za brzinu (3) i za pomeraj (4) je sledeći:

$$V += V * \textit{alfa} \quad (3)$$

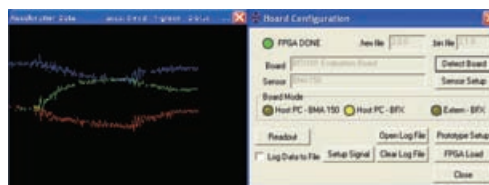
$$S += S * \textit{beta} \quad (4)$$

5. REŠENJE

5.1 Predajna strana

Kao što je već napomenuto, *BoardConfig*, slika 4, aplikacija ima u potpunosti realizovan sistem konfiguracije ploče, *USB* veze, kao i sistem očitavanja podataka sa senzora. Funkcionalnost koja je dodata u postojeću aplikaciju je da se ista ponaša kao *TCP* klijent odnosno da očitane podatke senzora šalje preko *TCP* protokola na prijemnu stranu.

Aplikacija *BoardConfig* ima implementirano grafičko iscrtavanje promene položaja senzora.



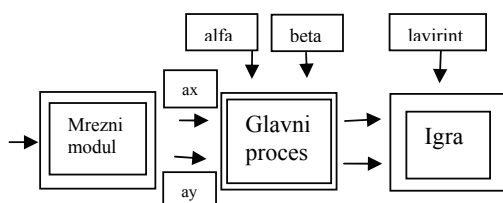
Slika 4. *BoardConfig* aplikacija

Podaci za slanje su organizovani u obliku strukture koja se objedinjena šalje preko mreže.

Naime, struktura sadrži dva celobrojna broja od kojih prvi predstavlja pomeraj po x-osi, a drugi po y-osi. Pomeraj po trećoj dimenzije je zanemaren iz razloga nemogućnosti prikazivanja treće dimenzije prilikom krajnje akcije, odnosno kretanja loptice na ekranu mobilnog telefona. Što se tiče podešavanja osobina senzora potrebno je zadati opseg vrednosti 8G, odnosno da su brojevi koji se šalju kao prikaz položaja senzora kreću u opsegu od -20 do 20 po osama x i y. Ovde je potrebno napomenuti da se program klijent pokreće tek po pokretanju programa poslužioca, odnosno emulatora.

5.2 Prijemna strana

Slika 5 prikazuje programsku arhitekturu prijemne strane:



Slika 5. Programska arhitektura prijemne strane

Gledano s leva na desno, na slici je prikazan mrežni modul koji podatke o ubrzanju ax i ay šalje glavnom procesu koji na osnovu formule i parametara $alfa$ i $beta$ računa pomeraje. U bloku igra se izračunavaju dozvoljeni parametri i sve se to prikazuje u korisničkom okruženju odnosno ekranu emulatora. Prijemna strana objedinjuje nekoliko funkcija. Globalni pogled na prijemnik govori da se najpre ostvaruje TCP veza, a potom se objekat pomera u zavisnosti od podataka primljenih od strane predajnika. Objekat se pomera samo po dozvoljenim pozicijama, tj. tamo gde nema prepreka. Celokupan lavirint prestavlja matricu nula i jedinica na mestima koja predstavljaju prepreku, slika 6.

1	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	0	1	0

Slika 6. Matrica, i odgovarajući lavirint

Dakle, pomeranje objekta je moguće samo ukoliko se u matrici na toj novoj poziciji ne nalazi jedinica. Na ekranu emulatora se pored lavirinta i objekta nalaze i dva polja koji sadrže IP adresu i port preko kojih se ostvaruje TCP veza.



Slika 7. Igra pokrenuta na emulatoru

6. ZAKLJUČAK

U hijerarhiji razvoja aplikacije nedostaje poslednji korak, a to je da se aplikacija prenese na pravi mobilni uređaj. U tom slučaju mobilni uređaj treba da poseduje akcelerometar, a mogla bi da se izbegne TCP veza, tj. aplikacija koja očitava akcelerometar i ona koja predstavlja lavirint bi mogle biti jedinstvene. Ukoliko se želi da se ostavi senzor koji je povezan sa računarom, moguća veza bi se mogla ostvariti i bežično. Naravno, mobilni uređaj bi morao da poseduje mogućnost bežične veze. Dalja poboljšanja na aplikaciji bi mogla da budu u pogledu na lavirint. Naime, mogao bi da se prikazuje samo deo lavirinta na ekranu, a da se, kada bi loptica došla do ivice lavirinta, prikazuje postepeno i ostatak lavirinta. Ovim bi se igra otežala, odnosno korisnik ne bi u prvom trenutku uspeo da sagleda ceo lavirint, a pri tome bi samo igranje bilo i zanimljivije.

Napomena: Ovaj rad je delom finansiran od Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, projekat 11005 od 2008. godine.

LITERATURA

- [1] <http://www.bosch-sensortec.com/content/language1/html/3474.htm>
- [2] http://www.sensorsportal.com/HTML/DIGEST/february_07/Accelerometer_SMB380.htm
- [3] <http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?familyid=06111A3A-A651-4745-88EF-3D48091A390B&displaylang=en#Overview>
- [4] <http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyID=dc8332d6-565f-4a57-be8c-1d4718d3af65&displaylang=en>

Abstract - This paper presents possibilities of acceleration sensor control in applications which are running in real time. Main idea is object moving control on display of Mobile Phone Emulator.

A ONE SOLUTION FOR ACCELEROMETER ON MOBILE TERMINAL

Milovan Vidović, Dragan Trifunović, Miodrag Temerinac

KONTROLA UREĐAJA SA MOBILNOG TELEFONA PREKO PROFILA UREĐAJA ZA WEB USLUGE

Dušan Živkov, *Katedra za računarske komunikacije, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Dusan.Zivkov@rt-rk.com*

Petar Jovanović, *RT-RK, Sistemi zasnovani na računarima, Novi Sad, Petar.Jovanovic@rt-rk.com*

Miroslav Popović, *Katedra za računarsku tehniku, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Miroslav.Popovic@rt-rk.com*

Slavko Svirčević, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Slavko.Svircevic@rt-rk.com*

Sadržaj – Cilj ovog rada je da ispita i demonstrira mogućnosti koje nudi implemetacija profila uređaja za web usluge. Rad procenjuje primenu ovih profila u sprezi sa mobilnim telefonima, te kroz iskustvo primene ovih profila na konkretan sistem upravljanja rasvetom i demonstrira prednosti ovako spregnutih sistema.

1. UVOD

Termin Web usluge u osnovi označava skup protokola koji omogućavaju automatsku komunikaciju između programa. Široka primena ovih standarda samo potvrđuje njihovu efikasnost i pouzdanost. Glavna oblast primene Web usluga je za komunikaciju programa preko složenih poslovnih mreža i Interneta. Vremenom se uvidelo da Web usluge mogu da dobiju i širu primenu. Jedan od primera jeste profil uređaja za Web usluge, poznatiji kao DPWS (Device Profile for Web Services). DPWS specifikacije objavljene su od strane Microsoft-a, sa svojim partnerima Intel, Lexmark i Ricoh. Ideja se svodi na to da se primenom već postojećih mehanizama, koje obuhvataju Web usluge, proširi njihova primenljivost tako da mogu da se koriste za komunikaciju sa uređajima preko mreže. Osnovni cilj uvođenja ovih specifikacija je da se smanji složenost i vreme potrebno da se novi uređaji priključe na mrežu. Prednost koju pruža DPWS u odnosu na konkurentna rešenja je ta što oslanjajući se na Web usluge omogućava primenljivost u velikim korporativnim okruženjima i u malim kućnim mrežama. Ova osobina u suštini omogućava primenljivost DPWS specifikacija u automatizaciji industrijskih procesa, kao i u realizaciji kućnih sistema (pametne kuće). Još jedna prednost primene protokola Web usluga jeste što su široko podržani u brojnim programskim jezicima (C++, C, JAVA, C#,..).

Princip koji se želi uvesti pomoću DPWS sprege se najjednostavnije može objasniti na primeru mrežnog štampača. Prema DPWS specifikacijama, korisnik bi trebao samo da priključi štampač na mrežu, nakon toga štampač obaveštava sve uređaje na mreži da je od sada prisutan. Ovu poruku primaju svi računari u mreži (kućnoj ili poslovnoj) i on postaje dostupan za korišćenje (jasno je da se smanjuje potreba za složenim podešavanjima od strane administratora mreže). Drugi primer je kada se na mrežu, u kojoj je već prisutan mrežni štampač, priključi novi uređaj sa kojeg je potrebno odštampati dokumenta (npr. mobilni telefon). Mobilni telefon šalje poruku u kojoj zahteva štampač, na ovu poruku mu mrežni štampač odgovara i mobilni telefon je spreman da pristupi njegovim uslugama (štampanju).

Jedna od tehnologija koja se postavlja kao konkurentna DPWS specifikacijama je UPnP (Universal Plug and Play) standard. DPWS se nameće kao bolje rešenje iz nekoliko razloga: koristi isti skup protokola za lokalnu komunikaciju kao i za komunikaciju preko Interneta, pruža bogatiju mogućnost opisivanja uređaja i definisanja tipova podataka, a

najveća prednost DPWS specifikacija se ogleda u mogućnosti korišćenja standardnih sigurnosnih protokola koje obuhvataju Web usluge.

2. DEVICE PROFILE FOR WEB SERVICES (DPWS)

DPWS predstavlja skup implemetacionih smernica koje omogućavaju sigurnu razmenu poruka, otkrivanje, opisivanje i obaveštavanje između uređaja preko protokola koje koriste Web usluge. Da bi se razmenjivale poruke, DPWS se oslanja na pouzdane i standardne mehanizme kao što su SOAP (Simple Object Access Protocol), WS-Addressing (Web Services-Addressing) i MTOM/XOP (Message Transmission Optimization Mechanism/ XML binary Optimized Packing). Pored ovoga, važno je naglasiti da DPWS podržava SOAP-over-HTTP i SOAP-over-UDP specifikacije.

Jedan od najvažnijih delova DPWS specifikacija jeste mehanizam pronalaženja uređaja na mreži koji se zasniva na WS-Discovery specifikacijama. Postoje dva modela realizacije otkrivanja DPWS uređaja na mreži. Prva metoda je ad hoc koja funkcioniše na principu grupnog slanja (multicast) obaveštenja svima na mreži kada se novi uređaj priključi na mrežu i grupnog slanja zahteva za nekim uređajem svim tačkama na mreži (Sl. 1). Ova metoda je pogodna za manje (kućne) mreže zbog jednostavnije realizacije.



Sl. 1. Model ad hoc otkrivanja uređaja

Drugi model koji se primenjuje zasniva se na primeni posrednika. Ova metoda je pogodnija za veća poslovna okruženja (mreže) zbog dva nedostatka prethodne metode, a to su ograničenosti grupnog slanja na mreži i zagušenje mreže slanjem zahteva na sve tačke u mreži. Metoda sa posrednikom se oslanja na ideju da se pronalaženje uređaja (usluga) odvija preko posrednika, a ne grupnim slanjem zahteva (Sl. 2). Takođe novi uređaji na mreži ne objavljuju svoje pojavljivanje grupnim slanjem obaveštenja već samo slanjem obaveštenja posredniku.

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Dušana Živkova. Mentor je bio prof.dr Nikola Teslić.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Zrnjačka Banja, juni 2009.



Sl. 2. Model otkrivanja uređaja pomoću posrednika

DPWS specifikacije se oslanjaju na još nekoliko elemenata iz skupa protokola koje obuhvataju Web usluge. Za definisanje metapodataka (opisi usluga, uređaja, dodatnih informacija) se koristi WS-MEX (Web Services-Metadata EXchange), WS-Policy specifikacija se koristi za utvrđivanje postojanja potrebnih sigurnosnih preduslova (stepen privatnosti, odgovarajuće šifrovanje) za komunikaciju korisnika i uređaja, WS-Transfer specifikacija se koristi za razmenu metapodataka uređaja i opisa usluga koje nudi uređaj. Jezik WSDL (Web Services Description Language) predstavlja važnu stavku u DPWS specifikacijama jer se njime funkcionalno opisuju uređaji (koje protokole koriste, koje usluge nude i koje tipove podataka koriste). Pored toga što se oslanjaju na postojeće protokole, DPWS specifikacije definišu i neke nove pojmove: prošireni format metapodataka za opisivanje uređaja (proizvođač, model, Internet prezentacija), format metapodataka koji omogućava uređajima da predstavljaju svoju funkcionalnost kao usluge, politiku pristupa uređajima i smernice za upotrebu kojima se postiže sigurna razmena podataka sa uređajima.

3. DPWS SKUP ALATA

Pošto su DPWS specifikacije objavljene kao otvorene specifikacije (slobodno se mogu koristiti), vremenom su se pojavile brojne otvorene verzije DPWS jezgra i skupovi alata za razvoj programske podrške na raznim platformama (Java i C). DPWS jezgro predstavlja programsku realizaciju DPWS specifikacija za konkretnu platformu. Cilj ovog rada jeste da demonstrira primenljivost DPWS jezgra na mobilnim uređajima i kao ciljna platforma izabrana je mobilna platforma *Windows Mobile 5.0*. Kao najpogodniji skup alata za implementaciju na željenu platformu se pokazao „DPWS Toolkit“ u verziji 2.0 (ova verzija jezgra dolazi integrisana u sklopu *Windows Vista* operativnog sistema), koji se za realizaciju DPWS jezgra oslanja na otvorenu biblioteku gSOAP. Prvi razlog za izbor ovog skupa alata jeste činjenica da je on otvoren. Drugi razlog izbora skupa alata je to što je DPWS jezgro razvijeno u programskom jeziku C koji je vrlo pogodan za primenu na *Windows Mobile* platformi. Uz izabrani skup alata dolaze i alati koji omogućavaju generisanje programskog jezgra za uređaj (poslužilac) i korisnički program na osnovu opisa uređaja u jeziku WSDL.

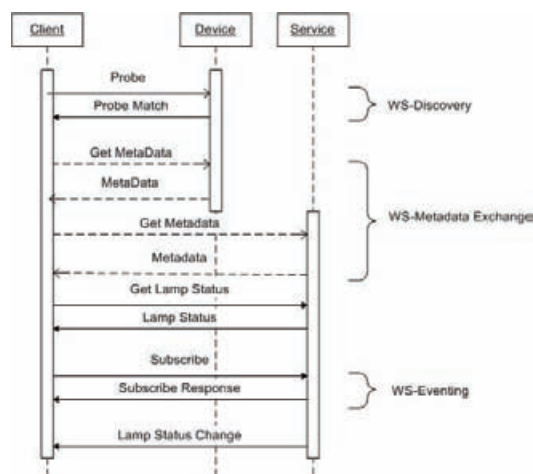
Uz manje modifikacije DPWS jezgro, koje se dobija uz izabrani skup alata, je uspešno prevedeno, implementirano i ispitano na *Windows Mobile* platformi kao dinamička biblioteka.

4. PRIMENA DPWS SPECIFIKACIJE NA SISTEM RASVETE

Nakon uspešne implementacije DPWS jezgra, pristupilo se ugradnji DPWS specifikacija na postojeći sistem rasvete

koji se kontrolišu putem programa na računaru i bežične veze sa rasvetnim mestima (lampa, luster,...). Ideja je da se postojeći upravljački program nadogradi komunikacijom sa DPWS jezgrom, tj. da se omogući kontrola nad tim sistemom rasvete koristeći DPWS spregu.

Prvi korak u realizaciji ove ideje je opis sistema (uređaja) pomoću jezika WSDL. U ovom dokumentu se definišu tipovi podataka koji će se koristiti u razmeni poruka, poruke koje će se razmenjivati i operacije koje obuhvataju usluge uređaja. Ključna stvar u WSDL opisu uređaja je definisanje usluga i operacija koje će nuditi uređaj i na koji način korisnici mogu pristupiti tim operacijama (način pozivanja, parametri potrebni za pozivanje, protokoli koje podržava usluga,...). WSDL opis predstavlja ključni dokument koji pruža korisniku neophodne podatke kako može da poziva operacije nepoznatog uređaja. Operacije koje nudi ovaj sistem rasvete su: promena stanje određenog rasvetnog mesta (paljenje i gašenje), dobijanje stanja određenog rasvetnog mesta (upaljena, ugašena ili nedostupna) i pretplata na obaveštavanje o promenama stanja rasvetnog mesta. Naziv operacije za promenu stanja rasvetnog mesta je *Switch*, a prilikom pozivanja šalje se poruka tipa *SwitchReqMsg* koju čine dva parametra: identifikator rasvetnog mesta celobrojnog tipa i stanje u koje se želi da dovest rasvetno mesto tipa *PowerState* (enumeracija sa tri stanja – ON, OFF, DISABLED). Povratna poruka ove operacije je *SwitchRespMsg*, a sadrži samo jedan parametar tipa *SwitchReport* (enumeracija sa dva stanja – SUCCESS, FAIL). Operacija preko koje se dobija status određenog rasvetnog mesta je definisana imenom *GetStatus* i kada se pozove korisnik šalje poruku tipa *GetStatusReqMsg* koju čini identifikator rasvetnog mesta. Povratna poruka je tipa *GetStatusRespMsg* koja sadrži informaciju o stanju željenog rasvetnog mesta (tipa *PowerState*). WSDL dokument opisuje još jedan tip poruka, *SwitchEventRespMsg* koje se šalju kada dođe do promene stanja nekog rasvetnog mesta. *SwitchEventRespMsg* sadrži dva parametra: identifikator rasvetnog mesta koja je promenila stanje i novonastalo stanje (Sl. 3). Nakon pravilnog definisanja WSDL opisa na osnovu njega se, pomoću alata koje dolaze uz DPWS jezgro, generiše programsko jezgro za korisnički program i poslužilac.



Sl. 3. Primer razmene poruka između sa sistemom

DEFINICIJA MODELA IZGRAĐENOSTI ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE KORIŠĆENJEM PODATAKA U GML FORMATU

DEFINITION OF POWER DISTRIBUTION NETWORK CONNECTIVITY META- MODEL USING GML INPUT DATA

Željko Todorović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je definicija i inicijalizacija modela izgrađenosti elektrodistributivne mreže korišćenjem GIS podataka u GML formatu.

Abstract – This paper presents definition and data initialization of power distribution network connectivity meta-model using GIS input data in GML data format.

Ključne reči: Geoinformacioni sistem, Model izgrađenosti mreže, Distributivna mreža, GML

1. UVOD

Savremena elektrodistributivna mreža treba da obezbedi efikasnu, ekonomičnu, pouzdanu i sigurnu distribuciju električne energije. DMS (*Distribution Management System*) je nastao kao rezultat potrebe razvoja programske podrške za usavršavanje i unapređenje distribucije električne energije. DMS objedinjuje funkcije za analizu, proračune i optimizaciju distribucionog sistema. Energetska mreža koja predstavlja ulaz u obradu mora biti u skladom sa DMS modelom podataka. Generisanje modela mreže može sa raditi ručno korišćenjem *DMS Builder* programske podrške, ili razvojem alata za automatizaciju procesa inicijalizacije mreže na osnovu informacija iz nekog drugog modela.

Model izgrađenosti elektrodistributivne mreže predstavlja standardizovan opis mreže koji se sastoji od grafova koji sadrže informaciju o vodovima i elementima u mreži, i pojedinačnog opisa svakog od elemenata. Model izgrađenosti mreže predstavlja prvi korak u izgradnji DMS modela, i zbog toga moraju biti ispoštovani potrebni kriterijumi definisani u DMS programskoj podršci.

Smallworld programska podrška je GIS (*Geographic Information System*) alat koji omogućuje jednostavnu definiciju geografskog opisa mreže i rukovanje sa njom. *Smallworld* nema mogućnost provere ispravnosti karakteristika elemenata i mreže, što predstavlja prepreku za inicijalizaciju DMS modela podataka.

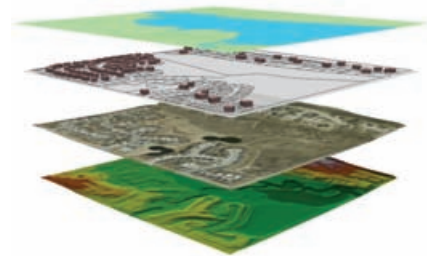
Model izgrađenosti elektrodistributivne mreže se definiše na osnovu skupa GML (*Geography Markup Language*) datoteka izvezenih iz *Smallworld* alata i karakteristika specifičnih za krajnji sistem (DMS).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof.dr Branislav Atlagić.

2. GEOINFORMACIONI SISTEM

Geoinformacioni sistem (GIS) je skup programske podrške za objedinjavanje geografskih informacija sa elementima iz stvarnog sveta. Elementi se modeluju kao objekti koji su opisani određenim skupom atributa. GIS podrazumeva sistem specijalizovan za čuvanje, rukovanje i prikaz prostornih podataka.



Slika 1. Uopšten prikaz GIS strukture

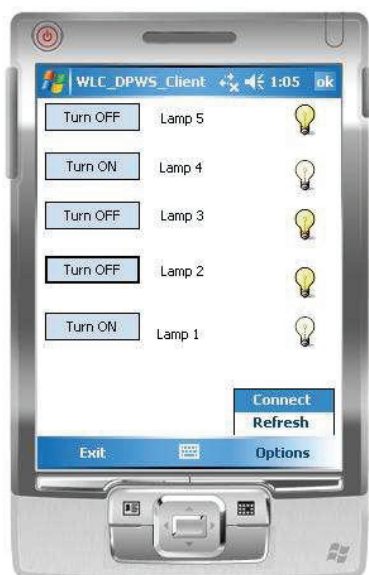
U [3] je opisano da se model mreže sastoji od linija (eng. *edge*) i krajnjih tačaka (eng. *junction*). Najčešće, svakoj geometrijskoj mreži odgovara logička mreža koja predstavlja model realnog sistema opisan geografskim podacima. Logičke mreže pored elemenata i njihovih veza, sadrže i dodatne informacije u zavisnosti od sistema koji se modeluje. One definišu različite osobine linijskog ili tačkastog elementa. Različite pretrage, kao i celokupna obrada podataka, se puno lakše izvodi nad logičkim podacima.

2.1. GML standard

GML [2] u svojoj osnovi je XML definisan od strane OGC (*Open Geospatial Consortium*) za predstavljanje geografskih elemenata i karakteristika. Usvojen je kao internacionalni standard ISO 19136 2007. godine. GML koristi opšti koncept za opis geografskih karakteristika i uključuje ne samo standardne vektore ili diskretne objekte već i senzorske podatke. Zadatak GML-a je da integriše sve forme geografskih informacija i predstavlja osnovu za druge standarde i protokole definisane od strane OGC-a. Još jedan OGC (*OpenGIS*) standard je WFS (*Web Feature Service*) koji omogućuje mehanizam interakcije sa prostornim bazama podataka korišćenjem GML-a.

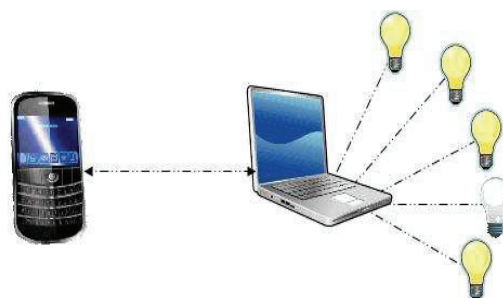
Opštost GML standarda obezbeđuje mogućnost opisa različitih tipova mreže na uniforman način. Proširivanjem postojeće GML šeme mogu se dobiti izvedeni standardi u skladu sa prirodom sistema koji se modeluje.

Korisnički program je razvijen za *Windows Mobile* platformu. Osnova korisničkog programa predstavlja programsko jezgro dobijeno generisanjem pomoću skupa alata na osnovu WSDL opisa. Zadatak korisničkog programa je da locira željeni uređaj (sistem rasvete) na mreži, dobavi potrebne informacije o uređaju kada ga pronade i korisniku omogući kontrolu nad njim. Nakon pronalaska uređaja korisnički program se pretplaćuje na događaje koje šalje uređaj i dobavlja stanja svih rasvetnih mesta priključenih na sistem. Kada je dobavljeno stanje svih rasvetnih mesta, preko grafičke korisničke sprege, korisniku se omogućava kontrola nad sistemom rasvete. Pod kontrolom se podrazumeva promena stanja rasvetnog mesta (paljenje ili gašenje) klikom na odgovarajuće dugme. Za svaku promena stanja nekog rasvetnog mesta koja nije potekla od strane korisničkog programa (neki drugi korisnik je promenio stanje, rasvetno mesto je isključeno iz sistema...) prima se izveštaj sa informacijam o promenama (identifikator rasvetnog mesta i novo stanje) i to se osvežava na ekranu korisnika (Sl. 4). Dodatne mogućnosti koje nudi korisnički program su pokušaj ponovnog traženja uređaju (za slučaj da je trenutno korišćeni uređaj nestane sa mreže) i osvežavanje stanja rasvetnih mesta.



Sl.4. Izgled grafičke korisničke sprege korisničkog programa

Na osnovu WSDL opisa, pored jezgra korisničkog programa, dobija se i jezgro za realizaciju DPWS poslužioca na ciljnom uređaju. Dobijeno jezgro je potrebno integrisati u već postojeći program koji kontroliše sistem rasvete. Sistem je zamišljen tako da se računar tj. na njemu pokrenut program za kontrolu bežičnih rasvetnih mesta, preko mreže predstavi kao DPWS uređaj koji kontroliše sistem rasvete (Sl. 5). Komande koje se primaju preko DPWS sprege se prebacuju u lokane komande koje program za kontrolu izvršava i time ostvaruje kontrolu rasvetnih mesta preko mreže. Rasvetna mesta sa programom komuniciraju bežično.



Sl. 5 Model sistema DPWS kontrole rasvete

Nakon realizacije korisničkog programa i integracije DPWS poslužioca u program za kontrolu rasvete ceo sistem je uspešno ispitan u realnom okruženju, gde se pomoću mobilnog telefona sa operativnim sistemom *Windows Mobile 6* uspešno kontrolisalo sistemom rasvete preko bežične lokalne mreže.

4. ZAKLJUČAK

Uspešnom realizacijom ovog primera demonstrirane su velike mogućnosti i olakšanja koje DPWS sprege unosi u povezivanje raznovrsnih uređaja. Primenom DPWS sprege se otvaraju nova vrata u oblasti automatizacije industrijskog procesa, kućnom okruženju i telekomunikacionim mrežama. Pored jednostavnosti kod komuniciranja među uređajima, velika prednost DPWS sprege je i njena platformska nezavisnost, jer uređaji sa realizacijom jezgra na različitim platformama (JAVA, C, C#,...) mogu nesmetano da komuniciraju. Iako još nije opšte prihvaćen standard za mrežne uređaje, DPWS polako sve više počinje da se pojavljuje na komercijalnim uređajima. Potvrda pouzdanosti DPWS standarda se ogleda i u tome da postoje kompanije koje nude realizaciju okruženja „pametnih“ kuća koje se zasnivaju na DPWS standardu. Najveći pokazatelj da je DPWS tehnologija koja dolazi jeste činjenica da se na njoj zasniva SODA (Service Oriented Device & delivery Architecture) projekat ITEA (Information Technology for European Advancement) programa, koji za cilj ima razvoj okruženja za komunikaciju uređaja zasnovanog na arhitekturi orijentisanog na usluge. Što se tiče daljeg razvoja DPWS standarda, do kraja juna 2009. godine trebale bi da se prihvatiti nove DPWS specifikacije u verziji 1.1 od strane OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards).

NAPOMENA

Ovaj rad je delom finansiran od Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, projekat 12004 od 2008. godine.

LITERATURA

- [1] R. Jeyaraman, V. Modi, D. Driscoll, G. Bullen and T. Nixon "Understanding Devices Profile for Web Services, WS-Discovery, and SOAP-over-UDP" *Microsoft Corporation*, Septembar 10, 2008.
- [2] „Introducing Devices Profile for Web Services“, *Microsoft Corporation*, Decembar 2007.

[3] S. Rouges, A. Mensch „DPWS Toolkit Version 2“, *Schneider Electric*, Oktobar 25, 2005.

[4] J. Schlimmer “A Technical Introduction to the Devices Profile for Web Services”, *Microsoft Corporation*, Maj 2004.

Abstract – The goal of this paper is to investigate and demonstrate possibilities of device profile for Web Services

implementation. Particular emphasis is given in this study to device control from mobile phone, and research project of wireless light control using DPWS is presented and discussed.

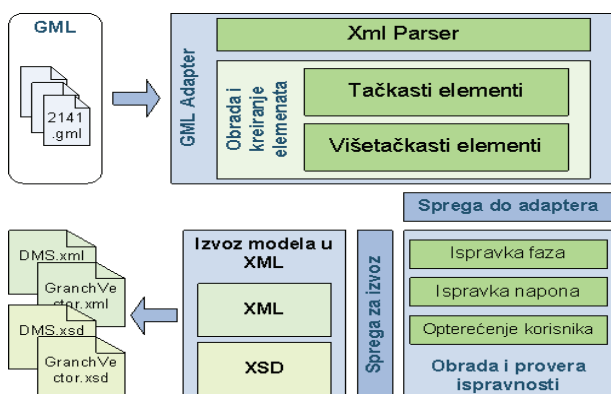
**DEVICE CONTROL FROM MOBILE PHONE USING
DEVICE PROFILE FOR WEB SERVICE**

Dušan Živkov, Petar Jovanović, Miroslav Popović, Slavko
Svirčević

3. IMPLEMENTACIJA

Distribucija električne energije u praksi, kao i u matematičkom modelu, se zasniva na koncepciji izvoda (eng. *feeder*) [1]. Oni predstavljaju elektroenergetske veze za povezivanje većih delova potrošačkog područja. GIS opis distributivne mreže se sastoji od više GML datoteka, gde svaka odgovara pojedinačnom izvodu. GML je opšti standard za rad sa geografskim podacima i kao takav nema podršku specifičnostima elektrodistributivne mreže. GML nema mogućnost definicije međusobne povezanosti elemenata te se ovaj problem rešava korišćenjem informacija o geografskoj poziciji elementa. Pri tome, ako dva voda imaju zajedničku koordinatu u svom opisu, GML nema informaciju da li su oni povezani ili se mimoilaze. Ispravnost atributa elemenata u GML datotekama predstavlja još jedan problem koji treba rešiti. Obrada se sastoji iz tri programska bloka:

- Blok za adaptaciju podataka, treba da inicijalizuje memorijske strukture koje opisuju elemente mreže i kontrolne metode.
- Blok za proveru ispravnosti i postavku vrednosti, kontroliše i menja vrednosti atributa elemenata i definiše model izgrađenosti elektrodistributivne mreže.
- Generisanja modela u vidu XML datoteka, zajedno sa XSD šemama (*XML Schema Definition*).



Slika 2. Blok šema obrade podataka

Celokupna obrada predstavlja prilagođavanje podataka DMS modelu i ispravljanja grešaka nastalih prilikom definicije geografskog opisa mreže u *Smallworld* alatu. Koraci u procesu prilagođavanja su:

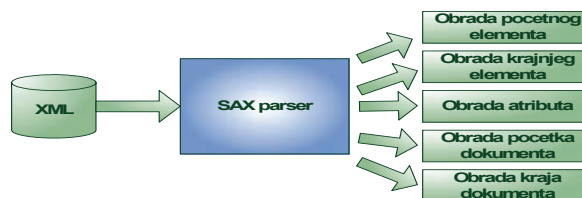
- Prepoznavanje linijskih segmenata i pojedinačnih elemenata mreže opisanih u GML datotekama.
- U slučaju da u opisu putanje linijskog elementa postoji neki drugi element potrebno je linijski segmenat podeliti na manje celine.
- Predstavljanje tačaka koje su normalno otvorene mora biti prilagođeno DMS opisu.
- Provera ispravnosti i korekcija faza i vodova oko transformatora.
- Neki elementi u mreži nemaju informaciju o fazama, taj podatak se dobija na osnovu informacije o vodovima na koje su povezani.
- Određivanje opterećenja pojedinačnih korisnika na osnovu broja korisnika povezanih na transformator i nominalne snage transformatora.

- Posle obrade pojedinačnog izvoda definiše se graf podataka koji se proširuje.

Rezultat celokupne obrade predstavlja međumodel koji se sastoji od opisa pojedinačnih elemenata, kao i opisa međusobne povezanosti elemenata (graf). Na osnovu identifikacije elementa opisanog u grafu nalazi se detaljan opis elementa sa svim njegovim karakteristikama.

3.1. GML Adapter

GML datoteka je u svojoj osnovi XML zapis, proširen i uobličen standardom za rad sa geografskim podacima. Procedura obrade može biti obavljena na različite načine, pravljem objektnog modela u memoriji (*Document Object Model*) ili korišćenjem sprege za praćenje događaja (*SAX – Simple API for XML*). SAX [5] predstavlja događajima vođen pristup rešavanju problema (*Event Driven Programming*). Osnovna prednost je što ulazna XML datoteka ne mora biti učitana u memoriju da bi se nad njom vršila obrada. Za obradu podataka korišćenjem SAX pristupa moraju se definisati funkcije koje će biti pozivane prilikom nalaženja početnih ili krajnjih elemenata i atributa (eng. *Callback*).



Slika 3. SAX parser aktivnosti

Celokupna realizacija parsiranja je smeštena u GML Adapter. Svrha postojanja adaptera je da izvrši inicijalizaciju struktura koje odgovaraju GIS elementima mreže i da ih prilagodi modelu izgrađenosti mreže. Model izgrađenosti mreže se sastoji od skupa klasa koje opisuju međumodel. Svaki element se modeluje tako da ima sva potrebna svojstva za nalaženje odgovarajućih struktura u DMS modelu (kataloga elemenata). GML Adapter treba da obezbedi i kontrolne informacije o tipu i poziciji elemenata. Da li je neki vod primarni ili sekundarni, može biti definisano korišćenjem dodatnog atributa, a može u samom nazivu klase stajati informacija o tome. Adapter obezbeđuje da ostatak programske podrške ne zavisi od formata i logike formatiranja ulaznih podataka.

3.2. Obrada elemenata u mreži

Elementi mreže koji se opisuju sa jednom koordinatom spadaju u grupu tačkastih (eng. *single-point*) elemenata. Na osnovu GIS objekata radi se konverzija u objekte koji su prilagođeni međumodelu i inicijalizuju se željenim informacijama (potrebnim za rad DMS programske podrške). Konverzija svakog od tipova elemenata je drugačija. Definicija nekih elemenata zahteva postojanje i više GIS objekata. Opis trofaznog osigurača u GML-u sastoji se od tri klase za opis faza i jedne klase koja objedinjava celokupni opis elementa. Za prilagođavanje postojećih GIS elemenata objektima koji su potrebni za rad sa DMS modelom koristi se klasa *CGisClassesForNMSPoxy*.

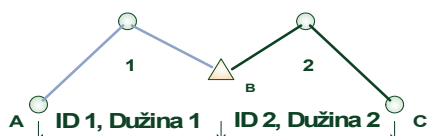
Obrada GIS linijskih segmenata sastoji se od kreiranja kompleksnih linijskih segmenata (slika 4) i prilagođavanja DMS modelu podataka (slika 5). Kreiranje komplek-

snih linijskih segmenata podeljeno je na obradu svakog od tipova voda pojedinačno. Na osnovu GIS elemenata smeštenih u dinamičke strukture definisane kao skupovi linijskih segmenata u skladu sa prostornom pozicijom, karakteristikama iz GIS datoteka, početnim i krajnjim tačkama, definišu se skupovi podzemnih, nadzemnih i vodova koji ih povezuju. Rezultat ovakve obrade su segmenti koji su opisani skupom koordinata i imaju svoje karakteristike. U svojoj putanji segmenti mogu imati bilo koji tačkasti element. Za rad DMS programske podrške ovi „kompleksni“ linijski segmenti (slika 4) moraju da se pojednostave.



Slika 4. Kompleksni linijski segment

Nad ovakvim linijskim opisima potrebno je izvršiti podelu na manje fragmente (slika 5). Potrebno je za svaku tačku u nizu koordinata proveriti da li ta koordinata odgovara nekom tačkastom elementu ili drugom vodu (od te tačke počinje drugi vod). DMS model zahteva da svaki element ima jedinstvenu identifikaciju. Zbog toga se na novonastalim segmentima identifikacija dobija na osnovu jednostavne matematičke obrade, tako što se trenutna vrednost identifikacije logički pomeri za 4 bita u levo i sabere sa brojem koji odgovara delu segmenta. Karakteristike segmenta se ne menjaju sem informacije o dužini voda.

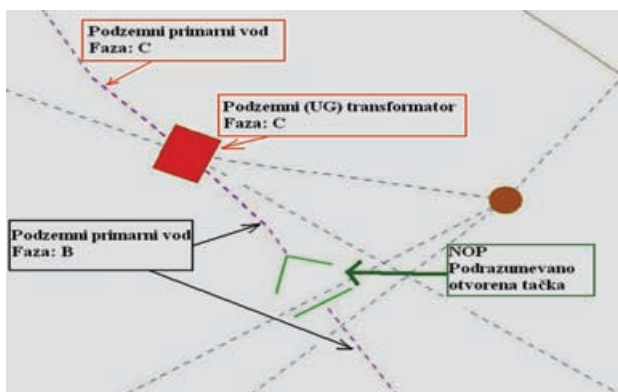


Slika 5. Izdeljen linijski segment

3.3. Postavka i provera ispravnosti faza i napona

Osnovni problem koji treba rešiti je problem pogrešnih GML podataka na transformatorima i primarnim vodovima povezanim na njih. *Smallworld* programski alat, za razliku od DMS alata, nema mogućnost provere ispravnosti atributa elemenata.

Linijski segmenti povezani na transformator moraju imati faze u skladu sa transformatorom. To podrazumeva da se na transformator sa fazom AB ne može povezati primarni vod faze ABC.



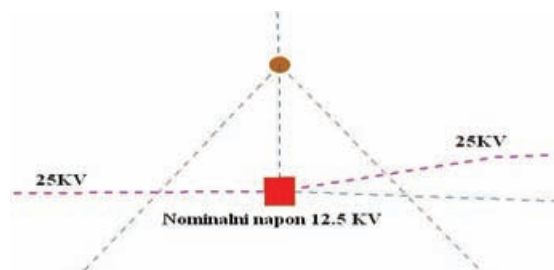
Slika 6. Transformator i pogrešne faze

Može se videti da je na UG (*Underground*) transformator (faza C) povezan primarni podzemni vod sa fazom B. Vod je prekinut pomoću prekidačkog elementa koji je podrazumevano otvoren. Celokupna struktura sa slike 6 se prevodi u DMS model kao na slici 7.



Slika 7. Transformator u DMS-u

U GML datotekama na puno mesta nominalni napon transformatora ima pogrešne vrednosti (slika 8). Nominalni napon (eng. *voltage rating*) predstavlja napon za koji je namotaj transformatora napravljen. Primarni napon sme biti veći od tog napona ali u granicama tolerancije (oko 10%).

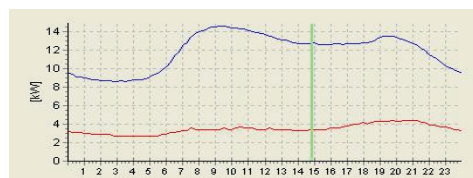


Slika 8. Pogrešan nominalni napon

3.4. Postavka informacija o potrošačima

Sekundarna mreža predstavlja skup vodova na izlazu iz transformatora, što dovodi do potrebe za informacijom o broju korisnika povezanih na transformator. Nominalna snaga transformatora omogućava nalaženje informacije o prosečnom opterećenju korisnika.

DMS model razlikuje različite tipove potrošača i u zavisnosti od toga ima definisane očekivane odnose aktivne i reaktivne snage u toku dana (slika 9).



Slika 9. Aktivna/reaktivna snaga potrošača

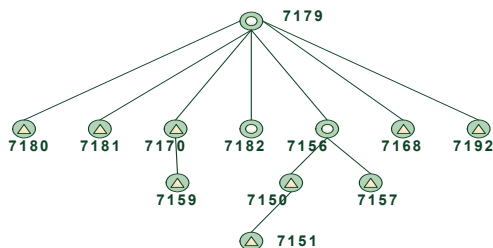
Prosečno opterećenje potrošača dobija se na osnovu nominalne snage transformatora, broja potrošača i faktora snage.

4. MODEL IZGRADENOSTI MREŽE

Model izgrađenosti elektrodistributivne mreže sastoji se iz dva dela:

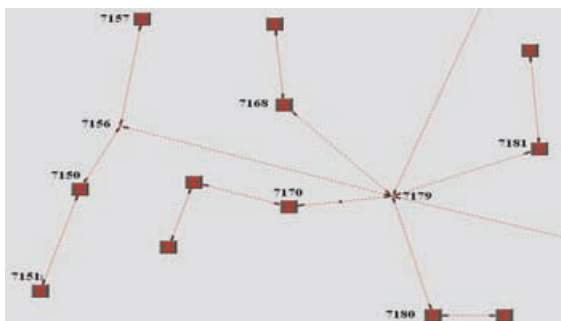
- opisa pojedinačnih elemenata
- opisa veze elemenata u mreži

Za svaki od elemenata definiše se njegova identifikacija u okviru grafa i navodi se odnos tog elementa i elemenata sa kojima je povezan. Svaka grana u grafu mora imati informaciju o početnoj i krajnjoj tački, jedinstvenu identifikaciju elementa koji predstavlja, kao i težinu elementa u skladu sa DMS modelom. Jedan element mreže može biti povezan sa proizvoljnim brojem drugih elemenata.



Slika 10. Model izgrađenosti mreže

Na osnovu međumodela sa slike 10 definiše se DMS model na slici 11.

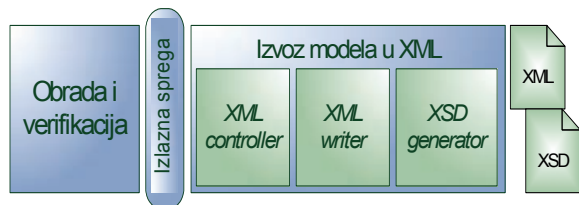


Slika 11. Mreža u sistemu za upravljanje distribucijom

Odabir atributa elementa treba da zadovoljni minimalni skup podataka potreban za pronalaženje ili definisanje elementa u DMS modelu podataka. Definicija imena strukture koja odgovara klasi elementa (katalog) razlikuje se za različite tipove elemenata mreže. U slučaju da neki od atributa u GIS nisu definisani koriste se podrazumevane vrednosti.

4.1. Implementacija izlaznog bloka

Model izgrađenosti elektrodistributivne mreže je potrebno upisati u datoteku koja predstavlja ulaz za svu dalju obradu. Da bi se postigla mogućnost daljeg unapređivanja, generator mora imati spregu preko koje će čitati podatke posle rezultata obrade.



Slika 12. Blok za definiciju XML datoteka

Za potrebe programske podrške razvijen je programski blok (*XMLWriter*) za generisanje XML datoteka. U okviru *XMLWriter* bloka su realizovane klase *XMLStream* i *XMLController*. *XMLWriter* u svom radu vodi brigu o XML sintaksi, nudi mogućnost formatiranja sadržaja, kao i mogućnost definicije i promene informacije o šemi i

verziji XML datoteke. Klasa za kontrolu (*XMLController*) definiše šta sve može biti ulaz u XML datoteku. Korisnik može naslediti i proširiti postojeći skup kontrola [4].

5. ZAKLJUČAK

Izvršena je analiza GML podataka i modela elektrodistributivne mreže, i na toj osnovi je razvijen međumodel izgrađenosti elektrodistributivne mreže, kao prvi korak u izgradnji krajnjeg modela potrebnog za rad sistema automatskog nadzora i upravljanja. Implementacijom ovog programskog bloka postignuta je univerzalnost uvoza podataka iz drugih GIS alata koji mogu da izvezu mrežu u GML formatu. Drugi formati zahtevali bi samo definicije ulaznih adaptera. Izmenom izlaznog programskog bloka model izgrađenosti mreže bi mogao da se prilagodi nekom od postojećih standarda.

Funkcionalna ispravnost pokazana je na primeru obrade pojedinačnih izvoda glavnog grada *British Columbia* države u Kanadi (Viktoria) korišćenjem DMS programske podrške.

Vreme obrade zavisi od broja ulaznih datoteka i broja elemenata mreže povezanih na same izvode (slika 13).



Slika 13. Vreme obrade

Ovakvim pristupom rešavanju problema može se postići da model izgrađenosti mreže predstavlja standardizovan model prilikom razmene podataka između većeg broja heterogenih sistema. Podaci predstavljeni različitim standardima moraju da se prevedu u međumodel i da se preko njega definiše DMS model i obrnuto.

6. LITERATURA

- [1] Vladimir C. Strezoski: *Osnovi elektroenergetike*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 1999/2000
- [2] Open Geospatial Consortium, Inc.: *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification*, OGC, 2004
- [3] ESRI, *The ArcGIS Network Model*, 2008
- [4] W. Scott Means, *XML in a Nutshell*
- [5] Shang Shin, *SAX (Simple API for XML)*

Kratka biografija:



Željko Todorović rođen je u Šapcu 1985. god. student Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, departman za Računarstvo i automatiku.

**FORMIRANJE DMS MODELA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA KORIŠĆENJEM
MEĐUMODELA IZGRAĐENOSTI MREŽE I STANDARDA CIM 61970-301****BUILDING DMS MODEL OF POWER SYSTEM USING NETWORK CONNECTIVITY
META-MODEL AND CIM 61970-301 STANDARD**Jasenka Džakula, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – *Formiranje DMS modela elektroenergetskog sistema na osnovu ulaznog GIS međumodela izgrađenosti mreže, realizacijom modela zasnovanog na proširenju CIM standarda. Realizovana je automatizacija unosa podataka u DMS model, zasnovana na mogućnosti jednostavne izmene i integracije u proces unosa, CIM proširenog modela u cilju prilagođenja različitim ulaznim modelima.*

Abstract – *Paper describes a method for generation of power system's DMS model, using input GIS network connectivity meta-model and extended CIM model.*

Ključne reči: *DMS (Distribution Management System), CIM (Common Information Model)*

1. UVOD

Napredak u razvoju nauke, tehnike i ostalih segmenata privrede dovodi do porasta potrošnje električne energije. Programerske kompanije pružaju podršku ovim sistemima razvijajući modularna rešenja za vizualizaciju, analizu, simulaciju, nadzor i upravljanje elektroenergetskim sistemima. Svaki model elektroenergetskog sistema s obzirom na svoje prevashodne namene nosi specifičnosti. Uvođenje standarda u proces modelovanja elektroenergetskog sistema bi trebalo da bude osnova za lakše prevazilaženja problema unosa podataka iz jednog modela u drugi. Najrasprostranjeniji standard za modelovanje elektroenergetskih sistema je CIM IEC 61970. Uopštenost i mogućnost lakog proširivanja su osobine koje dovode do ideje upotrebe CIM-a kao osnove za razvoj modela koji služi za integraciju sa drugim sistemima. Razvoj programske podrške za migraciju podataka iz jednog modela u drugi zahteva detaljno upoznavanje sa ulaznim i ciljnim modelom podataka kao i razvoj nivoa za prilagođavanje zasnovanog na proširenju CIM standarda. Pošto ulazni modeli mogu da budu različiti i zavise od korisnika proizvođača kompanije, to znači da je razvijena programska podrška za unos podataka podložna stalnim promenama. Zato je cilj realizacija razvoja univerzalnog unosa podataka u DMS model, razvojem i integracijom sloja, koji je pogodan jednostavnim, automatizovanim izmenama u skladu sa različitostima ulaznog modela.

2. CIM MODELA PODATAKA

CIM (Common Information Model) IEC 61970-301 je standard koji se koristi za modelovanje elektroenergetskih

sistema, jer sadrži model svih osnovnih elemenata elektroenergetskog 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. CIM je opisan pomoću UML-a. Modelovanje sistema UML dijagramima obezbeđuje standardizovan način za predstavljanje resursa elektroenergetskog sistema pomoću klasa, objekata i atributa kao i njihovih međusobnih veza. Objekti koji postoje u realnom svetu, odnosno objekti koji pripadaju domenu realnih sistema definisani su kao klase u CIM-u.

3. DMS MODEL (katalog, polje, katalog polja)

DMS (*Distribution Management System*) sistem objedinjuje veliki broj funkcija za analizu, proračune i optimizaciju u elektro distributivnom sistemu, i obezbeđuje programsku podršku za nadgledanje, upravljanje, vizualizaciju i optimizaciju distribucionog sistema. Osnova za razvoj tih funkcija, kao i cele funkcionalnosti DMS sistema predstavlja bogat skup podataka potreban da se izgradi standardna elektro distributivna mreža. DMS model podataka je zasnovan na CIM standardu. CIM je izuzetno uopšten i usled toga zahteva definisanje dodatnih fiktivnih elemenata (čvorova) za predstavu mreže. Pošto distribucione mreže odlikuje velika dimenzionalnost, i ukoliko je njihova izgrađenost bazirana na CIM standardu, tada ta osobina dodatno povećava dimenzionalnost mreže. Ta činjenica donosi problem pri memorisanju mreže i u dostizanju željene brzine pri obradi povezanosti elemenata unutar mreže od strane DMS programa. Iako elektroenergetski sistem sadrži veliki broj različitih elemenata, jasno se uočavaju grupe elemenata u koju se smeštaju elementi koje povezuju zajedničke karakteristike. Razmatranje ove zakonitosti grupisanja elemenata po nameni, tipu, zajedničkim osobinama u grupe je dovelo do uvođenja koncepta kataloga, polja i kataloga polja u strukturu modela. Skladištenje istih podataka, koji se ponavljaju za svaki element tog tipa na jednom mestu je osnovna ideja uvođenja **kataloga**.

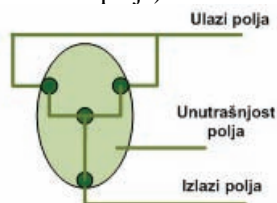
Stoga se sve zajedničke osobine za sve transformatore skladište u katalogu transformatora. Zajednički podaci se čuvaju samo na jednom mestu u memoriji. Svaki element pristupa tim podacima referenciranjem na odgovarajući katalog. Katalozi su smešteni u bazi podataka. Ime kataloga se formira na osnovu osobina (vrednosti atributa) elementa, a na osnovu imena se vrši pridruživanje kataloga određenom elementu. Za svaku vrstu elementa razlikovanje pripadnosti katalogu zavisi od drugog skupa atributa. Tako se ime kataloga kod osigurača gradi od sledećih osobina elementa: tip, nominalna struja, broj faza, nominalni napon. Vrednosti atributa potrebnih za formira-

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof.dr Branislav Atagić.

nje imena kataloga, kao i sve ostale osobine elementa koje su neophodne za kreiranje DMS elemenata i DMS strukture modela se dobijaju iz ulaznog modela u procesu unosa podataka.

Dobra osobina DMS modela podataka jeste to što je „*bay-oriented*“. Takvi modeli imaju određenu fleksibilnost u rukovanju podacima u cilju poboljšanja performansi (brzine i uštede memorije). **Polje** predstavlja skup opreme koja se u njemu nalazi (prekidači, osigurači, transformatori,...), ali i skup unutrašnjih veza (međusobne veze elemenata i ulazi i izlazi polja).

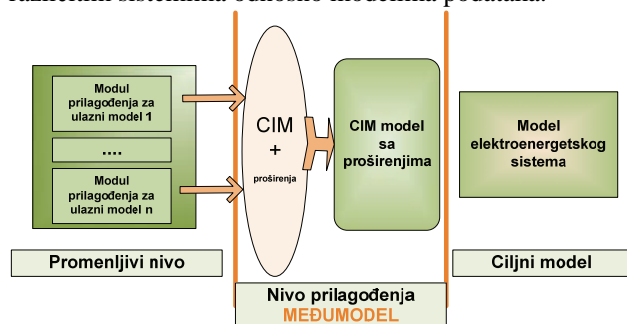


Slika 1. Apstraktno polje DMS modela

Kada imamo ponavljanje grupe elemenata na više mesta u mreži, tada ukoliko te elemente smestimo u jedno polje dobijamo ponavljanje jednog polja na više mesta u mreži. Ova situacija banalizovana asocira na uzrok uvođenja kataloga. Unapređenje rukovanja podacima u ovakvim situacijama dobijamo uvođenjem **kataloga polja**.

4. UNAPREĐENJE UNOSA PODATAKA U DMS MODEL

Težnja pri realizaciji programske podrške za unos podataka u DMS model elektroenergetskog sistema je razvoj standardizovanog CIM baziranog modela, koji je pogodan za jednostavne, automatizovane promene. Uvođenjem novog modela u proces unosa podataka u DMS model se formira nivo jednostavne realizacije prilagođenja koje je neminovno prilikom integracije sa različitim sistemima odnosno modelima podataka.

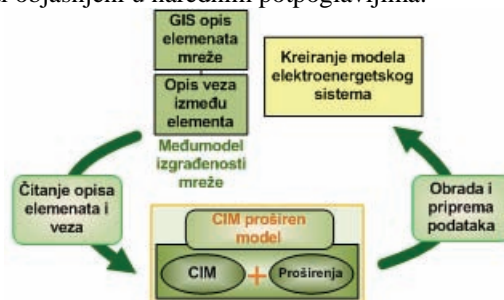


Slika 2. Višenivojska organizacija programske podrške za unos podataka u DMS model

Prvi nivo sa slike 2 opisan je kao promenljivi nivo, jer treba da podrži različite modele podataka koji predstavljaju zahtev za prenos u DMS model. Ovaj nivo je nivo najbliži ulaznom modelu i podleže u potpunosti njegovim osobinama, stoga se naziva promenljivi nivo.

Drugi nivo predstavlja realizovano unapređenje, naziva se nivo prilagođenja i predstavlja tačku spajanja sa različitim ulaznim modelima. Ovaj nivo je potrebno da poseduje opštost, prilagodljivost i mogućnost lake promene, jer će se na taj način omogućiti prenosivost novog ulaznog modela uz manje izmene u programskoj podršci. Navedene osobine su postignute kreiranjem novog modela podataka,

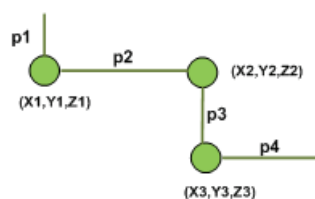
realizovanog proširivanjem CIM modela. Proširenja CIM-a realizuju se na osnovu zahteva ulaznog međumodela izgrađenosti mreže i ciljnog DMS modela. Na sledećoj slici su prikazani moduli koji učestvuju u izradi i integraciji međumodela u sistema unosa podatak u DMS model. Moduli obrade će redosledom prikazanim na slici 3 biti objašnjeni u narednim potpoglavljima.



Slika 3. Obrada podataka prilikom integracije CIM baziranog modela u proces unosa podataka u DMS

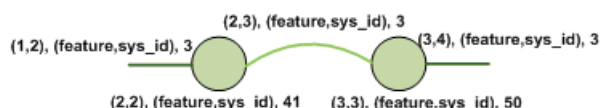
4.1. Ulazni međumodel izgrađenosti mreže

Ulazni model predstavlja međumodel izgrađenosti mreže i objedinjuje određeni skup informacija o elementima i vezama potrebnim za realizaciju DMS modela podataka. Ulazni model podataka za razliku od DMS modela je *branch-oriented*. Za opis geografske pozicije elemenata potrebna je jedna ili više koordinata. U jednotačkaste elemente spadaju svi elementi za čiji opis pozicije je potreba samo jedna tačka (prekidač, transformator), a višetačkasti elementi su svi vodovi.



Slika 4. Model provodnika u GIS-u

Na slici 4 prikazan je model GIS provodnika opisan sa 3 koordinate. Ulazni međumodel izgrađenosti mreže je sadržan u okviru 2 XML datoteke: definicija elemenata mreže i definicija veza među elementima mreže. Opis veza između elemenata sadrži podatke o poveznim čvorovima, identifikaciji elementa i tipu elementa. Na slici 5 prikazana je logika povezivanja elemenata.



Slika 5. Podaci o vezama elemenata sadržani u ulaznom međumodelu izgrađenosti mreže

Sa slike 5 vidi se da jednotačkasti elementi (prekidač i osigurač) imaju istu oznaku oba povezna čvora (*to,from*), dok se kod vodova ova dva čvora razlikuju. Druga zagrada sa slike 5 sadrži jedinstvenu identifikaciju elementa. U okviru jedinstvene identifikacije elementa u sistemu su objedinjena dva podataka: tip (*feature*), i jedinstveni identifikacioni broj koji jedinstveno određuje element u grupe elemenata navedenog tipa (*sys_id*). Isti način identifikovanja elemenata u mreži je primenjen i u okviru DMS modela. Poslednji parametar sa slike 5 koji

učestvuje u opisu veza elementa predstavlja oznaku tipa elementa (3-provodna sekcija, 41-prekidač, 50-osigurač). XML datoteka sa opisom elemenata mreže sadrži sve potrebne podatke o svakom pojedinačnom elementu u mreži, koji su neophodni za kreiranje elemenata u okviru DMS modela.

4.2. Čitanje podataka opisa elemenata i veza

Ulazni međumodel podataka opisan u prethodnom poglavlju sadržan je u dve XML datoteke. Podatke za nastavak obrade je potrebno pročitati iz XML datoteka. Čitanje podataka je realizovano pomoću SAX parsera.

SAX parser čita podatke sekvencijalno i predstavlja "event-driven" API. To znači da se u osnovi mehanizam rada sastoji iz dva dela. Prvi deo je deo koji je zadužen za detekciju događaja prilikom čitanja XML dokumenata, a drugi deo je deo koji je zadužen za obradu tog događaja. Korisnik koji koristi SAX za parsiranje određuje koje događaje hoće da detektuje tako što implementira metode sa tačno određenom deklaracijom za događaje koje želi da prati. U okviru realizacije parsiranja ulaznog međumodela izgrađenosti mreže su realizovane metode: *StartElement()*, *character()*, *EndElement()*.

StartElement metoda poziva se pri detekciji oznake početka elementa (otvoren tag).

Character metoda se poziva prilikom detekcije sadržaja (vrednosti) elementa.

EndElement metoda se poziva prilikom detekcije oznaka zatvaranja elemenat (zatvoren tag). Iz ovih metoda se preuzimaju informacije o nazivu elementa koji se otvara, njegovom sadržaju i nazivu elementa koji se zatvara.

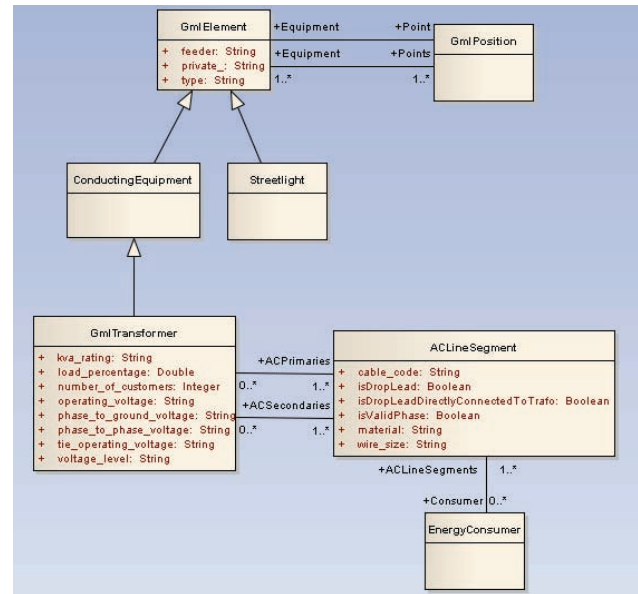
4.3. Realizacija CIM proširenja

Proširivanje CIM modela se realizuje na dva osnovna načina, a to su: izmena postojeće CIM klase dodavanjem atributa, dodavanje nove klase uz dodavanje relacija i atributa. U okviru ovog rada proširenje je modelovano u okviru *Enterprise Architecture* programskog alata, dok je integracija sa CIM modelom realizovana u okviru *CIMTool* programskog alata. Pravila proširivanja CIM-a su precizno definisana, i prilikom realizacije proširenja da bi se omogućila integracija realizovanog proširenja sa CIM modelom neophodno je poštovati utvrđena pravila. Proširenje je moguće realizovati na sledeće načine:

- proširivanje postojeće CIM klase dodavanjem novih atributa
- dodavanje nove klase
- dodavanje ili izmena relacija između postojećih klasa u CIM-u
- dodavanje relacije između dodatih klasa i CIM klase

Modelovanje proširenja se realizuje u okviru posebno kreirane UML šeme. Pri realizaciji proširenja je moguće definisati više od jedne šeme u zavisnosti od logike modelovanja i u zavisnosti od planova za buduće eventualne izmene ili dalja proširenja. CIM šema i šema proširenja se automatski spajaju prilikom učitavanja u okviru *CIMTool* alata. Proširenje se realizuje samo ukoliko je neophodno za realizaciju ciljnog modela, da bi se što više očuvala standardizovanost novog modela. Proširenja, koja se modeluju je potrebno sačuvati u formatu, koji je *CimTool* u mogućnosti da pročita. Realizovano proširenja je sačuvano u *.eap* formatu, a sam

CIM model u XMI formatu. *Eap* format je predstavlja *Enterprise Architecture Project* format u okviru kog je proširenje i realizovano. XMI je standard koji se koristi za razmenu modela između različitih sistema posredstvom XML-a (*Extensible Markup Language*). Posle učitavanja XMI šeme CIM modela i modela EAP proširenja, potrebno je kreirati *profil* u okviru *CIMTool*-a. *Profil* sadrži potskup logike modela i proširenja. Koristi se za definiciju sadržaja razmene informacija između modela i CIM proširenja i formiranje krajnje strukture novog modela koji opisuje ciljni sistem.



Slika 6. UML dijagram proširenja

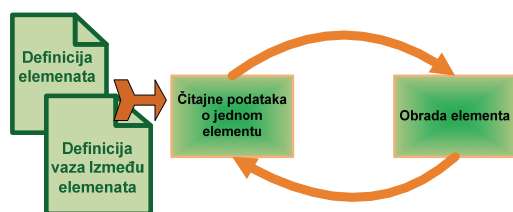
Na slici 6 prikazan je UML dijagram realizovanog proširenja CIM modela koje je neophodno da odgovori na zahteve ulaznog međumodela izgrađenosti mreže i ciljnog DMS modela.

Elementi novog modela zasnovani na istoimenim elementima CIM-a su: *SurgeProtector* (zaštitnik od prenapona), *EnergyCustomer* (modeluje običnog potrošača i velikog potrošača, koji se u okviru DMS modela zove *Vault* i modeluje se podstanicom koja sadrži transformator sa povezanim potrošačem na sekundarne vodove), *StreetLight* (ulična rasveta), *FaultIndicator* (detektor greške u mreži), *Breaker* (običan prekidač), *Switch* (modeluje dve vrste prekidača čije je normalno stanje da budu otvoreni), *Fuse* (osigurač), *ShuntCompensatori* (kondenzator), *ACLineSegment* (modeluje sve vrste provodnika koje postoje u ulaznom modelu). Prethodno navedeni elementi su modelovani istoimenim CIM klasama i u potpunosti opisuju svaki tip elementa iz ulaznog modela. Za modelovanje nekoliko elementa je ponegde iskorišten samo jedan CIM element (npr. CIM element *Switch* modeluje *Cut* i *NormalOpenPoint* iz ulaznog modela). Međutim pošto date klase ne obezbeđuju sve potrebne osobine za opis ulaznog i ciljnog modela realizuju se proširenja: postojećih klasa atributima (npr. *ACLineSegment* je CIM klasa koja opisuje 3 vrste provodnika iz ulaznog modela, i proširena je atributima prikazanim na UML dijagramu na slici 6), dodavanjem novih klasa (npr. *GmlTransformer* za opis svih vrsta transformatora iz ulaznog međumodela). U sledećem pasusu sledi detaljan opis proširenja i razloga realizacije proširenja.

Osobine koje su potrebne za opis svakog elementa su izdvojene u novu klasu *GmlElement* koja predstavlja vrh u hijerarhiji nasleđivanja. Za opis svih vodova je realizovano proširenja CIM klase *ACLLineSegment* dodavanjem novih atributa. *ConductingEquipment* predstavlja CIM klasu koja objedinjuje provodnu opremu i realizovana je veza nasleđivanja date klase i nove klase *GmlElement*. Ovim nasleđivanjem je rešeno da svi elementi modelovani CIM klasama koji spadaju u provodnu opremu mogu da preuzmu osnovne informacije iz *GmlElement* klase. Dodata je klasa *GmlTransformer* sa atributima koji omogućuju opis 4 vrste transformatora razlikovane u ulaznom modelu. Dodavanje veze sadržavanja između klase *ACLLineSegment* sa transformatorom i potrošačem je proisteklo iz potrebe identifikacije vodova koji su vezani na primarni i sekundarni namotaj transformatora i podstanicu potrošača. Ulična rasveta *Streetlight* ne spada u CIM-u u provodnu opremu i zbog toga je realizovano nasleđivanje klase *GmlElement*. *GmlPosition* je CIM klasa koja sadrži opis koordinata. Svaki element je potrebno da sadrži podatke o geografskoj poziciji pa je stoga realizovana veza sadržavanja između date klase i *GmlElement* klase. Pošto se izvrši kreiranje *profil*-a dobijena je struktura opisa elemenata mreže i kreiranu strukturu je moguće preneti u nekoliko različitih formata iz *CimTool*-a. Jedan od formata je XSD (*XML Schema Definition*) koji je izabran u realizaciji ovog projekta. Provera ispravnosti XSD-a je izvršena u okviru *AltovaXMLSpy* programskog alata. Dalja obrada podatka zahteva postojanje podrške novog modela klasama koje na nov način opisuju elemente. Usled toga je realizovan generator klasa na osnovu XSD strukturnog opisa.

4.4. Priprema podataka za unos u DMS model

Dobijene klase opisuju svaki tip elementa u okviru novog modela. Formiranje modela predstavlja kreiranje elemenata opisanih klasama novog modela, podacima iz ulaznog međumodela.



Slika 7. Proces obrade elemenata

Podaci se pročitaju u okviru modula za čitanje podataka i prosleđuju se modulu za kreiranje i obradu elemenata mreže. Čitanje podataka o elementu podrazumeva čitanje i čuvanje informacija o imenu elementa, imenu atributa i vrednosti. Dati podaci su dovoljni za realizaciju elemenata. Elementi se skladište u memoriji raspoređeni po tipovima koje očekuje modul za konverziju i kreiranje DMS elemenata. Pored podataka o svakom elementu, formiraju se i podaci o povezanosti elemenata mreže na osnovu podataka iz ulazne XML datoteke i na osnovu informacija o elementima.

Pored definicije elemenata i definicije veza kao dva osnovna ulazna skupa podataka, formiraju se i pomoćne strukture podataka radi lakše obrade i brže pretrage mreže. Koje podatke je potrebno pripremiti u okviru ovog modula određuje modul koji vrši konverziju elemenata u DMS model. Na osnovu opisa elemenata i veza među elementima sadržanih u ulaznom međumodelu izgrađenosti mreže je moguće pripremiti sve podatke, koji se zasnivaju na osnovnim (npr. identifikovati i preuzeti podatke o vodovima koji su povezani na primarne i sekundarne namotaj određenog transformatora, pronaći podatke o elementu mreže sa određene geografske pozicije, identifikovati vodove povezane na glavnu podstanicu u mreži,...).

5. ZAKLJUČAK

Unos podataka u DMS model zahteva rad na prilagođavanju ulaznih podataka ciljnom DMS modelu. U radu je realizovan CIM model zasnovan na ulaznom GIS međumodelu izgrađenosti mreže i DMS modelu elektroenergetskog sistema. Ideja stvaranja CIM baziranog modela je težnja ka univerzalnijem rešenju prenosa podataka. Proširenja i izmene novog modela u zavisnosti od potreba koje nameće novi ulazni model je vrlo lako ostvariti u okviru *CimTool* programskog alata, koji posle krajnjeg definisanja profila modela daje mogućnost generisanja njegove strukture u XSD formatu. U okviru rada je realizovan i generator klasa na osnovu XSD opisa što doprinosi dodatno automatizmu izmena unosa podataka u DMS model.

6. LITERATURA

- [1] Vladimir C. Strezoski: *Osnovi elektroenergetike*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 1999/2000
- [2] Energy Management System Application Program Interface (EMS API) – *Common Information Model (CIM)*, 2002
- [3] Scott Neuman, UISOL Arnold Devos, Langdale Consultant Terry Nielsen, UISOL, *Methodology for CIM Extensions*
- [4] DMS Group, DMS Software, *Windows for Distribution Network*, 2006
- [5] Telvent DMS Software, *Basic and catalog Data*

Kratka biografija:



Jasenka Džakula rođena je u Karlovcu 1985. god. Student Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, departman za Računarstvo i automatiku.

RAZVOJ OPERATERSKE STANICE/KONZOLE ZA POVEZIVANJE SA RAZNORODNIM SCADA SISTEMIMA

DEVELOPMENT OF HMI STATION FOR CONNECTION TO DIFFERENT SCADA SYSTEMS

Laslo Brusnjai, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratka sadržaj – U radu je izvršena analiza strukture i organizacije baze procesnih podataka različitih SCADA sistema, kao i raspoloživih komunikacionih tehnologija za daljinski pristup tim podacima. Na toj osnovi, razvijena je programska podrška udaljene operaterske stanice koja, u okviru jedne aplikacije, omogućava istovremeno povezivanje i rad sa više različitih SCADA sistema. Korisnička sprema je realizovana korišćenjem WPF grafičkog okruženja, a sama aplikacija je napisana u programskom jeziku C#.

Abstract – The analysis of structure and organization of the processing database of different SCADA systems, as well as the available communication technologies for remote access to this data is carried out in this work. On the basis of that analysis, the remote operator station has been developed, which enables simultaneous connectivity and usability of different SCADA systems, within the scope of one application. The user interface has been developed by leveraging the Microsoft's WPF graphical environment and the source code has been written in C#.

Cljučne reči: SCADA, AUS, HMI, OASyS DNA, GAUS, DAL, PubSub, BLT, SQL, WPF, XAML

1. UVOD

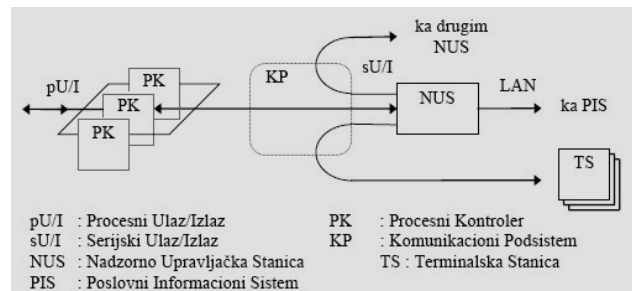
SCADA (AUS) - *Supervisory Control And Data Acquisition* (Akviziciono Upravljački Sistem) je skup namenskih, prostorno distribuiranih, međusobno povezanih računarskih modula, čiji je zajednički cilj ostvarenje funkcija nadzora i/ili upravljanja fizičkim procesom u realnom vremenu. Osnovna funkcija SCADA sistema je ciklična akvizicija digitalizovanih odmeraka različitih fizičkih veličina koje određuje stanje proizvoljnog tehnološkog (fizičkog) procesa. Konfiguracija tipičnog SCADA sistema je prikazana na slici 1.

Važnu komponentu svakog SCADA sistema predstavlja operaterska stanica/konzola (*engl. HMI – Human Machine Interface*) koja omogućava ovlašćenom operateru da vrši nadzor i upravljanje tehnološkim (fizičkim) procesom čiji se rad odvija pod kontrolom SCADA sistema.

Osnovni zadatak operaterske stanice jeste efikasan prikaz trenutnog stanja i događaja u nadziranom procesnom sistemu, kao i prihvatanje operaterskih upravljačkih direktiva (komandi).

NAPOMENA:

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



Sl. 1. Arhitektura SCADA sistema

Posmatrano kroz programsku realizaciju, operaterska stanica obuhvata vizuelni pregled i ručno ažuriranje baze procesnih podataka SCADA sistema. Funkcije operaterske stanice uključuju prikaz i izmenu sadržaja baze podataka, a ostvaruju se putem ekranskih i štampanih izveštaja, ili eksportom podataka iz SCADA-e u klasičan poslovni IS. Komunikacija između operatera i programskog okruženja vrši se posredstvom standardnih računarskih U/I uređaja (monitor, štampač, miš i tastatura). Izveštaji i operaterske maske se najčešće realizuju u alfanumeričkoj, obično tabelarnoj formi.

Pored tabelarnog prikaza, koji podrazumeva alfanumerički prikaz trenutnog stanja procesnih promenljivih u predefinisanim zadatim formatima, postoji i grafički prikaz koji predstavlja primarni i najpopularniji vid vizualizacije trenutnog stanja procesnog sistema kojim se upravlja. Tabelarni prikaz se organizuje po tehnološkoj pripadnosti ili tipu procesnih veličina. Kontrolni paneli procesnih veličina obezbeđuju detaljan prikaz stanja i svih relevantnih parametara jedne procesne veličine. Istovremeno, preko njih se u radu ("on-line") vrši promena parametara koji utiču na tok sekundarne obrade merenih podataka, kao i izdavanje izvršnih komandi.

2. POSTAVLJENI ZAHTEVI

Efekat globalizacije i tržišne konkurencije doveo je do toga da se različiti SCADA sistemi razvijeni od strane raznih (konkurentskih) IT kompanija upotrebljavaju na relativno bliskim geografskim lokacijama. Svaka od tih kompanija poseduje posebno razvijenu i prilagođenu operatersku stanicu za potrebe nadzora i upravljanja svog SCADA sistema. Kako se u drugim granama (sektorima) tržišta, tako i u ovoj, akteri relativno brzo menjaju ili čak udružuju, što dovodi do potrebe da se postojeći SCADA sistemi zamene novim ili ako je to moguće integrišu u jedan zajednički sistem. Osnovni cilj koji je postavljen pred ovaj rad je da se razvije programsko okruženje koje će omogućiti integraciju različitih SCADA sistema što podrazumeva istovremeni nadzor i upravljanje istih.

Razvijena operaterska stanica treba da podrži tabelarni prikaz procesnih veličina kao i događaja i alarma koji opisuju trenutno stanje nadziranog tehnološkog procesa. Pod upravljanjem se podrazumeva izdavanje sledećih komandi od strane operatera:

- *Promena granica alarma.* U skladu sa promenom režima u tehnološkom sistemu, potrebno je usklađivati granice alarma i srodne parametre vezane za sekundarnu obradu izmerenih podataka.
- *Dozvola/zabrana generisanja alarma.* Uzastopne oscilacije određene procesne veličine oko granice alarma izaziva neprestano generisanje alarma, koji opterećuju rad operatera i stoga utiču na otežano praćenje stanja procesnog sistema. Stoga je uobičajena mogućnost da se operaterskom direktivom zabrani generisanje alarma, dok se ne otkloni uzrok.
- *Izbor izmerene ili ručno zadate vrednosti.* U toku eksploatacije sistema dolazi do otkaza fizičkih senzora ili merne procesne opreme. Od interesa je omogućiti ručni unos procenjene (približne) vrednosti, jer se na taj način omogućuje dalja obrada procesnih promenljivih (računatih veličina, npr.).
- *Potvrdu alarma na nedvosmislen način.*

Kontrolni panel koji zavisi od odabranog tipa procesne veličine, treba da obezbedi detaljan prikaz stanja i svih relevantnih parametara jedne procesne veličine. Novu konzolu treba modelovati tako da integracija sa novim SCADA sistemom ne zahteva izmenu osnovnog koda, već samo razvoj novog prilagodnog (*plug-in*) modula koji služi za komunikaciju sa određivim sistemom. Prilikom dinamičkog dodavanja novog prilagodnog modula, treba da se omogući prijava dežurnog operatera, koji predstavlja važan elemenat u postupku upravljanja tehnološkim procesom, kojim se određuje odgovorno lice, njegove obaveze (dužnosti) i skup dozvoljenih akcija, koje su definisane u okviru samog SCADA sistema. Razvijeni koncept je potrebno proveriti na primeru integracije sa dva različita SCADA sistema – OASyS DNA i GAUS.

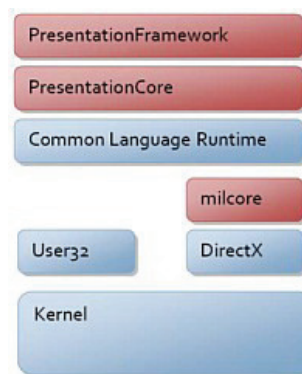
3. REZULTATI ANALIZE RAZLIČITIH SCADA SISTEMA

Pre samog razvoja udaljene operaterske stanice, izvršena je analiza strukture i organizacije baze procesnih podataka i raspoloživih komunikacionih tehnologija za daljinski pristup tim podacima OASyS DNA SCADA sistema [2] kompanije Telvent osnovane u Sevilji - Španija, i GAUS SCADA sistema [1] koja je razvijena u okviru Fakulteta Tehničkih Nauka u Novom Sadu. Detaljnom analizom, utvrđeno je da su korišćeni tipovi osnovnih procesnih veličina prisutni kod oba sistema a to su analogni, digitalni i brojački. Njihovi nazivi kao i sama struktura tabela u kojima se skladište podaci o procesnim veličinama se razlikuju, počevši od imena i tipova polja unuta samih tabela. Po pitanju raspoloživih komunikacionih tehnologija, primećuju se takođe velike razlike između posmatrana dva SCADA sistema. OASyS DNA poseduje sopstveni razvijeni mehanizam – *Data Access Layer (DAL)* - za udaljeni pristup i upravljanje koji se koristi od strane njihove udaljene operaterske stanice nazvane

Remote ezXOS. U slučaju GAUS-a, udaljene terminalske stanice (TS) koriste komunikacioni podsistem koji se oslanja na korišćenje brzih LAN kanala (Ethernet IEEE 802.3) i TCP/IP protokola za komunikaciju sa nadzorno upravljačkom stanicom (NUS).

4. RAZVOJ GRAFIČKE SPREGE POMOĆU WPF-A

Grafička sprega razvijene udaljene operaterske stanice je realizovana korišćenjem *Windows Presentation Foundation (WPF)* grafičkog podsistema u okviru .NET 3.5 okruženja [4]. Primarni programski model WPF-a je izložen kroz *managed* kod. *Managed* kod je programski kod koji se izvršava pod kontrolom virtuelne mašine - CLR, za razliku od *unmanaged* koda, čije izvršavanje vrši direktno sam procesor računara [3]. Na slici 2. crvenom (tamnom) bojom označena je struktura WPF-a.



Sl. 2. Struktura WPF-a

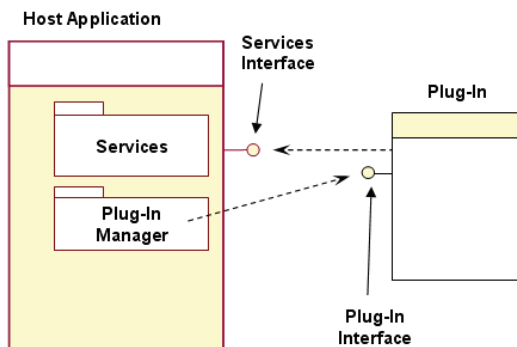
Jedini deo WPF-a koji je *unmanaged* je *milcore*. On je zadužen za usku integraciju sa DirectX-om, koji u okviru WPF radi sva iscrtaavanja. XAML (*Extensible Application Markup Language*) je deklarativni jezik baziran na XML-u koji se koristi u okviru WPF-a za definisanje korisničke sprege. XAML elementi se direktno mapiraju u instance CLR objekata, dok se atributi mapiraju u CLR osobine i događaje. Upotrebom XAML jezika postignute su dve važne stvari: smanjenje kompleksnosti projekta i lakši razvoj korisničke sprege. Pošto u okviru standardnog WPF grafičkog okruženja nije razvijena kontrola za tabelarni prikaz podataka, tzv. *DataGrid*, iskorišćena je *WPF Toolkit* biblioteka otvorenog izvornog koda, koja u sebi sadrži navedenu kontrolu.

5. RAZVOJ PRILAGODNOG MODULA

Razvijena udaljena operaterska stanica omogućava dinamičko uključivanje različitih SCADA sistema bez potrebe za izmenom osnovne aplikacije. Ovo je postignuto zahvaljujući implementaciji *plug-in* arhitekture u okviru same aplikacije.

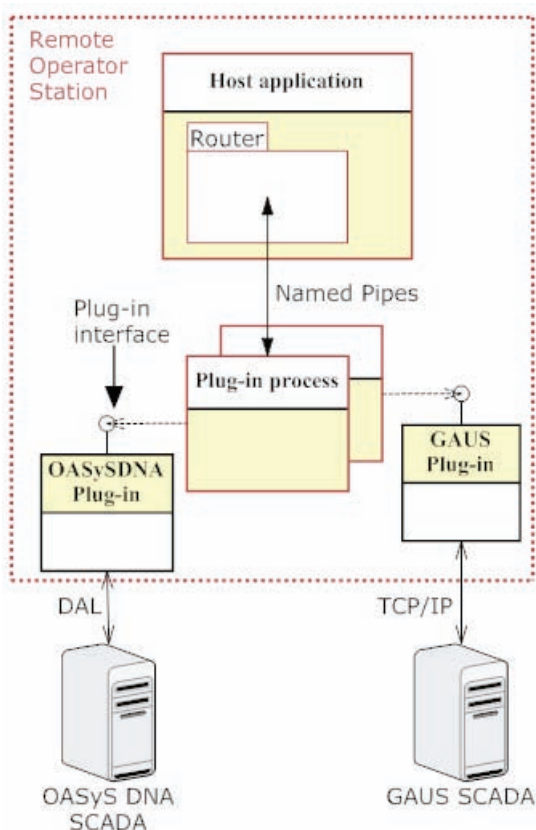
Plug-in arhitektura predstavlja okruženje koje omogućava programu da “potraži” dodatnu funkcionalnost pri pokretanju, i da zatim dozvoli međusobnu saradnju sa tim modulom. U tipičnom slučaju osnovna aplikacija pruža usluge koje prilagodni modul može da koristi, uključujući način na koji se ti moduli registruju u okviru aplikacije i definiciju protokola razmene podataka između navedenih entiteta. Ovi moduli zavise od usluga koje pruža osnovna (*engl. host*) aplikacija, i obično se ne mogu izvršavati samostalno. Međutim, sama aplikacija radi nezavisno od

prilagodnih modula, omogućavajući krajnjim korisnicima da vrše njihovo dinamičko dodavanje i ažuriranje, bez potrebe za izmenom iste. Na slici 3. prikazan je tipičan primer korišćenja *plug-in* okruženja.



Sl. 3. Primer tipičnog *plug-in* okruženja

Realizovani prilagodni modul za potrebe ovog rada se razlikuje od gore prikazanog primera po tome što se usluge (*engl. services*) koje koristi ne nalaze na strani osnovne aplikacije već se one obezbeđuju od strane SCADA sistema. Pomenuti moduli su realizovani kao dinamičke DLL biblioteke (*Dynamic Link Library*) koje implementiraju posebno definisanu *IPlugin* spregu (*engl. interface*). Navedena sprega sadrži deklaracije obaveznih metoda (API) koje poziva aplikacija. Na slici 4. prikazana je arhitektura realizovanog sistema sa jasno definisanim sastavnim elementima i korišćenim komunikacionim tehnologijama.

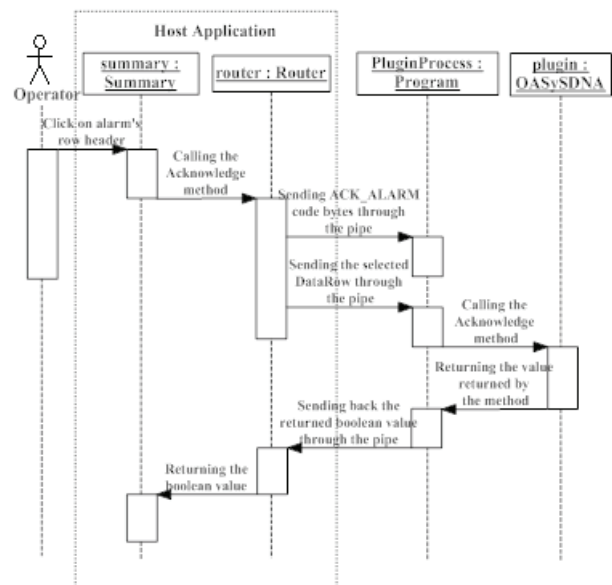


Sl. 4. Arhitektura realizovanog sistema

Istaknuta *router* komponenta u okviru osnovne (*engl. host*) aplikacije predstavlja DLL biblioteku koja vrši apstrakciju složene među procesne komunikacije. Ona je

zadužena i za usmeravanje podataka od osnovne aplikacije ka tačno određenom *plug-in* procesu i obrnuto. Windows operativni sistem pruža mehanizme za komunikaciju i deljenje podataka između aplikacija. Zajednički naziv ovih funkcionalnosti je međuprocena komunikacija (*engl. interprocess communication - IPC*) u daljem tekstu IPC. Neki tipovi IPC-ova omogućavaju podelu posla između izdvojenih procesa unutar jednog računara, dok drugi omogućavaju podelu posla između računara u mreži. Tipično, aplikacije koje koriste IPC se svrstavaju ili u klijentske ili u serverske.

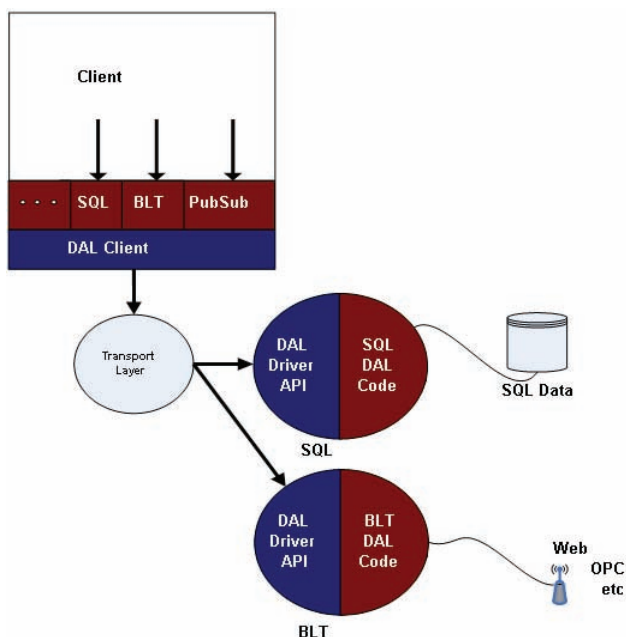
Klijent predstavlja aplikaciju ili proces koji zahteva uslugu od neke druge aplikacije ili procesa, dok je server aplikacija ili proces koja odgovara na taj zahtev. Seledeći IPC mehanizmi su podržani od strane Windows operativnog sistema: *Clipboard*, *COM*, *Data Copy*, *DDE*, *File Mapping*, *Mailslots*, *Pipes*, *RPC* i *Windows Sockets* [3]. U ovom radu je odabran *Pipes* mehanizam i to *Named pipe* koji predstavlja jedan od dva tipova dvosmerne komunikacije u okviru *Pipes* grupe. *Named pipe* mehanizam se koristi za prenos podataka između različitih procesa smeštenih na jednom ili više računara u mreži. U tipičnom slučaju, *Named pipe* server stvara *Named pipe* sa dobro poznatim imenom ili sa imenom koji se nakon stvaranja šalje klijentima. Nakon što klijent sazna za ime *Named pipe*-a pristupa otvaranju drugog kraja stvorenog kanala. Kada su entiteti na oba kraja kanala povezani, razmena podataka između njih se ostvaruje pozivanjem operacije čitanja i pisanja nad stvorenim kanalom. Izdvajanjem svakog prilagodnog modula u poseban proces povećala se stabilnost osnovne aplikacije. U slučaju greške u toku izvršavanja prilagodnog modula, gasi se samo proces koji se naknadno pokreće od strane osnovne aplikacije i u okviru koje se izvršavaju funkcije učitano modula, dok sama aplikacija ostaje "netaknuta". Osnovna aplikacija je realizovana kao serverska a sam *plug-in* proces kao klijentska strana u IPC komunikaciji.



Sl. 5. UML dijagram redosleda

Na slici 5. prikazan je UML dijagram redosleda (*engl. sequence diagram*) koji opisuje redosled dešavanja prilikom potvrđivanja alarma od strane operatera. *IPlugin*

sprega je definisana u posebnoj DLL datoteci koja sadrži i definiciju (enumeraciju) svih tipova metoda čije se pozivanje zahteva od strane osnovne aplikacije. Svaki prilagodni modul mora da definiše sve metode navedene u datoj sprezi. Modul koji je specijalno razvijen za komunikaciju sa OASyS DNA SCADA-om je implementiran kao izdvojena DLL datoteka. Za komunikaciju sa OASyS DNA SCADA-om iskorišćene su već postojeće biblioteke takođe realizovane u .NET okruženju. Kao što je na slici 4. prikazano, komunikacija je postignuta korišćenjem sloja za pristup podacima - *Data Access Layer*, u daljem tekstu DAL. DAL predstavlja skup programskih alata dizajniran tako da omogući pristup različitim izvorima podataka, uzimajući u obzir specifične potrebe klijenata. Apstrakcija pristupa različitim izvorima podataka obezbeđena je programskom spregom (API) koju obezbeđuje DAL. Na slici 6. prikazana je arhitektura DAL-a [2].



Slika 6. Arhitektura DAL-a

Kao što se na prethodnoj slici može videti, klijent može zahtevati preuzimanje podataka ili komandovanje pozivanjem odgovarajuće DAL API funkcije. Nakon toga se komanda prenosi pomoću transportnog sloja - *Transport Layer*, odgovarajućem DAL upravljačkom programu (engl. *driver*). Dok se komanda obrađuje, klijent može nastaviti izvršavanje drugih operacija potpuno asinhrono. U zavisnosti od implementacije transportnog sloja, klijent i upravljački program se mogu izvršavati u okviru istog procesa, na istom računaru ali u različitim procesima ili na sasvim različitim računarima.

5.1. Definisane funkcije preslikavanja

Analizom baze podataka različitih SCADA sistema utvrđeno je da postoji značajna razlika u njihovoj strukturi i organizaciji. Pored toga, način prikazivanja podataka i njihova obrada zavisi od samog izvora podataka, tj. SCADA sistema. Kako bi se u okviru jedne zajedničke operaterske stanice različito strukturirani podaci mogli različito prikazivati, bilo je potrebno razviti metodu koja omogućava definisanje posebne funkcije preslikavanja unutar svakog prilagodnog modula.

Ovo je postignuto definisanjem šeme baze podataka u okviru prilagodnog modula koja predstavlja instancu složene strukture klasa realizovane u okviru jedne DLL datoteke. Pomoću tako definisane šeme, osnovna aplikacija tačno zna kako da interpretira podatke dobijene od strane SCADA-e. Na slici 7. prikazana je realizovana generička forma za tabelarni prikaz procesnih veličina, koji prikazuje analogne tačke OASyS DNA SCADA sistema.

Name	Description	State	Current Value
10STREET_I_D	10 Street Flow	NORMAL	37.00
10STREET_I_DX	10 Street Flow	NORMAL	37.00
10STREET_P	10street pressure	NORMAL	830.00
10STREET_T	10street temperature	NORMAL	74.00
7ST_PRS	Zetreet line pressure	LOW-LOW	44.00
7ST_TMP	Zetreet temperature	HIGH	1130.50
ACE_AVERAGE	Demonstration Point for ACE Averages Routine	NORMAL	387.00
ACE_TOTALS	Demonstration Point for ACE Totals Routine	NORMAL	774.00
ANDERSON_D	anderson density	NORMAL	0.00
ANDERSON_P	anderson pressure	NORMAL	0.00
ANDERSON_T	anderson temperature	NORMAL	0.00
ANDR_PRS	Anderson line pressure	NORMAL	44.00
ANDR_TMP	anderson temperature	NORMAL	44.00
BCKP1_atmp_01	Ambient Station Temperature	NORMAL	-4.00
BCKP1_iprs_01	Inlet Pressure	NORMAL	570.00
BCKP1_ilmv_01	Inlet Temperature	HIGH-HIGH	118.00
BCKP1_oprs_01	Outlet Pressure	NORMAL	857.00
BCKR1_iprs_01	Inlet Pressure	LOW-LOW	306.00
BCKR1_ilmv_01	Inlet Temperature	HIGH-HIGH	124.00

Slika 7. Tabelarni prikaz procesnih veličina

6. ZAKLJUČAK

U radu su opisane tehnologije korišćene pri razvoju udaljene operaterske stanice i sam način realizacije iste. Realizovana operaterska stanica omogućava nadzor i upravljanje različitim udaljenim SCADA sistemima i predstavlja dobar osnov za dalja unapređenja. Postignut je visok stepen fleksibilnosti u smislu integracije različitih SCADA sistema u što je moguće kraćem vremenskom periodu. Stabilnost razvijene aplikacije je na zavidnom nivou zahvaljujući višeprocenoj arhitekturi i međuprocenoj komunikaciji. Razvijeni koncept je proveren na primeru integracije sa dva različita SCADA sistema - OASyS DNA i GAUS.

7. LITERATURA

- [1] B. Atlagić, "GAUS - Generalizovani Akviziciono Upravljački Sistem", Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2005.
- [2] "OASyS DNA 7.5 Internals", Telvent, <http://www.telvent.com>.
- [3] A. Troelsen, "Pro C# 2008 and the .NET Platform", Fourth Edition, Apress, 2007.
- [4] M. MacDonald, "Pro WPF in C# 2008", Second Edition, Apress, 2008.

Kratka biografija:



Laslo Brusnjaj rođen je u Novom Sadu 1985. god. Apsolvnto je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, Departman za Računarstvo i automatiku, odsek Računarska tehnika i računarske komunikacije.



GENERATOR DINAMIČKE WEB APLIKACIJE U PHP TEHNOLOGIJI DYNAMIC WEB APPLICATION GENERATOR IN PHP TECHNOLOGY

Milko Leporis, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se analizom i razvojem generatora CRUD dinamičke web aplikacije u PHP tehnologiji. Generator generiše aplikaciju na osnovu scheme baze podataka. Generisana aplikacija radi pod Objects Framework-om i oslanja se na AJAX tehnologiju

Abstract – This paper deals with the analysis and development of CRUD dynamic web application generator in PHP technology. Generator generates an application according to database schema. Generated application runs under Objects Framework and relies on AJAX technology

Ključne reči – CRUD PHP generator, CRUD generator, CRUD web aplikacija, PHP, AJAX, JavaScript.

1. UVOD

Scaffolder (u bukvalnom prevodu znači građevinska skela) je termin koji označava aplikaciju koja generiše programski kod koji olakšava rad sa bazom podataka. *Scaffolder* ne generiše kompletnu aplikaciju, već samo delove koda koji se zatim koriste u aplikaciji, otud i ime, dakle generiše samo programski kod koji pomaže u razvoju aplikacije. Najčešće se generišu samo klase koje omogućavaju objektni pogled na podatke u bazi, dok napredniji *scaffolder*-i generišu i forme za unos i izmenu podataka i tabele za prikaz, ali ti delovi programskog koda nisu povezani i upotrebljavaju se kao gotovi elementi neke aplikacije.

Scaffolder generiše programski kod na osnovu podataka koje unese programer. Neki *scaffolder*-i preko konzole ili GUI interfejsa dobijaju specifikacije kolona tabele u bazi i zatim generišu kod, dok neki imaju svoju notaciju kojom se u fajlu opišu kolone jedne tabele ili svih tabela u bazi i zatim se na osnovu datog fajla vrši generisanje. *Scaffolder* može da ubrza razvoj *web* aplikacije ali pravo ubrzanje bi se dobilo generatorom koji generiše kompletnu web aplikaciju za obavljanje CRUD operacija nad bazom podataka.

2. PREGLED POSTOJEĆIH GENERATORA

U pregledu su predstavljena tri generatora CRUD *web* aplikacije, prvi generiše JSF aplikaciju dok druga dva generišu PHP aplikacije.

2.1. NetBeans EJB CRUD generator

NetBeans EJB CRUD generator [1] je sastavni deo NetBeans razvojnog okruženja. NetBeans generator generiše CRUD aplikaciju na osnovu scheme baze. Generator prvo generiše *entity* klase koje predstavljaju

objektni pogled na tabele u bazi podataka, zatim se na osnovu *entity* klase generišu JSF stranice. Takođe se generišu JSF Utils klase i JPA kontroleri. Generisana web aplikacija obavlja sve CRUD operacije nad bazom podataka.

2.2. CodeCrafter CRUD generator

CodeCrafter CRUD generator [2] je OpenSource generator za CodeIgniter *framework* (razvojno okruženje) [3]. Generisana web aplikacija se zasniva na MVC paternu. Generator generiše model, kontroler i pogled. Model se može generisati na više načina od kojih je jedan upotreba ActiveRecord [4] paternu. Generisana CRUD web aplikacija obavlja sve CRUD operacije nad bazom podataka.

2.3. Qcodo CRUD generator

Qcodo CRUD generator [5] je generator za Qcodo *framework*. Qcodo je OpenSource PHP 5 razvojno okruženje, i ima dve glavne komponente, Code Generator i Qforms. CRUD aplikacija se generiše na osnovu scheme baze. Qcodo generator generiše dve aplikacije, jedna od njih radi sa standardnim slanjem HTTP zahteva, dok druga koristi AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) za komunikaciju sa serverskom stranom.

3. OBJECTS FRAMEWORK

Generator čiji je razvoj opisan u ovom radu koristi Objects Framework radno okruženje. Objects Framework koristi PHP 5 i zasniva se na MVC paternu i koristi AJAX za komunikaciju klijentske i serverske strane. Generisana CRUD web aplikacija je zapravo modul koji će se nakon generisanja instalirati u Objects Framework web aplikaciju.

Generator se sastoji od :

- kontrolera – PHP klasa koja upravlja generatorom
- pogleda – PHP klasa koja prikazuje deo korisničkog interfejsa
- servera – PHP fajl koji obrađuje AJAX pozive
- JavaScript kontrolera – upravlja klijentskim delom aplikacije i šalje AJAX pozive
- JavaScript pogleda – prikazuje korisnički interfejs generatora
- klase za prikupljanje meta podataka o bazi
- klase za generisanje programskog koda

NAPOMENA:

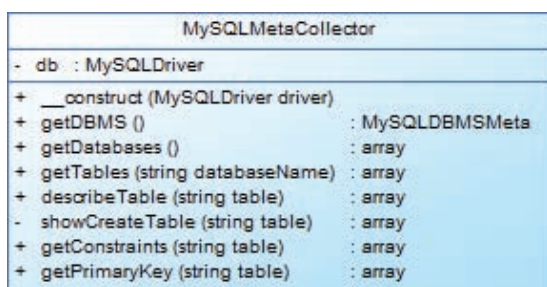
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Milan Vidaković.

4. PRIKUPLJANJE META PODATAKA O SCHEMI BAZE

Da bi se generisanje CRUD aplikacije moglo obaviti neophodno je napraviti meta model scheme baze. Meta model sadrži podatke o tabelama u bazi, o kolonama u svakoj tabeli, tip kolone, da li je primarni ili strani ključ i dodatna podešavanja. Meta model takođe održava i veze između tabela ostvarene stranim ključevima. Meta model se formira pomoću 4 PHP klase :

- MySQLFieldMeta
- MySQLTableMeta
- MySQLDatabaseMeta
- MySQLDBMSMeta

Formiranje meta modela baze podataka obavlja klasa MySQLMetaCollector, prikazana na slici 1. u UML notaciji, koja pomoću SQL naredbi prikuplja podatke o tabelama u bazi i kreira meta model pomoću Meta klasa. Kreirani meta model baze podataka će se koristiti pri generisanju CRUD web aplikacije.



Slika 1. Klasa MySQLMetaCollector

5. GENERISANJE PROGRAMSKOG KODA

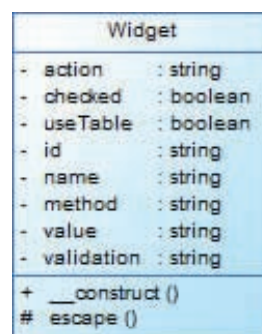
Generisanje aplikacije obavljaju generatorske klase. Osnovna klasa je ObjectsGenerator koja poziva generate metode ostalih generatorskih klasa. Na početku generisanja kreira se struktura foldera u koje će se generisani delovi aplikacije smeštati, i na osnovu meta modela baze podataka pronalaze se veze između tabela opisane stranim ključevima. Prilikom poziva generate metode generatorskih klasa, prosleđuju se :

- meta model baze podataka
- putanja na kojoj generisani fajl treba da se sačuva
- niz relacija između tabela

Jedan od primenjenih načina generisanja programskog koda jeste upotreba jednostavnog *template engine*-a. U template fajlu se na odgovarajućim mestima posebnim oznakama navede da su to mesta na koje će se dodati sadržaj, i zatim se prilikom generisanja za svako označeno mesto odredi odgovarajući sadržaj i izvrši se izmena i fajl se

sačuva u zadatom direktorijumu. Ovim načinom generisani su kontroleri, podkontroleri i pogledi za CRUD web aplikaciju. Za svaku tabelu generisan je jedan kontroler, jedan pogled i tri podkontrolera – Add, Edit i Details.

Drugi način generisanja je primenjen kod generisanja fajla koji sadrži HTML formu za unos i izmenu podataka u tabeli. Ovaj drugi način generisanja se zasniva na klasama koje generišu osnovne elemente HTML forme i izvedene elemente koji se sastoje iz više osnovnih elemenata, ili koriste dodatne JavaScript biblioteke, primer za to je element koji inicijalizuje TinyMCE editor. Sve klase nasleđuju klasu Widget, prikazanu na slici 2. U UML notaciji. U klasi koja generiše HTML formu, na osnovu meta modela i relacija između tabela, određuje se koji element će se upotrebiti da predstavi kolonu u tabeli. Objekti klase koje generišu elemente forme se smeštaju u niz koji se prosledi klasi Form koja zatim pozivima *generate* metoda svih elemenata koje sadrži generiše kompletnu HTML formu za datu tabelu. Strani ključevi u tabelama su predstavljeni posebnim Lookup kontrolama koje omogućavaju izbor referenciranog entiteta. Kompozitni strani ključevi su takođe podržani.



Slika 2. Klasa Widget

Treći način generisanja programskog koda primenjen je na sve ostale delove aplikacije, i zasniva se na programskom kreiranju sadržaja fajla na osnovu meta modela i relacija između tabela.

6. GENERISANJE APLIKACIJE

Na slici 3. prikazan je USE CASE dijagram generatora. Nakon konektovanja na SUBP moguće je izabrati bazu podataka za koju će se CRUD aplikacija generisati. Izborom baze prikazuje se lista tabela, a izborom tabele prikazuju se kolone te tabele, i moguće je za svaku kolonu dobiti detalje o tipu podataka i da li je ta kolona primarni i/ili strani ključ.

Generisanje se obavlja bez dodatnih podešavanja i nakon završenog generisanja potrebno je generisanu aplikaciju instalirati, što se obavlja pritiskom na dugme „Install“.



Slika 3. USE CASE dijagram generatora

7. GENERISANI PROGRAMSKI KOD

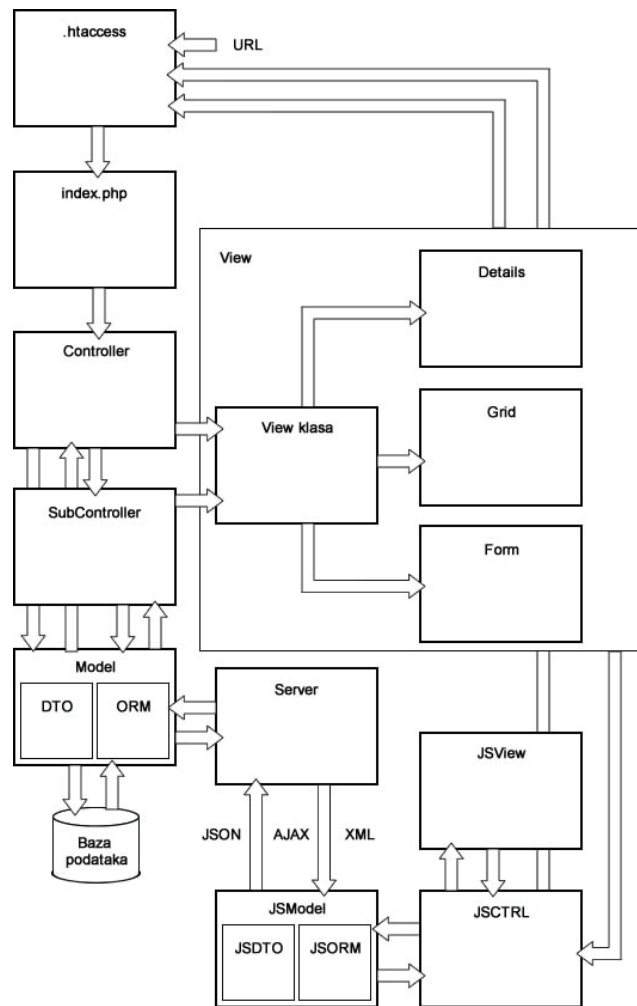
Generisani programski kod može se podeliti na kod za serversku stranu i kod za klijentsku stranu. Kod za serversku stranu sadrži :

- **DTO i ORM klase** - čine model koji omogućava objektni pogled na podatke u tabelama baze
- **View klase** – prezentuju podatke korisniku
- **Controller klase** – upravljaju serverskom stranom aplikacije
- **Subcontroller klase** – zadužene za upravljanje specifičnim delovima aplikacije (unos, izmena, detalji)
- **Server fajlove** - obrađuju AJAX pozive
- **Grid template fajlove** - prikazuju tabelu sa podacima i kontrolama za manipulaciju podacima i manipulaciju načinom prikaza podataka
- **Form template fajlove** - prikazuju HTML formu za kreiranje novih i izmenu postojećih entiteta
- **Details template fajlove** - prikazuju detaljne podatke o jednom entitetu

Klijentska strana sadrži :

- **JSDTO i JSORM objekte** – čine model na klijentskoj strani, komuniciraju sa server fajlovima preko AJAX poziva
- **JSVIEW objekte** – prikazuju podatke korisniku koji su dobavljeni AJAX pozivima
- **JSCTRL objekte** – JavaScript kontroleri koji upravljaju klijentskim delom aplikacije
- **JavaScript biblioteke** – OpenSource JavaScript biblioteke, npr. jQuery, jQuery.validationEngine i facebook

Na slici 4. prikazan je blok dijagram generisane aplikacije.



Slika 4. Blok dijagram generisane CRUD aplikacije

Blokovi na dijagramu predstavljaju PHP klase i JavaScript objekte a veze između blokova pokazuju smer komunikacije između klasa i objekata. Funkcionisanje generisane aplikacije će biti objašnjeno kroz primer prikaza tabele *blogpost*.

1. URL = <http://aplikacija/blogpost>
2. htaccess prevodi URL u <http://aplikacija/index.php?controller=blogpost>
3. u index.php se instancira kontroler klasa *Blogpost* i pozove se njena metoda *render*
4. u metodi *render* kontroler klase, pomoću ORM klase, dobavljaju se prvih 10 entiteta iz tabele *blogpost*
5. instancira se *View* klasa *BlogpostView*, tako da joj se u konstruktoru proslede dobavljeni entiteti kao niz DTO objekata
6. pozove se *render* metoda *BlogpostView* klase
7. u *render* metodi klase *BlogpostView* u sesiju se postave objekti za prikaz i *include*-uje se *template* fajl *blogpost.grid.php* koji prikazuje objekte u gridu.

8. GENERISANA APLIKACIJA

Podaci iz tabela se prikazuju u gridovima koji omogućavaju sledeće :

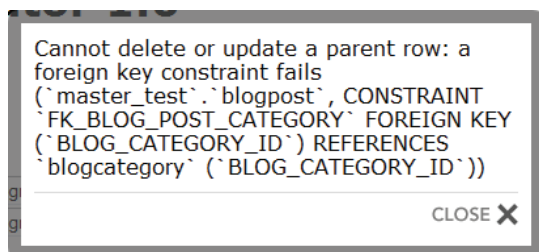
- podešavanje broja redova prikazanih na jednoj stranici
- navigaciju kroz stranice prikaza
- podešavanje kolone po kojoj se vrši sortiranje
- podešavanje smera sortiranja
- označavanje entiteta za izmenu ili brisanje

Na osnovu broja označenih entiteta, upravlja se kontrolama na taj način, da ako se označi više od jednog entiteta omogućeno je samo brisanje ne i izmena.

Prilikom kreiranja novog entiteta ili izmene postojećeg, vrši se provera unosa pomoću JavaScript biblioteke jquery.ValidationEngine.

Na formi za kreiranje novog entiteta nalazi se checkbox za nastavak dodavanja, i kada se taj checkbox označi, nakon uspešnog kreiranja entiteta u bazi, korisnik ostaje na stranici sa formom za unos, a ako checkbox nije označen, korisnik je preusmeren na stranicu za prikaz podataka.

Ako kod kreiranja ili izmene dođe do narušavanja referencijalnog integriteta baze porikazuje se odgovarajuća poruka, koja ukazuje na to šta je narušilo referencijalni integritet. Na slici 5. je prikazana jedna od poruka koja upozorava na narušen referencijalni integritet baze podataka.



Slika 5. Poruka o narušenom referencijalnom integritetu

Prilikom brisanja entiteta traži se potvrda brisanja i na taj način se izbegava opasnost od slučajnog brisanja entiteta iz tabele.

9. ZAKLJUČAK

U radu je opisan generator CRUD web aplikacije. Opisan je razvoj generatora, opisan je princip rada generatora i opisan je rezultat rada generatora, odnosno, generisana aplikacija.

Generator je generisao CRUD web aplikaciju samo na osnovu scheme baze podataka, bez dodatnih podešavanja. Generisana aplikacija obavlja sve CRUD operacije nad tabelama baze podataka. Aplikacija podržava kompozitne primarne i strane ključeve i održava veze između tabela ostvarene stranim ključevima.

Proširenja generatora bi išla u smeru da se pomoću dodatnih podešavanja generisana aplikacija dodatno prilagodi potrebama korisnika, i da se generisani programski kod optimizuje radi povećanja brzine rada aplikacije i radi smanjenja zahteva za resursima.

10. LITERATURA

- [1] NetBeans Wiki: JsfcudGenerator65
<http://wiki.netbeans.org/JsfcudGenerator65>
- [2] CodeCrafter
<http://www.datacraft.co.za/site/products/codecrafter>
- [3] CodeIgniter
<http://codeigniter.com>
- [4] ActiveRecord pattern
http://en.wikipedia.org/wiki/Active_record_pattern
- [5] Qcodo
<http://qcodo.com>

Kratka biografija:

Milko Leporis je rođen 24. Februara 1985. godine u Sremskoj Mitrovici. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Računarstvo i automatika – Računarske nauke i informatika, odbranio je 2009.godine.

Milan Vidaković je rođen u Novom Sadu 1971. godine. Doktorirao je 2003. godine na Fakultetu tehničkih nauka, a 2009. godine izabran je za vanrednog profesora iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika* na Fakultetu tehničkih nauka.

RAZVOJ UPRAVLJAČKOG I KOMUNIKACIONOG PODSISTEMA APLIKACIJE ZA ELEKTROENERGETSKE PRORAČUNE**DEVELOPMENT OF MANAGING AND COMMUNICATIONS SUBSYSTEM OF A SERVER APPLICATION FOR POWER SYSTEMS CALCULATIONS**Miodrag Manojlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazana je arhitektura programske podrške za paralelno izvršavanje elektroenergetskih proračuna. Opisana je struktura i realizacija upravljačkog i komunikacionog podsistema aplikacije koji su razvijeni kombinacijom programskih jezika C++ i C#, zavisno od komponenti sistema.

Abstract – It is shown server application architecture for parallel processing of power systems calculations. Paper describes structure and realization of application – particularly managing and communicational subsystems, which are developed using combination of C++ and C# programming languages, depending on system component.

Ključne reči: *ModelServer, mrežne usluge, Scheduler*

1. UVOD

U radu je opisana struktura aplikacije namenjene za proračun i procenu tokova snaga elektroenergetskih mreža, kao i za dodeljivanje prenosnih kapaciteta vodova koji povezuju elektroenergetske sisteme različitih operatora. Proračuni se obavljaju nad spojenim modelom prenosne mreže većeg dela Evrope, koji se dobije spajanjem modela mreže svakog od operatora.

Rezultati proračuna pokazuju koliki su raspoloživi kapaciteti mreže, radi njihovog korišćenja pri trgovini viškom električne energije na liberalizovanom evropskom tržištu u aukcionom procesu. Trgovina energijom se obavlja među operatorima prenosnih sistema radi stabilizacije okolnih sistema ili uvoza iz ekonomskih razloga.

Predviđanje tokova snaga se odnosi na dan koji sledi posle aukcije. Na osnovu rezultata proračuna operatori koji dogovaraju elemente buduće međusobne razmene imaju uvida u granice stabilnosti mreže.

U proračune se uzimaju u obzir kritični elementi i uticaji mnoštva faktora na stabilnost mreže, što povećava vremensku zahtevnost proračuna.

Proračune je potrebno uraditi za svaki sat u toku dana, u skladu sa promenom opterećenja mreže u toku dana, što dodatno povećava obim posla.

Napomena:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Branislav Atlagić, redovni prof.

1.1. SPECIFIKACIJA PROGRAMSKOG MODELA

Programska podrška treba da omogući automatizovan rad, prema definisanim podešavanjima i da priprema podatke za aukciju u određenim vremenskim intervalima. Nameće se potreba za korišćenjem *client-server* arhitekture, gde će programska podrška (aplikacija) za usluživački sistem omogućiti automatizovan rad ili daljinsko upravljanje pomoću klijentske aplikacije.

Automatizovan rad se odvija prema tabeli vremenskih događaja. Za svaki događaj u vremenskoj tabeli, na dnevnoj bazi pokreće se po jedan rukovalac akcijama da bi se određena faza proračuna obavila. Prema toj tabeli, prva je faza prikupljanja ulaznih podataka. Operatori svakodneвно šalju svoje modele mreža, uz skup dodatnih listi i parametara, u vidu datoteka za svaki sat. Pri kraju dana pokreće se sledeći rukovalac, koji daje signal da se pojedinačne datoteke svakog operatora spajaju u datoteke za svaki sat.

Automatsko pokretanje proračuna vrši se u dve faze i obavlja se za dnevne proračune. Prilikom proračuna pripremaju se podaci za narednu aukciju na kojoj se vrši nova preraspodela prenosnih kapaciteta. Postoje i mesečne i godišnje aukcije, ali one ne podležu automatskoj proceduri pripremanja rezultata. Proračuni za mesečne i godišnje aukcije se moraju pokretati ručno.

Zahtevne proračune je moguće ubrzati optimizacijom programskog koda, što zahteva mnogo napora u analizi algoritama proračuna, kao i izborom platforme na kojoj će biti korišćena programska podrška. Drugi način ubrzanja sistema je paralelno izvršenje nezavisnih proračuna na višeprocorskom računarskom sistemu.

U današnje vreme veoma su rasprostranjeni višejezgarni procesori, kojima je omogućen paralelizam programskih niti ili procesa. Stoga je korišćen drugi pristup ubrzanja sistema. Da bi se smanjilo vreme potrebno za dobijanje rezultata proračuna, paralelizacija obrade je realizovana pokretanjem nezavisnih procesa, koje operativni sistem dalje raspoređuje po slobodnim procesorima ili procesorskim jezgrima. Pravljenje procesa i nadzor, punjenje podacima i preuzimanje rezultata od procesa je odgovornost *Scheduler-a*, osnovne komponente podsistema za rukovanje procesima.

Scheduler je zadužen za raspoređivanje proračuna po rukovaocima procesa, koji dalje prave procese i dostavljaju im neophodne podatke. U okviru nezavisnih procesa izvršavaju se proračuni nad mrežama elektroenergetskih sistema.

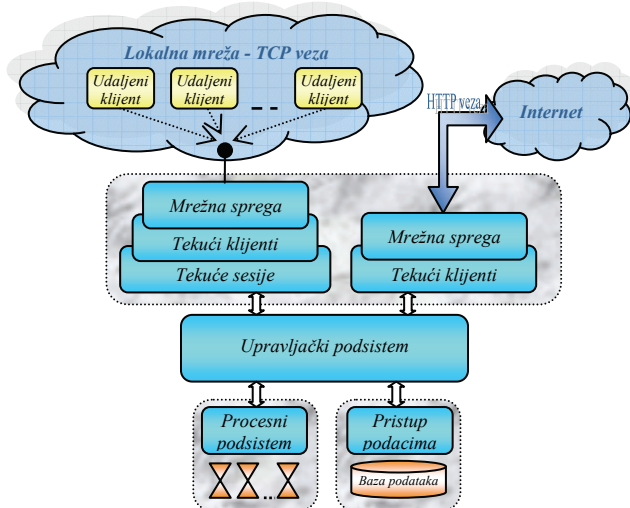
U toku čitavog rada *Scheduler-a*, brigu o podacima, zahtevima, rezultatima i sinhronizaciji sistema vodi upravljački podsistem. Za realizaciju upravljačkog podsistema

korišćene su klase pisane u C++, kao i mnoge programske niti, semafori, kritične sekcije, strukture itd. Kontrola proračuna nije omogućena sa usluživačke aplikacije, ali se uvodi komunikacioni podsistem, preko koga je moguće ostvariti vezu sa aplikacijom. Neophodno je omogućiti pristup ulaznim podacima, rezultatima proračuna i dozvoliti izvršavanje proračuna na usluživaču. Za razvoj komunikacionog podsistema korišćena je WCF (*Windows Communication Foundation*) biblioteka u okviru .NET 3.5 okruženja. WCF uslugama (*services*) se omogućava daljinski pristup usluživaču i skupu proračuna koji su podržani. Kompletna aplikacija usluživača je razvijana u okviru Microsoft Visual Studio 2005 razvojnog okruženja.

2. OPIS REŠENJA

U sistemu postoje tri funkcionalne celine (Slika 1):

- Komunikacioni podsistem,
- Upravljački podsistem i
- Procesni podsistem.

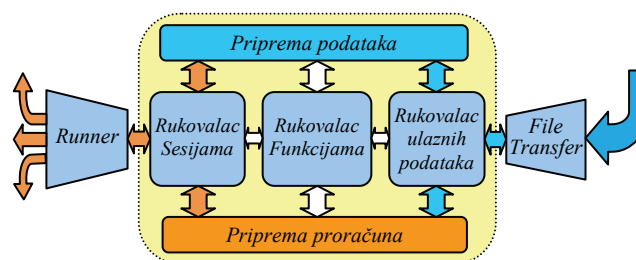


Slika 1. Pojednostavljena arhitektura sistema

Deo upravljačkog i komunikacioni podsistem bez mrežne sprege, čine programsku komponentu *ModelServer*, nazvanu po tome što vodi brigu o velikom skupu podataka koji su grupisani oko modela elektroenergetskih mreža. *ModelServer* učitava podatke iz ulaznih datoteka prema potrebi da se ne bi zauzimala velika količina memorije. U različitim datotekama su opisani model mreže (.uct), liste kritičnih grana i ispada (.cbco), osnovnih razmena (.bce), elemenata slučajnih promena, liste monitorisanih elemenata, datoteka veza između oblasti definisanih u modelu mreže i operatera (.tso) itd. Model podataka čine jedan spojeni model mreže sa svim pripadajućim listama ulaznih podataka i referencama na rezultate proračuna. *ModelServer* vodi brigu dnevnom, mesečnim, godišnjim i razvojnim (study) listama modela podataka. Prema tipu proračuna priprema ulazne podatke pakujući ih u jedan skup, nazvan model proračuna, šalje *Scheduler*-u na obradu. Model proračuna je deo modela podataka koji se priprema za konkretan proračun. *ModelServer* je komponenta koja vrši upravljanje sistemom na nivou modela podataka. Održava liste

aktivnih modela koji su na proračunima, prikuplja rezultate i zapisuje u datoteke, i izlaže sve te podatke udaljenim klijentima preko uslužnih komponenti sistema. Ona podatke prima i šalje sa 4 različite strane:

- Komunikacija sa udaljenim stanicama koje operatori koriste za slanje podataka o njihovim mrežama u vidu datoteka. Komunikacija sa udaljenim stanicama se odvija preko *FileTransferService* komponente.
- Komunikacija sa udaljenom stanicom preko komponente *RunnerService*, koja omogućuje pokretanje proračuna, preuzimanje modela podataka i rezultata proračuna.
- Čuvanje ulaznih i izlaznih podataka u bazi podataka
- Priprema skupa podataka za obradu, slanje paketa za obradu u *Scheduler*, kao i prikupljanje i čuvanje rezultata obrade po povratku paketa iz *Scheduler* - a.



Slika 2. Unutrašnja struktura komponente ModelServer

Na slici 2. prikazana je unutrašnja struktura *ModelServer*-a, u kojoj se uočavaju dve uslužne mrežne sprege – *FileTransferService* i *RunnerService*.

2.1. WCF usluga za prenos datoteka

FileTransferService je komponenta mrežnih usluga namenjena za automatizovano prikupljanje ulaznih podataka, organizovanih u vidu datoteka. Za komunikaciju sa udaljenim klijentima, oslanja se na HTTP (*Hyper Text Transport Protocol*) za prenos datoteka. Operatori distribucionih mreža šalju modele svojih mreža, koje se međusobno spajaju, i druge datoteke neophodne za analizu celokupnog sistema.

Klijent po uspostavi veze šalje podatke u vidu datoteka, a mrežna komponenta se direktno oslanja na komunikaciju sa rukovaocem ulaznih podataka, preko sandučića za poruke. Datoteka se preko sandučića šalje na proveru i čeka se odgovor koji se prosleđuje klijentu. Potom je klijentu omogućeno preuzimanje datoteke izveštaja u slučaju da postoje neke greške ili ispravke nad poslatom datotekom.

Kada se naprave datoteke rezultata proračuna, uslužna komponenta ih čini dostupnim za klijente, koji mogu da ih preuzmu upućivanjem novog zahteva.

2.2. Višeklijentska WCF usluga

RunnerService je višeklijentska mrežna sprega bazirana na TCP komunikaciji u okviru lokalne mreže. Ona udaljenim klijentima omogućuje rad nad podacima na usluživaču. To uključuje preuzimanje podataka ulaznih

datoteka, parametara proračuna, rezultata proračuna i zahtevanje proračuna nad podacima na usluživaču. Svi klijenti mogu da prate dnevne proračune vezane za aukcijski proces, dok samo oni sa dovoljnim nivoom prava mogu da pokreću ili zaustavljaju takve proračune. Ostalim klijentima je ostavljena mogućnost da na usluživaču pripreme svoj skup podataka nad kojima nezavisno od drugih pokreću bilo koji od postojećih proračuna.

Udaljena komunikacija je zamišljena tako da se na *RunnerService* povezuju „laki“ klijenti, tj. klijenti koji nemaju komponente koje vrše proračune. Klijenti treba da služe samo za pregled sadržaja na usluživaču, uz neke jednostavne funkcije filtriranja primljenih podataka i grafičkog prikaza ulaznih podataka i rezultata. Preko ostvarene veze moguće je pristupiti resursima koji su izloženi preko komunikacione sprege (*interface*). Klijent poziva metode na *RunnerService* komponenti za preuzimanje podataka. Metode su sinhronne, odnosno klijent čeka na odgovor mrežne komponente. Zahtev za proračunom je posebna metoda koja vraća samo potvrdu o primljenom zahtevu na usluživaču, ali se ne čeka na završetak proračuna.

Klijent dobija tekstualnu informaciju o stanju, kao i procentualnu vrednost toka izvršavanja proračuna (broj odrađenih koraka / ukupan broj koraka za traženi proračun). Nakon završenog proračuna klijent se obaveštava da su rezultati spremni na usluživaču.

Za višeklijentsko okruženje, gde svaki klijent može da zahteva proračune nezavisno od ostalih, neophodno je za svakog čuvati odvojene skupove podataka. To podrazumeva: učitane ulazne podatke, podešavanja svakog korisnika, liste podataka koji su na proračunu i rezultate proračuna. Organizaciju, upravljanje i čuvanje odvojenih podataka za svakog klijenta realizovano je klasom *RunnerSession* u okviru *ModelServer-a*.

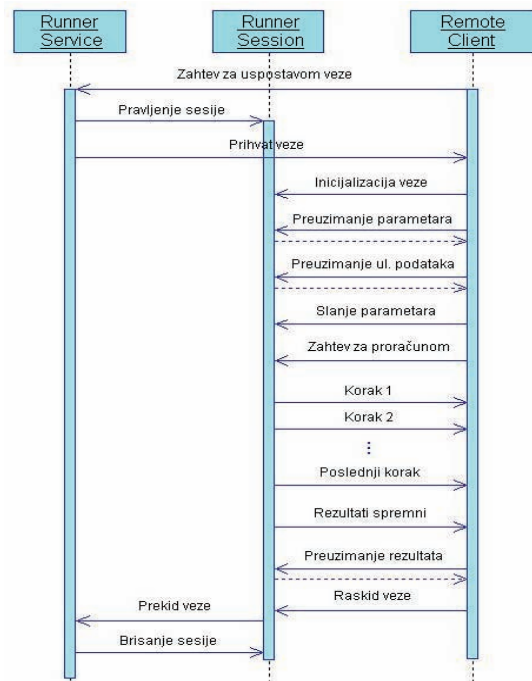
Inicijalizujuća metoda je prva koja se može pozvati po uspostavi veze, i u njoj se obavlja nekoliko bitnih operacija:

- vrši se autentifikacija klijenta
- referenca na novog klijenta se dodaje u listu aktivnih klijenata
- pravi se nova sesija za klijenta, odnosno pronalazi se sačuvana sesija, i uvezuje se identifikator sesije uz referencu novog klijenta.

RunnerSession se oslanja na upravljački podsistem radi obezbeđivanja podataka za *RunnerService* i prosleđivanja zahteva za proračunima.

Na MSC dijagramu (slika 3.) mrežna uslužna komponenta prikazana je sa dva razdvojena objekta *RunnerService* i *RunnerSession*.

Pozivom inicijalizujuće metode, pravi se instanca klase *RunnerService* u novoj programskoj niti koja nadalje odgovara na zahteve klijenta. Zbog dvosmerne komunikacije potrebno je čuvati reference na svakog klijenta koji uspostavi vezu sa servisom. Klasa *RunnerClient* realizuje metode za dodavanje, čuvanje i brisanje referenci na klijente, ali i uspostavlja vezu sa sesijom koja je dodeljena pojedinom klijentu.



Slika 3. Tipičan scenario komunikacije sa klijentom

2.3. Rukovalac ulaznih podataka

Rukovalac ulaznih podataka komunicira sa udaljenim klijentom preko *FileTransfer* mrežne usluge. Od udaljenog klijenta prima ulazne podatke na nivou datoteka. Vršiti proveru pristiglih podataka, kako formata, tako i strukture podataka u pristiglim datotekama.

U zavisnosti od kvaliteta podataka oni se smeštaju u skladište usluživača ili se odbacuju, uz obavezno vraćanje poruke ka *FileTransferService* komponenti o statusu primljene datoteke. *FileTransferService* prosleđuje poruku klijentu o završenoj akciji usluživača. Dodatno je omogućeno slanje datoteka izveštaja klijentskoj strani.

Prilikom prikupljanja podataka, oni se prevode u odgovarajući format i vrši se kompletna strukturna i funkcionalna provera podataka. Funkcionalna provera podrazumeva proračun tokova snaga nad modelom podataka, i provere granica tolerancije. Ukoliko podaci nisu u granicama, vrši se podešavanje određenih parametara prema definisanim pravilima u cilju dobijanja kvalitetnijeg skupa podataka. Ukoliko takve manje izmene ne poprave validnost podataka, ceo skup podataka se odbacuje uz izveštaje o utvrđenim problemima.

Ključnu ulogu u održavanju listi aktuelnih podataka za *RunnerService* ima rukovalac ulaznih podataka. Kako je ova komponenta odgovorna za punjenje skladišta podataka na usluživaču, ona i osvežava liste podataka koje nudi *RunnerService*. Kada osveži podatke na usluživaču, preko mrežne sprege se šalju poruke o izmeni aktivnim klijentima. Klijenti kojima je od interesa takva izmena, mogu da osveže svoje podatke.

2.4. Rukovalac funkcijama

Rukovalac funkcijama vrši prikupljanje skupa podataka koji su neophodni za zahtevanu operaciju. Prema kodu operacije učitavaju se drugačiji skupovi podataka iz baze podataka, ili se vraća izveštaj o grešci.

Najbitnija uloga komponente je priprema skupa podataka za dnevne automatizovane proračune. Nakon signala za početak procedure za određivanje aukcijskih parametara, prikupljaju se podaci za 24 sata, pripremaju se parametri za proračune i takvi paketi se šalju komponenti *Scheduler*. Prati se tok procesa, obrađuju pristigle poruke od *Scheduler-a*, i na kraju čuvaju rezultati u skladištu usluživača u obliku datoteka.

2.5. Način funkcionisanja aplikacije

Pokretanje aplikacije usluživača vrši se iz nadzorne komponente – aktuelizatora. Pojedinačno je moguće pokrenuti:

- programsku komponentu *Scheduler*, koji ostaje na čekanju podataka od *ModelServer-a*
- *ModelServer* koji inicijalizuje sve ključne parametre sistema, tako da je bez dalje kontrole nad sistemom omogućena automatizovana dnevna procedura određivanja aukcijskih parametara.
- Programsku komponentu za proveru ulaznih podataka prilikom prijema datoteka preko *FileTransfer* mrežne usluge.

Aktuelizator po pokretanju pokreće i vremenske brojače za pojedine akcije definisane u vremenskoj tabeli. Po isteku određene vremenske kontrole (brojača), vrši se obraćanje *ModelServer-u*:

- Reset sistema inicira vremenska kontrola. Određeni parametri u *ModelServer-u* se vraćaju na početne vrednosti, menja se datum aukcije za koju se računaju parametri.
- Po resetu i promeni datuma, *FileTransferService* omogućava prijem datoteka namenjenih za aukciju prema podešenom datumu. Prijem datoteka traje sve do naredne vremenske kontrole, koja signalizira prekid prijema, i prelazak u sledeću fazu.
- Pre spajanja modela proverava se ukupan broj pristiglih datoteka. Ukoliko nema nekih modela, ili su odbačeni, primenjuje se strategija zamene nedostajućih datoteka. Pokuša se pronaći model mreže koji je ispravan među modelima koji su prošli provere, ili se zamenjuje predefinisanim modelom za traženi sat.
- Faza spajanja je potrebna da bi se spojili modeli susednih mreža. U ovoj fazi takođe može da se otkrije neslaganje modela, pa spojeni model može takođe da se odbaci.
- Nad ispravnim spojenim modelima mreža, vrše se proračuni u dve faze.

Narednog dana sistem se ponovo resetuje i procedura se ponavlja. Preko *RunnerService* moguće je ručno pokretanje proračuna za aukcije ili dodatne radi ispitivanja stanja sistema simulacijom nepredviđenih ispada elemenata u sistemu, i sl.

3. PROVERA I ISPITIVANJE

U toku timskog razvoja programske podrške, definisani su međusobni odnosi komponenti sistema i način komunikacije među njima. Komponente su prvo nezavisno testirane predviđenim testnim situacijama. Tek integracijom komponenti sistema je proverena kompatibilnost komponenti i na kraju ceo sistem je testiran u laboratorijskim uslovima. Aplikacija je testirana na usluživačkoj mašini u okviru lokalne mreže (*Ethernet*) simulacijom realnih uslova. Testovi kompatibilnosti i stabilnosti su obavljani na više različitih operativnih sistema firme Microsoft: Windows XP (32-bitni i 64-bitni), Windows Vista (32-bitna) i Windows Server 2008 (64-bitni). Svi testovi su uspešno izvršeni.

4. ZAKLJUČAK

Opisana aplikacija, namenjena usluživaču, u velikoj meri ispunjava zahteve robusnosti, brzine i stabilnosti. Vreme potrebno za proračune se smanjuje skoro onoliko puta koliko sistem usluživača ima procesora, pošto je vreme potrebno za sinhronizaciju paralelne obrade zanemarivo u poređenju sa vremenom obrade na jednom procesoru.

Za ovakvu aplikaciju, koja treba da radi 24 sata dnevno, bilo bi veoma korisno da se razvije mehanizam vruće rezerve i prenosa izvršenja sa aktivnog na pomoćni usluživački sistem.

5. LITERATURA

- [1] Addison.Wesley.Essential.Windows.Communication.Foundation.Feb.2008.pdf
- [2] Apress.Pro.WCF.Practical.Microsoft.SOA.Implementation.Jan.2007.pdf
- [3] MSDN online biblioteka msdn.microsoft.com
- [4] Learning WCF, Michele Leroux Bustamante, May 2007: First Edition

Kratka biografija:



Miodrag Manojlović rođen je u Karlovcu 1985. god. Diplomski-bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarska tehnika i računarske komunikacije odbranio je 2008. god.

**RAZVOJ PODSISTEMA UPRAVLJANJA TEHNOLOŠKIM OBJEKTIMA
U SCADA SISTEMU OASYS DNA****DEVELOPMENT OF SUBSYSTEM FOR MANAGING TECHNOLOGICAL OBJECTS
IN OASYS DNA SCADA SYSTEM**Milijana Miodanić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Namjena projekta jeste da se za SCADA sistem OASyS DNA razvije odgovarajuća programska podrška za upravljanje tehnološkim objektima, što je zahtevalo dodatne elemente, kao što su digitalni uređaji i objekti, radi proširenja osnovne funkcionalnosti postojećeg sistema.

Abstract – Purpose of this project is to make proper software for SCADA OASyS DNA system, to manage technological objects from the industrial plants. It required to add some new elements like digital devices and objects for upgrading basic functionalities of current system.

Ključne riječi: SCADA, SQL, ezXOS, ADE, XE, Modsim

1. UVOD

Savremena tehnološka postrojenja zahtijevaju poseban sistem koji omogućava nadzor, ali i kontrolu nad procesima u sistemu. Takav sistem, bez obzira da li se radi o toku gasa kroz cijevi, pripremi i distribuciji vode ili možda signaliranju željeznice, naziva se SCADA sistem. SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) sistemi koriste se za nadgledanje i kontrolu procesa u fizičkim sistemima (elektroenergetskim, naftovodnim, fabričkim, itd.).

S obzirom da aplikativna upravljačka podrška realizuje kontrolu nad industrijskim procesima, njena organizacija mora biti usklađena sa organizacijom i prirodom samih proizvodnih sistema. U pogledu upravljačke strukture, različiti proizvodni sistemi pokazuju istovetnu slojevitost organizaciju. Hijerarhija proizvodnih sistema obuhvata proizvodne objekte, postrojenja i pogone.

Na osnovnom nivou su proizvodni uređaji - objekti, poput mašina, silosa ili vaga, koji izvršavaju neku relativno fiksnu proizvodnu operaciju nad materijama (robama) koje učestvuju u tehnološkom procesu. Sa stanovišta SCADA sistema proizvodni objekat se opisuje:

- Skupom pripadajućih procesnih podataka (spregnutih procesnih ulaza/izlaza), koji određuju njegovo stanje. Dinamičko ponašanje objekta predstavljeno je logičkim automatom definisanim nad tim skupom podataka, koji u suštini definiše tip objekta.

NAPOMENA:

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

- Skupom tehnoloških operacija koja se izvršavaju nad njima. Kontrola nad izvršenjem ovih dejstava je osnovni zadatak aplikativne programske podrške. U osnovi, upravljački kod realizuje kontrolu prethodno definisanog logičkog automata. Pošto su dejstva vezana za tip objekta, a ne za konkretnu instancu u postrojenju, za njega treba vezati i odgovarajuću upravljačku proceduru.

Nezavisno od složenosti procesnih U/I veza i tehnoloških operacija, zbog kojih je automatsko upravljanje vrlo često neophodno, osnovna osobina proizvodnih objekata je suštinska nepromenljivost tehnoloških operacija koje se izvršavaju nad njim. Oni u svom funkcionisanju prate ugrađenu logiku, koja je ograničena na uski tehnološki segment.

1.1. SCADA OASyS DNA sistem

OASyS DNA je SCADA sistem koji, pored osnovnih obilježja, ima i neka specifična. OASyS DNA ima slojevitost arhitekture: OASyS DNA virtuelna mreža, bezbjedonosni sloj, katalog servisa, srednji sloj, infrastruktura servisa (realnog vremena, istorijskog,...). Cijeli sistem nadgleda operacije koje se dešavaju u sistemu, ali i zadaje kontrole lokalnim uređajima sa kojih prikuplja podatke u realnom vremenu. U sistemu postoje tri tipična tipa podataka koji se obrađuju: analogni, digitalni i brojački signali.

Namjena zadatka je da se postojeća funkcionalnost sistema proširi tako da se pored obrade osnovnih tipova podataka uvede obrada složenijih tipova koji predstavljaju kombinaciju prostijih. Objekti su složeniji elementi, jer treba da sadrže tačke različitih tipova. One se obrađuju na različit način, pa je zato obrada ovakvog elementa prilično složena. Korištenjem OASyS DNA alata treba dodati nove funkcionalnosti u postojeći sistem.

2. RAZVOJNO OKRUŽENJE

SCADA OASyS DNA sistem sadrži nekoliko pogodnih alata za rad. Najvažniji od njih su: ezXOS, ADE, XE i Modsim. Pri radu sa ovim okruženjem je potrebno poznavati osnovne tehnologije: RealTimeDB, NMC, ES, ezXOS, ADE, XE, ModSim.

2.1. RealTimeDB (RealTime Database)

SCADA OASyS DNA sistem sadrži bazu podataka formiranu preko *xml* datoteka. U njima su definicije tabela sa odgovarajućim poljima. Pored polja i njihovih atributa (ime, opis, tip, da li je ključ, jedinstvenost,...), svaka tabela sadrži ime, opis, ali i maksimalan broj tačaka

u tabeli. Kako bi se moglo pristupiti nekoj od tabela, formira se novi tip koji predstavlja poziciju tabele u bazi podataka (eng. *slot*). U bazi se, pored tabela, definišu i izvedeni tipovi: enumeracija, strukture i nizovi. Imena svih *xml* datoteka koje se odnose na istu cjelinu u smislu zavisnosti tabela se navode u tekstualnoj datoteci (.*txt*) koja se poziva prilikom prevođenja baze podataka. Nakon bilo kakve izmjene u bazi podataka, potrebno je uraditi prevođenje baze odgovarajućim naredbama. Korisnik popunjava bazu podataka preko specijalnog alata namijenjenog za to – ADE.

Kada se baza podataka popuni određenim podacima, potrebno ih je obraditi na odgovarajući način. Zbog toga sistem za obradu neprestano povlači podatke sa udaljene telemetrijske stanice ili skenira izvore iz kojih se oni generišu. Povlačenje podataka traje od nekoliko stotina mikrosekundi do nekoliko sekundi. Podaci se zapisuju u RealTimeDB i tamo ostaju nepromijenjeni sve dok ne stignu novi, svježi podaci koji ih prepisuju.

SCADA instalacija koristi *SQL* servere i *PubSub* aparaturu za upravljanje korisničkim zahtjevima: skladištenje podataka, integracija podataka, sigurnost i konkurentnost.

2.2. NMC (Network Management Console)

Mrežni kontrolni terminal sadrži set opcija koje se koriste pri nadgledanju raznih procesa. Iz ovog alata se mogu pokrenuti razne uslužne komponente (*Common, Arbitration, Historical, RCS, RealTime*) i procesi koji su uključeni u njih. NMC omogućuje pregled dozvola svakog korisnika u sistemu.

2.3. ES (Engineering Station)

U sistemu može postojati samo jedna inženjerska stanica. Iz nje se vide sve uslužne komponente potrebne za ispravno funkcionisanje sistema. Na ES se formira grafička baza podataka i kada se ona jednom formira, potrebno je da se distribuira svim stanicama ezXOS. Inženjerska stanica kontrolira da li se neke radnje odvijaju na aktivnom racunaru ili ne, da li se može vidjeti istorijski prikaz podataka, itd.

2.4. ezXOS (eXtended Operator Station)

Operaterska stanica predstavlja grafičku spregu koja se koristi za prikaz i kontrolu procesnih uređaja.

2.5. ADE (Advanced Database Editor)

Alat za konfiguraciju podacima u RealTimeDB je generička .NET aplikacija i ona u ezXOS obezbjeđuje direktnu korisničku spregu sa bazom podataka realnog vremena.

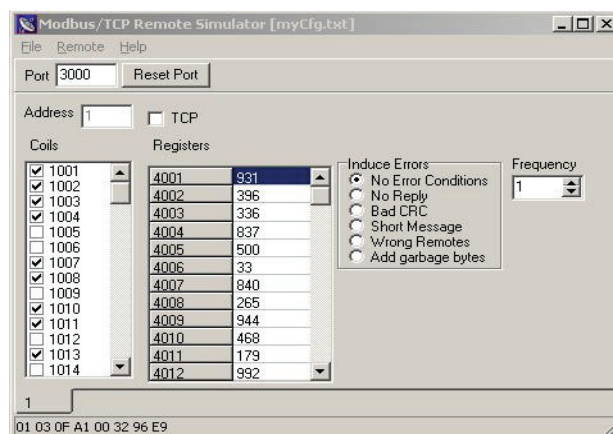
2.6. XE (eXtended Editor)

Specijalni alat za crtanje grafičkih komponenti je XE. Programski kod se piše u jeziku Visual Basic.NET. Definicije grafičkih formi se čuvaju u datotekama sa ekstenzijom *xem*. Forme se koriste za pregled trenutnog stanja pojedinih tačaka sistema, ali krajnjem korisniku omogućava i komandovanje, odnosno ručno postavljanje vrijednosti određenih tačaka.

2.7. Modsim (MODBUS simulator)

U SCADA OASyS DNA sistemu postoji simulator (ModSim) koji se zasniva na Modbus protokolu. To je serijski komunikacioni protokol namijenjen za komunikaciju sa PLC kontrolerima. Modbus je postao jedan od najraširenijih komunikacionih protokola u industriji. Modsim omogućava korisniku da konfigurira vrijednosti preko kojih želi da prati i kontrolira određene tačke u sistemu.

Sastoji se od broja prolaza (eng. *port*) koji korisnik definiše, adrese sa koje se čitaju podaci, ali i konfigurabilnog broja jednobitnih i šesnaestobitnih registara. Pri tome se jednobitni nazivaju coils i predstavljaju diskretne vrijednosti, dok se šesnaestobitni koriste za predstavljanje analognih vrijednosti (Slika 1).



Slika 1. Izgled Modbus simulatora

U vezi sa simulatorom postoje dvije datoteke. Jedna ima ekstenziju *cfg* u kojoj se čuva broj prolaza na kome se može odvijati simulacija i apsolutna putanja do datoteke iz koje se čita sama konfiguracija simulatora. Konfiguraciona datoteka je obična tekstualna koja sadrži definicije po kojoj se mijenjaju kako analogne, tako i diskretne vrijednosti. Korisnik ne mijenja ručno ove datoteke, već se one popune na osnovu parametara koje je korisnik unio u sam simulator.

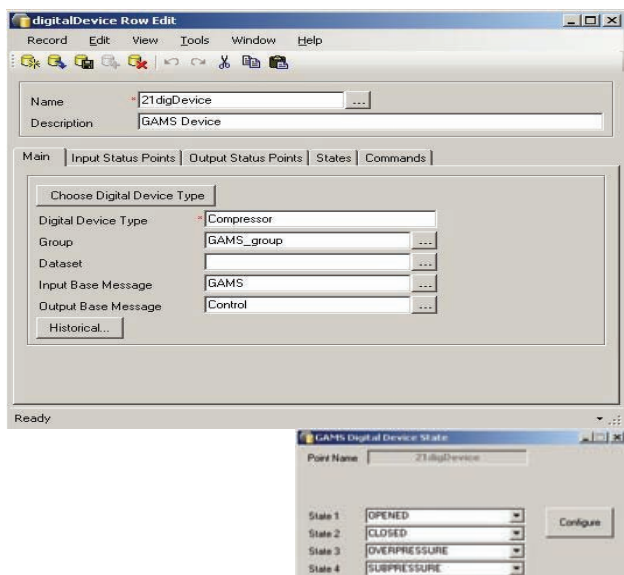
3. REALIZACIJA RJEŠENJA

Prilagođenje postojeće konfiguracije u SCADA OASyS DNA sistemu je počelo proširivanjem baze podataka. Formirano je nekoliko *xml* datoteka, od kojih jedna sadrži definicije novih tipova (zbog lakše preglednosti), a ostale su napravljene za svaku tabelu pojedinačno (*digitalDevice, object*). Konfiguracije treba da ostanu sačuvane, pa se moraju izvršiti komande iz (komandne linije) *savedata, text_save* pod uslovom da je pokrenut RealTime uslužna komponenta.

Nakon izvršenja ovih komandi se formiraju datoteke sa ekstenzijama *t* i *l*. Prvi tip datoteka sadrži internu strukturu podataka svake tabele, što podrazumijeva skup svih definisanih polja. S druge strane, *l* datoteke su dosta detaljnije, jer sadrže trenutni broj tačaka u tabeli, ali i vrijednost svake tačke u svakom polju. Po formiranju novih *xml* datoteka one se uključuju u sistem. To se postiže prevođenjem baze pomoću specijalne komande *convertdb* sa parametrima. Jedan od njih je, između

ostalog, ime tekstualne datoteke koja sadrži informacije o tome koje sve *xml* datoteke treba da se prevedu. Komanda se izvršava sa zaustavljenom komponentom RealTime. Po prevođenju već predefinisanih projekta u sistemu OASyS DNA, formiraju se i zaglavlja (*.h* datoteke) na osnovu definicija iz baze podataka. Zaglavlja su, u stvari, strukture podataka pojedinih tabela. Po formiranju zaglavlja se pokreće *Common* komponenta i izvršavaju se preostale komande koje su u vezi sa prevođenjem baze: *loadblankdb* (učitavanje prazne baze podataka), *text_load* (učitavanje postojećih tačaka u sistemu iz *l* datoteka) i na kraju *savedata* kako bi se sačuvali svi podaci u *dat* datoteku. Kako već postojeći sistem sadrži pogodne forme za popunjavanje definisanih tabela, bilo je potrebno napraviti po jednu *xml* datoteku za svaku tabelu u kojima se precizira položaj svih polja na grafičkoj formi koju korisnik vidi. Između ostalog, svaka datoteka sadrži tabelu, polja, ali i dodatne elemente (grupa, podgrupa, dugme,...). Svaki od ovih elemenata ima unaprijed definisane obavezne ili opcione atribute. Najviše ih postoji za polja, a neki od njih su: ime, labela, vidljivost polja na formi, obavezno popunjavanje polja, redosljed, niz znakova koji ograničava korisnika da unese podatke neispravnog tipa, minimalna i maksimalna vrijednost broja, unaprijed definisana vrijednost,...

Kako je u sistem dodata funkcionalnost koja ranije nije postojala, u ADE-u je formirana posebna grupa koja objedinjuje nove tabele. Grupa se zove GAMS (eng. Generalized Acquisition Management System), jer sadrži tabele napravljene po uzoru na GAUS (Generalizovani akvizicioni upravljački sistem). I ovo konfigurisanje je definisano u *xml* datoteci.



Slika 2. Izgled ADE forme za tabelu *digitalDevice*

Prije prevođenja ovih konfiguracionih datoteka mora se pokrenuti uslužna komponenta realnog vremena kako bi se komande uspješno izvršile. Kada se i ove datoteke uspješno prevedu (pomoću komandi na korisničkom terminalu: *DNATreeLayoutSchemaMerge* – za prikaz nove grupe tabela u ADE-u; parametri se obavezno navode, *DBEditDisplaySchemaMerge* – za prikaz formi na kojima se nalaze polja table), može se pokrenuti ADE kako bi

korisnik vidio svoje tabele i njihov izgled. Slika 2 prikazuje i grafičku formu koja je kodirana u *dll* biblioteci iz koje se biraju stanja digitalnog uređaja. Crvena zvjezdica pored polja označava da je ono obavezno za popunjavanje.

Svako dugme sa forme poziva dinamičku biblioteku *-dll* (eng. *Dynamic-Link Library*) koja je navedena kao atribut elementa *EditField*. Ovaj element ima tri opciona atributa: prostor imena, klasa i metoda koja se poziva. Sve ovakve biblioteke su pisane u programskom jeziku C#.NET koristeći HPDB API (eng. *High Performance DataBase Application Programming Interface*).

3.1. ADE tabele

3.1.1. Digitalni uređaj (*digitalDevice* table)

U tabeli *digitalDevice* postoji dugme pomoću koga se bira tip digitalnog uređaja. Na osnovu njega se određuje broj ulaznih i izlaznih bita, ali i maksimalan broj stanja i komandi koje je moguće definisati za tip uređaja. Ono određuje stanja za svaku kombinaciju ulaznih bita, a komande za kombinacije izlaznih. To znači da svaki digitalni objekat koji je istog tipa ima istu početnu konfiguraciju, odnosno isti skup predefinisanih stanja i komandi. Korisnik može promijeniti ta unaprijed definisana stanja/komande za svaki tip digitalnog uređaja, ali i ne mora ako stanja, odnosno komande odgovaraju konfiguraciji koju želi da napravi. Slično ovom, postoje još dva dugmeta kojima je korisniku omogućeno da bira proizvoljna stanja i komande iz ADE forme.

3.1.2. Objekat (*object* table)

Tabela objekata se sastoji od više elemenata koji mogu, a ne moraju biti istog tipa. Neki elementi se predstavljaju digitalnim, neki analognim, a neki brojačkim vrijednostima. Slično kao i u prethodno opisanoj tabeli, i u ADE formi za *object* tabelu postoje dugmad kojima se prilagođavaju i podešavaju vrijednosti određenih polja onako kako odgovaraju korisniku. Tabela objekata takođe sadrži polje koje određuje tip objekta. Na osnovu ovog polja se određuje tip izlazne vrijednosti objekta, odnosno da li se može predstaviti analognom ili digitalnom vrijednošću.

3.2. XE grafika

Za svaku novu tabelu je dodata grafička podrška koja korisniku omogućava pregled pojedinih tabela i njihovih trenutnih stanja.

Iz ezXOS-a se mogu pokrenuti određeni prozori koji prikazuju pregled alarma, događaja, ali i posebne prozore za neke od tabela, kao što su analog, status, rate, connection, remote. Svi ovi prozori su realizovani u programskom jeziku Visual Basic uz .NET biblioteke u okruženju koje nudi sam OASyS sistem – *eXtended Editor*.

Osnovni prozor iz kog se pokreću ostali je *NAVMENU*. On ima više kategorija : *Tools*, *System Displays*, *Summaries*, *GAMS*.

U kategoriji GAMS se nalazi skup prozora u vezi sa GAMS podsistemom. Klikom miša na bilo koji element, otvara se prozor koji sadrži sve tačke izabrane tabele, odnosno skup svih tačaka. Ako korisnik želi da vidi podatke određene tačke, njen prozor otvara klikom na red

u kome se ona nalazi u tabeli. Tada se otvara novi prozor (eng. *Control Panel*) koji sadrži ime, opis i vrijednost bitnog polja te tačke.

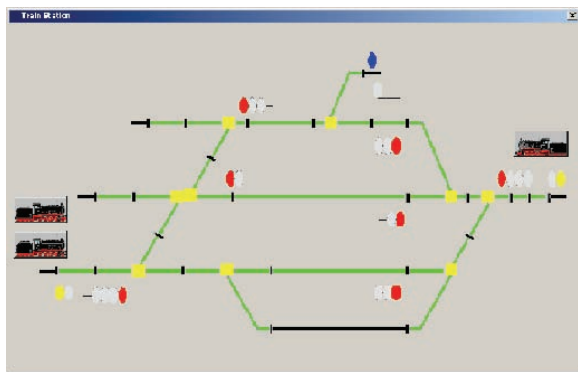
3.3. Programaska podrška

Odgovarajuća programaska podrška realizuje se u projektima kodiranim u programskim jezicima C# i C++.

Tako, na primjer, tabele *digitalDevice* i *object* imaju za cilj da proširi već postojeću funkcionalnost SCADA sistema. Tabela *digitalDevice* uključuje samo digitalne ulaze, dok se *object* tabela sastoji od ulaza različitog tipa. Stanje nove tabele se dinamički formira ako se desi promjena (komandovana od strane korisnika ili ne) na nekom elementu koji je sastavni dio objekta. U tu svrhu je dodatna funkcionalnost ostvarena prepisivanjem funkcije za obradu tačaka iz status tabele. Ona se ogleda u pozivu odgovarajućih funkcija koje registruju promjene u određenoj tabeli (u ovom slučaju status) i reaguju na način definisan u kodu. To se odnosi na postavljanje trenutnog stanja određenog uređaja, odnosno objekta na osnovu bita koji se čitaju sa simulatora. U slučaju da se promijeni vrijednost na nekom digitalnom ulazu *object* tabele (tačka iz status tabele), ta promjena se automatski ogleda na svaki digitalni uređaj ili objekat u koji je status tačka uključena. Sa druge strane, korisnik može zadati proizvoljno stanje objekta. U slučaju da želi da se stanje objekta formira na osnovu trenutnih vrijednosti u simulatoru, ne mora ručno da mijenja stanje. U tabeli digitalnih uređaja i objekata postoje unaprijed definisana stanja u kojima se može naći uređaj ili objekat u slučaju neke od kombinacija stanja sastavnih elemenata.

4. TESTIRANJE

Kako bi se što vjernije prikazala funkcionalnost novoformiranih elemenata sistema, napravljena je simulacija željezničke stanice. Svi njeni elementi su tačke *object* tabele. Ima više tipova elemenata: semafori (predisignalni, ulazni, izlazni, reonski, granični), skretnice i izolovani odsjeci. Zavisno od tipa objekta, imaju različit i predefinisani broj ulaznih tačaka na osnovu kojih se formiraju stanja pojedinih elemenata željezničke stanice. Simulacija je realizovana u XE, a kod je u Visual Basic programskom jeziku. Međutim, cijela funkcionalnost se nije mogla realizovati samo u VB, već se iz samog koda mora pozivati C# dll u kome je realizovan pristup bazi podataka. Simulacija zavisi i od prepisane funkcije realizovane u C++ programskom jeziku.



Slika 3. Željeznička stanica u početnom položaju

Pokretanjem simulacije sistem se postavi u početni položaj (slika 3). Na formi se nalaze tri dugmeta koja korisniku omogućuju da izabere putanju po kojoj se voz kreće. Po pritisku na dugme, određeni elementi (semafori i skretnice) se postave u položaj koji je prethodno definisan za tu putanju. Nakon toga, zauzetost izolovanih odsjeka simulira kretanje voza. Po završetku simulacije, sistem se ponovo postavi u početni položaj.

5. ZAKLJUČAK

Sistem SCADA OASyS DNA uspješno je proširen, jer je dodata nova funkcionalnost preko tabele *digitalDevice* i *object*. Stanja ovakvih uređaja mijenjaju se direktno u zavisnosti od podataka koji se dobijaju sa simulatora preko udaljene telemetrijske stanice, pa se ponašaju kao oni osnovni tipovi: *analog*, *status*, *rate*.

Dalji razvoj ovog projekta bi išao u smjeru da se organizuju recepti, odnosno recepture na osnovu postojećih ili novih sirovina u sistemu. Sirovine bi predstavljale sirovine u realnom sistemu i njihovim ubacivanjem u tabelu receptata bi se dobila mogućnost kontrole pravljenja određenih proizvoda na osnovu konfiguracije zadate u samoj tabeli receptata. U njoj bi se takođe nalazila i određena polja u kojima bi bilo moguće navesti i akcije kojima bi se sirovine miješale i dodavale u cilju pravljenja konačnog proizvoda. Tada bi morao postojati mehanizam koji provjerava da li je krajnji proizvod jednak proizvodu koji je korisnik očekivao na samom početku. U slučaju da postoje veća neslaganja, valjalo bi ponoviti recept i/ili izmijeniti neke sirovine, odnosno akcije da bi se dobio određeni proizvod.

6. LITERATURA

- [1] OASyS DNA 7.5 Internals
- [2] OASyS DNA 7.5 Internals .NET API 7.5.4
- [3] OASyS DNA 7.5 XETutorials
- [4] OASyS DNA Fast Track Course
- [5] <http://www.wikipedia.org>
- [6] <http://www.tech-faq.com>
- [7] <http://msdn.microsoft.com>
- [8] M. Sultan : High Performance Database API User Manual
- [9] B. Atlagić: GAUS – Generalizovani Akviziciono Upravljački Sistem, Skripta iz predmeta „Projektovanje namenskih računarskih struktura“ 2005

Kratka biografija:



Milijana Miodanić rođena je u Derventi 09.03.1985. godine. Školske 2004/2005. god. upisala je studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva, odsjek Računarstvo i automatika, smjer-Računarska tehnika i računarske komunikacije. Odbranila je Bachelor rad 2008. godine.

REALIZACIJA T9 NAVIGATORA NA TV PRIJEMNIKU

Branislav Veriš, Fakultet Tehničkih Nauka Novi Sad, Branislav.Veris@rt-rk.com

Dr Vladimir Zlokolica, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, vladimir.zlokolica@rt-rk.com

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

Sadržaj – U radu je prikazano jedno rešenje T9 algoritma za brzu pretragu liste televizijskih usluga. Cilj je da se na lak i jednostavan način dodje do željene televizijske usluge a da se pri tom smanji broj pritisaka tastera daljinskog upravljača.

1. UVOD

Rad obuhvata realizaciju osnovne funkcionalnosti televizijskog prijemnika – odabir željene televizijske usluge kao i realizaciju odgovarajuće korisničke grafičke sprege (lista televizijskih usluga sa ugrađenim T9 navigatorom). T9 algoritam (skraćeno od “Text on 9 keys”- Tekst pomoću 9 tastera) je tehnologija za predviđanje teksta. Ova tehnologija je prvenstveno razvijena kako bi korisnicima mobilnih telefona olakšala unošenje teksta. Svakom tasteru 0-9 na daljinskom upravljaču je pridruženo više znakova što je prikazano na slici S1.1.

1	2 abc	3 def
4 ghi	5 jkl	6 mno
7 pqrs	8 tuv	9 wxyz

S1.1 Deo tastature daljinskog upravljača

Prednosti T9 tehnologije u odnosu na klasičan pristup je manji broj pritisaka tastera daljinskog upravljača što se može pokazati na primeru reči “home”. “Klasičan” način unosa teksta - za odabranu reč korisnik mora da unese sledeći niz tastera:

2x taster ‘4’ – ghi.

3x taster ‘6’ – mno.

1x taster ‘6’ – mno.

2x taster ‘3’ – def.

Ukupno 8 pritisaka tastera daljinskog upravljača

Korišćenjem T9 algoritma, odabrana reč se dobija sa samo jednim pritiskom na tastere ‘4’, ‘6’, ‘6’ i ‘3’. Nakon toga T9 algoritam pretražuje definisanu bazu podataka (rečnik) i korisniku nudi sve reči iz baze koje sadrže znakove koji odgovaraju unesenim tasterima.

T9 rezultati pretrage (primer manjeg rečnika) u vidu tri opcije za odabir :

1. “good”

2. “home”

3. “gone”.

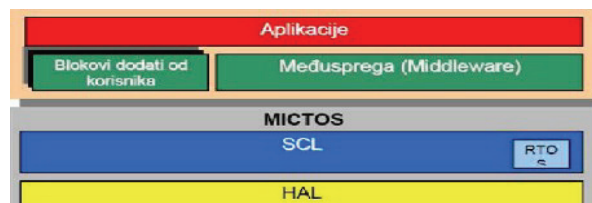
U ovom slučaju je moguće izabrati traženu reč “home”. Odabirom T9 algoritma za pretragu teksta dobija se jednostavan i brz način pretrage teksta koji u ovom radu predstavlja imena televizijskih usluga .

2. FIZIČKA ARHITEKTURA ZA RAZVOJ T9 NAVIGATORA

U ovom razvoju je korišćena S3 platforma koja omogućava prijem i obradu satelitskog digitalnog TV signala. Centralni procesor na ovoj platformi je MDE , specijalno projektovan za obradu digitalnog TV signala po DVB (eng. *Digital Video Broadcast*) standardu (prijem prenosnih tokova, dekodiranje MPEG-2 (eng . *Moving Picture Experts Group*) video i audio signala). Na S3 platformi signal se prima preko specijalnog bloka za koji se vezuje izvor digitalnog TV signala. Platforma je putem standardne serijske veze spojena sa personalnim računarom. na kom se razvija programska podrška. Razvijena programska podrška koristi funkcije MICTOS (eng. *Micronas Integrated Consumer Television Operating System*) operativnog sistema. MICTOS je operativni sistem koji predstavlja sistemsku programsku podršku za razne fizičke arhitekture namenjene obradi digitalnih TV signala, odnosno raznih integrisanih okruženja za obradu i prikazivanje digitalnog signala (audio, video, teletekst).

2.1 MICTOS OPERATIVNI SISTEM

Programska podrška kojom je realizovan MICTOS je podeljena u sledeće blokove: **SCL** (System Control Layer), sačinjen od skupa rukovaoca nižeg nivoa koji zajedno nude određenu funkcionalnost raspoloživu aplikaciji (krajnjem korisniku) **HAL** (Hardware Abstraction Layer) rukovaoci niskog nivoa (low-level drivers) **RTOS** (Real Time Operating System) . S1.2 prikazuje blokove od kojih se sastoji operativni sistem i njihovu vezu sa programskom podrškom.



S2.1 Blokovi operativnog sistema MICTOS

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Branislava Veriša. Mentor je bio prof.dr Nikola Teslić.

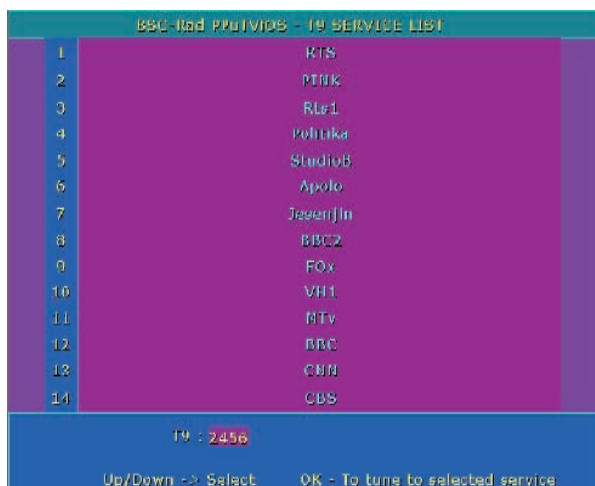
b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2009.

2.2 PROGRAMSKA PODRŠKA ZA T9 ALGORITAM

Programska podrška za T9 algoritam se sastoji iz dve celine. Jedna je grafička korisnička sprega a druga celina je sam T9 algoritam. Za razvijanje samog T9 algoritma je korišćen Microsoft Visual Studio zbog lakšeg otklanjanja potencijalnih grešaka prilikom razvoja. Na ovaj način je ubrzan razvoj T9 algoritma jer bi razvoj istog na ciljnoj platformi bio otežan zbog ograničenih resursa i otežanog kontrolisanog izvršavanja programa. Uvezivanjem ovih celina u jednu dobija se kompletna programska podrška koja omogućava rukovanje T9 navigatorom. Izvršavanje programa se sastoji u sprezi između T9 algoritma i grafičke korisničke sprege. T9 algoritam prima komande (pritisnute tastere daljinskog upravljača) na osnovu kojih se šalju podaci grafičkoj korisničkoj sprezi koja na ekranu ispisuje rezultate rada T9 algoritma.

3. GRAFIČKA KORISNIČKA SPREGA

Korisnička sprega je prikazana na slici S1.3.

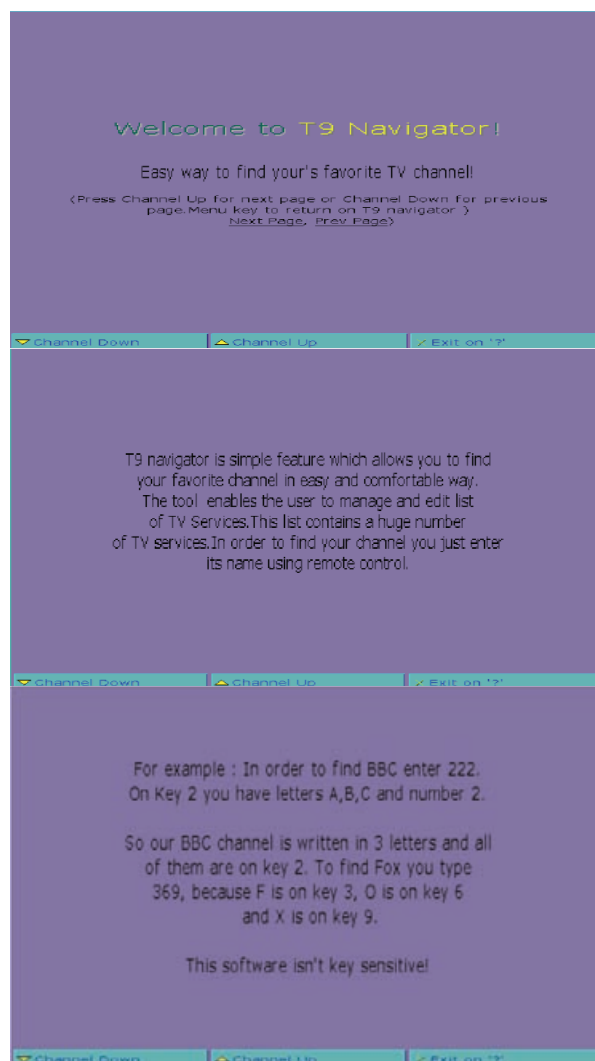


S3.1 Grafička korisnička sprega

Grafička korisnička sprega je razvijena korišćenjem OSD (eng. *On Screen Display*) builder –a programskog paketa. OSD Builder je alat za razvoj programske podrške koji služi za razvoj OSD-a jednostavan i komforan način. Alat omogućava korisniku da prilagođava, menja i generiše sve neophodne podatke za prikaz OSD. Glavni cilj OSD Builder-a je da učini razvoj programske podrške lakšim i stoga smanjuje vreme u kom će novi televizijski proizvod biti spreman za tržište. OSD Builder se koristi za kreiranje svih delova OSD koji mogu biti obrađeni od strane GDI (eng. *Graphic Device Interface*). GDI je biblioteka funkcija koja omogućava crtanje po ekranu. Izlaz iz OSD Builder-a je ANSI-C datoteka koja sadrži OSD opis, koja a biti prevedena i uvezana zajedno sa ostatkom televizijske programske podrške.

3.1 PROŠIRENJA GRAFIČKE KORISNIČKE SPREGA

Korisnička sprega kao jedina veza korisnika i televizijskog prijemnika se može proširiti dodavanjem sadržaja koji omogućavaju krajnjem korisniku lakše snalaženje i korišćenje ove iste sprege. U tom cilju u ovom programskom rešenju se nalaze dva (2) dodatka tj. proširenja. To su pomoć oko korišćenja T9 navigatora i mogućnost da se greške koje potencijalno mogu da nastanu prilikom unosa imena usluge putem tastera isprave. Npr. ukoliko se greškom pritisne neki taster ta akcija se može poništiti tako da se poslednji unos ne uzima kao validan a samim tim se isti i ne prosleđuje kao parameter za generisanje kombinacija a kasnije i za samu pretragu TV usluga. Dodatak koji služi kao pomoć za korišćenje T9 navigatora se sastoji iz tri stranice u kojima se nalazi kratak opis i jednostavan primer korišćenja T9 navigatora. Na slici S3.2 je prikazan izgled ove pomoći.



Slika S3.2 Izgled grafičke korisničke pomoći

3.2 SPREGA GRAFIČKE KORISNIČKE SPREGE SA T9 ALGORITMOM

Pritisak tastera na daljinskom upravljaču ima za posledicu pozivanje funkcija za generisanje kombinacija i pretragu celokupne liste dostupnih televizijskih usluga. Funkcija za generisanje kombinacija istovremeno proverava i postojanje generisanih kombinacija u listi usluga i u slučaju da tražena usluga postoji u listi o tome obaveštava grafičku korisničku spregu. Takođe i ukoliko željena usluga ne postoji u listi o tome obaveštava grafičku korisničku spregu. Na taj način se lista usluga osvežava i prikazuju se samo one usluge koji zadovoljavaju kriterijum pretrage. Pojam kombinacija se odnosi na reč koja nastaje i koja se formira od pritisnutih tastera na daljinskom upravljaču, kao što je prikazano u uvodu. Lista dostupnih usluga je velika (u pitanju su stotine televizijskih usluga) i samim tim je ne moguće prikazati spisak svih usluga na televizijskom ekranu. T9 algoritam i realizovana korisnička sprega omogućuju da se nakon svakog pritiska tastera daljinskog upravljača ova lista smanjuje. Drugim rečima svaki pritisak tastera ima za posledicu izbacivanje iz liste onih televizijskih usluga čiji se nazivi ne mogu formirati na osnovu pritisnutih tastera daljinskog upravljača. Veći broj pritisnutih tastera ima za posledicu manju listu usluga na ekranu televizijskog prijemnika a samim tim i lakše pronalaženje željene usluge.

4. ZAKLJUČAK

Realizovani T9 navigator predstavlja dobru osnovu za dalje proširenje i razvoj. Realizovani sistem se u praksi pokazao kao veoma uspešan i brz. Posebno je bitan aspekt brzine jer generisanje kombinacija i pretraga televizijskih usluga direktno zavise od broja dostupnih televizijskih usluga i pritisnutih tastera daljinskog upravljača. Krajnjem korisniku je najbitnija brzina kojom će doći do televizijskog sadržaja koji ga zanima a to mu ovaj sistem nudi.

NAPOMENA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, projekat broj 11005 od 2008 godine.

LITERATURA

- [1] MICTOS User Guide - MICTOS Version: 01.00.06 – Micronas GmbH, 2006
- [2] MDE 9517D, MDE 9518D Digital TV Decoder for DVB Set-Top Boxes and Integrated Digital Television Sets, 2003
- [3] MICRONAS Graphics Device Interface (GDI) and OSD Service Interface (OSD-SI) for MDE-B, MDE-D and VGC-A Technical Specification Version 2.03, 2003
- [4] Wikipedia, Free encyclopedia

Abstract – This paper deals with the basic characteristics and short description of the system. This solution can be used in digital television receiver with S3 platform with MDE processor. T9 navigator is used by remote controller.

IMPLEMENTATION OF THE T9 NAVIGATOR ON TV RECEIVER

Veriš Branislav

**REALIZACIJA SERVISNE STANICE ZA INSPEKCIJU I NADZOR
PROCESNIH VELIČINA U SCADA SISTEMU****DEVELOPMENT OF THE SERVICE WORKSTATION FOR INSPECTION AND
MONITORING OF THE PROCESS VARIABLES FOR SCADA SYSTEM**Đulinka Čukurov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je razvijena programska podrška za realizaciju servisne stanice SCADA sistema namenjene za inspekciju i nadzor procesnih veličina udaljene telemetrijske stanice, posredstvom TCP/IP protokola. Za razvoj aplikacije korišćeno je standardno razvojno okruženje Microsoft Visual Studio 2005.

Abstract – The subject of this paper is development of a software for the implementation of a SCADA system service station, designed for inspection and monitoring of RTU process variables. Remote access to RTU is provided by TCP/IP protocol. For the development of application standard development environment Microsoft Visual Studio 2005 was used.

1. UVOD

U savremenim industrijskim sistemima prisutan je visok stepen automatizacije i integracije prouzrokovan potrebom za efikasnijom kontrolom proizvodnog procesa. Privredni sistemi nameću potrebu za projektovanjem sistema koji će omogućiti akviziciju podataka, nadzor i upravljanje tehnološkim procesima. Zajedničko ime za sve sisteme ovog tipa je SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Klasičan SCADA sistem orijentisan je ka upravljanju i automatizaciji industrijskih procesa. U ovom radu razvijena je servisna stanica za nadzor i inspekciju procesnih veličina Udaljene Telemetrijske Stanice (UTS). Aplikacija je namenjena lokalnim posadama radi nadzora postrojenja, ili serviserima radi održavanja i popravki. U oba slučaja, krajnjim korisnicima nije omogućeno upravljanje niti izdavanje komande. Prvenstvena uloga je da se omogući uvid u stanje na telemetrijskoj stanici ali ne i vršenje bilo kakvih izmena.

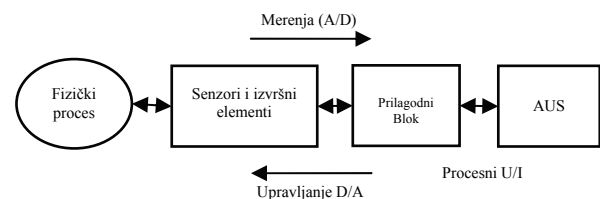
**2. ELEMENTI I OSOBINE AKVIZICIONO
UPRAVLJAČKIH SISTEMA****2.1. Definicija i funkcionalni zahtevi AUS sistema**

Pod akviziciono - upravljačkim sistemom (AUS) podrazumeva se skup namenskih, prostorno distribuiranih, međusobno povezanih računarskih modula, čiji je zajednički cilj ostvarenje funkcija nadzora i/ili upravljanja fizičkim procesom u realnom vremenu. Osnovna funkcija AUS sistema jeste ciklična akvizicija digitalizovanih odmeraka

različitih fizičkih veličina koje određuju stanje proizvodnog tehnološkog (fizičkog) procesa. Fundamentalni zahtevi koje AUS sistem opšte namene mora ispuniti su: rad u relanom vremenu, distribucija računarskih resursa u okviru AUS-a i postizanje maksimalne pouzdanosti i raspoloživosti.

2.2. Sprega AUS sistema sa fizičkim procesom

Strukturna šema ukupnog procesno-upravljačkog sistema (Slika 1) prikazuje način povezivanja AUS-a sa fizičkim procesom. Senzori i izvršni elementi obezbeđuju spregu sa procesom kojim se upravlja, i stoga čine osnovu mereno-regulacionog dela akviziciono-upravljačkog sistema. Funkcije fizičke komunikacije AUS sistema sa njima vrše se posredstvom podsistema procesnih ulaza/izlaza (procesni U/I). Prilagodni blok vrši uobličavanje procesnih U/I signala i galvansko razdvajanje između procesnih uređaja i akviziciono-upravljačkog sistema.



Slika 1. Povezivanje fizičkog procesa i AUS

2.2.1. Procesni ulazi

Najniže u hijerarhiji nadzorno-upravljačkog sistema su senzori, tj. pretvarači neke fizičke veličine u ekvivalentni električni signal. Digitalizacijom ovakvih signala u okviru AUS-a, vrši se obuhvat merenih podataka (fizička akvizicija). Fizička akvizicija podataka se izvršava posredstvom tzv. *procesnih ulaza*. Standardni tipovi procesnih ulaza u akviziciono upravljačkom sistemu su: analogni ulazi (strujni ili naponski signal proporcionalan trenutnoj vrednosti kontinualne fizičke veličine), brojački (impulsni) ulazi (učestanost električnih impulsa predstavlja meru trenutne vrednosti fizičke veličine) i digitalni ulazi (direktne fizičke veličine – stanja prekidača).

2.2.2. Procesni izlazi

Preko izvršnih elemenata (uređaja) utiče se na sam fizički proces, tj. ostvaruju upravljačke funkcije akviziciono-upravljačkog sistema. U opštem slučaju, to su elektromehanički uređaji direktno uključeni u samo

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr. Branislav Atlagić.

procesno postrojenje. Posredstvom *procesnih izlaza*, akviziciono – upravljački sistem kontroliše izvršne elemente generisanjem pobudnih električnih signala. Standardni su sledeći tipovi procesnih izlaza: digitalni izlazi (upravljanje tipa uključi/isključi ili otvori/zatvori) i analogni izlazi (analognim signalom zadaje se radna tačka izvršnog elementa).

2.3. GAUS (Generalizovani AUS)

Sistem GAUS predstavlja višenamenski akviziciono-upravljački sistem, realizovan po principima inženjerstva sistema zasnovanih na računaru, ECBS (*Engineering of Computer Based Systems*)[3]. GAUS je sistem u potpunosti zasnovan na široko dostupnim računarskim komponentama opšte namene i industrijskog kvaliteta. Ovakav izbor je omogućio nižu cenu sistema i veću fleksibilnost u radu, jer se obrada i kontrola vrše u potpunosti u programskoj podršci, pisanoj u programskim jezicima višeg nivoa. Funkcionalno različite komponente, koje pripadaju različitim hijerarhijskim nivoima GAUS sistema, integrisane su u celinu posredstvom jedinstvene programske podrške, u kojoj je veliki broj zajedničkih komponenti.

2.4. UTS – UDALJENA TELEMETRIJSKA STANICA

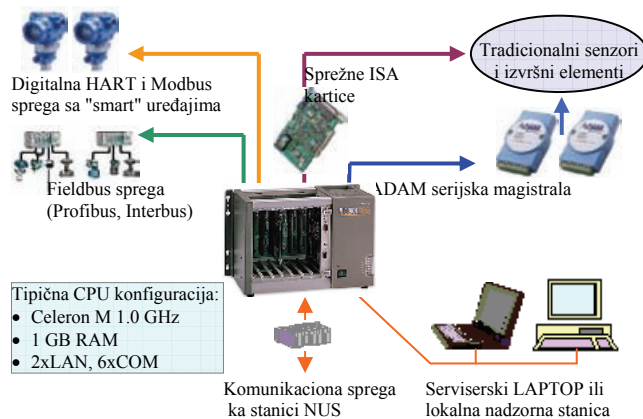
UTS ili RTU (Remote Telemetric Unit) je programibilni procesni kontroler realizovan upotrebom industrijskog PC računara i sprežnih procesnih U/I komponenti. On vrši lokalnu obradu merenja i uoravlja na osnovu učitane konfiguracije. U primarnoj obradi on rukuje procesnim ulazima i izlazima i formira lokalnu bazu sirovih podataka. U sekundarnoj obradi on konvertuje sirove podatke u format inženjerskih jedinica, proverava granice i generiše događaje. Funkcionalnost UTS je optimizovana za telemetrijske aplikacije, gde je autonomno izvršenje aplikativnih funkcija vrlo važno u slučaju prekida komunikacije sa centralnom NUS stanicom. U takvoj situaciji UTS može nastaviti normalan rad u zadatom režimu, uz memorisanje događaja i istorijata promena u periodu ispada. Od komunikacionih opcija, na raspolaganu su modem, GPRS, frame-relaz ili bežični LAN.

Po uspostavljanju komunikacije, memorisani podaci se predaju centralnoj stanici. Procesna U/I sprega, koja je prikazana na slici 2 ostvaruje se na više načina, sa naglaskom na savremena rešenja sa procesnom magistralom (fieldbus). Funkcije daljinske dijagnostike i održavanja podržane su podsistemom za prenos datoteka i daljinsko izvršavanje komandi, koje se odvija paralelno sa akvizicijom procesnih podataka. Na UTS-u je razvijen i LOG podsistem.

3. RAZVOJNA OKRUŽENJA I ALATI

3.1. Microsoft .NET okruženje

Microsoft .NET okruženje koristi se za razvoj programske podrške za računare koji rade pod Microsoft Windows operativnim sistemima [3].



Slika 2 – Udaljena Telemetrijska Stanica (UTS)

Ono sadrži obimnu biblioteku rešenja za mnoge probleme koji se manifestuju prilikom programiranja, i virtuelnu mašinu koja upravlja izvršavanjem programa pisanih isključivo za ovo okruženje. Virtuelno okruženje se nalazi u samom .NET okruženju i poznato je pod skraćenicom CLR (*Common Language Runtime*), tako da sam programer ne mora da razmišlja o arhitekturi procesora koji će izvršavati aplikaciju. Pored toga, CLR pruža mnoge druge važne usluge kao što su sigurnost, raspoređivanje memorije i obrada izuzetaka. Biblioteka klasa i CLR zajedno čine .NET okruženje.

4. IMPLEMENTACIJA REŠENJA

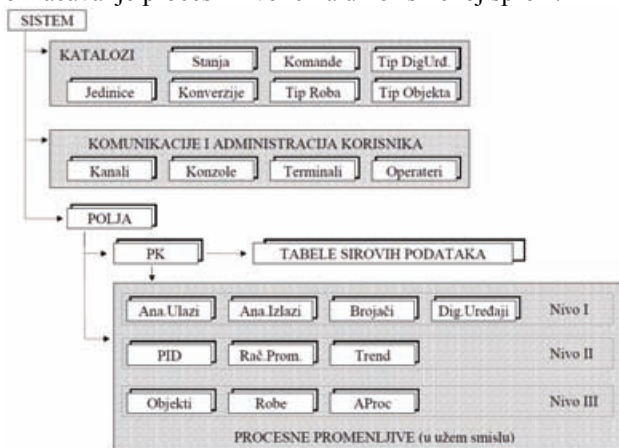
Glavni zahtev prilikom realizacije servisne stanice GAUS sistema je da se razvije programska podrška kojom će operater moći, preko TCP/IP protokola, da prati stanje na UTS-u.

4.1. Struktura programske podrške

Pre svega treba naglasiti da na najnižem nivou, GAUS sistem vidi fizički proces kao skup procesnih U/I svih procesnih kontrolera. U okviru baze izvedenih podataka, pojedini procesni U/I se grupišu na osnovu tipa i broja, i opisuju posebnim strukturama podataka. Time oni dobijaju svojstvo *procesne promenljive* ili *procesne veličine*. Svi viši programski nivoi u sistemu (upravljanje, prezentacija, itd.) rade isključivo sa njima. Parametri procesnih veličina istovremeno predstavljaju i opis elementarnih komponenti fizičkog procesa povezanog sa AUS-om. Sledeći nivo opisa fizičkog procesa vezan je za uspostavljanje logičkih veza između pojedinih procesnih veličina (odnosno tehnoloških uređaja), i njihovo grupisanje u tehnološke celine u okviru procesnog postrojenja. Na taj način se stvara dodatna osnova za strukturiranje upravljačke procedure i potpuniji nadzor nad fizičkim procesom. Svaki tip podataka istovremeno opisuje i jedan nivo u strukturi programske podrške akviziciono-upravljačkog sistema (Slika 3).

Pošto nova korisnička sprega nema potrebe za svim informacijama o sistemu, napravljene su nove klase koje će opisati pojedine tipove U/I. Jedinstveno označavanje procesnih veličina sistema GAUS se vrši pomoću strukture *PVID* (eng. *Process Variable IDentificator*). Pomenuta struktura se sastoji iz oznake *rtu* (polje u kom se procesna veličina nalazi), oznake tipa kome pripada

(tip) i oznake *sqn* (redni broj unutar grupe sa istim tipom i poljem). Ovaj način identifikacije će biti upotrebljen i za označavanje procesnih veličina u korisničkoj sprezi.



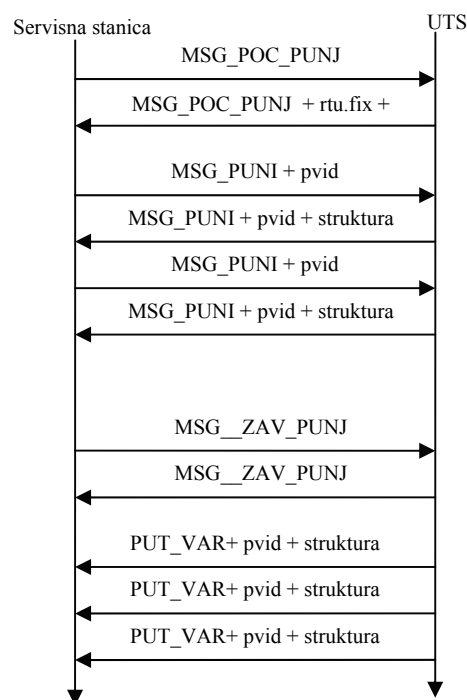
Slika 3 - Hijerarhija tipova podataka u sistemu GAUS

Prilikom pokretanja servisne stanice, učitava se konfiguracija sistema, a zatim se uspostavlja mrežna komunikacija sa UTS-om. Konfiguracija sistema se čuva u katalogu koji sadrži: stanja, komande, jedinice, konverzije, tipove roba, tipove digitalnih uređaja i tipove objekata. Katalog je binarna datoteka sa ekstenzijom *.ctg* kreirana pomoću alata *Start*. Kada posmatramo GAUS sistem, ove veličine su iste na svim UTS-ovima. Ono što se menja, od jednog do drugog, su: analogni ulazi, analogni izlazi, brojači, digitalni uređaji, PID-ovi, računate promerljive, trendovi, objekti i robe. Korisnik ne može sam odabrati katalog koji će se učitati i putanja do njega je unapred definisana. On samo mora biti snimljen u istom folderu iz kog se pokreće aplikacija. Ako katalog nije pronađen posle pokretanja aplikacije, povezivanje na UTS neće biti omogućeno. Za uspostavljanje veze sa UTS-om, potrebno je navesti IP adresu i broj porta. Servisna stanica će tada, ako je moguće, ostvariti konekciju sa UTS-om preko navedenih parametara.



Slika 4 – Uspostavljanje veze sa RTU-om

Razmena poruka između UTS-a i servisne stanice u početku ide po principu upit-odgovor. UTS je server i on odgovara na zahteve klijenta, tj. servisne stanice. Klijent prvo šalje zahtev za početak punjenja, gde UTS odgovara porukom koja sadrži fiksni deo struktura za UTS i za polje. U njima se, osim osnovnih podataka o UTS-u i polju kao što su ime, opis i slično, nalaze i broj ostalih promenljivih. Tada aplikacija može da zauzme potrebnu memoriju u kojoj će čuvati procesne promenljive.



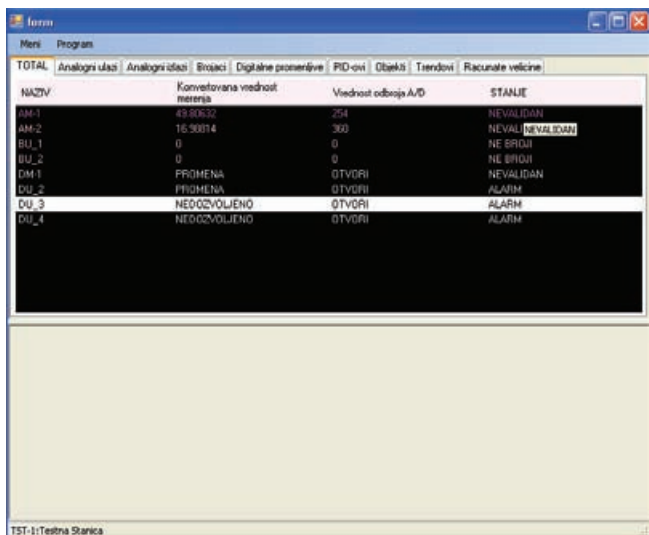
Slika 5 – Dijagram komunikacije servisne stanice i UTS-a

Zatim stanica šalje zahtev za svaku veličinu pojedinačno. Tip poruke je tada *MSG_PUNI*, i ona mora sadržati *pvid* elementa koji se traži. Preko *pvid*-a UTS prepoznaje tip promenljive i njen redni broj. UTS nazad vraća poruku istog tipa (*MSG_PUNI*), *pvid* tražene promenljive kao i celu promenljivu. Kada stanica primi tu poruku, ona sačuva promenljivu u za to predviđenu memoriju i šalje zahtev za sledećom. Ukoliko UTS ne odgovori u za to predviđenom vremenskom intervalu, punjenje se prekida i počinje iz početka. Kada stanica primi sve veličine koje se nalaze na UTS-u, ona šalje poruku kojom se prekida punjenje a koja je tipa *MSG_ZAV_PUNJ*. UTS prihvata tu poruku kao znak da je stanica napunjena i da može da šalje izmene pa odgovara isto takvom porukom. Od tog trenutka, pa do prestanka rada, UTS će slati servisnoj stanici poruke kada dođe do izmene u nekoj od navedenih veličina. Tada su poruke tipa *PUT_VAR*, i sadrže *pvid* promenljive na kojoj je došlo do neke promene, i tu promenljivu. Posmatraju se: analogni ulazi, analogni izlazi, brojači, digitalni uređaji, PID-ovi, računate veličine, trendovi i objekti.

U glavnom ekranu mogu se videti imena i statusi svih promenljivih.

Radi lakšeg raspoznavanja stanja u kojima se nalaze promenljive, koriste se različite boje za različite statuse. Funkcija koja određuje boje je preuzeta sa UTS-a radi lakšeg raspoznavanja. U glavnom prozoru funkcije postoji devet tabova. U prvom se prikazuju promenljive svih tipova, njihove vrednosti i stanja. Ostalih osam je namenjeno za svaki tip promenljivih posebno. Menjanjem taba koji se prikazuje, menja se prikaz u donjem delu glavne forme.

Za svaki tip procesnih veličina, kreirana je korisnička kontrola. Kada se odabere neka promenljiva iz prikazane liste, prikaže se kontrola koja povezana sa tipom odabrane promenljive. Polja se ispune sa vrednostima koje su preuzeta sa UTS-a.

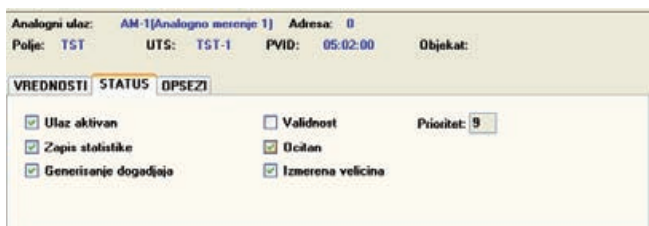


Slika 6 – Glavna forma Servisne stanice

Ako stanica primi neku izmenu, forma prikazana na ekranu se odmah osveži. Sve prethodne poruke, vezane za punjenje servisne stanice, idu preko već postojećeg automata u UTS-u. Uvezuju se u listu poruka za slanje, i kada dođu na vrh te liste, šalju se preko TCP/IP protokola. Poruke koje se šalju kada dođe do promene idu van automata. Ukoliko postoji otvorena veza ka servisnoj stanici, odmah se poziva funkcija za slanje.



Slika 7 – Ispis vrednosti analognog ulaza



Slika 8 – Ispis statusa analognog ulaza



Slika 9 – Ispis opsega analognog ulaza

5. ZAKLJUČAK

Ovim radom realizovano je jedno rešenje servisne stanice koja komunicira sa UTS-om. Cilj nije bilo omogućiti korisniku da vrši bilo kakve izmene ili da upravlja sistemom. Njemu samo treba da se omogući da prati promenljive i promene koje se dešavaju.

Novo tehnologije donose poboljšanja u smislu brže i lakše realizacije rešenja. Korišćenjem *Microsoft .NET* okruženja, moguće je jednostavno napraviti estetski lepu aplikaciju. Sa druge strane, TCP/IP protokol je obezbedio brzu i pouzdanu komunikaciju između servisne stanice i UTS-a.

6. LITERATURA

- [1] V.Mihić, B.Atlagić, T.Maruna, GAUS: An Integrated SCADA/DCS Control System, XIV International Conference on Systems Science, Wroclaw 2001.
- [2] B.Atlagić, GAUS – Generalizovani akviziciono-upravljački sistem, Novi Sad, 2001.
- [3] Visual Studio 2008 MSDN Library

Kratka biografija:

Đulinka Čukurov rođena je u Novom Kneževcu 5.12.1985. god. Apsolvent na Fakultetu tehničkih nauka, odsek elektrotehnika, smer računarstvo i automatika, odsek računarske tehnike i računarske komunikacije.

MODELOVANJE ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA U ARCGIS I INTEGRACIJA SA DMS OBJEKTNIM MODELOM**ELECTRICAL POWER SYSTEM MODELING IN ARCGIS AND INTEGRATION WITH DMS OBJECT MODEL**Biljana Bajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad opisuje modelovanje elektro-energetskog sistema u ArcGIS i integraciju sa DMS objektnim modelom u cilju dobijanja sistema u kome se elektroenergetska mreža unosi i menja u ArcGIS, a različite funkcije proračuna i analize se koriste iz DMS softvera. U ArcGIS se unosi samo deo mreže sa geografskim pozicijama, odnosno mreža bez unutrašnjosti trafostanica.

Abstract – This paper describes electrical power system modeling in ArcGIS and integration with DMS object model in order to get system, where elements of network are entered and maintained in ArcGIS, while different analytical functions are used from DMS software. Only elements with coordinates are entered in ArcGIS, that is all elements except elements of substations.

Ključne reči: DMS softver, ArcGIS softver, DMS objektni model, ArcGIS model podataka, GIS, ArcObjects Library, DAF, GDA, CIM RDF

1. UVOD

Poslednjih godina sve više dolazi do osavremenjavanja i automatizacije elektroenergetskih sistema. Mnoga preduzeća za prenos i proizvodnju električne energije koriste modularna softverska rešenja za vizuelizaciju, simulaciju i upravljanje elektroenergetskim sistemom. Programske module razvijaju timovi elektroenergetskih kompanija ili se kupuju od softverskih kuća. Različiti proizvođači razvijaju module različitih modela podataka u skladu sa namenama softvera koji razvijaju.

Kako bi se omogućilo da jedan sistem može da koristi module od različitih proizvođača, potrebno je implementirati komunikaciju ovih modula i konverziju podataka iz jednog modela podataka u drugi.

U ovom radu, za unos i izmenu elektroenergetskog sistema koriste se ArcGIS alati, dok se za druge funkcionalnosti (kao što su funkcije za analizu distributivnih mreža) koristi DMS (distributivni menadžment sistem) softver.

Cilj je da se integracijom ova dva modula dobije jedinstven sistem, u kome se elektroenergetska mreža unosi u ArcGIS softveru, a različite funkcije proračuna i analize distributivnih mreža se koriste iz DMS softvera.

Da bi se to postiglo potrebno je poznavati ova dva modela podataka elektroenergetskih sistema: ArcGIS i DMS model podataka, kao i tehnike za rad sa njima (za pristup i izmenu podataka).

NAPOMENA:

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

Modelovan je elektroenergetski sistem u ArcGIS i implementirana konverziju šeme elektroenergetske mreže iz ArcGIS modela podataka u DMS model podataka i obratno.

Takođe je definisan međumodel, pomoću kojeg se vrši integracija ovih modela. Razmena podataka se vrši kroz XML dokument u CIM RDF formatu.

2. ARCGIS I DMS SOFTVER MODELI PODATAKA

Kako bi se razumela integracija dva sistema, u ovom poglavlju će biti opisani softver i modeli podataka ovih sistema: ArcGIS i DMS:

2.1. ArcGIS

ArcGIS je skup softverskih alata za izgradnju kompletnog geografsko-informacionog sistema (GIS), koji je proizveo ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) [1]. On predstavlja jedan od najrasprostranjenijih GIS alata i koristi se za izgradnju GIS-a u različitim naučnim i industrijskim disciplinama [2].

U saradnji sa vodećim akademskim i industrijskim stručnjacima u ArcGIS je kreirano više obrazaca modela podataka specifičnih za različite discipline, koji se mogu koristiti na jedinstvenoj GIS platformi. Obrasci modela podataka su kreirani sa ciljem da omoguće korisnicima dobru polaznu osnovu za kreiranje sopstvenih modela podataka i geografskih baza podataka. Tako su korisnici u mogućnosti da uz male izmene postojećih modela kreiraju sopstvene geografske baze podataka, koje su potrebne za rad sa ArcGIS alatima.

Postupak je zasnovan na tome da se preuzme željeni model, da se izmeni u alatu Microsoft Office Visio, da se importuje u ArcGIS-ov alat ArcCatalog, i na osnovu njega kreira geografska baza.

Model koji je bio značajan za ovaj projekat je model podataka distributivnog dela elektroenergetskog sistema (ArcGIS Electric Distribution) [3].

U ArcGIS klase mogu da se grupišu gradeći mrežu. Postoje dva tipa mreža: usmerene i neusmerene. Elektroenergetske mreže spadaju u usmerene mreže, pošto agent (u ovom slučaju struja) ima određen smer kretanja, definisan karakteristikama mreže. Ovakve mreže u ArcGIS modeluju se geometrijskom mrežom.

Geometrijska mreža je jednodimenzioni neplanaran graf, čiji svi objekti sadrže geometriju (oblik, odnosno skup tačaka koji ga opisuju). Kao što se svaki graf sastoji od čvorova i grana, tako i sve klase koje čine geometrijsku mrežu nasleđuju ili *edge feature* (grane grafa, linije) ili *junction feature* (čvorove grafa, tačke) [4].

Za svaku geometrijsku mrežu postoji odgovarajuća logička mreža, koja predstavlja pozadinsku strukturu

podataka, u kojoj se čuvaju informacije o granama i čvorovima grafa i njihovim povezanostima. Logička mreža se automatski kreira i održava prilikom kreiranja geometrijske mreže [5].

Sve klase učestvuju u geometrijskoj mreži sa nekom od sledećih uloga: *simple junction feature*, *simple edge feature*, *complex junction feature*, *complex edge feature*, *orphan junction*. *Simple junction* i *simple edge feature* imaju 1 na 1 korespondenciju između objekata geometrijske i logičke mreže. Primeri elemenata modelovanih kao *simple junction feature* u ovom radu su prekidač, osigurač, spojnica i drugi.

Complex junction feature grupiše više objekata. *Complex edge feature* omogućuje kreiranje linije, na koju se mogu dodavati čvorovi, bez kreiranja novih linija. Tako se dobija linija, čijim se pomeranjem, pomeraju i svi čvorovi vezani za nju. Primer elemenata modelovanih kao *complex edge feature* u ovom radu su sekcija, trafostanica visokog napona (*HVSubstation*) i drugi. *Orphan junction* se kreiraju, ukoliko na krajevima sekcije ne postoji definisan čvor.

Identifikacija elemenata u ArcGIS vrši se pomoću atributa *feature_class_id* (definiše klasu kojoj objekat pripada) i *feature_id* (identifikuje konkretan objekat u okviru klase). Informacije o povezanosti elemenata u ArcGIS čuvaju se u logičkoj mreži, kao što je već objašnjeno.

2.2. DMS

DMS softver je savremeni softverski paket, koji se koristi za:

- Nadzor i upravljanje elektrodistributivne mreže
- Nadzor i upravljanje energetskih objekata
- Planiranje operacija i optimizaciju mreže
- Planiranje razvoja elektrodistributivne mreže
- Održavanje elektrodistributivne mreže
- Pružanje podrške prilikom izgradnje mreže [6].

DMS model podataka poseduje određene specifičnosti, koje ga razdvajaju od drugih modela slične vrste. Te specifičnosti su katalog, polje i katalog polja. One obezbeđuju znatnu uštedu prostora za skladištenje i time omogućuju obradu velikih modela elektroenergetske mreže na standardnim kućnim računarima [7].

U početku je DMS model bio razvijan kao strukturalni (S-DMS). Nedostatak S-DMS modela je to što nije objektno orijentisan, tako da se isti atributi ponavljaju u srodnim tipovima podataka. Iz tog razloga, model je težak za održavanje i nije pregledan.

Zato je razvijen objektni DMS model (O-DMS), koji je nastao kao spoj dobrih karakteristika S-DMS modela i CIM (*Common Information Model*), koji predstavlja standard u modelovanju podataka elektroenergetskih sistema. Od CIM modela je preuzet objektno orijentisani koncept, koji je omogućio lako proširivanje modela i kompatibilnost sa standardima kao što su DAF (*Data Access Facility*) i GDA (*Generic Data Access*) [8,9]. Od S-DMS su preuzete već navedene specifičnosti, koje omogućuju jednostavnu obradu velikih modela i brzo izvršavanje komplikovanih proračuna nad velikim brojem elemenata.

DMS katalog je koncept koji se koristi u DMS modelu, kako bi se što bolje iskoristio prostor za skladištenje podataka. On sadrži zajedničke karakteristike grupe

entiteta, koje se čuvaju jednom u memoriji, umesto pojedinačno za svaki entitet.

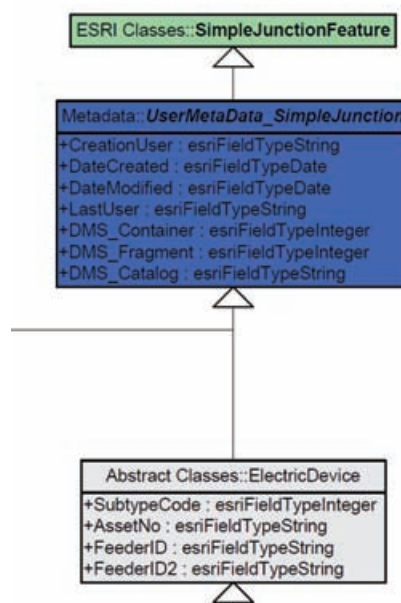
Polje predstavlja skup provodne opreme i mernih uređaja i veze između njih. DMS katalog polja je još jedan koncept uveden u DMS modelu, sa ciljem uštede memorije i povećanja brzine izvršavanja komplikovanih matematičkih proračuna u distributivnoj mreži. Kao što katalog omogućava da se zajedničke informacije više entiteta čuvaju na jednom mestu, tako katalog polja omogućava da se tipske veze između provodne opreme čuvaju na jednom mestu, iako se pojavljuju na više mesta u mreži. Katalog polja sadrži sve informacije o tipu unutrašnje opreme i sve unutrašnje veze polja.

Identifikacija elemenata u DMS vrši se pomoću atributa *dms_container* (definiše klasu kojoj objekat pripada) i *dms_fragment* (identifikuje konkretan objekat u okviru klase).

Povezivanje elemenata u DMS vrši se preko polja. Dakle, da bi se dva elementa povezala potrebno je kreirati polje, na čijem ulazu će biti jedan element, a na čijem izlazu će biti drugi element, koji je potrebno povezati.

3. MODELOVANJE ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA U ARCGIS

Da bi se omogućilo modelovanje elektroenergetskog sistema u ArcGIS, koji će potom moći da razmenjuje podatke sa DMS modelom, potrebno je izmeniti postojeći ArcGIS *Electric Distribution* model, tako da bude podržano sve što je potrebno za DMS model. Važno je napomenuti da se u ArcGIS ne prikazuje unutrašnjost trafostanica, koja se inače prikazuje u DMS softveru, što smanjuje potreban broj klasa, koji je potrebno podržati prilikom integracije.



Slika 1. Deo modifikovanog *Electric Distribution* modela

Pošto se elektroenergetska mreža u ArcGIS modeluje kao geometrijska mreža, prvi korak prilikom kreiranja modela bio je da se odrede klase, koje učestvuju u izgradnji geometrijske mreže.

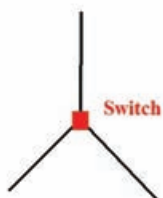
Osnovna izmena postojećeg modela, da bi se podržale karakteristike DMS modela, je dodavanje atributa *DMS_Container*, *DMS_Fragment* i *DMS_Catalog* (Slika 1.). U

ovim atributima čuvaju se sve informacije o elementima mreže, koji postoje u DMS modelu. Na taj način, ne gube se informacije koje postoje u DMS modelu, a na najjednostavniji način su sačuvane u ArcGIS. Atributi **DMS_Container** i **DMS_Fragment** jedinstveno identifikuju element u DMS i sadrže informaciju o klasi kojoj element pripada. Treći atribut **DMS_Catalog** sadrži informacije o katalogu elemenata, odnosno o svim vrednostima njegovih atributa (naponskom nivou, materijalu, tipu elementa i ostalim karakteristikama specifičnim za određeni element).

Prilikom kreiranja elektroenergetske mreže i njenog konvertovanja u neki drugi model, probleme mogu stvoriti greške u mreži.

ArcGIS geometrijska mreža omogućuje da se kreiraju pravila povezivanja elemenata, koja moraju biti ispoštovana da bi jedna mreža bila validna.

Ta osobina korišćena je u ovom radu, da bi se izbegle greške, koje mogu nastati prilikom kreiranja mreže, a koje su posledica osobina ArcGIS modela. Primer jedne takve greške dat je na Slici 2.



Slika 2. Primer moguće greške prilikom unosa mreže

Na slici su prikazane tri sekcije u čijem se preseku nalazi prekidač. Sa strane ArcGIS-a, ova situacija je potpuno validna. Međutim, sa stanovišta DMS-a, ovo predstavlja neodređenu situaciju, pošto se ne može odrediti kako je prekidač povezan u mreži, odnosno na koje tačke su povezani njegovi krajevi. Zato je definisano validaciono pravilo, koje određuje da prekidač mora da bude povezan sa tačno dve sekcije, čime je ovaj problem izbegnut.

Da bi se iskoristila validaciju koju nudi ArcGIS, definisan je skup pravila, koji određuju karakteristike validne mreže.

4. INTEGRACIJA DMS I ARCGIS SISTEMA

Postupak integracije DMS i ArcGIS sistema obuhvata konverziju podataka iz jednog sistema u drugi. Za razmenu podataka između sistema korišćen je CIM RDF međufajl. Međufajl olakšava otkrivanje i uklanjanje grešaka prilikom implementacije, a takođe omogućava komunikaciju dva sistema različitih karakteristika, od kojih je jedan implementiran u **managed** kodu (C#), a drugi u **unmanaged** (unmanaged C++).

Za međufajl bilo je potrebno kreirati međumodel, koji je definisan kao proširenje CIM-a i kreiran je pomoću alata **Enterprise Architect** i **CIM Tool**. On sadrži odabrane attribute i klase CIM modela, kao i potrebna proširenja. Odabrano je da međufajl baziran na međumodelu bude u CIM RDF formatu, zbog olakšica koje pruža RDF, kao i zbog toga što postoji ideja da se u novijoj verziji DMS softvera kreira model i međumodel zasnovan na CIM-u. Na ovaj način bi se olakšale sve buduće integracije, tako

što bi jedna strana komunikacije (sa DMS) već bila većim delom gotova.

Za generisanje klasa međumodela, implementiran je generator koda, koji na osnovu šeme, kreira C++ ili C# dokument sa potrebnim klasama.

Postupak konverzije podataka zasniva se na tome, da se podaci pročitaju iz jednog sistema, upišu u CIM RDF međufajl, a potom pročitaju iz međufajla i upišu u drugi sistem.

Za rad sa DMS podacima korišćen je C++ programski jezik, DAF specifikacija i GDA standard. Za rad sa ArcGIS podacima korišćen je C# programski jezik i ESRI biblioteke [10] za rad sa ArcGIS geografskom bazom. Za kreiranje i parsiranje XML dokumenta korišćeni su Xerces (SAX Parser, DOMBuilder i DOMWriter) i .NET biblioteke iz System.Xml Namespace-a.

Prilikom konverzije iz ArcGIS u DMS, prvo su kreirana dva XML fajla, jedan sa informacijama o svim elementima i njihovim atributima, a drugi sa informacijama o povezanosti elemenata. Na osnovu ovih fajlova, prvo su konvertovani tačkasti elementi u DMS, a potom su konvertovane i sekcije i povezani su elementi preko polja.

Prilikom konverzije u suprotnom smeru, kreiran je samo jedan XML fajl, koji sadrži informacije o svim elementima i njihovim atributima. Ovim fajlom obuhvaćene su i informacije o povezanosti elemenata, jer je ona kod ArcGIS sistema sadržana u koordinatama.

Prilikom čitanja i upisa podataka u ArcGIS korišćene su prednosti koje nudi **managed** kod, kako bi se što generičnije čitali/pisali podaci. Primer dinamičkog kreiranja objekta i postavljanja vrednosti atributa dat je na Slici 3.

```
//kreiranje instance klase className (objekta tipa t)
Type t = Type.GetType("ArcGIS_Test." + className);
object electricDevice =
    t.InvokeMember("ctor", System.Reflection.BindingFlags.CreateInstance,
        null, null, null);

//postavljanje vrednosti atributa kreiranog objekta
t.GetField("localName").SetValue(electricDevice, creationUser);
t.GetField("aliasName").SetValue(electricDevice, lastUser);
t.GetField("name").SetValue(electricDevice, dmsContainer);
t.GetField("pathName").SetValue(electricDevice, dmsFragment);
t.GetField("mRID").SetValue(electricDevice, dmsCatalog);
t.GetField("Point").SetValue(electricDevice, shapePoint);
```

Slika 3. Primer dinamičkog kreiranja objekata

Pošto je cilj da se dobije sistem, u kome se elementi sa geografskim pozicijama unose u ArcGIS, potom konvertuju kako bi se koristile funkcionalnosti DMS softvera, implementirana je takođe sinhronizacija DMS mreže u skladu sa izmenama u ArcGIS mreži. To je urađeno tako što se operacije izmene elementa u DMS pozivaju samo za one elemente, koji su u odnosu na prethodno učitano mrežu dodati, obrisani ili čiji su atributi promenjeni. Na ovaj način smanjuje se broj pristupa bazi i ubrzava konverzija.

Takođe, pošto je ArcGIS namenjen za različite GIS prikaze, iskorišćene su mogućnosti ovog alata, kako bi se što bolje prikazala mreža u ArcGIS. Tako je recimo dodat još jedan sloj, sa prikazima geografskog područja čija se mreža prikazuje.

Ove informacije preuzete su iz georeferencijalnih fajlova.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisano je modelovanje elektroenergetskog sistema u ArcGIS i objašnjena integracija sa DMS objektnim modelom. Cilj je da se dobije sistem kod koga se elementi mreže sa geografskim pozicijama unose u ArcGIS softveru, a različite funkcije proračuna koriste iz DMS softvera.

Za modelovanje elektroenergetskog sistema u ArcGIS korišćen je ArcGIS *Electric Distribution* model, iz koga su izdvojene potrebne klase i atributi, i dodate izmene tako da se na najbolji način podrže sve karakteristike DMS sistema.

Za razmenu podataka ova dva sistema korišćen je međufajl u CIM RDF formatu. Za njega je kreiran i međumodel, koji predstavlja proširenje CIM-a.

Integracija sistema sastoji se u tome da se pročitaju podaci iz jednog sistema, upišu u međufajl, a potom pročitaju od strane drugog sistema i da se izgradi mreža u tom sistemu.

Na DMS strani implementirana je sinhronizacija mreže u skladu sa izmenama u ArcGIS mreži, tako da se minimizuje broj operacije za izmenu, koji se upućuju bazi.

Na ArcGIS strani, iskorišćene su prednosti ovog alata, kao GIS alata, kako bi se osim elektroenergetske mreže prikazalo i geografsko područje, čija se mreža prikazuje.

Rad bi se mogao proširiti, tako što bi se podržao još veći broj klasa prilikom konverzije. Takođe, na strani ArcGIS-a bi bilo korisno omogućiti da se na odabir trafostanice prikaže slika njene unutrašnjosti. Moglo bi se iskoristiti još prednosti ArcGIS alata, dodavanjem dodatnih slojeva sa prikazom različitih elemenata. Postoji još mnogo ideja za proširenje.

6. ZAHVALNICE

Zahvaljujem se Milanu Gavriću, koji je i predložio temu ovog rada, kao i profesoru Miroslavu Hajdukoviću, i celom timu za GIS integraciju DMS Grupe, koji su pružili nesebičnu pomoć pri izradi ovog rada.

7. LITERATURA

- [1] ArcGIS brošura, <http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/arcgis.pdf>
- [2] ArcGIS Data Models, <http://support.esri.com/index.cfm?fa=downloads.datamodels.gateway>
- [3] ArcGIS Electric Distribution Model, http://downloads2.esri.com/support/datamodels/Energy%20Utilities/electric_distribution.pdf
- [4] R. Borchert, "Geometric Networks", United Services Group, Great River Energy, <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc03/p0885.pdf>
- [5] The ArcGIS Network Model, <http://edndoc.esri.com/arcobjects/8.3/TechnicalDocuments/Network/ArcGISNetworkModel/ArcGISNetwork.htm>
- [6] E. Jakimov, J. Slivka, Đ. Stefanović, "Polja i model podataka u DMS softveru". Novi Sad, oktobar 2008.
- [7] B. Milosavljević, "Implementacija konverzije podataka elektroenergetskog sistema iz jednog objektnog modela u objedinjeni informacioni model (Common Information Model)", *diplomski-master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, septembar 2008.*
- [8] Utility Management System (UMS) Data Access Facility Specification, Object Management Group (OMG), jul 2005, verzija 2.0.1.
- [9] IEC 61970-403. Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 403: Generic data access, jun 2008
- [10] ESRI libraries, <http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.2/welcome.htm>

Kratka biografija:



Biljana Bajić rođena je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranila je 2009.god.

UPOTREBA TEHNIKA ZA UKLANJANJE ZAVISNOSTI IZMEĐU KLASA/MODULA TECHNIQUES FOR BREAKING DEPENDENCIES BETWEEN CLASSES/MODULES

Mirjana Pavlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prezentovana je problematika vezana za uklanjanje zavisnosti koje se javljaju prilikom razvoja softverskih komponenti. Krajnji cilj je omogućiti pisanje **unit** testova. Akcenat je prevashodno na tehnikama koje omogućavaju navedeno.

Abstract – This paper presents issues associated with process of removing dependencies that appear during development of software components. Final aim is to enable unit tests. Emphasis is on techniques that make possible the stated aim.

Ključne reči: SUT, DOC.

1. ZAVISNOST, UVODNI POJMOVI

Prilikom razvoja softverskih komponenti dolazi do pojave velikog broja zavisnosti između klasa/modula. Definicija veze zavisnosti, preuzeta iz [3]:

“Zavisnost je veza korišćenja koja tvrdi da promena u specifikaciji jedne stvari može da utiče na drugu stvar koja je koristi, dok obrnuto ne mora da važi.”

One se javljaju kao posledica veza između klasa ili konkretne implementacije koja prouzrokuje zavisnost između modula. Istovremeno čine sistem teškim za razumevanje, održavanje, ponovnu upotrebu, promenu i verifikaciju.

Njihovim proučavanjem se stvara svest o problemima koje oni prouzrokuju, što rezultuje radom na suzbijanju zavisnosti koje su suvišne i štetne.

Poznavanje problematike zavisnosti posebno je značajno prilikom održavanja sistema (vršenja izmena i refaktoringa) kao i testiranja (regresiono testiranje i **unit** testovi). Uočeno je da zavisnosti prouzrokuju najviše problema na polju **unit** testiranja, jer je kod njih jedan od osnovnih zahteva testiranje klase/modula u izolaciji, što je usled postojanja zavisnosti praktično nemoguće. Upravo, tematika zavisnosti između klasa/modula vezana za **unit** testove je predmet daljeg istraživanja.

2. UNIT TESTOVI. KONCEPT UKLANJANJA ZAVISNOSTI

Koncept **unit** testiranja uveden je još 70-tih godina, u programskom jeziku *Smalltalk*. Od tada je zastupljen i kroz druge programske jezike kao izuzetno korisna praksa u razvoju softvera.

Reč je testovima individualnih komponenti softvera u izolaciji [1]. Pod komponentom se podrazumeva najatomičnija jedinica sistema koja sadrži odgovarajuću logiku pogodnu za testiranje. U objektno orijentisanom programiranju pod **unit**-om se podrazumeva klasa.

NAPOMENA:

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

Upotreba **unit** testova donosi sledeće pogodnosti:

- u velikoj meri olakšava promenu softverskog koda. Ova pogodnost posebno dobija na vrednosti kada je neophodno vršiti izmene nad kodom koje je napisao neko drugi
- omogućava lokalizaciju greške za veoma kratko vreme
- omogućava detaljno testiranje aplikacija, proveravajući sve granične slučajeve
- pojednostavljuje integraciju
- olakšava razumevanje komponente (klase) za koju je pisan test.

Integracioni i sistemski testovi su svakako neizostavni ali imaju određene nedostatke. Kao prvo, izuzetno je teško lokalizovati nastalu grešku, a vreme njihovog izvršavanja je takođe kritičan faktor. **Unit** testovi uklanjaju ove nedostatke i u kombinaciji sa navedenim testovima predstavljaju pouzdan i efikasan način utvrđivanja ispravnosti sistema.

2.1. Uklanjanje zavisnosti

Osnovni zahtev kod **unit** testova jeste testiranje klase/modula u izolaciji. Ovaj zahtev je praktično onemogućen postojanjem zavisnosti u sistemu. Usled toga, termin izolacija se ne poštuje potpuno striktno, pa se postepeno u test uključuju najneophodnije klase. Međutim ovo obično rezultuje testiranjem čitavog skupa klasa, narušavajući u potpunosti koncept **unit** testa. Kako bi izbegli ovaj problem, prouzrokovan postojanjem zavisnosti u sistemu, uvode se tehnike za uklanjanje zavisnosti.

Potreba da se ukinu zavisnosti, postoji u sledećim situacijama:

- određena komponenta nije na raspolaganju
- neophodno je neutralisati efekte njenog izvršavanja
- kroz povratne vrednosti komponente (u slučaju testiranja) vratiti odgovarajuće vrednosti
- u situacijama kada je neophodno doći do informacija kakav će efekat posmatrana komponenta imati na ostatak sistema.

Tehnike za uklanjanje zavisnosti omogućavaju navedeno. One se mogu posmatrati kao određeni vid refaktoringa, gde primarni cilj nije poboljšanje dizajna, već mogućnost kreiranja **unit** testova. Treba napomenuti da se nastoji da uvedene promene budu minimalne.

U nekim situacijama ove tehnike rezultuju dugoročnim ukidanjem zavisnosti, što u velikoj meri doprinosi poboljšanju sistema. U drugim situacijama primenom tehnika se samo privremeno ukidaju zavisnosti. Ali i u ovom slučaju postoji dvostruka dobit, pored činjenice da je omogućeno testiranje, stvorena je polazna osnova za dalji refaktoring.

2.2. Test dvojnici

U radu na uklanjanju zavisnosti neophodno je da komponenta i dalje komunicira sa ostatkom sistema, ali da se po

potrebi neutrališu neželjeni efekti. Ovaj zahtev se, u većini situacija, postiže upotrebom test dvojnika.

Test dvojniki, kao što i sam naziv govori, je tu da zameni pravi objekat, tj. na određeni način odglumi njegovo ponašanje, neutrališući neželjene efekte. Ideja je omogućiti zamenu komponente u odnosu na koju postoje zavisnosti sa test dvojnikom tako da komponenta koja je koristi ne primeti razliku. Test dvojnici se mogu podeliti na nekoliko kategorija, koje poseduju određene specifičnosti. U ovom radu je usvojena podela na *mock*, *stub* i lažne objekte. Podela je delom preuzeta iz [2], uz određene modifikacije prilagođene tematici rada.

Termin koji će biti korišćen, u daljem tekstu, za komponentu koja se testira je SUT (*System Under Test*), a za komponentu od koje se zavisi-DOC (*Dependent On Component*). Neophodno je pomenuti i pojmove indirektnih ulaza i izlaza. Pod pojmom indirektnih izlaza podrazumevaju se efekti SUT-a na DOC, dok su indirektni ulazi suprotni efekti.

Stub je objekat koji menja pravu komponentu od koje SUT zavisi, stavljajući u prvi plan mogućnost kontrolisanja indirektnih ulaza. Fokus u radu sa *stub*-ovima je u povratnim vrednostima DOC-a.

Mock objekat menja stvarnu komponentu od koje SUT zavisi omogućavajući kontrolu nad indirektnim izlazima. Mogu se praviti samostalno, ali danas postoji veliki broj *framework*-a, specijalizovanih za razne programske jezike, koji u velikoj meri olakšavaju testiranje.

Lažni objekti predstavljaju mnogo jednostavniju verziju implementacije pravog objekta, koji predstavlja DOC. Koristeći ove objekte implementira se funkcionalnost pravog objekta koja je najneophodnija i to na način koji neutrališe neželjene efekte.

Uočljivo je da su *mock* objekti kao i *stub*-ovi specifičniji koncepti, više konkretno vezani za oblast *unit* testiranja, dok su lažni objekti tu da „odglume“ pravi objekat, bez funkcionalnosti karakterističnih isključivo za testiranje. Stoga se *mock* objekti i *stub*-ovi mogu posmatrati kao specijalizacija lažnih objekata.

2.3. Potencijalne izmene

U radu na uklanjanju zavisnosti postoji više mesta koja predstavljaju potencijalnu polaznu tačku korekcija. Zavisno od korišćenog programskog jezika na raspolaganju su različite mogućnosti.

Bazirajući se na rad predprocesora, moguće je upotrebom uslovnih predprocesorskih direktiva ili pisanjem makroa ukinuti zavisnosti.

Upotreba linkera je još jedna od mogućnosti. Ideja je da se linkeru uputi fajl koji sadrži drugu verziju implementacije problematičnog koda. U ovim situacijama je neophodno napraviti jasnu razliku između test i produkcionog okruženja.

Objektno orijentisano programiranje sa svojim principima i tehnikama predstavlja najveći izvor mogućnosti za uklanjanje zavisnosti. Tehnike koje baziraju rad na postojanju linkera i predprocesora mogu biti korisne, ali nisu tako eksplicitne kao one koje se temelje na objektno orijentisanom programiranju. Dodatno, predstavljaju mogući izvor grešaka i čine test težim za održavanje. Grupe tehnika koje će biti predstavljene u nastavku se većinom temelje na objektno orijentisanom pristupu.

3. TEHNIKE ZA UKLANJANJE ZAVISNOSTI IZMEĐU KLASA/MODULA

U literaturi koja obrađuje tematiku uklanjanja zavisnosti postoji veliki broj tehnika koje nude mogućnosti za njihovo uklanjanje. U nastavku će biti predstavljene četiri grupe tehnika. Tehnike neće biti pojedinačno opisane, već opšti princip korišćen prilikom razrešavanja zavisnosti, karakterističan za svaku grupu.

3.1. Tehnike koje koriste test dvojnike

U radu sa test dvojnima neophodno je ispoštovati dva osnovna zahteva. Prvo, mora postojati mogućnost korišćenja test dvojnika u svim situacijama u kojima je uoptrebljen pravi objekat. Kao drugo, mora se obezbediti način na koji će se saopštiti SUT-u koji objekat da koristi. Tri osnovna načina podrazumevaju „ubacivanje“ dvojnika preko parametara, konstruktora i *setter*-a.

Kako bi zamena pravog objekta sa test dvojnikom bila moguća neophodno je da oni budu „tip kompatibilni“, što se postiže nasleđivanjem ili implementacijom istog interfejsa. Idealna bi bila situacija upotrebe interfejsa, iz više razloga.

Kao prvo, lakše je konstruisati test dvojnika, implementirajući samo neophodne metode bez neželjenih efekata koji mogu postojati prilikom nasleđivanja. Takođe, u radu sa *mock framework*-om očekuje se interfejs koga je neophodno realizovati. Jedna od povoljnosti jeste i činjenica da se uvođenjem interfejsa smanjuje stepen zavisnosti u odnosu na konkretnu klasu, koja ga implementira.

Tehnike koje koriste test dvojnike vrše neophodne izmene kako bi se test dvojnici upotreбили na jedan od tri navedena načina. Ukoliko je potrebno, obezbeđuju i da se preko konstruktora/parametra metode prosleđuje interfejs a ne konkretna klasa. Nakon primene ovih tehnika, prilikom testiranja, se upotrebljava upravo produkcionu SUT, a ne naslednici kreirani isključivo za testiranje. Razlika u odnosu na „realne uslove“ je nepostojanje zavisnosti koje su neutralisane upotrebom lažnih objekata. U ovu grupu ubrajaju se tehnike: **Izdvajanje interfejsa, Parametrizovanje konstruktora, Uvođenje statičkog setter-a, Prilagodavanje parametra, Parametrizovanje metode, Menjanje postojeće promenjive.**

Navedene tehnike opisuju izmene koje se uvode na SUT-u, dok se podrazumeva da se na DOC-u vrše samo promene neophodne kako bi se omogućilo njegovo nasleđivanje, zbog kreiranja lažnih objekata.

3.2. Tehnike koje uklanjaju zavisnosti nasleđivanjem SUT-a

Osnovni potupak kod tehnika ove grupe jeste uvesti odgovarajuće izmene na SUT-u kako bi se njegovim nasleđivanjem moglo neutralisati („prepisati“) neželjeno ponašanje.

Pod neutralisanjem se podrazumeva redefinisavanje odgovarajućih metoda.

Neke od tehnika zahtevaju dodatni refactoring. On podrazumeva izdvajanje koda koji se želi neutralisati u posebnu metodu ili u novu klasu, a zatim odgovarajuće redefinisavanje. Ovim se postiže neutralisanje samo ciljnog koda (uvođenje nove metode) i potpuno eliminisanje nepoželjnog ponašanja (uvođenje nove klase).

Ova grupa tehnika uklanja nedostatak prethodne grupe, omogućavajući uklanjanje zavisnosti koje potiču od

globalnih promjenljivih ili statičkih metoda. Nakon primene tehnika, prilikom testiranja, se ne upotrebljava produkcionu SUT, nego njegov naslednik kreiran isključivo za testiranje.

Tehnike koje podržavaju opisani pristup su: **Nasledivanje i redefinisane metode, Izdvajanje i redefinisane poziva, Izdvajanje željenog ponašanja u super klasu, Prebacivanje zavisnosti u naslednicu.**

3.3. Tehnike koje predstavljaju kombinaciju nasledivanja SUT-a i upotrebe lažnih objekata

Dva prethodno opisana pristupa, koji koriste nasledivanje i test dvojnike, u kombinaciji, stvaraju veliki broj mogućnosti za uklanjanje neželjenih zavisnosti.

Osnovna zamisao je korigovati SUT tako da je njegovim nasledivanjem omogućena upotreba test dvojnika kako bi se omogućilo adekvatno testiranje.

Korekcija SUT-a uglavnom podrazumeva izdvajanje kreiranja/dobavljanja instance klase koja prouzrokuje zavisnosti u novu metodu. Preko povratne vrednosti metode se vraća odgovarajući test dvojnika. Dodatni refaktoring zavisi od mesta kreiranja instance, njenog doseg i sl.

Tehnike koje pripadaju ovoj grupi su: **Izdvajanje i redefinisane factory metode, Izdvajanje i redefinisane getter-a, Zamena globalne reference sa getter-om, Uvođenje delegatora instance.**

3.4. "Ostale" tehnike

U ovu grupu su ubrojane tehnike koje imaju specifične pristupe za uklanjanje zavisnosti, tj. ne mogu se svrstati u neku od tri prethodno navedene grupe.

Neke od njih principe za razrešavanje zavisnosti baziraju na radu predprocesora ili linkera. Druge podrazumevaju postojanje druge klase kao posrednika između njih i zavisnosti. Uvođenje nove klase je takođe jedan od pristupa.

Neke od tehnika: **Uvođenje statičke metode, Prebacivanje sadržaja metode u novu klasu, Traženje zavisnosti preko posrednika, Dvostruke definicije, Test promenljiva.**

4. PRIMENA TEHNIKA NA KONKRETNOM SISTEMU

Navedene tehnike za uklanjanje zavisnosti su primenjene na konkretnom sistemu. Bilo je neophodno ispitati koliko je sve primenljivo i efikasno u praksi. Komponenta koja je upotrebljena nalazi se u okviru OMS (*Outage Management System*) sistema, koji je podsistem DMS (*Distribution Management System*) softvera.

4.1. OMS sistem

DMS je softver za upravljanje i optimizaciju potrošnje električne energije. OMS predstavlja deo DMS sistema zadužen za praćenje operacija/promena u distributivnoj mreži koje mogu da rezultuju prekidom napajanja unutar mreže. Ove operacije/promene mogu biti planirane (kao što su redovno održavanje-remont) ili neplanirane (usled kvara).

Arhitektura je karakteristična za DMS sistem. Tačnije, sastoji se od klijentske aplikacije, serverske aplikacije i baze podataka.

OMS server je komponenta na kojoj su praktično primenjena teoretska zapažanja vezana za problematiku

zavisnosti. Server upotrebljava CORBA tehnologiju i napisan je u programskom jeziku C++.

Prilikom rada nastojale su se ukinuti, po mogućnosti, sve postojeće zavisnosti, ne uzimajući u obzir informaciju koje od njih imaju negativne efekte. Ovo je predstavljalo otežavajuću okolnost. Parcijalno uklanjanje zavisnosti (odnosno, samo onih sa negativnim efektima) pruža prostora za primenu većeg broja tehnika.

4.2. Analiza dobijenih rezultata

U nastavku će se prezentovani zaključci izvedeni na osnovu praktičnog rada. Tj. navešće se zavisnosti koje su prepoznate kao najčešće, najproblematičnije, ocena tehnika i sl.

Učestalost zavisnosti: Lokalni objekti predstavljaju ubedljivo najučestalije i najproblematičnije zavisnosti. Globalne zavisnosti reprezentovane u vidu globalnih funkcija, *singleton* klase, statičkih metoda su takođe u velikoj meri zastupljene.

Problematične zavisnosti: Generalno, najveće probleme u radu na uklanjanju zavisnosti je predstavljala upotreba objekata. Većina tehnika je zasnovana na polimorfnom ponašanju. Polimorfizam je omogućen upotrebom pokazivača ili referenci na objekat, a ne samih objekata.

Upotrebom globalnih funkcija, *singleton* klase i statičkih metoda se eliminiše mogućnost razrešavanja zavisnosti upotrebom test dvojnika. Takođe, budući da se radi o globalnom nivou, ove zavisnosti nisu skoncentrisane na jednom mestu što dodatno otežava rad.

Generalno je loša praksa postojanje metoda koje sadrže veliki broj linija programskog koda. Kod je na taj način manje razumljiv, a po aspektu ukidanja zavisnosti postoji manje mogućnosti za njihovo razrešavanje. Dobar dizajn, sa aspekta testiranja, podrazumeva upotrebu manjih metoda. Na taj način, zavisnosti su skoncentrisane na jednom mestu i redefinisanjem metoda se neutrališe samo neželjeno ponašanje.

Veliki broj klasa u okviru modula dodatno otežava primenu tehnika.

Direktnom upotrebom struktura specifičnih za određenu tehnologiju, biblioteka i sl. otežava upotrebu tehnika koje podrazumevaju izmene komponente u odnosu na koju postoje zavisnosti. Njihova izmena je često neprihvatljiva ili previše komplikovana.

Ocena tehnika: U najvećem broju situacija, kao najjednostavnije rešenje su se pokazale tehnike koje su podrazumevale izdvajanje problematičnog koda i njegovo redefinisane nasledivanjem SUT-a. Prednost upotrebe ovih tehnika je relativno jednostavna primena, mogućnost eliminisanja globalnih zavisnosti, prilično jednostavna priprema samog testa itd. Nedostatak je nemogućnost upotrebe *framework*-a za rad sa *mock* objektima. U sistemima kojima je performansa od velikog značaja, dodavanje velikog broja virtuelnih poziva može predstavljati smetnju.

Upotreba tehnika koje potenciraju izdvajanje interfejsa donosi najviše pogodnosti i predstavlja najsigurniji refaktoring. Rezultuje modularnijim, višestruko upotrebljivim dizajnom. Pruža mogućnost rada sa odgovarajućim *framework*-om za *mock* objekte. Međutim, ukoliko prethodno ne postoje uslovi za „instalaciju“ test dvojnika preko konstruktora ili parametra metode, uglavnom se ne isplati razrešavanje zavisnosti primenom ove grupe

tehnika. Kako bi se postiglo „poptuno“ izdvajanje zavisnosti, navedeni refactoring, u tim situacijama, uglavnom prouzrokuje niz dodatnih izmena i stvara dodatne zavisnosti.

Dešava se da, i pored postojanja neophodnih uslova, postoje poteškoće pri izdvajanju interfejsa. Ponekad je neophodno izmeniti nekoliko nivoa kako bi se došlo do mesta gdje se vrši instanciranje promjenljive koja se koristi kao parametar metode.

Dakle, ukoliko se do odgovarajućeg poziva ne dolazi kroz više slojeva komponente i ako postoje odgovarajući uslovi za „instalaciju“ test dvojnika, navedeni refactoring je najbolje rešenje. U suprotnom, treba u razmatranje uključiti i neku drugu opciju.

Upotreba tehnika koje potenciraju uvođenje test logike u produkcionu kod često deluje kao najjednostavnija opcija za uklanjanje zavisnosti. U najvećem broju situacija nije neophodno praviti izmene u kodu. Ukoliko se izmene ipak vrše, postoji mala verovatnoća da će se narušiti prethodno očekivano ponašanje, jer se svode na isključivanje određenih funkcionalosti. Treba imati u vidu mane navedenih tehnika. Njihovom čestom primenom kod postaje nerazumljiviji. Postoji manja mogućnost kontrole, tj. podešavanja. Takođe, isključuje se upotreba **framework-a za mock** objekte, ukoliko prethodno nisu postojale uslovi za njihovu upotrebu. Mogu se prouzrokovati ozbiljne greške usled neadekvatnog podešavanja. Generalno, dobra je praksa odvojiti testove od produkcionog koda.

Određeni broj tehnika zavisi od test slučaja. Tačnije, kod njih je moguće zadržati određene zavisnosti, a neke potpuno zanemariti, zavisno od test slučaja. Budući da se u radu na uklanjanju zavisnosti nastojalo ukloniti sve zavisnosti, bez davanja privilegija određenim, nije bilo uslova da se upotrebi većina navedenih tehnika.

Dakle, u radu na komponenti čiji dizajn nije bio prilagođen mogućnosti pisanja **unit** testova većinom je bilo pogodno upotrebiti tehnike koje podrazumevaju nasleđivanje SUT-a. Tehnike koje podrazumevaju uvođenje novog interfejsa, u situacijama kada je bila moguća njihova realizacija, su donele najviše dobiti. Međutim, u velikom broju situacija njihova primena je bila „previše skupa“.

Navedene prednosti i mane tehnika treba prihvatiti kao opšte smernice. Koja će se tehnika upotrebiti dosta zavisi od konkretne situacije. Kombinacijom više tehnika moguće je eliminisati pojedine neželjene efekte.

Dizajn pogodan za realizaciju unit testova: Na osnovu navedenih problema može se prepoznati dizajn pogodan za realizaciju **unit** testova. Idealan dizajn bi podrazumevao postojanje interfejsa za svaku klasu koja uvodi zavisnost. Ovi zahtevi rezultuju modularnijim, višestruko upotrebljivim dizajnom, pogodnim za testiranje. Navedene zahteve, tj. potpuno odvajanje interfejsa od realizacije, objedinjuje **Dependency inversion principle** [5].

Budući da navedeni princip predstavlja ekstremno rešenje, preporučuje se njegova primena bar u situacijama kada zavisnosti potiču od komunikacije sa bazom podataka, fajl sistemom ili podrazumeva komunikaciju preko mreže.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je obrađena tematika zavisnosti u krajnjem softverskom rešenju. Opisani su problemi koje one donose i istaknuta važnost poznavanja same tematike kroz sve faze razvoja softvera. Naglasak samog rada su problemi koje prouzrokuju zavisnosti pri relizaciji **unit** testova.

Opisan je značaj **unit** testova kao i razlozi za upoznavanje pomenute tematike. Kroz rad su predstavljene postojeće grupe tehnika za uklanjanje zavisnosti. Njihova efikasnost je proverena praktičnim radom, na jednoj od komponenti DMS sistema.

Kao rezultat praktičnog rada uspešno je ukinut veliki deo zavisnosti i stvoreni uslovi za testiranje slučajeva koji su prethodno bili previše zahtevni ili čak nemogući za testiranje. Međutim, postignuto je imalo svoju cenu.

Činjenica da dizajn nije bio namenjen **unit** testiranju je otežala rad. Idealna situacija za realizovanje **unit** testova jeste primjena TDD (**Test Driven Development**) pristupa [4], što je naravno, ekstremna situacija. Uopšte, dizajn koji je prepoznat kao pogodan predstavlja osnove pricipa TDD pristupa.

Dakle, u radu sa **legacy** kodom treba imati u vidu ograničenja postojećeg dizajna. Od izuzetnog je značaja prepoznati situacije u kojima je previše zahtevno i “skupo” razrešavanje zavisnosti. Ovaj rad može poslužiti kao osnova za prepoznavanje tih situacija.

6. LITERATURA

- [1] Michael C. Feathers, “*Working Effectively with Legacy Code*”, Prentice Hall PTR, September 2004.
- [2] Gerard Meszaros, “*xUnit test patterns: refactoring test code*”, Addison Wesley, May 2007.
- [3] Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson, “*The Unified Modeling Language User Guide SECOND EDITION*”, Addison Wesley Professional, May, 2005
- [4] Roy Oshero, “*The art of unit testing with examples in .NET*”, Manning Publications Co, 2009.
- [5] <http://www.objectmentor.com/resources/articles/dip.pdf>

Kratka biografija:



Mirjana Pavlović rođena je u Bijeljini 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranila je 2009. god.

3G MOBILNI SISTEMI

3G MOBILE SYSTEMS

Ilija Lemajić, Emil Šećerov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršena je analiza mobilnih sistema treće generacije (3G), faza koje su prethodile njenom razvoju kao i tehnologije koja je implementirana za njen rad i uspešno funkcionisanje.

Abstract – This work was performed a analysis of third generation mobile systems (3G), stages that are preceded its development as a technology that is implemented for its work and functioning successfully.

Ključne reči: GSM mobilna struktura, 3G mobilni sistemi, WCDMA tehnologija

1. UVOD

Cilj ovog rada jeste da na jedan uopšten način predstavi razvoj mobilne telefonije od njenog postanka pa sve do razvoja 3G mobilne telefonije. Takođe je dat detaljan prikaz strukture 3G sistema, mogućnosti primene, tehnoloških izazova kao i mobilnih terminala koji se koriste. Posebno poglavlje izdvojeno je samo za WCDMA tehnologiju koja predstavlja tehnologiju na kojoj su bazirani 3G mobilni sistemi, date su osnovne karakteristike WCDMA tehnologije, opisani su svi kanali za prenos, kao i tehnike predajnog interfejsa koji su u ovoj tehnologiji zastupljeni.

2. ISTORIJAT I RAZVOJ MOBILNE TELEFONIJE

Komunikacije imaju ključnu ulogu u životu savremenog čoveka. Komunikacije do neslučenih mogućnosti unapređuju globalnu razmenu informacija i sastavni su deo svih ljudskih aktivnosti. Današnji razvoj komunikacionih tehnologija podržava spajanje dve tehnologije - mobilnih komunikacija i Interneta - u treću generaciju mobilnih sistema, ili kraće 3G, koje se temelje na mobilnom internetu. Mobilne komunikacije spadaju u bežične komunikacije. Prvi javni sistem mobilne telefonije predstavio je BTL (*Bell Telephone Laboratories*) 1946. godine u SAD, a počeo je sa radom sledeće godine. U Evropi je prvi čelijski sistem uveden 1981. godine. Tada je u Danskoj, Finskoj, Švedskoj i Norveškoj počeo sa radom NMT 450 (*Nordic Mobile Telephone System*) u opsegu od 450 MHz. To je bio prvi multinacionalni sistem. Već 1985. godine je u Velikoj Britaniji pokrenut TACS (*Total Access Communication System*) na opsegu od 900 MHz. Kasnije su i drugi sistemi ušli u upotrebu. Na taj način je u Evropi stvoreno devet nekompatibilnih radio-telefonskih sistema. U Sjedinjenim Američkim Državama je 1979. godine

NAPOMENA:

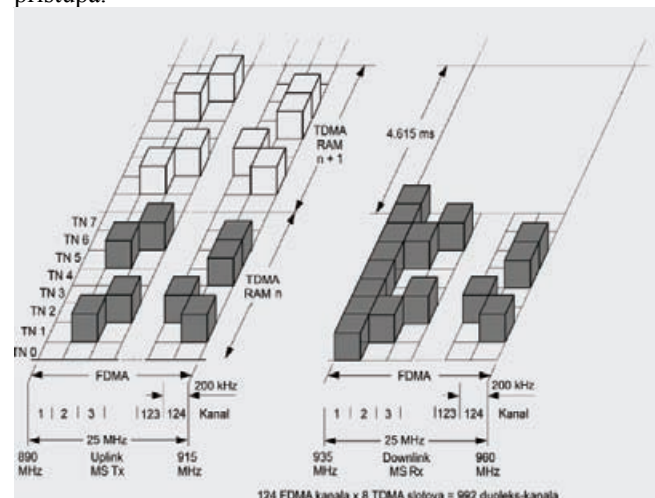
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio doc.dr Emil Šećerov.

probno pušten u rad, a komercijalno od 1983. godine sistem AMPS (*Advanced Mobile Phone System*).

U Evropi je bio problem da se realizuje veliki broj servisa na velikom broju frekvencija. To je samo jedan od razloga zbog kojih je analogni sistem mobilne telefonije, poznat i kao mobilni sistem prve generacije, prevaziđen. Razvijena je nova tehnologija, takođe čelijska ali digitalna - mobilna telefonija druge generacije ili globalni sistem mobilnih komunikacija (GSM-*Global System for Mobile Communications*). Za razliku od prve generacije koja se uglavnom bazira na prenosu govora, GSM je dodatno omogućavao još i multitonsku signalizaciju, kratke pisane poruke (SMS-*Short Message Service*), glasovne poruke (*voice mail*) i faksimil poruke (*fax mail*). Dodatni servisi obuhvataju i prosleđivanje poziva, blokiranje dolaznih i odlaznih poziva, poziva na čekanju, konferencijsku vezu, identifikaciju poziva te zatvorene korisničke grupe.

2.1. GSM

GSM koristi uskopojasnu TDMA (*Time Division Multiple Access*) tehniku kao metodu višestrukog pristupa, pri čemu osam istovremenih korisnika može koristiti istu radio frekvenciju. Operatori koriste veći broj frekvencija tako da je GSM u suštini kombinacija TDMA i FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) tehnike pristupa.



Slika 1. Kombinovana FDMA i TDMA raspodela kanala

Vremenom se pokazalo da je u ovom sistemu komunikacija relativno skupa, te da korišćenje mreže nije ekonomično. Zato se prelazi na sistem komutacije paketa. Često se mogu sresti i oznake 2G+ i 2G++ koji označavaju sisteme koji su razvijeni na osnovu standarda 2G sistema i koji predstavljaju prelaznu fazu ka sistemima treće generacije. Njihovi najveći predstavnici su:

- *High Speed Circuit Switched Data*(HSCSD)
- *General Packet Radio Servis*(GPRS)
- *Enhanced Data rates for GSM Evolution*(EDGE)

GPRS omogućava slanje i primanje informacija mobilnom mrežom uz nekoliko novih mogućnosti: velika brzina prenosa podataka (do 53.6 kb/s), kraće vreme za konekciju i stalni pristup Internetu, korišćenje potpuno novih aplikacija, povoljnija naplata usluge prenosa podataka, zasnovana na količini prenetih podataka, a ne na vremenu provedenom na vezi sa internetom i mogućnost primanja poziva i u toku pregledanja internet sadržaja. Uvođenje EDGE u GSM protoci su povećani novim tehnikama modulacije i metodama prenosa otpornijim na greške. EDGE može preneti tri puta veći broj bit nego GPRS u istom periodu. Obično se za EDGE vezuje protok od 384 kb/s. U Srbiji je ova tehnologija uvedena 2003. godine.

2.2. Karakteristike 3G mobilnih sistema

Mobilni sistemi treće generacije predstavljaju jednu od ključnih telekomunikacionih tehnologija u pogledu istraživanja, razvoja i internacionalne standardizacije mobilne telefonije. Međunarodna unija za telekomunikacije (ITU-International Telecommunication Union) je 2000. godine usvojila svetski standard za sve mobilne telekomunikacije pod nazivom IMT-2000 (International Mobile Telecommunication). Ovim standardom definišu se zahtevi koje treba ispoštovati radi objedinjavanja kopnenih, satelitskih, fiksnih i mobilnih sistema, koji su trenutno u upotrebi ili se nalaze u procesu razvoja. Navedeni standard je obavezujući i za treću generaciju (3G) mobilnih sistema. Međunarodna unija je za 3G sisteme predvidela frekventni opseg od 1885 do 2025GHz te od 2110 do 2200 GHz. Prva zemlja gde je IMT pušten u komercijalnu upotrebu jeste Japan, kroz servis nazvan FOMA (*Freedom off Mobile Multimedia Access*). Taj sistem je zasnovan na WCDMA (*Wideband Code Multiple Access*) tehnologiji bežičnog pristupa, koja je usvojena kao jedan od globalnih standarda. U Evropi se primena ovog standarda usvaja 1997. godine, nakon **UMTS** (*Universal Mobile Telecommunications System*) foruma.

Sistemi treće generacije treba da obezbede bežični pristup globalnoj telekomunikacionoj infrastrukturi i da omoguće širok spektar integrisanih servisa govora, podataka, slika i video sadržaja. Ovi sistemi integrisaće trenutno odvojene svetove mobilnih i fiksnih servisa u moćno sredstvo za neograničenu multimedijalnu komunikaciju.

Osnovni ciljevi koji se predstavljaju pred sisteme su: globalni roaming kroz različite mobilne mreže; velika brzina prenosa podataka i to: 144kb/s ili 384kb/s za brže ili sporije *outdoor* korisnike i 2Mb/s za *indoor* mobilne korisnike; mogućnost da se podrži veza sa Internetom i IP (*Internet Protocol*) mrežama; mogućnost da se podrži kako simetričan, tako i asimetričan prenos kod aplikacija kao što je Internet i multimedijalne komunikacije; simultane veze za individualne korisnike; kompatibilnost sa postojećim mrežama.

Sistemi treće generacije zadržali su ćelijsku strukturu mreže, naravno sa određenim izmenama. 3G sistem organizuje ćelije po hijerarhijskom nivou. Ovo je učinjeno iz razloga što se ćelije najnižeg hijerarhijskog nivoa koristi za velik obim saobraćaja, na mestima gde je protok podataka maksimalan, a viši hijerarhijski nivoi služe za manji

obim saobraćaja. Hijerarhijska struktura 3G mreže ima tri nivoa: Makro ćelije (pokrivaju najveću oblast npr. ceo grad); Mikro ćelije (imaju srednji nivo pokrivenosti npr. centar grada); Piko ćelije (najmanji nivo pokrivenosti). Brzine protoka podataka različite su od zone do zone, a zavise od trenutne brzine kojom se korisnik kreće kao i od koncentracije korisnika unutar zone:

- 2084 kbps unutar zgrade ili kancelarije, u okolini piko ćelija gde je koncentracija korisnika najveća, i gde se korisnik kreće hodajući.
- 348-2084 kbps u gradskom okruženju i to gde se korisnik ne kreće brzinom većom od 120 km/h.
- 144-348 kbps gde je srednja gustina korisnika npr. u suburbanim sredinama gde se korisnici kreću brzinama od 120-500 km/h.
- Do 144 kbps u udaljenim zonama(planine, okeani) pri brzinama od 1000km/h.

2.3. Mobilni servisi 3G sistema

Mobilne servise u 3G mrežama predstavljaju interaktivna multimedija, servisi zabave, servisi pozicioniranja, servisi za mobilnu trgovinu i transportni servisi.

Interaktivna multimedija obuhvata sledeće servise: e-mail, voice-mail, obaveštavanje, video konferencijske veze, hitnu pomoć, kalendare(provera kada je neka osoba slobodna), adresare(razmena adresa između različitih korisnika).

Servisi zabave su najprofitabilniji, jer su korisnici spremni da daju velike pare za jednostavne servise. Neki od ovih servisa su emitovanje televizije, radija, igre, video, horoskop, vesti i vremenska prognoza. *Servisi pozicioniranja* su: lociranje ljudi i objekata, praćenje vozila, određivanja mesta sa kojeg su pozvani brojevi hitnih službi, obezbeđenje itd.

Servisi za mobilnu trgovinu su: plaćanje(mobilna stanica postaje digitalni novčanik), pristup računaru u banci bilo kad i sa bilo kog mesta, konkurisanje za kredite, kupovina i prodaja akcija na berzi preko mobilne stanice, kupovina karata za koncerte, sportske događaje.

Transportni servisi su: kontrola vremena stizanja(aviona, voza.), pozivanje taksija, potvrđivanje rezervacije avionske karte, direktno plaćanje na ulazu u vozilo javnog prevoza (iznos cene karte se automatski skida sa računa), izveštaji o stanju na putevima itd.

2.4. Principi QoS u UMTS

Važna komponenta u evoluciji 3G sistema jeste uvođenje kvaliteta servisa (*Quality off Service-QoS*), koje je presudno za uspeh pri prenosu, naročito u okruženju ograničenih propusnih opsega i okruženju sklonom greškama, kao što je to slučaj kod celularnih mreža. Zbog toga je važno uspostavljanje kvaliteta servisa u dolazećim celularnim mrežnim arhitekturama. U tehničkom pogledu QoS predstavlja skup merljivih performansi odnosno karakteristika jedne multimedijalne mreže. UMTS mobilna mreža omogućava mobilnom korisniku komunikaciju sa jednim ili više učesnika istovremeno, razmenu informacija u više medija kao što su govor, video, prenos podataka. U ovakvoj komunikaciji mobilni korisnik raspolaže kanalom veze potrebnog propusnog opsega uz odgovarajuće QoS zahteve. Podržani tipovi prenosa saobraćaja

podeljeni su u četiri različite klase servisa. Ova klasifikacija zasniva se na individualnom kašnjenju, bitskom protoku i prioritetnim zahtevima u upravljanju saobraćajem. Trenutno definisane klase su konverzaciona, strujna, interaktivna i pozadinska. Postoje tri osnovne komponente uključene u koncept QoS s kraja na kraj veze, na nivou krajnjeg korisnika a to su: ono što korisnik očekuje, ono što aplikacija zahteva i ono što UMTS, kao mreža isporučuje. Čest je slučaj da postoji i četvrta komponenta, a to je kada UMTS korisnik pristupa servisu eksternog provajdera, onda je bitno i ono što provajder isporučuje.

Sa aspekta krajnjeg korisnika percepcija QoS se može podeliti u dve kategorije i to:

- kvalitet uspostave poziva (*Call Setup Quality, Grade of Service*) i
- kvalitet poziva (*QoS during call connection*)

2.5. Mobilni terminali treće generacije

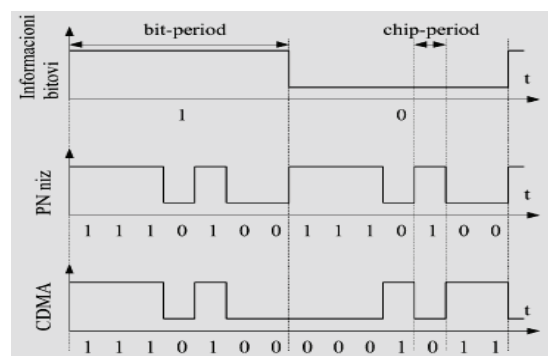
3G mobilne terminale odlikuje veoma velika raznolikost, krećući se od tzv. lako prenosivih (*portable*) tipova telefona, PC kartica predviđenih za razmenu podataka, tipova video telefona koji mogu koji mogu prikazivati video fajlove, do PDA (*Personal Data Asistent*) tipova telefona. Dok ove varijacije mogu biti kategorizovane kombinacijom njihovih mogućnosti, značajne karakteristike 3G mobilnih terminala uključuju hardverske multimedijalne mogućnosti (npr. displej), mogućnost transmisije radio interfejsa i sposobnost prenosa različitih tipova multimedijanih aplikacija. Mobilni terminali rane treće generacije su dual-modni (multimodni). To znači da mogu da pristupaju 2G sistemu i da koriste postojeće usluge koje su dostupne samo kod operatera koji su nadogradili svoje mreže tj. uveli UMTS sistem.

2.6. WCDMA tehnologija

Na evropskom tržištu mobilne telefonije je za UMTS predviđen opseg frekvencija između 1.9 i 2.2GHz. UMTS 3G mobilne mreže će koristiti tzv. WCDMA (*Wide Code Division Multiple Access*) tehniku radio prenosa, koja omogućava efikasno iskorišćenje radio resursa, a istovremeno olakšava projektovanje raspodele sistemskih resursa po baznim stanicama i krajnjim korisnicima. Klasična CDMA tehnika prenosa zasniva se na veštačkom širenju originalnog digitalnog modulisanog signala na taj način što se izvorni niz bitova pre emitovanja množi izabranim pseudoslučajnim (PN-*Pseudo Noise*) nizom, s tim da je trajanje bitova (*chip-bit*) PN niza znatno kraće od trajanja prenošenih bitova. Kao ishod ovog postupka dobijamo rezultujući signal koji ima mnogostruko širi spektar od izvornog a istovremeno njegova ukupna snaga nije promenjena, tako da je rezultujuća spektralna gustina snage CDMA signala znatno manja od originalne (ponekad je čak i ispod srednje spektralne gustine snage šuma u prenosnom kanalu). Na prijemnoj strani se primljeni signal širokog spektra množi identičnim i vremenski sinhronizovanim PN nizom čime se rekonstruiše izvorni (uskopojasni) digitalni signal. Jednoznačnost procesa CDMA kodiranja/dekodiranja je posledica činjenice da međukorelaciona funkcija dva različita međusobno ortogonalna PN niza uvek teži nuli:

$$\varphi_n(t), \varphi_m(t)$$

$$\int_a^b \varphi_n(t) \cdot \varphi_m^*(t) dt = \begin{cases} 0, & m \neq n \\ k_n, & m = n \end{cases}$$



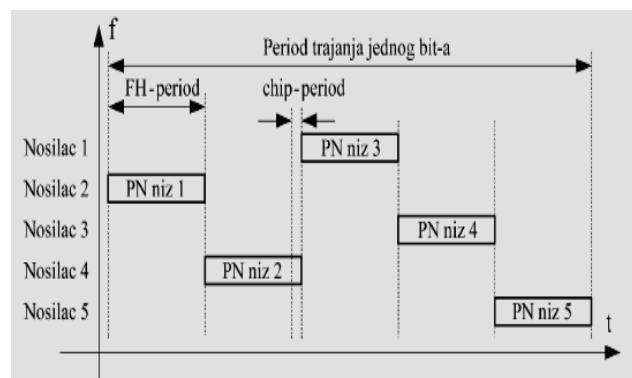
Slika 2. Osnovni princip CDMA kodiranja

Jedna od najznačajnijih karakteristika CDMA sistema jeste izrazito visoka otpornost na ometanje uskopojasnim i širokopojasnim smetnjama.

Na izgled spektra dobijenog CDMA signala se može uticati izborom karakteristika upotrebljenih PN nizova. Na taj način se mogu optimizovati određena svojstva emitovanih signala, npr. može se uticati na veličinu međukanalne interferencije ili na otpornost signala na uskopojasni šum. Ova karakteristika je veoma bitna ukoliko se želi da se maksimalno dobro iskoristi frekventni opseg u kome sistem radi i minimiziranje predajne snage mobilne opreme (čime se štede njihove baterije i smanjuje mogućnost ometanja drugih radio sistema na istoj teritoriji).

WCDMA prenos predstavlja kombinaciju klasične CDMA tehnike i FFH (*Fast Frequency Hopping*-brzo skakanje frekvencija) prenosa po unapred definisanim FDMA kanalima. Proštije rečeno, ukupan raspoloživi spektar je podeljen na frekvencijske kanale i u 3G sistemima oni imaju širinu od 5 MHz, a unutar svakog od njih se primenjuje CDMA kodiranje međusobno nezavisnim PN nizovima.

Svaki bit podataka koji treba emitovati se u toku svog trajanja emituje u skladu sa unapred zadatim FH sekvencama po nekoliko FDMA kanala, i uz korišćenje nezavisnih PN nizova u svakom od njih. Proces ilustruje slika 3.



Slika 3. Princip WCDMA kodiranja

2.6.1. Osnovne karakteristike

UMTS mreža projektovana je tako da može da radi u dva moda- FDD i TDD(*Frequency/Time Division Duplex*) modu. U oba načina rada, informacija je prenesena najčešće u okviru od 10 ms. U FDD modu koriste se dva određena frekvencijska opsega, odvojena zaštitnim opsegom- jedan za uplink i drugi za downlink transmisiju. U TDD načinu rada, isti frekvencijski opseg se koristi za transmisiju u oba pravca. Tačnije rečeno, u TDD načinu rada svaki ram sadrži tačno određeni broj sinhronizovanih vremenskih slotova, od kojih su neki od njih određeni za uplink a ostatak za downlink predaju.

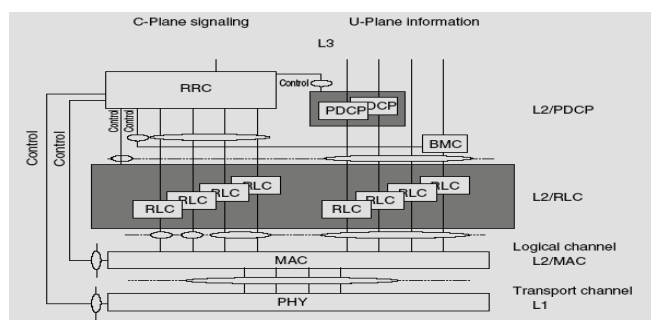
Brzina semplovanja ovog sistema iznosi 3.84 Mcps (megasemplova u sekundi). Dužina rama je 10 ms i svaki je podeljen u 15 slotova (2560 semplova po slotu pri brzini semplovanja od 3.84 Mcps).

Faktor širokopojasnosti se kreće od 256 do 4 za uplink i od 512 do 4 za downlink. Na osnovu ovoga, brzina protoka simbola uz prisustvo modulacije varira od 960 kilosimbola u sekundi do 15 kilosimbola u sekundi za FDD uplink. Za razdvajanje kanala iz istog izvora koristi se modulacija na osnovu ortogonalnog promenljivog faktora širokopojasnosti (OVSF). U downlink-u za razdvajanje različitih ćelija koristi se zlatni kod sa periodom od 10 ms. U uplink-u za razdvajanje različitih korisnika koristi se zlatni kod sa periodom od 10 ms ili alternativni kratki kod sa periodom od 256 semplova.

2.6.2. Arhitektura protokola WCDMA sistema

Na slici 4. možemo videti arhitekturu protokola WCDMA sistema. Na slici možemo primetiti da je kompletan komunikacioni sistem podeljen na tri protokolna sloja:

- Fizički sloj (Layer1, L1)
- Sloj za povezivanje podataka (Layer2, L2)
- Mrežni sloj (Layer3, L3)



Slika 4. Arhitektura protokola

Fizički sloj je povezan sa kontrolom pristupa mediju-MAC (Medium Access Control) koji predstavlja podsloj sloja 2 i sa slojem za kontrolu radio resursa-RRC sloja 3. RRC upravlja većinom signalizacije između mobilne stanice i RNC-a. Direktno upravlja fizičkim slojem za uspostavu poziva prekid veze i sl. Sloj za povezivanje podataka je podeljen na sloj za kontrolu pristupa mediju-MAC, sloj za kontrolu radio linka-RLC (Radio Link Control), na protokol konvergencije paketa-PDCP (Packet Data Convergence Protocol) i difuznu višeemisionu kontrolu-BMC(Broadcast/Multicast Control). Za sloj 3 i RLC možemo reći da su podeljeni u kontrolne i korisničke opsege. PDCP i MAC egzistiraju samo u korisničkom opsegu. U kontrolnom opsegu, sloj 3 je

podeljen na podslojeve gde najniži podsloj, označen kao RLC, predstavlja međuspoj sa slojem 2. RLC podsloj obezbeđuje ARQ funkcionalnost koja je usko povezana sa upotrebljenom tehnikom radio prenosa.

2.6.3. Handover u WCDMA tehnologiji

U WCDMA tehnologiji koriste se novi koncepti handovera kao što su meki, mekši i teški handover(*soft, softer i hard handover*). Tokom mekšeg handovera mobilna stanica je konektovana sa dve ili više baznih stanica istovremeno, prema tome iskorišćava više mrežnih resursa i transmituje više signala, čime se smanjuje kapacitet celoga sistema. Prema tome, interes mrežnog operater je da minimizuje broj korisnika u mekšem handoveru, dok održavanje zadovoljava kvalitete servisa. Meko pruzimanje(*soft handover*) je neophodno u slučajevima kada se mobilna stanica nalazi u području koje pokriva više ćelija različitih baznih stanica. Kao što je to slučaj i sa mekšim handoverom mobilna stanica komunicira sa baznom stanicom putem dva odvojena kanala.

3. ZAKLJUČAK

Princip biti dostupan uvek i svuda postao je svakodne- vica. Čak se i zahteva korak dalje - razmena multimedije u realnom vremenu. Očekuje se da će mobilne komunikacije imati najveći rast u sektoru telekomunikacija i informacionih tehnologija. Broj pretplatnika širom sveta neprestano raste. Da bi se omogućilo da se mobilne multimedije dalje razvijaju neophodno je da se usvoji sistem IMT-2000 u svim zemljama. Potrebno je i usavršiti postojeće mreže, istraživati nove servise i razviti male i visokofunkcionalne terminale. Mobilne komunikacije i mobilni multimedijalni servisi sigurno će dalje napredovati, putem istraživanja, razvoja i standardizacije na globalnom nivou.

4. LITERATURA

- [1] Viterbi A.J., CDMA: Principles of Spread Spectrum Communications, Adisson-Wesley, Reading MA. 1995
- [2] Harri Holma, Antti Toskal: „WCDMA for UMTS, John Wiley and Sons, New York, 2000
- [3] Mouly, M and Paulet, M.B, „The GSM System for Mobile Communications, France 2003
- [4] Ana Milovanović „Migracija ka mobilnim telekomunikacionim sistemima četvrte generacije XIII Telekomunikacioni forum TELFOR 2005. Beograd
- [5] Blagojević, D., Lazović, S.: Jedno viđenje stanja i perspektive razvoja telekomunikacija u Srbiji, TELFOR 2003. Beograd

Kratka biografija:



Ilija Lemajić je rođen u Bačkoj Topoli 1985 god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja - Poštanski saobraćaj i Telekomunikacije odbranio je 2009. god.

PRORAČUN KAPACITETA I NIVOA USLUGE GRADSKE ULIČNE MREŽE PREMA METODOLOGIJI HCM 2000

ESTIMATION OF CAPACITY AND LEVEL OF SERVICE OF URBAN STREETS ACCORDING TO METHODOLOGY HCM 2000

Uglješa Ždrnja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U okviru rada je izvršena provera korišćenja metodologije HCM 2000 za proračun kapaciteta i nivoa usluge gradske ulične mreže, na izabranim segmentima ulične mreže Novog Sada.

Abstract – In this essay, checking of application methodology HCM 2000 (for estimation capacity and LOS of urban streets), on selected segments of urban streets in Novi Sad, is performed.

Ključne reči: gradska ulična mreža, kapacitet, nivo usluge

1. UVOD

„Kapacitet kao kvantitativna mera i nivo usluge kao kvalitativna mera sposobnosti drumskih saobraćajnica u udovoljavanju zahteva saobraćaja imaju ključnu ulogu u saobraćajno-tehničkom dimenzionisanju, projektovanju i planiranju mreže drumskih saobraćajnica kao i u operativnom upravljanju saobraćajnim tokovima na mreži“ [1].

U okviru domaće stručne literature, pažnja je uglavnom bila posvećena metodologijama koje se odnose na proračun kapaciteta i određivanje nivoa usluga vangradskih saobraćajnica dok je o gradskim saobraćajnicama (i njihovim odsecima, deonicama) bilo vrlo malo reči. U ovom radu izvršena je provera mogućnosti korišćenja metodologije HCM 2000 koja se odnosi na proračun kapaciteta i nivoa usluge gradskih ulica, u našim, lokalnim uslovima.

2. REZULTATI BROJANJA

Za potrebe ovog rada izvršeno je brojanje saobraćaja na izabranim segmentima ulične mreže Novog Sada i to između dve nesemaforisane raskrsnice (odsek između raskrsnice M. Dimitrijevića - Puškinova i raskrsnice M. Dimitrijevića - Gogoljeva), zatim između dve semaforisane (odsek između raskrsnice Bulevar Oslobođenja - Bulevar C. Lazara i raskrsnice Bulevar C. Lazara - Puškinova) kao i na odseku između semaforisane i nesemaforisane raskrsnice (odsek između raskrsnice M. Gorkog – Stražilovska i raskrsnice Stražilovska – Radnička). Rezultati brojanja prikazani su u tabeli 1. i predstavljaju bazu podataka na osnovu koje je izvršena provera mogućnosti korišćenja pomenute metodologije.

NAPOMENA:

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

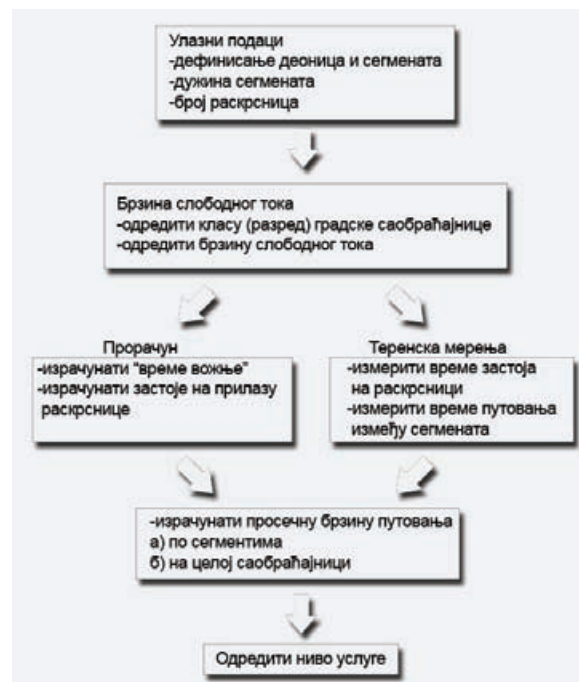
Tabela 1. Rezultati brojanja saobraćaja na odabranim segmentima ulične mreže Novog Sada

Posmatrani segment ulične mreže	Između dve nesemafor. raskrsnice		Između semafor. i nesemafor. raskrsnice		Između dve semafor. raskrsnice		
	W	E	N	S	W	E	
Smer							
Kategorije vozila	PA	288	142	310	285	1125	978
	BUS	0	0	34	32	16	12
	LTV	8	9	4	18	24	19
	STV	3	4	0	2	14	12
	TTV	3	3	0	0	10	7
	AV	0	0	0	0	0	1
	Σ	302	158	348	337	1189	1029

3. POSTUPAK UTVRĐIVANJA KAPACITETA I NIVOA USLUGE GRADSKE ULIČNE MREŽE PREMA METODOLOGIJI HCM 2000

3.1. Gradske arterije

U okviru američkog priručnika za kapacitet puteva HCM 2000 postoji poglavlje „Urban Streets“ u okviru kojeg je data metodologija za proračun kapaciteta i nivoa usluga gradskih ulica ali se ova metodologija odnosi samo na gradske arterije (slika 1).



Slika 1. Metodologija utvrđivanja nivoa usluga gradskih arterija

Prema metodologiji, osnovna funkcija gradskih arterija je opsluživanje prolaznih saobraćajnih tokova pa se, s obzirom na takvu funkciju, kapacitet gradskih arterija računa kao kapacitet traka za prolazni saobraćaj na uskom grlu (obično na prilazima semaforisanih raskrsnica).

$$c = N \times s \times \frac{g}{c} \quad (1)$$

gde je:

c – kapacitet grupe traka za prolazni saobraćaj (voz/h)

N – broj traka za tokove pravo na prilazu raskrsnice

s – veličina zasićenog toka (voz/h)

g/C – odnos efektivnog zelenog vremena i ciklusa, za tokove pravo

Postupak za određivanje nivoa usluge gradskih arterija se zasniva na prosečnoj brzini putovanja na segmentu, deonici ili čitavoj saobraćajnici, i sastoji se iz pet koraka:

(1) Odrediti razred arterije na osnovu podataka o brzini slobodnog toka dobijenih terenskim merenjima i podeliti arteriju na deonice, gde se svaka deonica sastoji iz više segmenata

(2) Određivanje vremena vožnje, t_R , na osnovu odabranog razreda gradske arterije, korišćenjem tabele 2. u kojoj su date vrednosti t_R u zavisnosti od dužine segmenata.

Tabela 2. Vremena vožnje po segmentima ulične mreže u s/km

Klase gradskih arterija	I			II			III		IV		
FFS (km/h)	90 ^a	80 ^a	70 ^a	70 ^a	65 ^a	55 ^a	55 ^a	50 ^a	55 ^a	50 ^a	40 ^a
Prosečna dužina segmenta (m)	Vreme vožnje (s/km)										
100	b	b	b	b	b	b	-	-	-	129	159
200	b	b	b	b	b	b	88	91	97	99	125
400	59	63	67	66	68	75	75	78	77	81	96
600	52	55	61	60	61	67	d	d	d	d	d
800	45	49	57	56	58	65	d	d	d	d	d
1000	44	48	56	55	57	65	d	d	d	d	d
1200	43	47	54	54	57	65	d	d	d	d	d
1400	41	46	53	53	56	65	d	d	d	d	d
1600	40 ^c	45 ^c	51 ^c	51 ^c	55 ^c	65 ^c	d	d	d	d	d

napomene:

a. Ukoliko ne postoje podaci o realnim vrednostima FFS, moguće je koristiti preporučene vrednosti:

klasa	I	II	III	IV
FFS (km/h)	80	65	55	45

b. Ukoliko arterije klase I ili II imaju segmente čija je dužina manja od 400 m, (a) treba preispitati klasu arterije, (b) ukoliko ostaje isti segment koristiti vrednost od 400 m

c. Za duže segmente arterija klase I ili II (1600 m i duže), FFS se može koristiti za proračun vremena vožnje po km. Ova vremena su prikazana u vrsti za dužinu segmenta od 1600 m

d. Isto tako, klase III ili IV gradskih arterija sa dužinama segmenata dužim od 400 m najpre treba preispitati (potvrditi klasifikaciju). Ukoliko je potrebno, vrednosti iznad 400 m mogu biti ekstrapolirane.

(3) Određivanje vremenskih gubitaka na prilazu raskrsnica prema odgovarajućim jednačinama:

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3 \quad (2)$$

$$d_1 = \frac{0.5c(1-d)^2}{1 - \min(1, X)^2} \quad (3)$$

$$d_2 = 900T \left[(X-1) + \sqrt{(X-1)^2 + \frac{900X}{cT}} \right] \quad (4)$$

gde je:

d – ukupni vremenski gubici (s/voz)

d_1 – uniformni zastoj (s/voz)

d_2 – uvećani zastoj (s/voz)

d_3 – početno kašnjenje reda (s/voz)

(4) Utvrđivanje prosečne brzine putovanja S_A

$$S_A = \frac{3600L}{t_R + d} \quad (5)$$

gde je:

L – dužina posmatranog segmenta (km)

t_R – ukupno vreme vožnje na svim segmentima (s)

d – ukupni gubici za kretanja pravo na raskrsnicama (s)

(5) Utvrđivanje nivoa usluge posmatrane arterije poređenjem izračunatih vrednosti sa repnim vrednostima brzine putovanja datim u tabeli 3.2.

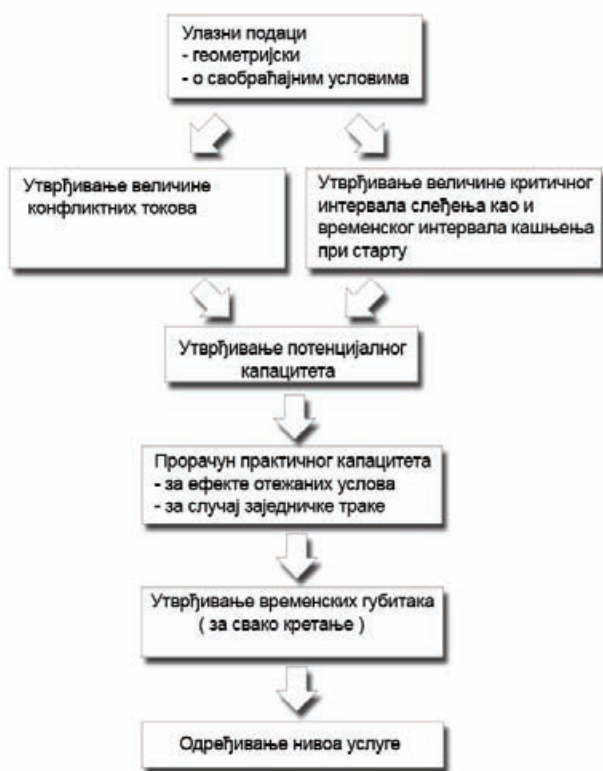
Tabela 3. Nivo usluge gradskih arterija

Razred gradske arterije	I	II	III	IV
Raspon brzina slobodnog toka (km/h)	90 - 70	70 - 55	55 - 50	50 - 40
Tipična brz. slob. toka (km/h)	80	65	55	45
Nivo usluge	Prosečna brzina putovanja (km/h)			
A	> 72	> 59	> 50	> 41
B	> 56 - 72	> 46 - 59	> 39 - 50	> 32 - 41
C	> 40 - 56	> 33 - 46	> 28 - 39	> 23 - 32
D	> 32 - 40	> 26 - 33	> 22 - 28	> 18 - 23
E	> 26 - 32	> 21 - 26	> 17 - 22	> 14 - 18
F	≤ 26	≤ 21	≤ 17	≤ 14

Prilikom proračuna kapaciteta i vremenskih gubitaka na prilazima semaforisanih raskrsnica korišćena je standardna procedura data u poglavlju 16 „Signalized Intersections“ američkog priručnika za kapacitet puteva HCM 2000.

3.2. Lokalne gradske ulice

Kada su u pitanju lokalne gradske ulice, u okviru metodologije HCM 2000 ne postoji posebna procedura za proračun kapaciteta i određivanje nivoa usluge, već se ove veličine, prema preporukama, utvrđuju kao kapacitet i nivo usluge na uskim grlima posmatranih gradskih saobraćajnica. Za izabrane segmente ulične mreže korišćena je standardna procedura za proračun kapaciteta prilaza nesemaforisanih raskrsnica dok je nivo usluge određen na osnovu vrednosti prosečnog zastoja po vozilu (metodologija data na slici 2). Obe procedure date su u poglavlju 17 priručnika HCM 2000, „Unsignalized Intersections“.



Slika 2. Metodologija utvrđivanja kapaciteta i nivoa usluge na nesemaforisanim raskrsnicama

U okviru poglavlja 17, „Unsignalized Intersections“, postoji i posebna procedura koja uzima u obzir uticaj uzvodnih semaforisanih raskrsnica (plotunskih dolazaka) na proračun kapaciteta prilaza nesemaforisanih raskrsnica koje se nalaze između dve semaforisane raskrsnice. Ova procedura je korišćena prilikom utvrđivanja kapaciteta segmenta ulične mreže koji se nalazi između semaforisane i nesemaforisane raskrsnice i sastoji se iz pet koraka (koji su detaljno opisani u okviru pomenutog poglavlja):

- 1) Proračun vremena potrebnog za čišćenje reda
- 2) Proračun (dela) vremena u toku koga je četvorokraka nesemaforisana raskrsnica blokirana
- 3) Proračun perioda pojave plotuna

- 4) Proračun konfliktnih tokova za vreme trajanja neblokiranog perioda
- 5) Proračun kapaciteta za vreme trajanja neblokiranog perioda

4. ZAKLJUČAK

Korišćenjem podataka dobijenih brojanjem saobraćaja na izabranim segmentima ulične mreže Novog Sada (koji su dati u tabeli 1), izvršena je provera mogućnosti primene metodologije HCM 2000 za proračun kapaciteta i određivanje nivoa usluge gradske ulične mreže, u našim, lokalnim uslovima. Rezultati dobijeni primenom pomenute metodologije prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Rezultati primene metodologije HCM 2000 u lokalnim uslovima

Posmatrani segment ulične mreže	Između dve nesemafor. raskrsnice		Između semafor. i nesemafor. raskrsnice		Između dve semaforisane raskrsnice	
	Smer W	Smer E	Smer N	Smer S	Smer W	Smer E
Protok (voz/h)	315	165	348	337	1189	1029
Kapacitet grupe traka za prolazni saobraćaj (voz/h)	1718	1773	678	1778	1764	723
Ukupni vremenski gubici (s/voz)	2.77	1.2	20.6	1.2	10.6	47
Prosečna brzina putovanja (km/h)	-	-	-	-	39.3	20.4
NIVO USLUGE	A	A	C	A	C	F

Kao što se može primetiti na osnovu rezultata prikazanih u tabeli, ozbiljan problem, koji traži hitno iznalaženje rešenja, se javlja na segmentu ulične mreže koji predstavlja deo jedne od najvažnijih gradskih arterija i nalazi se između dve semaforisane raskrsnice, na kojem je, za smer ka istoku, utvrđen nivo usluge F. Ovakav, nezadovoljavajući nivo usluge posledica je velikih zastoja koji su, u najvećoj meri, prouzrokovani otežanim levim skretanjima na prilazu semaforisane raskrsnice.

Postoji nekoliko načina za rešavanje identifikovanih problema. Prvi način je promena u regulisanju saobraćaja svetlosnom signalizacijom (to se, pre svega, odnosi na preispitivanje postojeće dužine ciklusa, fazne podele, kao i koordinacije rada svetlosne signalizacije sa ostalim raskrsnicama na posmatranom potezu).

Drugi način je rekonstrukcija posmatranog prilaza odnosno promena geometrije raskrsnice (proširenje prilaza, promena namene saobraćajnih traka...).

Ukoliko ni jedan od prethodna dva načina ne ponudi odgovarajuća rešenja datog problema može se primeniti i treći način – primena regulativnih mera (zabrana saobraćanja određenih kategorija vozila, zabrana

pojedinih pravaca kretanja...)). Odluka o načinu rešavanja ovog problema može se doneti tek nakon opsežne, zahtevne analize uslova odvijanja saobraćaja na posmatranom segmentu, koja trenutno, nije predmet ovog rada.

Kao što je već navedeno, u okviru priručnika HCM 2000 postoji posebna procedura za proračun kapaciteta i utvrđivanje nivoa usluga gradskih arterija, međutim, ogromnu većinu gradskih ulica ne čine arterije već lokalne gradske ulice.

Iz tog razloga, prema podacima TRB-a, novembra prošle godine započeto je istraživanje čiji je predmet razvoj procedure za proračun kapaciteta i nivoa usluge za svaku od kategorija učesnika u saobraćaju – putničke automobile, pešake, bicikliste i tranzitna kretanja, na lokalnim gradskim ulicama. Očekuje se da se kao rezultat istraživanja pojavi novo poglavlje u nekom od narednih izdanja HCM-a.

Nakon završetka ovog istraživanja i potpunog definisanja metodologije za utvrđivanje kapaciteta i nivoa usluge lokalnih gradskih ulica, primeniti tu novu proceduru na podatke dobijene brojanjem saobraćaja na izabranim segmentima ulične mreže i uporediti tako dobijene rezultate sa rezultatima dobijenim u ovom radu.

5. LITERATURA

[1] Kuzović Ljubiša, „Kapacitet i nivo usluge drumskih saobraćajnica“, Univerzitet u Beogradu, Beograd 2000 g.

[2] Kuzović Ljubiša, Vuk Bogdanović, „Teorija saobraćajnog toka“, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Novi Sad, 2004. g.

[3] Vukadinović Zoran, diplomski master rad, „Analiza uslova odvijanja saobraćaja na Bulevaru Oslobođenja pre i posle otvaranja mosta Slobode“, Novi Sad 2007. g.

[4] Highway Capacity Manual 2000

[5] TRB, Capacity and quality of service analysis of urban local streets.

Kratka biografija:



Uglješa Ždrnja rođen je u Beogradu 1983. godine. Gimnaziju u Srpskoj Crnji (istureno odeljenje Zrenjaninske gimnazije) završio 2002. godine kada upisuje Fakultet tehničkih nauka, Saobraćajni odsek, smer – drumski saobraćaj, gde i diplomira 2009. godine.

**ПРЕЛИМИНАРНО ОДРЕЂИВАЊЕ ГЛАВНИХ КАРАКТЕРИСТИКА БРОДА
ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ ВАРИЈАНТНОГ ПРОЈЕКТОВАЊА****PRELIMINAR DETERMINATION OF MAIN CHARACTERISTICS OF VESSELS BY
APPLYING THE VARIANT METHOD OF DESIGN**

Иван Шкиљаица, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Рад представља поступак за прелиминарно одређивање главних димензија брода методом варијантног пројектовања. Прелиминарно утврђене димензије брода користе се као основа за анализу експлоатационих показатеља и трошкова рада на основу којих се бира оптимално решење за конкретан транспортни задатак.

Abstract – The paper presents the method for preliminary determination of dimensions of vessels by applying the variant method of design. Dimensions that are preliminary determined are used as a base for the analysis of exploitation parameters and the cost of work. Based on these the optimal solution for particular transport task is chosen.

Кључне речи: Пројектовање брода, отпор брода, пловни пут, технологија рада бродова

Key words – Vessel design, vessel resistance, waterway, technology of work of vessels

1. УВОД

У већини случајева задатак оптимизације решава се током пројектовања на основу искуства и интуиције пројектанта или, пак, коришћењем препорука, насталих на основу опита и посебно спроведених истраживања.

У поступку пројектовања образлаже се (доказује; оправдава) целисходност и основаност конкретног брода, односно више бродова који истовремено раде на заједничком задатку, а затим се одређују или прецизирају његове основне карактеристике. Узимајући у обзир могућности математичких метода и рачунарске технике, а на основу извршене анализе постојећих потисница за суве терете које су у примени на дунавској пловној мрежи и пловним путевима Русије и Украјине утврђене су функционалне зависности између најважнијих карактеристика једног брода.

Могућност примене бродова велике носивости и великог гажења испитана је на конкретном задатку уз примену унапред одабраног брода, придржавајући се препорука добијених на бази истраживања пловидбених, превозних, енергетских и пропелзионо-потисних особености дунавских бродова потискивача.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из дипломског-мастер рада чији ментор је био др Тодор Бачкалић, ванр. проф.

**2. ПЛОВИДБЕНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
СРЕДЊЕГ И ДОЊЕГ ДУНАВА**

У овом раду проучава се део средњег Дунава од Београда до ушћа реке Тимок, док се сектор доњег Дунава проучава у потпуности.

Средњи Дунав показује типичне карактеристике низијске реке, при чему се овде већ осети успор реке настао након изградње бране Ђердап I (km 943). Изградњом бране створени су повољни услови за пловидбу. Димензије двостепене преводнице бране Ђердап I су: дужина 310 (m), ширина 34 (m) и висина на прагу 4,5/5 (m). Такође на овом подсектору нема ограничења ни у величини гажења бродова [4].

Подсектор од бране Ђердап I до бране Ђердап II, чија дужина износи приближно 98 km, налази се у зони успора насталог изградњом бране на km 863 хидроенергетског и пловидбеног система Ђердап II, чиме су елиминисани познати плићаци и кривине који су пре изградње представљали значајне тешкоће у пловидби. На потезу између бране Ђердап I и Ђердап II осигурани су габарити пловног пута предвиђени препорукама Дунавске Комисије за каналисани део реке. За пролазак бродова обезбеђене су две бродске преводнице, и то на Дунаву на Српској страни и у рукавцу Гогошул на територији Румуније. Димензије комора бродских преводница су (и на српској и на румунској страни) дужина 310 (m), ширина 34 (m) и висина на прагу 4,5/5 (m) [4].

Доњи део Дунава по карактеристикама је типична низијска река са широком долином, благим кривинама и прилично праволинијским током. Бројни су плићаци, спрудови и рукавци и врло је променљивог карактера, што и јесте карактеристично за низијске реке. Пловидбени услови на овом делу Дунава су релативно повољни са ширинама корита од 120 (m) до 900 (m) и дубинама корита од 2 (m) до 12 (m).

На сектору доњег Дунава анализирани су водостаји на две водомерне станице према којима се управља пловидба, Ђурђево и Черна Вода, у погледу ограничења гажења бродова (T).

**3. ПРЕЛИМИНАРНО ОДРЕЂИВАЊЕ ГЛАВНИХ
ДИМЕНЗИЈА БРОДОВА**

Главне димензије дефинишу основне техничке и експлоатационе карактеристике бродова, при чему свака од тих величина има одрђен значај и утицај на њихов депласман и нисивост.

Међусобни односи главних димензија изграђених бродова се систематизују према различитим типовима и наменама и дају се у кондензованом облику ради лакше интерпретације и коришћења бројних статистичких података.

У стручној литератури објављен је велик број података који су сажети у карактеристичним односима главних димензија и коефицијената.

Главне димензије су: L_{oa} – највећа дужина (дужина преко свега); L_{kvl} – дужина на конструктивној водној линији; L_{vl} – дужина на пловној водној линији; B_{kvl} – ширина на конструктивној водној линији; H – бочна висина; T_{max} – највеће гажење; T_0 – најмање гажење. Карактеристични геометријски односи главних димензија су: L/B ; L/H ; T/H ; T/B ; B/H .

3.1. Основни принципи варијантног пројектовања главних карактеристика брода

Основа теорије пројектовања бродова заснива се на *варијантној методи оптимизације*. Формирање ове методе у облику начина *одређивања укупног депласмана и елемената брода* изложена је у [2], где је дата препорука за *избор оптималног решења на основу анализе својстава и захтева који се постављају пред брод који се пројектује*.

За основу варијатног метода усвајају се најбоље на основу раније израчунатих варијанти са системски мењаним елементима. Из овога проистиче могућност конструкције графичке зависности величина које карактеришу различита својства брода и његову ефективност на основу елемената који се оптимизирају. Анализа тих зависности омогућава да се одабере компромисна варијанта брода.

Коначна, тј. оптимална варијанта брода може да буде изабрана из скупа допуштених варијанти према критеријуму минималних јединичних трошкова.

3.2. Анализа димензија постојећих бродова

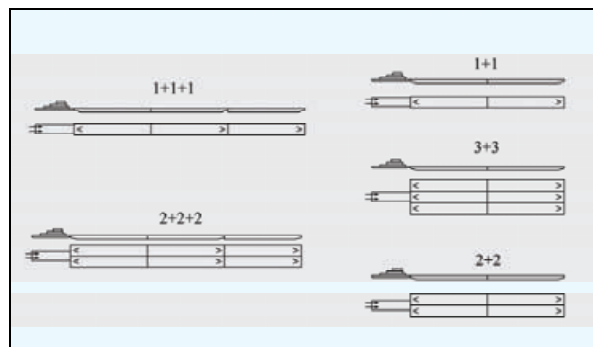
У поступку анализе димензија постојећих бродова које су у примени на дунавској пловној мрежи и пловним путевима Русије и Украјине, приступило се статистичкој обради одабраних серија бродова наших бродарских предузећа са циљем утврђивања њихових главних димензија, као и носивости и депласмана. Овако добијене средње вредности главних димензија бродова, носивости и депласмана истовремено са димензијама постојећих руских бродова искоришћене су за конструкцију графичких зависности величина које карактеришу различита својства брода.

Анализом корелације и регресије доступних података добијене су зависности појединих величина у функцији регистроване носивости брода (Q_r).

3.3. Одређивање могућих облика потискиваних састава

Од потисница чије димензије су прелиминарно одређене предложене су облици састава који би требало да имају укупну носивост при којој показатељ искоришћења снаге потискивача треба да се налази у препорученим границама $p=7,305 \div 7,905$ (t/kW) [5]. За прорачун усвојен је потискивач „Петроварадин“ чија је снага погонских мотора 1.460 (kW), на основу које се добија укупна носивост састава ΣQ_r у границама од 10.665,3 до 11.541,3 (t).

Могући облици састава за израчунате носивости приказани на слици 1.



Слика 1. Облици потискиваних састава

4. ПРОРАЧУН ОТПОРА

У поступку пројектовања бродских пропелера и погонских постројења неопходно је познавање величине отпора средине при пловидби потискиваних састава при том један од основних задатака је да се утврди снага погонског уређаја како би потискивани састав одређеног облика и величине постигао жељену брзину пловидбе. То значи, да је задатак да се одреди најповољнији облик потискиваног састава како би се постигла захтевана брзина с најмањом снагом погонских уређаја. Стога, ова три основна проблема (брзина пловидбе, потребна снага и облик и величина састава) тако су међусобно повезани да се морају решити у самом почетку пројектовања

4.1. Методе за прорачун отпора трења за пловни пут довољне дубине и довољне ширине

Отпор трења рачуна се по методи В. Фруда и по методи ИТТС – 1957., а као резултат усваја се израчуната већа вредности.

Отпор трења према В. Фруду се израчунава на основу следећег израза [3]:

$$R_{tr} = f \cdot \rho \cdot S \cdot v^{1,83} \text{ (N)}, \quad (1)$$

где су:

$f = k \cdot \lambda_s$ – коефицијент трења, при чему су:

λ_s – коефицијент трења технички глатке површине која зависи од дужине брода;

$k=1,05 \div 1,20$ – коефицијент који узима у обзир рапавост оквашене површине бродског трупа;

ρ – густина воде, за слатку воду $\rho=1.000$ (kg/m³);

S – оквашена површина трупа потиснице која се рачуна као збир развијених површина умањена за 10% због занемаривања бочних узвоја и осталих облих површина (m²);

v – брзина пловидбе у мирној води (m/s).

Отпор трења према ИТТС – 1957. методи се израчунава на основу израза [7]:

$$R_{tr} = (\xi_t + \xi_r) \cdot \frac{\rho}{2} \cdot S \cdot v^2 \text{ (N)}, \quad (2)$$

где су:

ξ_t – коефицијент технички глатке површине;

ξ_r – коефицијент рапавости.

4.2. Методе за прорачун осталог отпора за пловни пут довољне дубине и довољне ширине

Остали отпор рачуна се према следећем изразу [3]:

$$R_{ost} = C_0 \cdot \frac{\rho}{2} \cdot V^{\frac{2}{3}} \cdot v^2 \quad (\text{N}), \quad (3)$$

где су:

C_0 – коефицијент осталог отпора, који се рачуна као производ:

V – истиснина трупа потиснице (m^3), бројно је једнака депласману D (t).

4.3. Укупни отпор за пловни пут довољне дубине и довољне ширине

Укупан отпор потиснице једнак је збиру отпора трења и осталог отпора [7]:

$$R_{uk} = R_{tr} + R_{ost} \quad (\text{N}), \quad (4)$$

где су:

R_{tr} – отпор трења;

R_{ost} – остали отпор

4.4. Прорачун отпора потискиваних састава за пловни пут довољне дубине и довољне ширине

Отпор трења састав потисница за облике 1+1, 2+2 и 3+3 решава се на истоветан начин као и код појединачних потисница при чему се у поступку израчунавања оквашене површине S састав сматрао као једна симетрична потисница чије су димензије једнаке димензијама састава.

Код израчунавања отпора трења потискиваног склопа мора се узети у обзир и отпор потискивача. Укупан отпор склопа добија се сабирањем отпора трења и осталог отпора потисница и потискивача.

За израчунавање отпора склопа 1+1+1 и 2+2+2 због непостојања дијагарма за одређивање коефицијента осталог отпора примењен је другачији метод утврђивања укупног отпора састава. Укупан отпор састава у случају 1+1+1 се добија као збир отпора потискивача и суме свих потисница у саставу помножен коефицијентом облика састава, односно помоћу израза:

$$R = k_s \cdot \left(\sum_{i=1}^n R_i + R_{pot} \right) \quad (\text{N}), \quad (5)$$

где су:

k_s – коефицијент облика склопа

n – број потисница у саставу

R_i – отпор појединачне i -те потиснице у саставу

R_{pot} – отпор потискивача

За израчунавање отпора склопа облика 2+2+2 прво се одређује отпор једне бразде (тј. отпор склопа 1+1+1 од којег је одузет отпор потискивача) и тако добијен отпор једне бразде помножи са два јер склоп садржи две истоветне бразде.

5. УТВРЂИВАЊЕ МОГУЋЕ-НАЈВЕЋЕ БРЗИНЕ ПЛОВИДБЕ ПОТИСКИВАНИХ САСТАВА

После прорачуна укупног отпора склопова следи одрђивање могуће-највеће брзине пловидбе у мирној води. Брзина пловидбе склопа зависи од снаге погонских мотора потискивача, коефицијента потпуне пропулзије и укупног отпора склопа и израчунава се помоћу израза:

$$N_i = \frac{R_{uk} \cdot v}{\eta_{pp}} \quad (\text{W}), \quad (6)$$

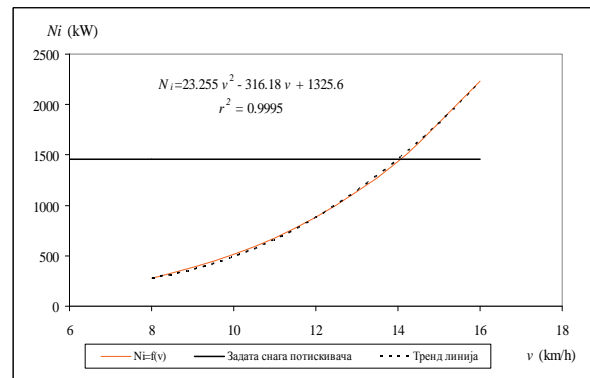
где су:

R – укупан отпор склопа (N)

v – брзина пловидбе склопа (m/s)

η_{pp} – коефицијент потпуне пропулзије.

Како су отпори свих склопова у функцији брзине израчунати помоћу израза (6) израчунате су потребне снаге за пловидбу склопова усвојеним брзинама. За одређивање највеће брзине пловидбе појединих склопова усваја се снага погонских мотора потискивача која износи 1.460 (kW) и према њој се утврђује могућа-највећа брзине пловидбе склопа. Највећа брзина пловидбе добија се у тачки пресека криве промене потребне снаге за савладавање отпора и познате-највеће снаге потискивача. Близак, готово идентичан, резултат добија се и одрђивањем тренд линије, и решавањем квадратне једначине за коју програм утврди да карактерише криву промене снаге у функцији брзине. У раду су коришћени резултати добијени првом методом, док је пример друге методе дат на дијаграму 1.



Дијаграм 1. Крива промене потребне снаге погонских мотора потискивача и тренд линија за склоп означен редним бројем 1

6. ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕС РАДА ТРАНСПОРТНИХ ПЛОВИЛА

Технолошки процес рада бродова који учествују у превозу робе састоји се из посебних радних процеса, а радни процеси из посебних операција и поступака. Технолошки процес рада потискиваних састава састоји се из следећих радних операција:

1. техничке операције у полазном пристаништу;
2. утовар;
3. пловидба;
4. техничке операције у путу;
5. истовар;
6. техничке операције у завршном пристаништу.

6.1. Експлоатациони показатељи рада бродова

То су техничке и економске норме које одређују степен искоришћења пловила у датој јединици времена. За потребе рада прорачунавају се, између осталих, следећи експлоатациони показатељи:

- укупна количина терета који може да се превезе у посматраном периоду, G (t);
- транспортни рад који може да се оствари у посматраном периоду:

$$A = G \cdot I_{sr} \text{ (tkm)}, \quad (7)$$

где је I_{sr} – средње растојање превозења терета (km);

- време трајања обрта – t_o (h);
- показатељ искоришћења снаге погонских мотора потискивача, p (t/kW);
- резултативни експлоатациони показатељ, P_r (tkm/t_n);

7. ТРОШКОВИ ПРЕВОЖЕЊА

Транспортни трошкови представљају најважнији економски показатељ резултата рада бродова и начина њихове експлоатације. Тачно утврђивање нивоа трошкова по јединици рада је основни циљ и услов за рационално пословање бродарских предузећа, реално планирање развоја, као и за утврђивање квалитета рада сваког појединачног пловила.

Структура цене коштања према научној подели трошкова обухвата следеће: трошкови средстава за рад S_1 (трошкови амортизације, трошкови инвестиционог одржавања, трошкови камата на основна средства, трошкови осигурања), трошкови предмета рада S_2 (трошкови горива, трошкови мазива, трошкови помоћних материјала, трошкови материјала за помоћне уређаје), трошкови радне снаге, трошкови за стране услуге и обавезни доприноси, чланарине и издаци у вези са пословањем предузећа.

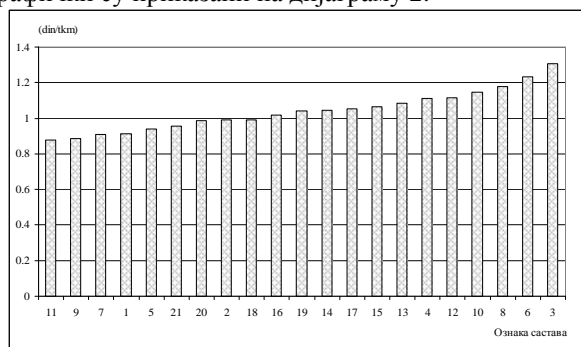
7.1. Укупни и јединични трошкови

Укупни трошкови експлоатације за посматрани период представљају збир трошкови средстава за рад и трошкова предмета рада, тј.:

$$S_e = S_1 + S_2 \text{ (din/ god)}. \quad (8)$$

На основу ових трошкова одређују се јединични трошкови експлоатације који се користе за избор најповољнијег саства за превозење терета. Јединични трошкови превозења одређују се према укупној количини превезеног терета (din/t) и према укупном извршеном транспортном раду (din/tkm).

Прорачунати јединични трошкови експлоатације графички су приказани на дијаграму 2.



Дијаграм 2. Јединични трошкови потискиваних састава према јединици оствареног транспортног рада

На основу добијених резултата препоручује се као најповољније решење потискивани састав следећих карактеристика:

- облик састава: 2+2
- регистрована носивост потиснице у саставу, $Q_r=2.750$ (t);
- укупна носивост састава, $\Sigma Q_r=11.000$ (t);

- дужина састава $L=164,88$ (m)
- ширина састава $B=24,74$ (m)
- гажење састава $T=3,23$ (m)

За потисницу $Q_r=2.750$ (t) од којих се формира оптимални састав врши се прорачун елемената чврстоће према правилима југословенског регистра бродова, предлаже генерални план као и попречни пресек главног ребра.

8. ЗАКЉУЧАК

Циљ овог рада је прелиминарно одређивање главних карактеристика брода применом методе варијантног пројектовања коришћењем дијаграма функционалних зависности у циљу оптимизације могућих решења. Ово је постигнуто анализом постојећих бродова за превоз сувих терета које су у примени на дунавској пловној мрежи и пловним путевима Русије и Украјине. Приликом анализе истраживане су зависности између њихових најважнијих карактеристика. Установљене функционалне зависности карактерише коефицијент корелације r^2 који показује степен интензитета везе између посматраних величина. Успостављањем ових зависности утврђене су основне карактеристике бродова велике носивости и проверена је могућност њихове употребе на доњем Дунаву и на делу средњег Дунава низводно од ушћа Саве.

Метода варијантног пројектовања бродова даје велики број могућих решења при чему се оптимално решење добија анализом трошкова њиховог рада. Приликом пројектовања неопходно је познавање свих робних токова (дужина релације превозења, врста и количина терета, норме утовара и истовара и др.) на којима се предвиђа да ће се одвијати пловидба услед чега ће се добити више оптималних решења, што условљава тражење компромисног решења.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јовановић М., „Пројектовање брода“, Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, 2002.;
- [2] Протопопов, В.Б., Свечников, О.И., Егоров, Н.М., „Конструкција корпуса судова внутренго и смешаного плаваниа“, Ленинград, „Судостроение“, 1984.;
- [3] Чолић В., „Отпор брода савремене методе прорачуна“, Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, 1990.;
- [4] Шкиљаица В., Чолић В., „Основи навигације“, Завод за уџбенике и наставна средства Београд, 1998.;
- [5] Шкиљаица В., „Прилог одређивању експлоатационих показатеља рада флоте на дунавској пловној мрежи“ – докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 1996.

Кратка биографија:



Иван Шкиљаица рођен је 1979. год. у Новом Саду. Завршио је електро-техничку школу „Михајло Пупин“ у Новом Саду. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области саобраћаја – Водни саобраћај одбранио је 2009. год.

INTERNET PROTOKOL TELEVIZIJA

INTERNET PROTOCOL TELEVISION

Ivan Utržen, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast - SAOBRAĆAJ

Sadržaj — Internet televizija je prvi uspešan primer konvergencije digitalne televizije, telekomunikacija i računara. Evolucija obuhvata digitalnu televiziju, multimedije i personalne računare povezane na Internet. Tehnološki izazovi Internet televizije su infrastruktura i procesi standardizacije, promena strukture industrija, globalni uticaj na modele poslovanja i strategiju, kao i regulativa.

Abstract - Internet television is the first convergence success of digital television, telecommunications and computers industry. The evolution involves digital television, multimedia communications and personal computers connected to the Internet. Technological challenges of Internet television are infrastructure and standardization processes, changes in industry structure, global influence on business models and strategies, as well as regulation issues.

Ključne reči – Internet TV, IPTV, servisi, video, širokopoljasne mreže

1. UVOD

Internet televizija nastala je evolutivnom konvergencijom televizije, telekomunikacija i računara. Evolucija obuhvata digitalnu televiziju, multimedijalne telekomunikacije i personalne računare povezane na Internet.

Postoji znatno interesovanje za isporuku TV servisa preko IP mreža. Servisi televizijske difuzije postaju digitalni i interaktivni, tako da tehnološki zahtevi postaju sve složeniji.

Napredne tehnike digitalne obrade i komprimovanja video/audio signala, kao i distribucije omogućavaju projektovanje ekonomičnih sistema. Veliki broj operatera i proizvođača opreme radi na standardizaciji IPTV sistema (ATIS/IIF, ITU-T FG IPTV) kako bi servisi postali široko dostupni i pouzdani.

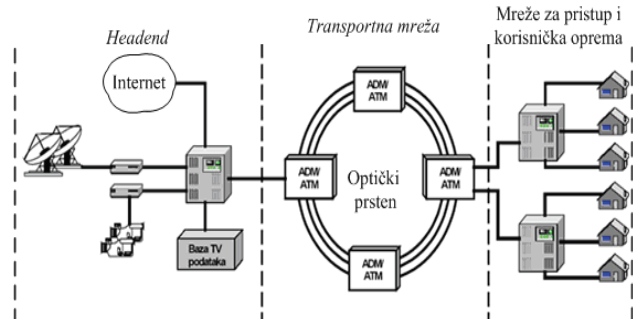
Osnovne tehnologije paketiziranog digitalnog video signala su dostupne ali preostali su brojni problemi projektovanja, razvoja i puštanja u rad komercijalno dostupnih IPTV servisa: standardizacija pojedinih elementata arhitekture, zaštita sadržaja, kao i aspekti servisa (skalabilnost, interoperabilnost, performanse i naplaćivanje).

2. ARHITEKTURA IPTV SISTEMA

Opšti delovi jedne IPTV mreže koji će, pored ostalog, biti analizirani u ovom radu, prikazani su na slici 1.

NAPOMENA:

Ovaj rad proizašao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Emil Šećerov, docent.



Slika 1. Arhitektura IPTV sistema

1. Hedend se sastoji od dva dela – Digitalnog Medija Centra i od Middleware-a. Middleware je hardversko – softverski sistem koji kontroliše IPTV servis i koji korisniku pruža osećaj interaktivnosti. Uloga Medija Centra jeste da televizijske signale koji su primljeni iz različitih izvora (analogni i satelitski sistemi) konvertuje u oblik koji je pogodan za distribuciju preko IP mreže, uz odgovarajuću kriptciju.

2. Transportna mreža se sa aspekta IPTV servisa naziva CDN (Content Delivery Network) ili mreža za distribuciju TV sadržaja od Medija Centra do uređaja u pristupnoj mreži. U stvari, to je jezgro mreže koje mora biti bazirano na IP protokolu i koje poseduje. Jezgro se koristi za transport bilo kog tipa podataka, pa i IPTV-a.

3. Pristupni deo mreže podrazumeva uređaje kojima se povezuje krajnji korisnik sa CDN-om. Uređaji koji se koriste u ovom delu su DSLAM-ovi (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) i BRAS-ovi (Broadband Remote Access Server), a tehnike za povezivanje do kućnih korisnika su najčešće ADSL/ADSL2+/VDSL2 i ređe FTTx (Fiber to the Home, Building, Curb).

4. STB je uređaj koga kontroliše Middleware i koji je kod krajnjeg korisnika povezan sa televizorom. Bez njega korisnik ne može primati IPTV servise jer je on taj koji vrši dekriptciju i dekapulaciju iz IP-a u analogni oblik koji se šalje prema televizoru. Uobičajeno je da je STB povezan na drugi kućni uređaj – modem ili Home Gateway, kojim se preko ADSL linije uspostavlja veza sa DSLAM-om. Deo softvera Middleware-a nalazi se u STB-u pa mora se voditi računa o njihovoj kompatibilnosti.

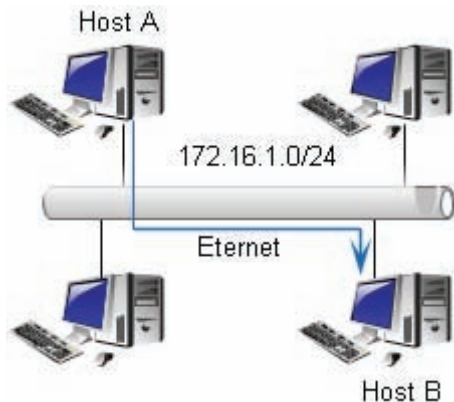
3. TRANSPORTNA MREŽA – CDN

3.1. Unikast

Unikast komunikacija koristi se kada dva hosta treba međusobno da razmene podatke i ne žele da dele te podatke sa ostalim hostovima u mreži. IP adresa je logička, tj. mesto svakog uređaja u svakoj pojedinačnoj mreži koja pripada Internetu mora biti jedinstveno

određeno i mora biti nezavisno od njegove topološke pozicije u okviru lokalne mreže. One jednoznačno određuju svaki host i zbog toga ne postoje dve identične IP adrese.

Na slici 2. prikazana je unicast komunikacija između hosta A i hosta B (A šalje pakete prema B) koji se nalaze u okviru iste podmreže 172.16.1.0/24:

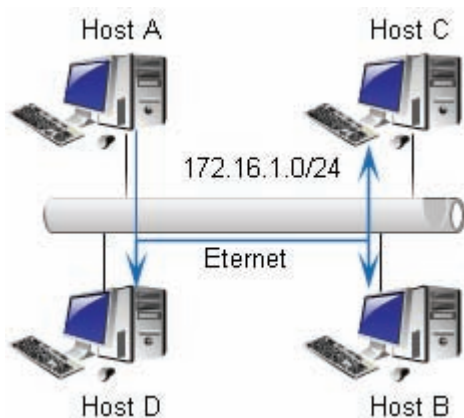


Slika 2. Primer unicast prenosa između dva hosta u podmreži

Princip bi bio isti i u slučaju da se hostovi A i B nalaze u različitim delovima mreže (između njih u tom slučaju bi bila javna Internet mreža). Unicast komunikacija dva hosta je dvosmerna i ta dva učesnika su jedino zainteresovani da komuniciraju jedan sa drugim. Kada jedan host želi da komunicira sa više hostova u istom trenutku, tada unicast prenos zamenjuje brodcast.

3.2. Brodcast

Brodcast paket je paket koji treba da stigne do više hostova u okviru jedne logičke celine ili brodcast domena. Po definiciji, brodcast domen je logički deo mreže u kome svi uređaji koji pripadaju toj mreži mogu da komuniciraju bez rutera jer se nalaze u okviru iste podmreže. Na slici 3. dat je primer kada se brodcast paketi šalju od hosta A prema svim mrežnim uređajima (hostovi B, C i D) koji se nalaze u istom domenu:



Slika 3. Primer brodcast prenosa u brodcast domenu (podmreži)

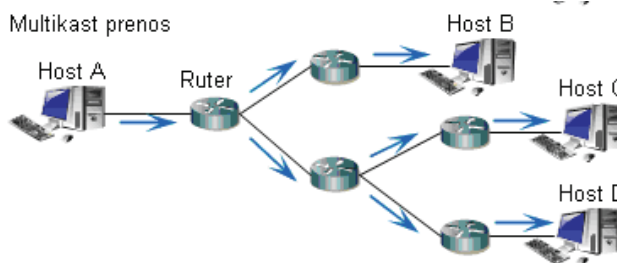
Brodcast ram primaju svi hostovi u okviru domena, i host kada ga primi mora izvršiti njegovo procesiranje. Jasno je da dolazi do rasipanja procesorske snage i propusnog

opsega između hostova na mreži. Iako ima mnoge korisne primene, na osnovu prethodnog može se zaključiti da brodcast može stvarati probleme u mreži.

3.3. Multikast

Unicast i brodcast su ekstremni slučajevi multikasta, koji se koristi kada je potrebno poslati iste podatke prema većem broju hostova ali da se pri tome ne vrši „plavljenje“ (flooding) tih podataka prema svima koji se nalaze u istom domenu.

Po definiciji, multikast je istovremeni prenos paketa do grupe odredišta i to tako da se svaki paket prenosi jedan put preko jednog linka, a kopije se prave samo kada se link prema odredištu deli. Multikast efikasno koristi mrežu jer izvor šalje paket samo jednom, iako je taj paket namenjen velikom broju prijemnika. Ukupan broj prijemnika ne utiče na izvor. Multikast komunikacija prikazana je na slici 4.



Slika 4. Multikast prenos

Jedan od najvažnijih pojmova u multikastu jeste multikast grupna adresa (multicast group addresses) ili kraće multikast grupa. Nju koriste i izvorište i prijemnici, u cilju slanja i primanja paketa. Za izvorište multikast grupa je IP adresa odredišta na koju šalje pakete. Prijemnici je koriste da obaveste mrežu da su zainteresovani za primanje paketa koji su poslani na tu grupnu adresu. Na primer, ako izvorište šalje pakete na adresu 239.1.1.2, prijemnici koji žele da primaju pakete moraju obavestiti mrežu da žele da ih primaju, a to rade tako što se „prijedružuju“ multikast grupi 239.1.1.2. Protokol koji prijemnici koriste u tu svrhu je IGMP (Internet Group Management Protocol), a o njemu i multikast adresama će biti više reči u nastavku teksta.

4. PRISTUPNI DEO IPTV-A

Pristupna mreža (access network) sastoji se od lokalnih petlji (local loops), za koje se ponekad koristi i naziv pretplatničke linije (subscriber lines), i pridružene im mrežne opreme. Pristupna mreža krajnjim korisnicima omogućava povezivanje s jezgrenom mrežom (core network) preko koje pristupaju raznim uslugama. Lokalne petlje povezuju lokacije krajnjih korisnika usluge s lokalnim centralama (local exchanges – LEs).

Brzina prenosa podataka sa razvojem komunikacionih tehnologija najviše je rasla u jezgri mreža dok su pristupni delovi dugo bili „usko grlo“ i krajnji korisnici nisu mogli da osećaju sve prednosti te brzine. Problemi „poslednjeg kilometra/milje“ (last mile) prevaziđeni su pojavom tzv. xDSL tehnologija – HDSL, SDSL i ADSL-a.

DSL (Digital Subscriber Line) je tehnologija pristupa preko bakarnih parica i razlog njenog razvoja jeste taj što su sredstva uložena u bakarnu infrastrukturu ogromna pa se morao osmisliti način kako da se ona iskoristi da bi se korisnicima pružile velike brzine prenosa.

ISDN (Integrated Services Data Network) tehnologija je predstavljala prvu DSL pristupnu tehnologiju. Nastala je sredinom osamdesetih godina prošlog veka kao rešenje integrisanog pristupa za različite servise. Pružala je nešto veći propusni opseg od uobičajenog telefonskog signala – 128 kbit/s u odnosu na dotadašnjih 64 kbit/s.

Krajem osamdesetih godina pojavila se i HDSL (High-bit-rate Digital Subscriber Line) tehnologija, koja je dostizala brzine do 2048 kbit/s, simetrično od i ka krajnjem korisniku. Ova vrednost se i uzima kao širokopoljaska granica jer ITU-T preporuka I.113 definiše takav prenos kao kapacitet koji je brži od brzine primarnog ISDN-a, tj. 2 Mbit/s.

Tokom ranih devedesetih godina pokazalo se da se preko bakarnih parica mogu prenositi asimetrični servisi i to pri velikim bitskim brzinama. Glavna osobina tih tehnologija bila je da je brzina prenosa podataka prema korisniku višestruko veća od brzine prenosa od korisnika, što je odgovaralo prenosu multimedijalnih sadržaja (videa na zahtev, televizije, itd.). Paralelno, razvoj asimetričnog pristupa pratio je i razvoj simetričnog pristupa i takva tehnologija je VDSL (Very High Speed DSL).

Cela grupa ovih tehnologija iskorišćava postojeće telefonske bakarne parice na jedan potpuno novi način, čime se omogućava prenos podataka, audio i video servisa pri visokim bitskim brzinama. To je i razlog zašto se sve DSL tehnologije nazivaju tehnologijama širokopoljaskog pristupa (broadband access) preko bakarnih parica.

4.1. ADSL

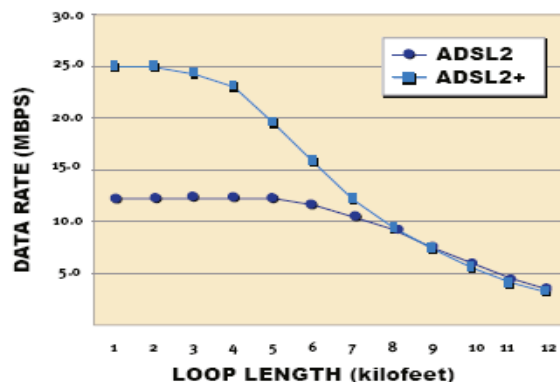
Asimetrična digitalna pretplatnička linija (engl. ADSL-Asymmetric Digital Subscriber Line) je asimetrična u smislu brzine prenosa podataka.

Kroz bakarnu paricu može se preneti mnogo više podataka nego što je sadržano u signalu telefonskog razgovora. ADSL koristi "višak" ovog kapaciteta za prenos informacija, bez ometanja telefonskog razgovora koji može da se odvija paralelno/istovremeno. Čitav princip se zasniva na tome da se odgovarajuće frekvencije vežu za određene zadatke. ADSL tehnologija deli raspoloživi frekvencijski opseg obične bakarne parice na tri dela. Za govornu komunikaciju potreban je ograničen propusni opseg, jer ljudsko uvo može registrovati zvuk u opsegu od 20 Hz do 20000 Hz; dalje, u ljudskom govoru se koriste frekvencije od 400 Hz do 4000 Hz, pa se sve izvan ovog opsega filteriše i ne prenosi tokom telefonskog razgovora.

Osnovni opseg koji je predviđen za telefonski saobraćaj, posebnim filterom, takozvanim splitter-om, je odvojen od ostalih opsega metodom koji garantuje da će se telefonski razgovor odvijati i u slučaju da ADSL zakaže. Drugi opseg frekvencija prenosi signal podataka koji šalje informacije od korisnika ka mreži, aplod (upload). Treći propusni opseg je veza velike brzine ka korisniku, daunlod (download).

4.2. ADSL2

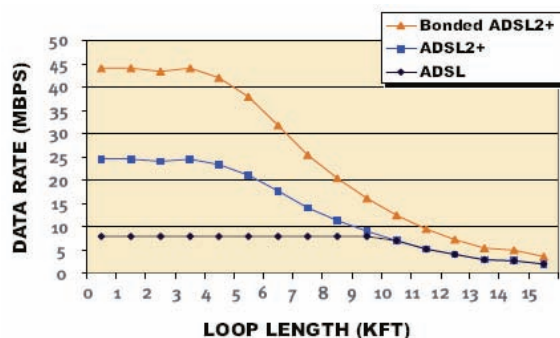
ADSL2 je posebno dizajniran radi poboljšanja brzine i dometa prenosa u odnosu na ADSL, a ima i bolje performanse na dugačkim linijama u prisutnosti uskopojasnih smetnji. ADSL2 omogućava postizanje dolaznih brzina do otprilike 12 Mbit/s i odlaznih brzina do 1 Mbit/s, u zavisnosti od dužine lokalne petlje (slika 5.). Takvo značajno povećanje prenosne brzine u dolaznom smeru posledica je činjenice da ADSL2 postiže bolju efikasnost korišćenog modulacijskog postupka.



Slika 5. Prenosne brzine ostvarene pomoću ADSL2

4.3. ADSL2+

Za razliku od prva dva člana ADSL-standarda, koji specificiraju korišćenje dolaznog kanala do gornje granične frekvencije od 1,1 MHz, gornja granična frekvencija dolaznog kanala u ADSL2plus postavljena je na 2,2 MHz. Rezultat toga je značajno povećanje dolaznih prenosnih brzina na lokalnim petljama kraćim od 1500 m. Odlazna prenosna brzina doseže do 1 Mbit/s. Naravno, obe brzine zavise od uslova u lokalnoj petlji. ADSL2plus je moguće koristiti i u svrhu smanjenja preslušavanja. Brzine su prikazane na slici 6.



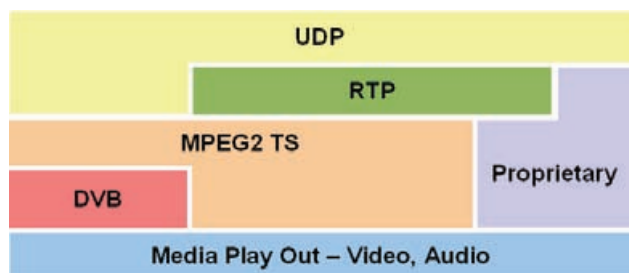
Slika 6. Prenosne brzine i dometi prenosa koje podržava ADSL2+

5. TRANSPORT PROTOKOL ZA IPTV

Puno je protokola uključeno u prenos IPTV. Dijagram na slici 7. pokazuje transport protokole koji su uključeni u IPTV isporuku.

MPEG-2 (Moving Picture Experts Group) je jedan od najpoznatijih standarda za kodiranje/dekodiranje video signala, odnosno načina kodiranja videa. U suštini ovog načina kodovanja leži DKT transformacija. Danas je

jedan od najrasprostranjenijih i najpoznatijih načina kodiranja video signala.



Slika 7. Transport protokoil za IPTV

MPEG-4 je standard koji je razvila MPEG grupa, da bi obezbedila platformu za širok spektar multimedijalnih aplikacija, prvenstveno za prenos visoko kvalitetnog videa preko Interneta, kako uživo (engl. streaming) tako i za odloženo emitovanje. MPEG-4 je razvijen 1993, a usvojen 1999. godine. Obezbeđuje ključne tehnologije koje omogućavaju korisniku da lako pregleda, pristupa i manipuliše audio-video sadržajem. MPEG-4 standard je optimizovan za sledeće raspone bitskog protoka:

- ispod 64 kbps
- između 64 i 384 kbps
- između 384 kbps i 4 Mbps

UDP (User Datagram Protocol) je jednostavan protokol koji obezbeđuje osnovne funkcije transportnog sloja OSI modela. Definisao ga je Dejvid Patrik Rid 1980. godine, opisan je u RFC dokumentu pod brojem 768.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je pokazan značaj uvođenja novih servisa kod internet protokol televizije, kao i prednosti koje pružaju ti servisi. IP televizija je savremena tehnika kvalitetnog TV prenosa koja distribuira audio i video signale direktno do korisnika putem interneta. Ta činjenica je čini veoma interesantnom, kako sa stanovišta prihoda telekomunikacionih operatera, tako i za primenu u svakodnevnom životu.

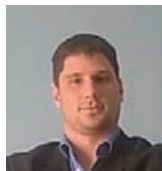
Za gledanje IPTV mogu se koristiti posebni set-top uređaji ili personalni računari.

IPTV, kao skup usluga, između ostaloga podržava emitovanje TV-sadržaja, video na zahtev, plaćanje po gledanom sadržaju (PPV - *Pay Per View*), usluge prenosa televizijske slike visoke rezolucije (HDTV) i uslugu personalnog videorekordera (PVR - *Personal Video Recorder*). Isporuka takvih usluga krajnjem korisniku zahteva da i temeljna i pristupna mreža imaju na raspolaganju dovoljne prenosne kapacitete, da transfer IP-paketa ima visok kvalitet te da je u mrežu ugrađena zadovoljavajući nivo sigurnosti, kako na nivou transfera, tako i na nivou sadržaja. Prilikom korišćenja *triple play* usluga krajnjem korisniku je u dolaznom smeru potrebna brzina između 24 i 30 Mbit/s.

7. LITERATURA

- [1] Gerard O'driscoll, *Next generation IPTV services and technologies*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2008.
- [2] Daniel Minoli, *IP multicast with applications to IPTV and mobile DVB-H*, John Wiley & Sons, Inc. 2008.
- [3] Tomica Rihtarec, "Televizija utemeljena na internetskom protokolu, IPTV", Revija Ericsson Nikola Tesla, Januar 2008.
- [4] www.orcainteractive.com
- [5] www.microsoft.com/tv

Kratka biografija:



Ivan Utržen rođen je 1983. godine u Sremskoj Mitrovici. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2002. godine na odseku za Saobraćaj, smer Poštanski saobraćaj i telekomunikacije. Diplomski - master rad odbranio je 2009. god na na Katedri za telekomunikacije i obradu signala.

MODEL PRETICANJA VOZILA U SAOBRAĆAJU**OVERTAKING VEHICLE MODEL IN TRAFFIC**Slobodan Četojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Sadržaj - U ovom radu, vršeno je istraživanje putem novog modela preticanja koji se bazira na analizi ponašanja učesnika u saobraćaju tokom preticanja. Cilj ovog istraživanja je da pokaže koliki stepen rizika vozači preuzimaju prilikom izvođenja ove opasne radnje u saobraćaju. Na kraju, model je potvrđen uz korišćenje podataka sa terena, što je korisno za izučavanje ponašanja u toku preticanja na dvotračnim putevima.

Abstract - In this paper, a new overtaking model is established based on analyzing overtaking behavior and the existent models. The aim of this research is to demonstrate how risk drivers take when performing these dangerous actions in traffic. At last, the model was validated by making use of the field data, it is useful for studying the overtaking behavior on two-lane highway.

Ključne reči: bezbednost saobraćaja, preticanje.

1. UVOD

Početak istraživanja preticanja u saobraćaju datira još iz 30-tih godina XX veka. Matson i Forbes proučavali su preticanje na osnovu početnih i krajnjih uslova tokom 1938. godine. Oni su koristili termin "letenje" da bi opisali preticanje gde se prolazeće vozilo kretalo konstantnom brzinom i završilo preticanje bez usporavanja, i termin "ubrzano" da bi opisali preticanje gde je prolazeće vozilo pratilo vodeće vozilo i povećavalo brzinu da bi završilo preticanje. Oni su kasnije izvršili kategorizaciju preticanja pomoću termina "prisiljen" i "dobrovoljan". Preticanje je bilo "prisiljeno" od strane saobraćaja iz suprotnog smera ili zbog nedovoljne preticajne preglednosti, dok se termin "dobrovoljno preticanje" koristio u slučaju kada ne postoji konfliktna situacija.

Prisk je prikupio podatke za pojedinačno preticanje. On je klasifikovao preticanje u sledeće četiri kategorije: TIP A – početak preticanja je odložen zbog nadolazećeg vozila, TIP B – vozilo koje vrši preticanje se ubrzano vraća na desnu traku, TIP C – početak preticanja je odložen, a povratak je bio ubrzan, i TIP D – slobodno preticanje bez konfliktna situacije (saobraćaja iz suprotnog smera).

Krajem 70-tih, i početkom 80-tih godina XX veka, simulacioni sistem je postao novi korisni način za analiziranje saobraćaja sa razvojem kompjuterske tehnologije. Određeni naučni instituti su razvili sisteme za simulaciju saobraćaja. Tri najpoznatija sistema za simulaciju saobraćaja na dvotračnim putevima su TWOPAS (dvotračno prolaženje), TRARR (saobraćaj na ruralnim putevima) i

NAPOMENA:

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

VTISIM.

Sistemi simulacije saobraćaja mogu da predstavljaju put, putnu okolinu i vozila u različitim uslovima saobraćaja, tj. mogu u potpunosti da simuliraju tok saobraćajne infrastrukture.

2. FAZE REALIZACIJE PRETICANJA

Tok preticanja je podeljen na pet faza: "postojanje potrebe za preticanjem"; "određivanje tipa preticanja"; "provera uslova preticanja"; "izvršavanje preticanja"; i "obustavljanje preticanja i naglo vraćanje" (slika 1).



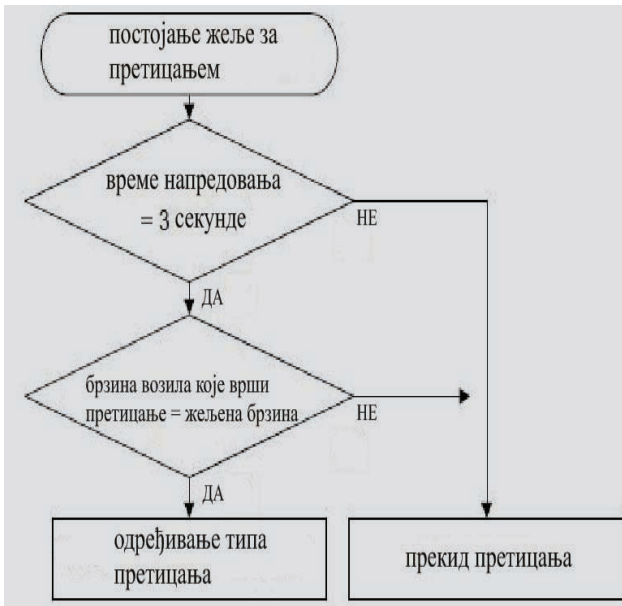
Slika 1. Algoritam toka preticanja u kompjuterskoj simulaciji

2.1. Postojanje potrebe za preticanjem

Vozilo će pokušati da preteče kada se nađe blizu vodećeg vozila i ako se kreće brzinom manjom od željene. Tada vozilo menja stanje od praćenja ili slobodne vožnje u stanje preticanja (slika 2).

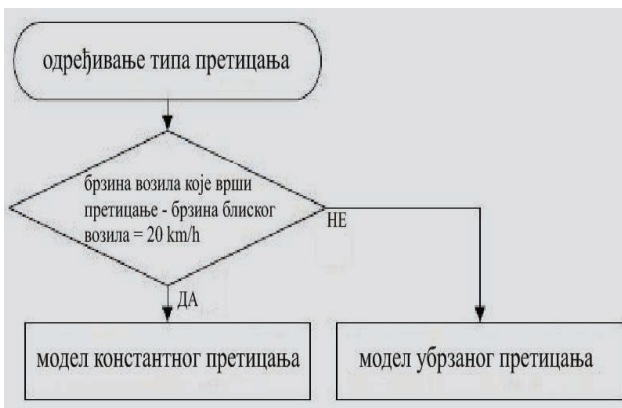
2.2. Određivanje tipa preticanja

Kada je prethodno stanje vozila koje vrši preticanje slobodna vožnja, radi se o "konstantnom preticanju". Tokom konstantnog preticanja, vozilo koje vrši preticanje kreće se velikom brzinom koja može biti blizu brzine slobodnog toka. Kada je prethodno stanje vozila koje vrši preticanje praćenje, tada se radi o "ubrzanom preticanju".



Slika 2. Algoritam "postojanje potrebe za preticanjem"

Drugim rečima, ako brzinska razlika između vozila koje vrši preticanje i vodećeg vozila nije manja od 20 km/h onda se radi o konstantnom preticanju. U suprotnom, u pitanju je ubrzano preticanje (slika 3).



Slika 3. Algoritam "određivanje tipa preticanja"

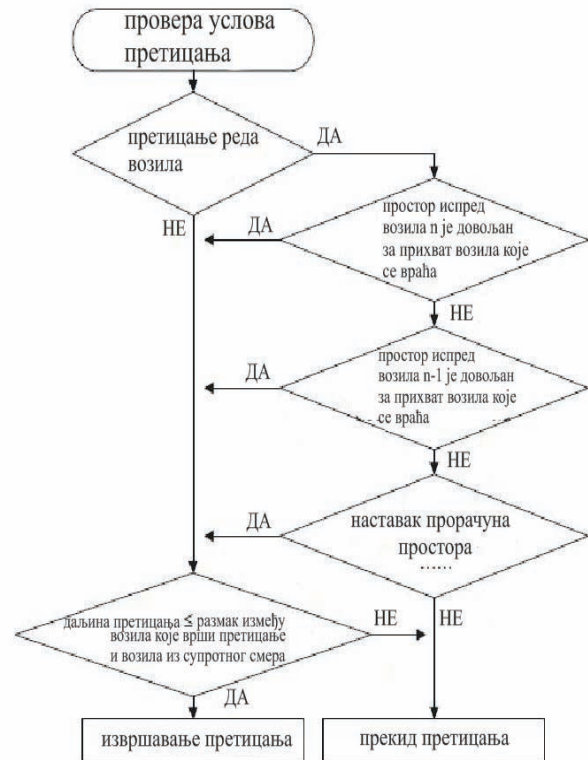
2.3. Provera uslova preticanja

Vozilo pre preticanja mora da zadovolji dva uslova: jedan uslov je da postoji minimalno potreban prostor za vraćanje u sopstvenu traku. Drugi uslov je da prostor između vozila koje pretiče i nadolazećeg vozila nije manji od "preticajne preglednosti". Preticajna preglednost je definisana kao razdaljina koju vozač vozila koje vrši preticanje može unapred videti kao dovoljnu razdaljinu, bez saobraćaja.

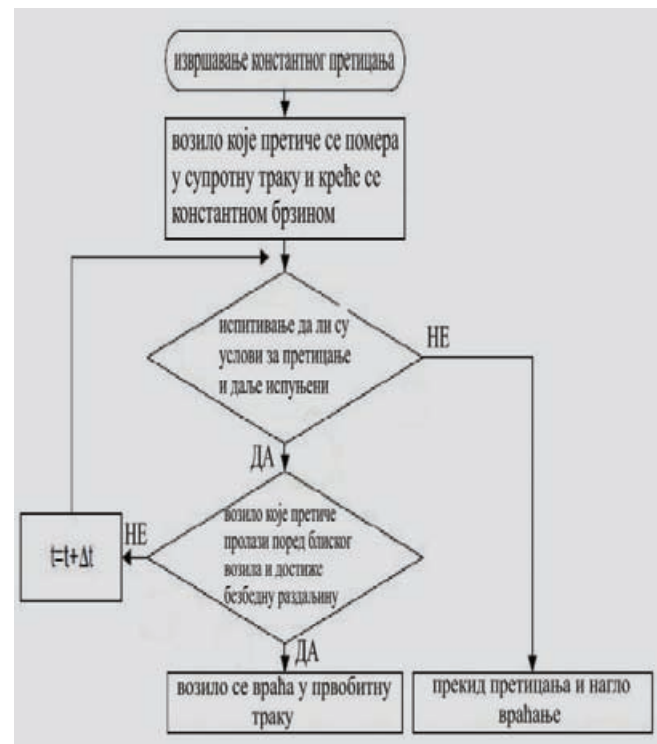
2.4. Izvršavanje preticanja

Vozač vozila će izvršiti preticanje kada mu se javi potreba za preticanjem i kada su zadovoljeni svi uslovi za bezbedno preticanje.

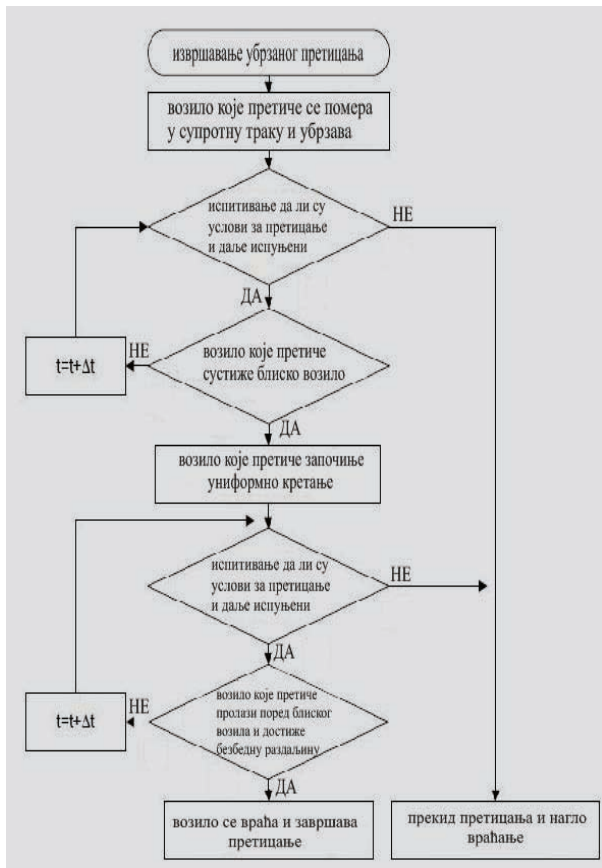
Ukoliko nešto od ovih uslova nije ispunjeno, vozač će naglo prekinuti preticanje i vratiti se u prvobitnu traku. Izvršavanje preticanja je kategorizovano na dva tipa: izvršavanje konstantnog preticanja i izvršavanje ubrzanog preticanja (slika 5 i slika 6).



Slika 4. Algoritam "provera uslova preticanja"



Slika 5. Algoritam "izvršavanje konstantnog preticanja"



Слика 6. Алгоритам "извршавање убрзаног претицања"

2.5. Обустављање претицања и нагло враћање

Воzaч возила мора да обустави претицање и да се нагло врати у првобитну траку када услови претицања нису задовољени у проценивању.

У овом кораку, претичуће возило тражи циљно возило у првобитној траци и форсирано смањује брзину. Повратак је присиљен, због тога што возило које се враћа мора да уђе у првобитан простор да би избегло судар са возилом из супротног смера (слика 7).



Слика 7. Алгоритам "обустављање претицања и нагло враћање"

3. NOVI MODEL PRETICANJA

Pri pokušaju da se dođe do novog, boljeg modela procesa bezbednog preticanja, treba tražiti da se smanji razlika između teoretskih modela i stvarnih procesa preticanja. Ukoliko bi se posle neposrednog započinjanja preticanja pojavilo vozilo iz suprotnog smerа, vozač pretičућег vozila bi lako odustao i vratio se iza vodeћег vozila, na bezbedno растојanje sleđenja. Međutim, ako je preticanje poодmaklo (u trenutku uočavanja vozila iz suprotnog smerа), manje su šanse da se bezbedno odustane od preticanja. Posle одређене фазе претицања, више није могуће безбедно одустати од претицања. U зависности од положаја претичућег vozila, razilкујемо две критичне ситуације:

- Prva kritična situacija je onaj položaj претичућег vozila u odnosu na preticano vozilo i nadolazeće vozilo iz suprotnog smerа, posle koga više није могуће безбедно одустати од претицања, u datim uslovima.
- Друга критична ситуација је онај положај претичућег vozila u odnosu na preticano i nadolazeće vozilo, u kome vozač први put ima mogućnost da безбедно заврши претицање. Ako vozač који претиче uочи nadolazeće vozilo, on će ubrzati nekim srednjim ubrzanjem čime će postići novu brzinu koja će mu osigurati безбедно претицање. Ovo je moguće ako ispred preticanog vozila nema kolone vozila tj. ako je omogućeno slobodno vraćanje u desnu saobraćajnu traku posle preticanja. Ukoliko bi ispred preticanog vozila bila formirana kolona vozila, претичуће vozilo bi moralo forsiranim kočenjem da se vrati u svoj prvobitni položaj iza vodeћег vozila.

Na osnovu međusobnog položaja ovih kritičnih situacija, postoje tri različite situacije претицања:

1. Osnovna karakteristika прве ситуације је preklapanje deonice безбедног одустајања од претицања i deonice безбедног завршавања претицања. Presek ove две deonice se naziva deonica izbora tj. u ovoj deonici vozač može da безбедно заврши претицање или да безбедно одустане од започетог претицања. Величина deonice izbora зависи od konkretnih parametara kretanja sva tri vozila, kao i njihovog međusobnog položaja.
2. Друга ситуација је случај kada je deonica izbora svedena na jednu tačku, i ovde je растојanje između претичућег vozila i nadolazeћег vozila, u trenutku uočavanja, manje nego u prethodnoj situaciji. Ova situacija je teoretski kritična sa aspekta безбедног претицања. Pretičуће vozilo za vreme reagovanja prolazi deonicu izbora, pa je svaka odluka o завршетку претицања опасна.
3. Treća situacija je случај kada nema deonice izbora tj. deonica безбедног завршетка претицања i deonica безбедног одустајања од претицања su razdvojene i ne dodiruju se. Deo puta koji razdvaja ove две deonice se naziva neбезбедна deonica. Ukoliko bi se vozilo iz suprotnog smerа pojavilo dok se претичуће vozilo nalazi u ovoj neбезбедној zoni, претичуће vozilo ne bi moglo избећи судар. Dakle, претичуће vozilo i/или vozilo iz suprotnog smerа moralo bi da menjati način kretanja (skrenuti или kočiti) kako bi se избегao судар. Međutim, moguće su i situacije kada se ni promenom načina kretanja ova два vozila судар ne bi mogao избећи.

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad je analizirao novi model preticanja koji se bazira na ponašanju vozača tokom preticanja u zavisnosti od trenutne faze preticanja. Propraćene su različite pozicije pri preticanju u zavisnosti da li se odustaje od preticanja, završava preticanje, kao i pozicije u kojima su vozači u dilemi (da li će završiti preticanje ili odustati od preticanja). Prikazane su situacije prilikom preticanja putničkog i teretnog vozila.

Preovlađuje broj ispitanika muške populacije, koji čine 81,3 % ispitanih, što je u skladu sa realnom slikom vozača u Srbiji. U proseku, oko 17 % ispitanika prilikom preticanja putničkog vozila i 38 % ispitanika prilikom preticanja teretnog vozila je u dilemi već u prvoj fazi preticanja, bez obzira da li je u pitanju kritična ili komotna situacija i koje je ograničenje brzine na putu. Samim tim, vozači odbacuju mogućnost konfliktno situacije u kasnijoj fazi preticanja, što ukazuje na veliku samouverenost vozača prilikom izvođenja manevra preticanja.

Većina ispitanika se smatra ugroženim učesnikom u saobraćaju, jer smatraju da vozači iz njihove saobraćajne okoline nikad ili retko kad poštuju zabranu preticanja i ograničenje brzine.

Neke od mera koje bi pridonele ukupnoj bezbednosti saobraćaja, kao i prevenciji saobraćajnih nezgoda prilikom izvođenja manevra preticanja su :

- Strateško planiranje bezbednosti saobraćaja. Iskustva najrazvijenijih zemalja pokazuje da se samo strateškim planiranjem mogu postići zadovoljavajući rezultati u bezbednosti saobraćaja;
- Edukacija stanovništva; Preticanju, kao radnji u saobraćaju, treba posvetiti mnogo veću pažnju tokom teoretske obuke vozača, ukazati na veličinu posledica nebezbednog preticanja i samim tim vršiti prevenciju nebezbednog preticanja.
- Formiranje većeg broja agencija za bezbednost saobraćaja. Tako bi se stvorili uslovi za ozbiljnija istraživanja u kojim bi bilo uključeno veći broj mladih lica, gde bi stekli veća saznanja i proširili ih na druge učesnike u saobraćaju.

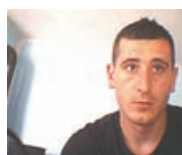
5. LITERATURA

[1] Liu Shijie, Rong Jian & Shao Changqiao, "Behavior analysis and simulation modeling of overtaking in two-line way", Beijing, China

[2] Sitti Asmah Binti Hassan, "Driver's overtaking behavior on single carriageway road", University Technology of Malaysia, Novembar 2005.

[3] Hannen Farah, Eldad Yechiam, "Association of risk proneness in overtaking maneuvers with impaired decision making", Israel Institute of Technology, Haifa, 23 January 2008.

Kratka biografija:



Slobodan Četojević je rođen 1981. godine u Bačkoj Palanci. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Bezbednosti saobraćaja je odbranio 2009. godine



Dragan Jovanović rođen je u Zrenjaninu 1974. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. godine, a od 2006. je po zvanju docent. Oblast interesovanja je bezbednost saobraćaja.

ANALIZA BEZBIJEDNOSTI SAOBRAĆAJA NA PODRUČJU OPŠTINE NIKŠIĆ SA POSEBNIM OSVRTOM NA OPASNA MJESTA

ANALYSIS SECURITY ROAD IN THE MUNICIPALITY NIKŠIĆ WITH SPECIAL EMPHASIS ON DANGEROUS PLACES

Vidak Krtolica, Dragan Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast-SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Predmet razmatranja u ovom radu je analiza bezbjednosti saobraćaja na području opštine Nikšić sa posebnim osvrtom na opasna mjesta u period od 2004. do 2008. godine. Posebna pažnja je posvećena utvrđivanju tačnih mikrolokacija (anketom) i obilježavanju opasnih mjesta gdje se dogodio veći broj saobraćajnih nezgoda, odnosno uočavanje mjesta na kojima su učesnici u saobraćaju najugroženiji.

Abstract - The subject of discussion in this paper is the analysis of traffic safety in the municipality of Nikšić, with special emphasis on the dangerous places in the period since 2004. until 2008. year. Special attention was paid to determining accurate microlocation (survey) and marking of dangerous places, where occurred a number of traffic accidents, or locating the place where the most vulnerable participants in traffic.

Ključne reči – saobraćaj, bezbjednost, rizik, opasna mjesta.

1. UVOD

Uporedo sa razvojem ljudskog društva razvijao se i drumski saobraćaj koji je doživio vrtoglavu ekspanziju imajući u vidu prednosti koje pruža u smislu efikasnosti, slobode izbora puta, vremena putovanja, udobnosti, brzine i sl.

Ipak, najznačajniju negativnost, koja prati razvoj i odvijanje saobraćaja predstavljaju saobraćajne nezgode kao novi oblik ugrožavanja ljudi i imovine.

Saobraćajna nezgoda je negativna društvena pojava koja nastaje kao posledica, neusaglašenosti odnosa ljudskih, socijalnih, tehničkih i prirodnih faktora u sistemu odvijanja saobraćaja.

Zbog toga društvo mora preduzeti prave aktivnosti i mobilisati sve resurse bezbjednosti saobraćaja kako bi se uspješno i efikasno suprotstavilo svim izvorima opasnosti i stvorio efikasan sistem zaštite u ovoj oblasti.

Posmatrajući statističke podatke može se reći da je najveći broj registrovanih vozila ostvaren u 2007. godini, dok je najmanji broj ostvaren u 2004. godini.

U strukturi kategorije vozila vidimo da je u periodu od 2004. do 2007. godine najviše registrovano putničkih automobila, zatim slijede teretna vozila, priključna vozila, autobusi, vučna vozila. Učešće ostalih kategorija je neznatno.

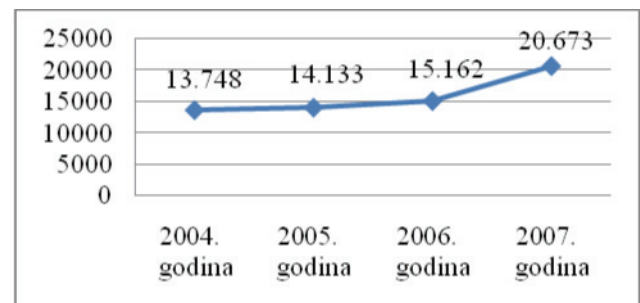
NAPOMENA:

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

2. STRUKTURA VOZILA NA PODRUČJU OPŠTINE NIKŠIĆ

Tabela 1. Broj registrovanih vozila prema vrsti na teritoriji opštine Nikšić za period 2004. - 2007. godine

Kategorije vozila	Broj registrovanih vozila			
	2004.	2005.	2006.	2007.
Motocikli	27	19	25	151
Putnički automobili	11.850	12.329	13.657	18.234
Kombi	44	46	42	58
Autobusi	115	100	101	142
Teretna vozila	1.386	1.346	1.157	1.686
Specijalna radna vozila	52	46	36	69
Vučna vozila	76	60	56	89
Priključna vozila	198	186	88	244
Poljoprivredni traktori	0	1	0	0
UKUPNO	13.748	14.133	15.162	20.673

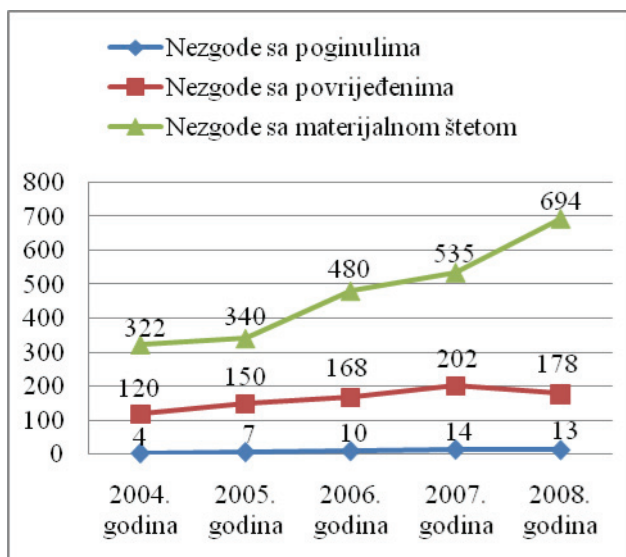


Grafik 1. Broj registrovanih vozila na području opštine Nikšić za period 2004. - 2007. godine

3. ANALIZA BEZBIJEDNOSTI SAOBRAĆAJA NA PODRUČJU OPŠTINE NIKŠIĆ ZA PERIOD 2004. – 2008. GODINE

3.1. Dinamika saobraćajnih nezgoda

Saobraćajna nezgoda je događaj na putu ili drugom mjestu otvorenom za javni saobraćaj ili je započet na takvom mjestu, u kome je učestvovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kome je jedno ili više lica poginulo ili povrijeđeno ili je nastala materijalna šteta.



Grafik 2. Prikaz broja saobraćajnih nezgoda po godinama za opštinu Nikšić za period 2004. - 2008. godine

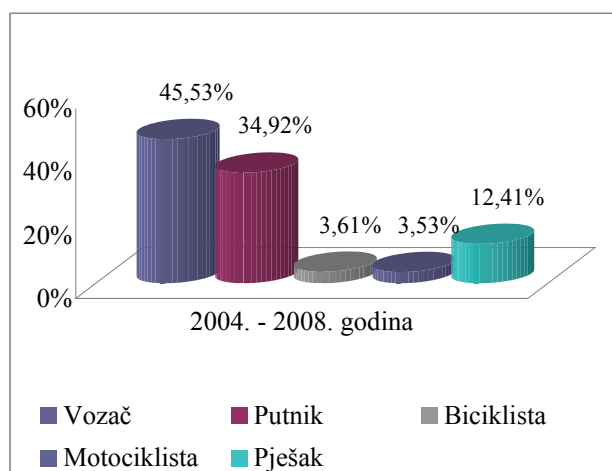
Najveći broj saobraćajnih nezgoda dogodio se 2008. godine i to 885 nezgoda od kojih 13 nezgoda sa poginulim licima 178 nezgoda sa povrijeđenim licima i 694 nezgode sa materijalnom štetom, dok se najmanji broj saobraćajnih nezgoda dogodio 2004. godine i to 446 nezgoda od kojih je 4 nezgode sa poginulim licima, 120 nezgode sa povrijeđenim licima i 322 nezgode sa materijalnom štetom.

3.2. Struktura nastradalih lica

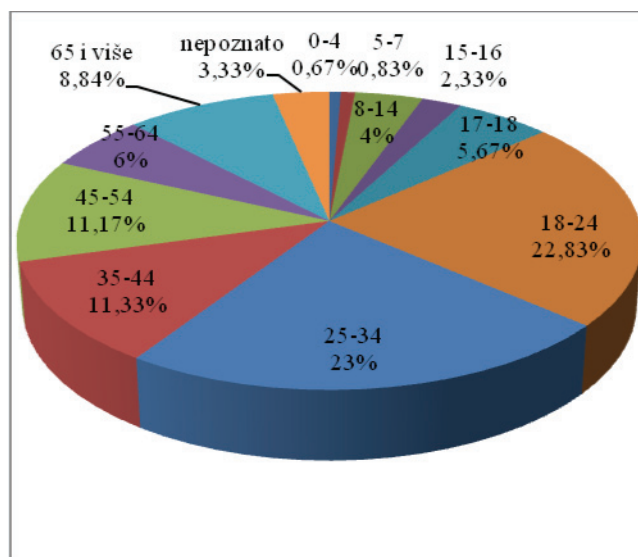
Struktura nastradalih lica u saobraćajnim nezgodama znatno se razlikuje od strukture onih koji izazivaju nezgode.

U strukturi nastradalih lica u saobraćajnim nezgodama veliki je broj onih koji su žrtve sopstvene greške, međutim sve kategorije učesnika u saobraćaju nijesu u istoj mjeri žrtve sopstvene greške.

Kao žrtve sopstvene greške najčešće su vozači i pješaci, dok su putnici veoma rijetko žrtve sopstvene greške.



Grafik 3. Broj nastradalih lica izražen kroz procentualne vrijednosti prema kategoriji učesća u saobraćaju na području opštine Nikšić za period 2004. - 2008. godine

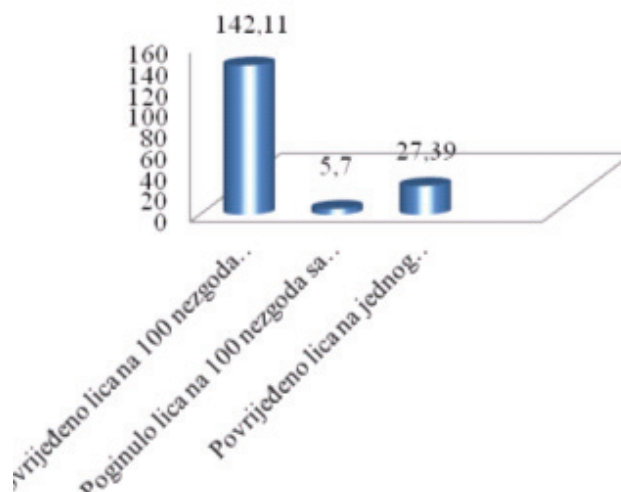


Grafik 4. Broj nastradalih lica izražen kroz procentualne vrijednosti prema godinama starosti u opštini Nikšić u periodu 2004. - 2008. godine

3.3. Težina saobraćajnih nezgoda

Za stepen tj. izmeritelj težine nezgoda najčešće se uzima odnos između broja nastradalih lica i saobraćajnih nezgoda i strukture nastradalih lica i dobija se utvrđivanjem:

- Broja nastradalih na 1,10 ili 100 saobraćajnih nezgoda;
- Broja poginulih na 1,10 ili 100 saobraćajnih nezgoda;
- Broja povrijeđenih na 1,10 ili 100 saobraćajnih nezgoda;
- Broja povrijeđenih na jedno poginulo lice u saobraćajnim nezgodama.

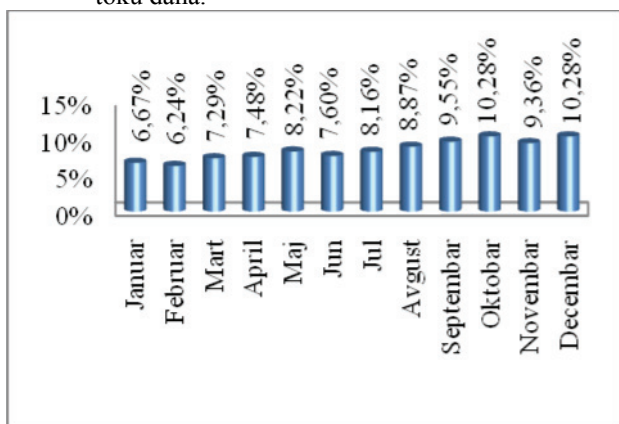


Grafik 5. Srednja vrijednost broja povrijeđenih i poginulih lica na 100 nezgoda sa nastradalim i broja povrijeđenih lica na jednog poginulog na području opštine Nikšić za period 2004. - 2008. Godine

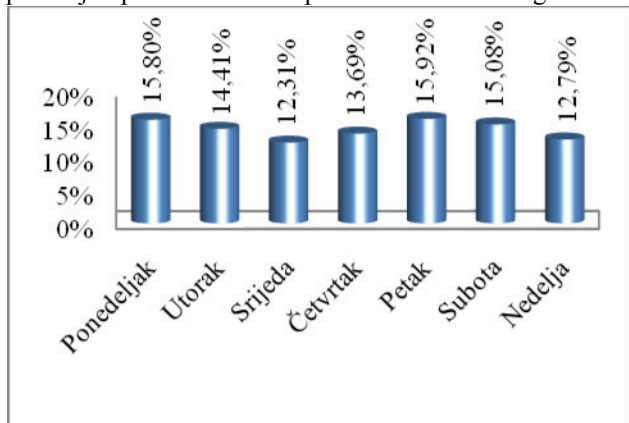
3.4. Vremenska raspodjela saobraćajnih nezgoda

Za vremensku raspodjelu saobraćajnih nezgoda se najčešće koriste tri vremenske dimenzije:

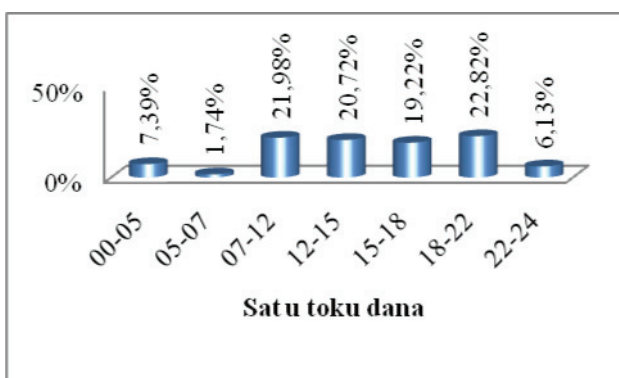
- raspodjela saobraćajnih nezgoda po mjesecima u toku godine;
- raspodjela saobraćajnih nezgoda po danima u toku sedmice;
- raspodjela saobraćajnih nezgoda po časovima u toku dana.



Grafik 6. Raspodjela saobraćajnih nezgoda po mjesecima u toku godine izražena kroz procentualne vrijednosti na području opštine Nikšić za period 2004. – 2008. godine



Grafik 7. Raspodjela saobraćajnih nezgoda po danima u toku sedmice izražena kroz procentualne vrijednosti na području opštine Nikšić za period 2004. – 2008. godine

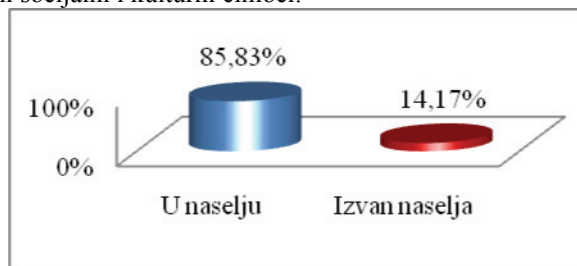


Grafik 8. Raspodjela saobraćajnih nezgoda po časovima u toku dana izražena kroz procentualne vrijednosti na području opštine Nikšić za period 2004. – 2008. godine

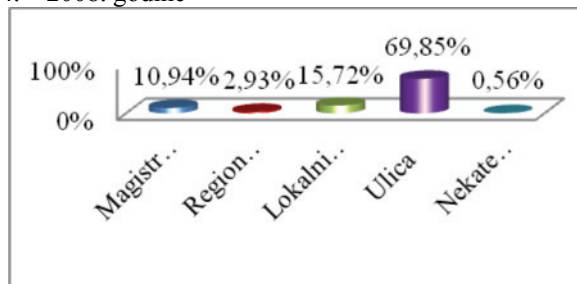
3.5. Prostorna raspodjela saobraćajnih nezgoda

Ovdje se radi o geografiji saobraćajnih nezgoda koja se utvrđuje uglavnom na osnovu statistike. Na prostornu distribuciju saobraćajnih nezgoda utiče čitav niz različitih

faktora među kojima značajno mjesto zauzima obim i struktura saobraćaja, dužina i kvalitet putne mreže, stanje i struktura voznog parka, raspored naseljenih mjesta i razni socijalni i kulturni činioci.



Grafik 9. Prostorna raspodjela saobraćajnih nezgoda u zavisnosti od okoline puta izražena kroz procentualne vrijednosti na području opštine Nikšić za period 2004. – 2008. godine



Grafik 10. Prostorna raspodjela saobraćajnih nezgoda po kategorijama puta izražena kroz procentualne vrijednosti na području opštine Nikšić za period 2004. – 2008. godine

4. UTVRĐIVANJE OPASNIH MJESTA

U literaturi pod pojmom „opasno mjesto“ najčešće nailazimo na sledeću definiciju: da je to svako mjesto ili dio puta na kome se u jedinici vremena dogodi veći broj nezgoda nego na drugim sličnim djelovima puta. Ova mjesta se u praksi često zovu „crne tačke“. U literaturi uglavnom postoje dvije osnovne kategorije opasnih mjesta:

- opasno mjesto kao posledica određenog konstruktivnog nedostatka ili stanja puta i njegove okoline;
- opasno mjesto usled neizdiferenciranog saobraćaja.

Postupak identifikacije i sanacije opasnih mjesta na putevima mogli bi podijeliti na sledeće faze:

- identifikacija opasnog mjesta (mikrolokacija opasnog mjesta);
- utvrđivanje dijagnoze, odnosno uzroka zbog kojih nastaju nezgode na pojedinim mikrolokacijama;
- klasifikacija protivmjera;
- sprovođenje odabranih mjera;
- praćenje efekata preduzetih korektivnih mjera na opasnim mjestima.

4.1. Utvrđivanje tačnih mikrolokacija (anketom)

Usled nedostatka preciznijih podataka o mjestima saobraćajnih nezgoda, cilj ankete je bio da se na osnovu prikupljenih i prezentiranih podataka i zaključaka o

bezbijednosti putne mreže i opasnim mjestima da predlog konkretnih mjera i akcija za poboljšanje postojećeg stanja u opštini Nikšić.

Na prvo pitanje: „Kako ocjenjujete bezbijednost putne mreže na području opštine Nikšić“, od ukupno 70 anketiranih osoba čak 64,28% je zaokružilo **loše**, 32,86% **zadovoljavajuće** a samo 2,86% **dobro**.

Drugo pitanje zahtijeva da se daju tri opasna mjesta na području opštine Nikšić, problemi za ta mjesta i po njihovom mišljenju daju konkretne mjere za rešavanje toga problema.

4.2. Obilježavanje opasnih mjesta

U daljem radu preciznije je razmatran problem tri opasna mjesta koja su identifikovana putem ankete:

- Raskrsnica ulica Krsta Kostića, Nikca od Rovina i puta pored Katoličke porte



Slika 1. Raskrsnica ulica Krsta Kostića, Nikca od Rovina i puta pored Katoličke porte

Raskrsnica je semaforisana, međutim mora se istaći da zbog živih ograda i rastinja oko puta semafori se slabo primećuju i velika je nepreglednost u raskrsnici. Ne postoje pješački prelazi, biciklističke staze kao ni trotoari za kretanje pješaka.

- Raskrsnica ulica Vuka Karadžića, Narodne omladine, Voja Samardžića i Ulice 84



Slika 2. Raskrsnica ulica Vuka Karadžića, Narodne omladine, Voja Samardžića i Ulice 84

Ovo je jedna od prometnijih raskrsnica u gradu. Na ovoj raskrsnici se ukrštaju četiri ulice. Raskrsnica je nesemaforisana, postoje znaci ograničenja i obavještenja. Osvijetljena je ima šest pješačkih prelaza koji su slabo vidljivi. Trotoari za pješake postoje sa jedne strane do Osnovne škole „Mileva Lajović“, dok sa druge strane ne postoje. Ne postoje biciklističke staze. Slaba preglednost pri uključivanju iz ulice Narodne omladine zbog živih ograda na lijevom uglu raskrsnice.

- Hercegovački put – Vukov most i raskrsnica posle mosta



Slika 3. Hercegovački put – Vukov most i raskrsnica posle mosta

Poslije mosta dolazi do ukrštanja sa dvije saobraćajnice. Ne postoji trotoar za pješake, biciklističke staze. Nedostatak horizontalne signalizacije. Nedostatak semafora. Pri ulasku na most iz pravca grad krivina je u desnu stranu, dok je na tom dijelu puta poprečni nagib puta na suprotnoj strani, tako da pri maloj poledici kola proklizavaju na suprotnu traku.

5. ZAKLJUČAK

Ukupno gledano opšte stanje bezbijednosti saobraćaja i saobraćajne infrastrukture u opštini Nikšić nije zadovoljavajuće. Kada se uzme u obzir činjenica da su mala sredstva ulagana za bezbijednost saobraćaja i održavanje putne mreže onda je jasno u kakvom je stanju putna infrastruktura. Međutim zadnjih par godina došlo je do povećanih ulaganja u putnu infrastrukturu. Unapređenje uslova za kvalitativno i kvantitativno poboljšanje saobraćaja u opštini Nikšić znači rekonstrukciju postojećih i planiranje i izgradnju novih, savremenih saobraćajnica.

6. LITERATURA

- [1] Inić, M. „Bezbednost drumskog saobraćaja“, FTN Izdavaštvo, Novi Sad 2004;
- [2] Inić, M. „Strategija i taktika sprečavanja saobraćajnih nezgoda“, Institut za saobraćaj Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad 1994;
- [3] Inić, M. „Okolina i saobraćajne nezgode“, Institut za saobraćaj Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad 1996;
- [4] Kostić, S. „Ispitivanje opasnih mesta na putevima i pouzdanost modela za njihovo otklanjanje“, Beograd 1982.

Kratka biografija:

Vidak Krtolica rođen u Nikšiću 1980. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj-Drumski saobraćaj odbranio je 2009. godine.

Dragan Jovanović rođen je u Zrenjaninu 1974. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. god., a od 2006. je u zvanju docent. Oblast interesovanja je bezbednost saobraćaja.

**MERE ZA POVEĆANJE EFIKASNOSTI RADA VOZNOG PARKA PREDUZEĆA
„KONVOJ TRANS doo” IZ KRAGUJEVCA****MEASURES FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE VEHICLE FLEET OF
„KONVOJ TRANS doo” FROM KRAGUJEVAC**Branimir Timotijević, Pavle Gladović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratki sadržaj – Objašnjen je pojam procesa transporta tereta i automobila u drumskom transportu kao i aktuelno stanje u ovoj oblasti. Detaljno su obrađeni pravni okviri i dozvole za prevoz tereta i automobila. Razmotrene su perspektive i potencijali predloženih mera za unapređenje transporta tereta i automobila.

Abstract – Transportation of cargo and cars in road transport is explained in this paper, as well as current situation in the field. Legal frame and licencies for cargo and cars transportation have been addressed in more details. Perspectives and potential applications of suggested measures for improving cargo and car transportation have also been considered.

Ključne reči: Transport tereta i automobila, upravljanje voznim parkom, optimizacija transportnih procesa.

1. UVOD

Pod transportom se uopšteno, podrazumeva skup ili kompleks aktivnosti na premeštanju (prevozu) putnika i robe uz pomoć transportnih sredstava od "izvora" do "cilja" putovanja. U tom procesu, putnici i roba predstavljaju predmet rada, a transportna sredstva sredstva rada. Transportu pripada važna uloga u procesu proizvodnje, jer se kao obavezan element u realizaciji proizvodnje pojavljuje prevoz sirovina, materijala, polufabrikata i gotovih proizvoda. Bez kvalitetnog transporta nema ni kvalitetne proizvodnje i potrošnje, pa ni kvalitetnog životnog standarda.

Ovim diplomskim radom čija je tema analiza i ocena rada preduzeća „Konvoj trans doo.“ sa predlogom mera za unapređenje organizacije upravljanja autotransportnom delatnošću u preduzeću, potrebno je sagledati položaj autotransportne delatnosti u samom preduzeću i projekcije njegovog razvoja. Sve to iz razloga što auto-transport spada u osnovne delatnosti preduzeća.

Potrebno je izvršiti analizu dosadašnjeg razvoja i poslovanja preduzeća „Konvoj trans“ d.o.o. i prikazati kretanje voznog parka kao i rezultate rada vozila. Na ovom primeru biće prikazana organizaciona struktura u samoj firmi, struktura zaposlenih kadrova, transportni kapaciteti kao i strukture troškova koji utiču na cenu prevoza.

NAPOMENA

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

Metode po kojima je izvršeno istraživanje t.j. analiza prevoza teretnog voznog parka preduzeća „KONVOJ TRANS doo“ su statistički podaci pokazatelja efikasnosti i efektivnosti rada voznog parka t.j. tehničko-eksploatacioni pokazatelji.

2. INDUSTRIJA U KRAGUJEVCU

Osnovni nosilac privrednog razvoja grada Kragujevca jeste oblast industrije sa učešćem u ukupnom broju zaposlenih u privredi od 50,2%, u društvenom proizvodu od 40% i vrednosti osnovnih sredstava grada Kragujevca od 47,1%.

U strukturi industrije dominantnu ulogu ima metalopredrađivačka industrija čiji su nosioci automobilska industrija, industrija galovih lanaca, industrija namenskih proizvoda, i industrija privrednih vozila, sa učešćem u ukupnom fizičkom obimu industrijske proizvodnje od preko 80%. Privatni sektor je zastupljen sa 13 preduzeća u mašingradnji za proizvodnju opreme za tekstilnu industriju, mašina za pakovanje, procesne opreme i slično.

Privatni sektor je zastupljen sa 13 preduzeća u mašingradnji za proizvodnju opreme za tekstilnu industriju, mašina za pakovanje, procesne opreme i slično. Preduzeća u ovim granama su, i po obimu proizvodnje i po broju zaposlenih, najveći privredni subjekti.

Instalisani kapaciteti za proizvodnju godišnje su:

- "Zastava automobili" preko 200.000 automobila,
- "Zastava kamioni" preko 5.500 kamiona od 2-5 tona, 2.500 specijalnih vozila,
- "Filip Kljajić" oko 9.300 t galovih lanaca,
- "Zastava namenski proizvodi" - široki asortiman lovačkog i sportskog oružja,
- "Zastava alati" - specijalni alati,
- "Zastava mašine" - specijalne alatne mašine, rudarska oprema, mašine za prehrambenu industriju,
- "Zastava kovačnica" - izrada toplokovanih otkovaka od 0,25 do 50 kg, kovački, poljoprivredni i ručni alat.

Industrija konfekcije u Kragujevcu zastupljena je preko tri veća društvena preduzeća i veći broj malih pogona i radnji u privatnom sektoru koji zapošljavaju od 5 do 50 radnika. U ovoj grani instalisani su kapaciteti za proizvodnju 2.730.000 m² konfekcije odeće, 250 t postelnog rublja, 49 t teške konfekcije i drugi proizvodi za domaće i strano tržište [5].

U privredi grada zastupljena je i industrija obuće, ortopedskih pomagala, industrija kože i kožne galanterije. I u ovoj grani zadnjih godina se pojavljuju manji kapaciteti za proizvodnju gotovih obućarskih predmeta i odeće u okviru kožne galanterije, kako u društvenom, tako i u privatnom sektoru.

U proizvodnji obuće zastupljeno je i 5 privatnih preduzeća. U instalisanim kapacitetima moguće je proizvesti oko 320 t krupne gornje kože i preko 38.000 m² kožnih rukavica.

3. ZNAČAJ DRUMSKOG TRANSPORTA ROBE

Savremeni uslovi života, intenzivan razvoj privrede i društva, povećana robno novčana razmena neizbežno uslovljava potrebu za razvojem svih vidova transporta pa i drumskog. Veoma dinamičan razvoj drumskog saobraćaja posle drugog svetskog rata omogućen je velikim materijalnim ulaganjima, a pre svega: izgradnjom velikog broja auto-puteva, razvojem automobilske industrije, relativno jeftinom pogonskom energijom i jednostavnim ostvarivanjem direktnog transportnog lanca u varijanti drumskog transporta.

Ovakav razvoj drumskog transporta omogućio je kompleksno saobraćajno opsluživanje gravitacionih područja ostalih vidova saobraćaja i saobraćajno otvaranje planinskih i drugih teško pristupačnih područja. Drumski transport može se podeliti (slika 3.1):

- ❖ Prema nameni na: javni i za sopstvene (društvene ili privatne) potrebe,
- ❖ Prema teritorijalnim obeležjima na: unutrašnji i međunarodni,
- ❖ Prema specijalnosti: Transport putnika i transport robe,
- ❖ Prema načinu organizacije na: linijski i slobodni.

Preduzeće „Konvoj trans doo.“ prevashodno se bavi međunarodnim prevozom, zbog čega se sa razlogom daje prioritet međunarodnom prevozu.

Pod pojmom međunarodni drumski transport podrazumeva se prevoz putnika ili robe između dve ili više zemalja, gde drumsko vozilo prelazi državnu granicu [1]. Prema teritorijalnom obeležju drumski transport se može podeliti na:

- pogranični
- međuteritorijalni
- granični

Prilikom procesa prevoza u drumskom saobraćaju mora postojati određena dokumentacija (dokumenta za vozilo, dokumenta za vozače, međunarodne dozvole, putni nalozi, vozarine, dokumenta o prevozu opasnih materija u domaćem i međunarodnom saobraćaju).

Javljaju se tri osnovne grupe po kojima se deli dokumentacija:

- dokumenta koja prate robu
- dokumenta koja prate teretne jedinice (kontenere, palete, cisterne i sl.)
- ostala prateća dokumentacija.

4. RAZVOJ I DELATNOST PREDUZEĆA „KONVOJ TRANS doo“ IZ KRAGUJEVCA

Poslovno ime i sedište: Privredno društvo "Konvoj-trans" doo iz Kragujevca, ul. Skladišni centar br.3 je društvo sa ograničenom odgovornošću upisano u registar Tgovinskog suda u Kragujevcu 03.02.1993 godine pod brojem FI-1806/93, [6].

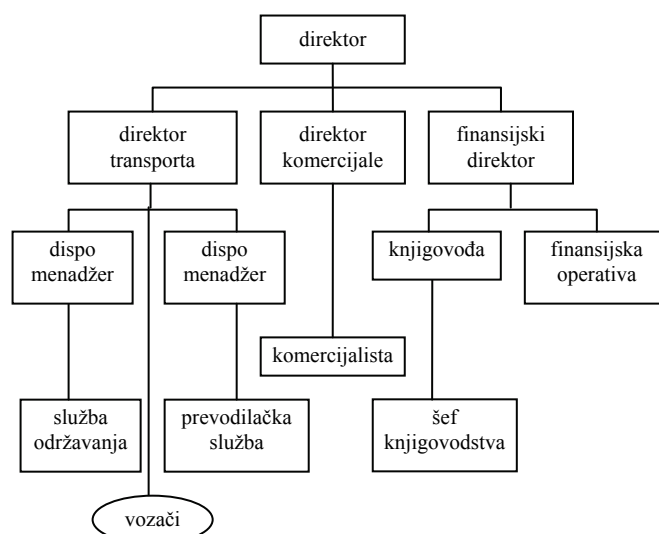
Preduzeće "Konvoj trans" poseduje vozni park koji je registrovan za prevoz robe i automobila u drumskom transportu za javne potrebe. Razlozi koji opravdavaju postojanje i rad voznog parka su:

- ❖ omogućena je pravovremena isporuka robe i vozila,
- ❖ vozila su stalno na raspolaganju,
- ❖ transportne potrebe se izvršavaju po redosledu koji zahteva stepen hitnosti isporuke,
- ❖ izvršenje prevoza je prilagođeno potrebama klijenta,
- ❖ osoblje je obučeno za uredno i pravovremeno izvršenje transportnih zahteva.

Preduzeće se nalazi u industrijskoj zoni Kragujevca u naselju Ilićevo. Površina koju zauzima je oko 50 ari. Od objekata koji su u svojini preduzeća su: Upravna zgrada sa kancelarijama i magacin sa rezervnim delovima i opremom. U okviru magacina se nalazi radionica i pomoćni magacin za ulja, maziva i gume. Pumpa i tehnički pregled se nalaze van preduzeća u naselju Erdeč.

5.ORGANIZACIONA I KVALIFIKACIONA STRUKTURA PREDUZEĆA „KONVOJ TRANS doo“ IZ KRAGUJEVCA

Da bi preduzeće uspešno poslovalo potrebno je izvršiti ispravnu organizaciju svih elemenata u strukturi. Svako pravilno organizovanje povlači za sobom i uspešno poslovanje, ravnomernu raspodelu poslova i obaveza svih zaposlenih, upošljavanje svih raspoloživih kapaciteta, a po sledećem algoritmu koji je prikazan na slici 1.



Slika 1. Organizaciona šema preduzeća

Na slici 1. može se videti jedan funkcionalni model organizacione strukture.

Funkcionalni model je najrasprostranjeniji u praksi

savremenih preduzeća, jer je pogodan i za mala i za srednja preduzeća.

U narednoj tabeli 1. dat je prikaz veličine voznog parka u zavisnosti od marke i tipa vozila od čega zavisi i kapacitet.

R. Br.	Registracija	Marka vozila	Tip	Nosivost (t)
1.	KG-601-19	Mercedes	Actros	6
2.	KG-859-04	Mercedes	Actros	6
3.	KG-859-05	Mercedes	Actros	6
4.	KG-859-06	Mercedes	Actros	6
5.	KG-866-59	MAN	TGA01	6,5
6.	KG-892-88	Mercedes	Actros	6
7.	KG-894-66	Mercedes	Actros	6
8.	KG-919-50	DAM.CR	1846	7
9.	KG-175-889	VOLVO	FH42T	6,5
10.	KG-177-688	VOLVO	FH42T	6,5
11.	KG-178-109	Mercedes	Actros	6
12.	KG-178-110	Mercedes	Actros	6
13.	KG-180-777	IVECO	EUROTE	10,975
14.	KG-184-036	Mercedes	183LNR	6,5
15.	KG-184-284	Mercedes	Actros	6
16.	KG-184-285	Mercedes	Actros	6
Ukupno				104

Tabela 1. Struktura kamiona prema tipu i nosivosti

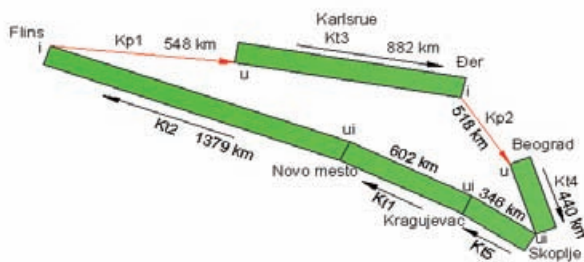
6. ANALIZA RADA VOZNOG PARKA PREDUZEĆA „KONVOJ TRANS DOO“ IZ KRAGUJEVCA

Kao što je u prethodnim poglavljima napomenuto u transportnoj službi preduzeća „Konvoj trans“ ne postoji evidencija o naturalnim i finansijskim pokazateljima poslovanja bez kojih se ne mogu efikasno koristiti raspoloživa sredstva u voznom parku.

Posmatrač se jedan najčešći tip prevoznog puta u preduzeću „Konvoj trans“ odnosno složen prstenasti prevozni put.

Zelenom bojom je predstavljen put pod teretom, a crvenom bojom prazni pređeni put bez tereta slika 2.

Utovar vozila je obeležen na mestu utovara slovom (U) a istovar slovom (I) [3].



Slika 2. Prevozni put vozila

7. INFORMACIONI SISTEM

Osnovni zadatak informacionog sistema transportnog preduzeća jeste da kroz primenu savremenog računarskog centra obezbedi informacije koje su u datom trenutku neophodne za pronalaženje optimalnog rešenja problema, kao i mogućnost analiziranja većeg broja podataka različitih vrsta na istom mestu.

Informacioni sistem se definiše kao sistem koji koristi hardver (mašine i mediji), softver (programi i procedure) i ljudske resurse (korisnici i specijalisti) radi sprovođenja aktivnosti ulaza, obrade, izlaza, memorisanja i kontrole, a koje treba da transformišu resurse podataka u informacione proizvode.

Iz prethodnih analiza možemo zaključiti da je funkcionisanje preduzeća na zadovoljavajućem nivou. Da bi se unapredilo postojeće stanje neophodno da se što pre rešava ovaj problem, kako bi preduzeće u narednom periodu rada poboljšalo svoje rezultate rada. To bi se pre svega postiglo povećanjem kvaliteta prevozne usluge, kao i smanjenju transportnih troškova. Sve bi to u znatnoj meri uticalo na proizvodnost rada preduzeća.

Preduzeću treba u proces rada ugraditi stručnu unutrašnju kontrolu koja će se brinuti o zaštiti istih tih vrednosti u saobraćaju.

Primećeno je da se ne vode na zadovoljavajući način vrednosti izmeritelja eksploatacije i rada voznog parka.

Jedan od osnovnih problema javlja se prilikom analize vremena utovara-istovara, kao i praznog pređenog puta vozila.

Jednom adekvatnom strategijom i pronalaženjem poslova, kako u jednom smeru, tako i u povratnim vožnjama, omogućilo bi veći dohodak samom preduzeću i u znatnoj meri omogućiti sredstva za ulaganje u nova vozila, kao i u kvalitetno održavanje postojećih.

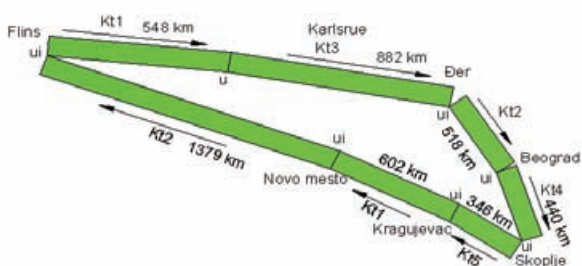
8. GLOBALNI POZICIONI SISTEM (GPS)

Globalni Pozicioni Sistem (Global Positioning System-GPS) predstavlja sistem za određivanje pozicije objekata u realnom vremenu. GPS je razvijen od strane Ministarstva odbrane SAD i primenjuje se od 1973. godine. Određivanje pozicije objekata je postalo dostupno širokom krugu korisnika 1993. godine otvaranjem GPS sistema NAVSTAR (Navigation Satellite Timing And Ranging), koji obezbeđuje komercijalnu primenu.

Oprema koja se koristi u bazi je:

- PC računari koji su povezani sa glavnim serverom tj. vezom sa glavnim centralnim računarom,
- Četiri personalna računara i jedan laptop koji imaju instalirane Windows XP operativne sisteme koji imaju aplikaciju da podržavaju rad sistema za kontrolu i upravljanje vozila.
- Priključak Internet DSL/WAN (getwey) za GPRS komunikaciju s opremom u vozilima i vezu sa serverskim računarem;
- LAN mreža kapaciteta 1,5 gb/sek oprema za neprekidno napajanje i mrežni preklopnik;
- Savremena komunikacija preko ugrađenog modema.

Ovako bi trebalo da izgleda jedan dobro organizovan prevozni put koji nema prazne pređene kilometre. Način na koji ovo može da se ostvari usko je vezan za marketing i iznalaženje klijenata. U praksi se ređe sreću ovakvi prevozni putevi ali nije nemoguće, slika 3.



Slika 3. Korigovan prevozni put

9. ZAKLJUČNO RAZMATRANJE

Ovim radom sagledano je postojeće stanje transportne službe preduzeća "Konvoj trans doo." Sveukupna situacija prethodnih godina u zemlji je negativno uticala na poslovanje većine preduzeća, kao i na preduzeće Konvoj trans.

Zatečeno stanje u transportnoj službi je relativno povoljno, pre svega misli se na strukturu voznog parka. Jedan deo teretnih vozila je u potpunosti amortizovan (finansijски otpisan) i kao takav prouzrokuje dopunske troškove (održavanje, servis, povećana potrošnja goriva, maziva, itd).

Uočeno je nepostojanje modernog informacionog sistema u transportnoj službi. Vozni park je dobro iskorišćen.

Neophodno je osnovati posebnu marketing službu u okviru sektora prodaje koja će obezbeđivati teret i u povratnim vožnjama, kako bi se smanjili prazni i nulti pređeni kilometri i povećao prihod vozila po pređenom kilometru. Na kraju je zaključeno da postoji manji broj nedostataka u poslovanju marketinške i organizacione službe, ali isto tako postoji i volja zaposlenih i rukovodstva da uče i da se prilagođavaju novonastaloj situaciji kako bi kvalitet usluga koje nude digli na viši nivo. Na menadžmentu preduzeća ostaje da posveti veću pažnju službi organizacije, praćenja i održavanja kroz razne analize i konkretnim akcijama unapredi i ovaj sektor čime će i preduzeće u celini poboljšati konkurentsku poziciju na tržištu u zemlji.

10. LITERATURA

[1] Dr Pavle Gladović, "Tehnologija drumskog transporta", Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2003. godina,

[2] Dr Pavle Gladović, "Organizacija drumskog saobraćaja", Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2009. godina,

[3] Dr Pavle Gladović, "Zbirka rešenih zadataka iz tehnologije drumskog transporta", Univerzitet u Novom Sadu, 2004. godine,

[4] Dr Pavle Gladović, Mr. Milan Simeunović: "Sistemi javnog autotransporta robe", FTN Novi Sad, 2004

[5] Plan grada Kragujevca iz "Direkcije za urbanizam i izgradnju",

[6] Dokumentacija preduzeća "Konvoj trans doo." Kragujevac,

[7] Diplomski radovi :

- Zorica Jačović - diplomski rad – Predmet: Tehnologija i organizacija drumskog saobraćaja. Tema rada: Analiza i ocena rada transportne službe fabrike štednjaka „Milan Blagojević“ Smederevo sa predlogom mera za unapređenje organizacije upravljanja autotransportnom delatnošću u okviru preduzeća.

- Dalibor Stojanov - master rad – Predmet: Tehnologija drumskog saobraćaja. Tema rada: Analiza rada i mere za poboljšanje proizvodno-ekonomskih rezultata rada preduzeća "EI AUTOSERVIS" Fakultet tehničkih nauka Novi Sad 2006.

- Vladimir Popović – diplomski - master rad – Predmet Tehnologija drumskog saobraćaja. Tema rada: Primena savremenih informacionih tehnologija u procesu praćenja i upravljanja transportnim robe i putnika, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad 2007.

- Milošević Filip – master rad – Predmet: Tehnologija drumskog saobraćaja. Tema rada: Mere za povećanje efikasnosti rada voznog parka preduzeća "Lagermax Elite doo" iz Kragujevca, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad 2009.

[8] Internet sajтови;

www.konvojtrans.com

www.gps-navigation-watch.com

www.magellangps.com

www.tomtom.com

Kratka biografija:

Branimir Timotijević rođen je u Kragujevcu 1980. godine. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti tehnologije drumskog saobraćaja, odbranio je 2009. godine.

Profesor dr Pavle Gladović je rođen u Beogradu 1951. godine. Doktorirao je na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1994. godine. Dobitnik je Oktobarske nagrade Privredne komore Beograda za najbolju magistarsku tezu u školskoj 1985./86. godini u Beogradu. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka-Saobraćajni odsek u Novom Sadu od 2000. godine u zvanju redovnog profesora za predmete: Tehnologija drumskog saobraćaja i Organizacija drumskog saobraćaja.

ANALIZA PRIMENE OPTIČKIH KABLOVA U SAVREMENIM TELEKOMUNIKACIJAMA

ANALYSIS OF OPTICAL CABLES APPLICATION IN MODERN TELECOMMUNICATIONS

Milko Dmitrović, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratka sadržaj – U radu je prikazana analiza primene i način instalacije optičkih kablova. Ukazano je na prednosti koje oni imaju u odnosu na druge prenosne medijume. Opisana je struktura i postupak izrade optičkih kablova, a dat je i ekonomski osvrt na primenu raznih varijanti optičkih kablova. Dat je pregled šumova koji se javljaju u optičkom prenosnom sistemu i metoda kompenzacije disperzije. Ukratko je objašnjena struktura optičkog prenosnog sistema čiji su optički kablovi osnovni deo, kao i izbor tipa optičkih vlakana i ostalih komponenti u zavisnosti od zahtevanih performansi optičkog sistema.

Abstract – This paper presents analysis of application and ways of installation of optical cables. Their advantages are compared to other transfer media. Structures and constructions of optical cable as well as the economical review on their application is presented. Overview of noise types that appears in an optical system is given as well as the dispersion compensation methods. The structure of optical communication system is explained in brief, as well as the way of selection of types of the optical fibers and other components as a function of demanded performances of the optical system.

Ključne reči: optički kablovi, optička vlakna, optički sistem, prenosni medijum, disperzija, šumovi

1. UVOD

Predaja veće količine informacija je glavna karakteristika optičkih prenosnih sistema čiji su optički kablovi osnovni deo, uz korišćenje manje energije u poređenju sa drugim prenosnim sistemima.

Najvažnije osobine svetlovodnih komunikacija su:

- Veliki informacioni kapacitet
 - Mala slabljenja signala u sistemu
 - Otpornost na različite smetnje elektromagnetne prirode, usled dielektričnog karaktera svetlovoda
 - Relativno mali gabariti i masa elemenata prenosnog sistema, koji su posledica malih talasnih dužina iz optičkog dijapazona
 - Zaštićenost od ometanja i prisluškivanja
- Zahtevi koji se stavljaju pred komunikacione sisteme možemo svesti na sledeće:
- Ostvarivanje prenosa što veće količine informacija u jedinici vremena na zadatu daljinu

NAPOMENA:

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

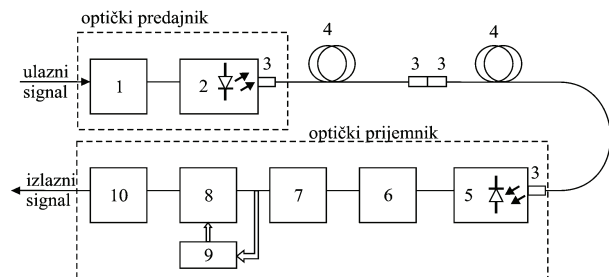
- Ostvarivanje komunikacije između učesnika na što većoj razdaljini, bez usputne regeneracije, odnosno pojačavanja signala.

Karakteristike optičkih talasovoda određuju mesto i vrstu njihove primene.

2. STRUKTURA SISTEMA ZA PRENOS SIGNALA PO SVETLOVODIMA

Kod optičkih telekomunikacionih sistema prenos poruka se vrši povorkom fotona kroz staklena vlakna. Zato na ulazu sistema postoji interfejs za pretvaranje električnog signala u optički signal.

Posmatramo pojednostavljenu strukturu jednog sistema (linije, sl.1.) za prenos digitalnih signala po svetlovodima (optičkim kablovima) koga čine sledeći elementi:



Sl.1. Struktura sistema za prenos digitalnih signala po svetlovodima

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| 1 – ulazni stepen | 2 – pobuđivač izvora svetlosti |
| 3 – optički konektori | 4 – optički kabl |
| 5 – fotodekoder | 6 – prijemni pojačavač |
| 7 – ekvalizator | 8 – odlučivač |
| 9 – ekstraktor takta | 10 – izlazni stepen |

Optički signali koje daje izvor dalje se prenose preko optičkog kablova, koji sadrži određen broj optičkih vlakana. Pri uvođenju svetlosti u optičko vlakno i pri međusobnom nastavljanju optičkih vlakana koriste se optički konektori i optički spojni elementi koji imaju značajnu ulogu u formiranju prenosnih karakteristika optičkog sistema. Posle prostiranja kroz prenosni medijum (optičko vlakno), vrši se njegovo pretvaranje iz optičkog u električni oblik. Posle ovoga se električni signal preko izlaznog stepena za prilagođenje vodi na optički predajnik ako je reč o regeneratoru, ili na terminalni elektronski uređaj ako se radi o linijskom optičkom modulu.

3. OPTIČKI KABLOVI

Optički kabl služi za smeštanje i zaštitu jednog ili više optičkih vlakana radi njihove primene u spoljnoj sredini. Svetlost se prenosi nizom totalnih refleksija unutar tankih

optičkih vlakana [1].

Optički kablovi su u poređenju sa klasičnim žičanim kablovima lakši, ne podležu elektromagnetnim uticajima, propusni opseg je veoma veliki tako da omogućavaju prelazak na veće brzine protoka samo promenom korisničke opreme i ne mogu se nedestruktivno prisluškivati.

Kvalitet optičkog kabla zavisi od osobina optičkog vlakna, a njegova primena od tipa zaštite u kablu.

Primena optičkih kablova:

- u medicini za osvetljavanje nepristupačnih delova kao što su telesne duplje
- za prenos slike
- za prenos informacija u tehnici komuniciranja
- za izradu senzora.

3.1. Optička vlakna

Prenosne karakteristike optičkih vlakna uslovljene su njihovim strukturnim karakteristikama i osobinama materijala od kojih su izrađena.

Prednosti primene optičkih vlakana su:

- malo podužno slabljenje
- veliki propusni opseg
- imunost na smetnje tipa EMI
- imunost na smetnje tipa RFI
- bezemisioni protok informacija
- nemogućnost nedestruktivnog ometanja i prisluškivanja
- nepostojanje problema neadekvatnog uzemljenja
- male dimenzije
- mala težina.

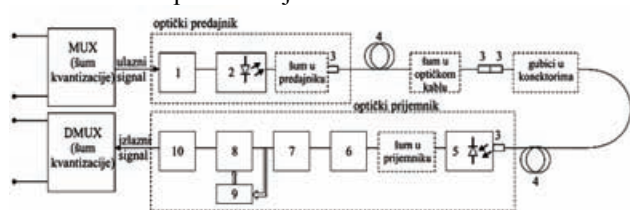
Mane primene optičkih vlakana:

- visoka cena kablova, linijske opreme i pratećeg alata i pribora
- osetljivost na mehanička dejstva
- osetljivost na radioaktivno zračenje.

3.2. Slabljenje i gubici u optičkom vlaknu

Svetlosni zrak tokom prolaska kroz optičko vlakno gubi fotone, odn. energiju, što izaziva smanjenje amplitude signala [4].

Blok šema digitalnog optičkog sistema sa naznačenim izvorima šuma prikazana je na sl.2.



Sl.2. Blok šema digitalnog optičkog sistema sa naznačenim izvorima šuma

Gubici u optičkim vlaknima se javljaju usled apsorpcije, rasejanja na spojnim mestima (predajnik – vlakno, vlakno – vlakno i vlakno – prijemnik).

Gubitke usled rasejanja mogu izazvati: varijacije prečnika jezgra optičkog vlakna, razna mikrooštećenja i nesklad na graničnoj površini jezgro-omotač koji su manji od talasne dužine primenjene svetlosti Usled apsorpcije svetlost se pretvara u toplotu odnosno povećava se temperatura vlakna.

3.3. Metode kompenzacije disperzije

Glavni faktor koji ograničava kapacitet i dužinu optičkih

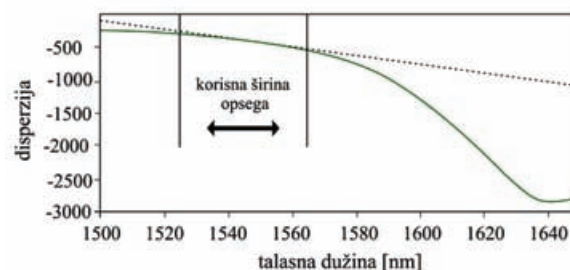
linkova jeste disperzija. Sa povećanjem kapaciteta i rastojanja kod optičkih sistema, između ostalog, smanjuje se i tolerancija na efekte disperzije pri prenosu signala [5]. U optičkom vlaknu postoje tri tipa disperzije:

- ❖ modalna disperzija
- ❖ hromatska disperzija (CR)
- ❖ disperzija polarizacionog moda (*Polarisation Mode Dispersion - PMD*).

Tradicionalno rešenje za kompenzaciju hromatske disperzije (*Chromatic Dispersion, CD*) kod dugačkih optičkih linkova je upotreba kompenzacionog vlakna (*Dispersion Compensating Fiber, DCF*) koje ima negativnu vrednost disperzije u trećem optičkom prozoru.

Kalemovi sa kompenzacionim vlaknom se postavljaju duž linka – otprilike na svakih 80 km linka postavlja se modul sa 15km DCF [5].

Tipična kriva disperzije DCF prikazana je na sl.3. Isprekidanom linijom je prikazana željena kriva disperzije kojom bi se izvršila potpuna kompenzacija na svim talasnim dužinama. Vidi se da je efikasna kompenzacija moguća samo u određenom opsegu talasnih dužina.



Sl.3. Disperziona karakteristika DCF-a [5]

Najnoviji pristup u kompenzaciji disperzije jeste korišćenje modula za kompenzaciju koji probleme sa CD, nagibom disperzije i PMD tretiraju sveobuhvatno, a ne parcijalno kao kod DCF. Druga karakteristika ovakvih modula je njihova podešljivost, odnosno mogućnost prilagođavanja na novo okruženje (pri rekonfiguraciji mreže i/ili promeni ambijetalnih uslova). Ovo je vrlo važno kod kompenzacije PMD čije su fluktuacije slučajnog karaktera.

Korišćenje hibridnih integrisanih kola je jedan od najpraktičnijih načina da se smanji veličina i poveća funkcionalnost kompenzacionih modula. Kola sa planarnim talasovodima (*Planar Lightwave Circuits, PLCs*) sa osnovom od silicijuma su vrlo upotrebljiva kao optička platforma za hibridnu integraciju. Nedostatak PLC kompenzatora je veliki broj stepeni slobode koji se moraju podešavati.

Kompenzacija hromatske disperzije pomoću DCF se uveliko primenjuje, ali se sve više koriste moduli za kompenzaciju, koji probleme vezane za disperziju (CD i PMD) i druge efekte, u većoj ili manjoj meri, tretiraju sveobuhvatno.

3.4. Izbor tipa vlakna i ostalih komponenti u zavisnosti od zahtevane brzine (kapaciteta) i željene dužine optičke veze

Na performanse optičke veze utiče veliki broj parametara, a optimalan sistem je onaj koji ispunjava zadate karakteristike i najjeftiniji je.

Polazni podaci u projektovanju koje daje korisnik su:

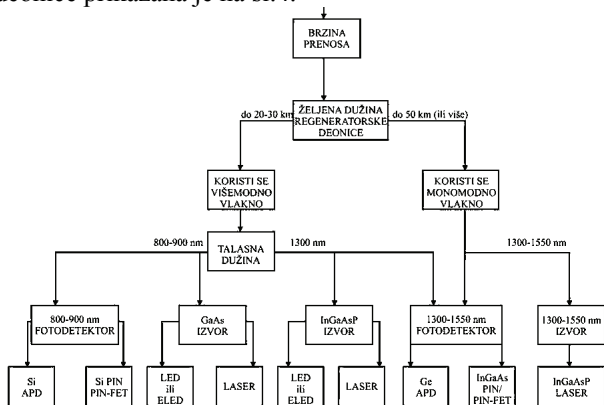
- ❖ kapacitet veze (digitalni protok)
- ❖ kvalitet prenosa (dozvoljena učestalost greške)

- ❖ dužina veze.

Na osnovu ovih zadatih karakteristika od korisnika (i raspoloživih komponenata) bira se:

- ❖ talasna dužina nosioca
- ❖ tip predajnika (LED ili laser)
- ❖ tip fotodetektora (PIN dioda ili lavinska dioda)
- ❖ tip optičkog vlakna.

Blok šema izbora tipa vlakna i drugih komponenti u zavisnosti od zahtevane brzine i željene dužine regeneratorske deonice prikazana je na sl.4.



Sl.4. Blok šema postupka za izbor tipa vlakna i drugih komponenti u zavisnosti od zahtevane brzine i željene dužine regeneratorske deonice

3.5. Primena optičkih kablova u visoko-naponskim sistemima

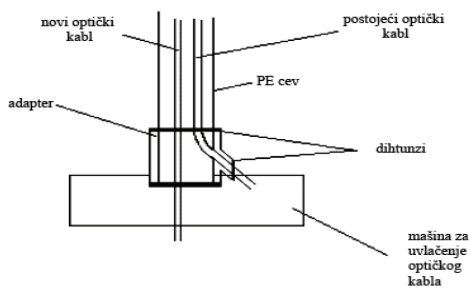
Razvojem tehnike prenosa optičkim vlaknima, mnogi problemi usled prisustva jakih polja su eliminisani, a uvedeni novi principi razmišljanja. Napravljena su elegantna rešenja kojima se optički kabl pridružuje energetskom i na lak način široka teritorija pokriva kvalitetnim telekomunikacionim prenosnim putem [1].

Optički kablovi koji se koriste u elektroprivrednim sistemima veza razlikuju se pre svega po načinu polaganja i dele se na:

- ❖ podzemni optički kabl
- ❖ nemetalne samonosive kablove (ADSS - All-Dielectric Self-Supporting)
- ❖ nemetalne optičke kablove pričvršćene na zemljovodno uže (ADL - All-Dielectric Lashed Cable Technology)
- ❖ optičke kablove u zemljovodnom užetu.

Svaka od navedenih varijanti primene optičkih kablova ima svoje prednosti i nedostatke, kako u tehničkom tako i u ekonomskom smislu.

3.6. Tehnika udvavanja (Blow in) novog optičkog kablova u PE cev pored postojećeg optičkog kablova



Sl.5. Šematski izgled postavljanja mašine za udvavanje i adaptera na postojeću PE cev

Tokom izgradnje novih deonica optičkih kablova suočavamo se sa velikim brojem problema u pribavljanju odgovarajućih saglasnosti za izvođenje radova, naročito u urbanim sredinama i problemima u samom izvođenju kao što su razbijanje asfaltnih površina, betonskih podloga, ukrštanje sa drugim infrastrukturnim instalacijama itd.

3.7. Prednosti i nedostaci primene raznih varijanti optičkih kablova u elektroprivrednim sistemima veza

Polaganje optičkog kablova u zemlju ima dva nedostatka. Prvi se odnosi na izbor trase, koji zahteva značajne aktivnosti kako na pronalaženju optimalnog tehničkog rešenja tako i na obezbeđenju odgovarajućih saglasnosti nadležnih institucija. Ovaj problem je posebno aktuelan kod čisto komunikacionih kablova i to kako u urbanim područjima tako i van njih. Kad su u pitanju optički kablovi u ulozi pilotskih kablova, problem je delimično ublažen jer se oni polažu u isti rov sa elektro-energetskim kablom i obezbeđenje trase se rešava zajednički za oba kablova.

Drugi nedostatak je ekonomske prirode – iskustva pokazuju da je zbog građevinskih radova na iskopu i zatrpavanju rova, obeležavanju trase, izradi posebnih proširenja rova za spojnice itd. finalni trošak oko 2,5 puta veći od koštanja samog kablova, što je veoma značajno.

Samonosivi optički kablovi se vešaju na stubove dalekovoda, ispod faznih provodnika. Njihova prednost je u tome što se njihovo postavljanje može izvršiti bez isključenja dalekovoda i to relativno brzo, što ima svoj značaj posebno kada je potrebno hitno obezbediti neki transmisioni put.

Međutim, njihova primena u elektroprivrednim sistemima veza ima izvesna ograničenja, kako u mehaničkom tako i u elektromagnetskom smislu. S obzirom da ovaj kabl "sam nosi svoju težinu" poželjno je da u mehaničkom smislu bude što jači tj. sa odgovarajućom metalnom konstrukcijom. Sa druge strane, metalna konstrukcija povećava težinu kablova i dodatno opterećuje stubove dalekovoda. Zato se primenjuju rešenja bez metalnih elemenata sa posebnom plastikom koja ojačava sam kabl. Dodatan problem u pogledu mehaničke čvrstoće ovih kablova predstavlja uticaj vetra, snega i leda. Ukoliko je kabl nemetalni, on je lakši od faznih provodnika pa su amplitude oscilacija usled bočnog vetra veće i može doći do mehaničkog kontakta sa faznim provodnicima. Mehaničko opterećenje koje unose sneg i led u nekim krajevima može biti veoma veliko i usloviti kidanje kablova. Iz svega iznetog sledi da se samonosivi optički kablovi u našim uslovima mogu koristiti kao privremena rešenja i to za dalekovode naponskih nivoa 110kV i nižim, pri čemu posebnu pažnju treba posvetiti proveru statičkog opterećenja stubova kod postojećih dalekovoda.

Namotavanje optičkog kablova oko zemljovodnog užeta dalekovoda ili eventualno oko faznog provodnika predstavlja interesantno rešenje pre svega zbog relativne jednostavnosti i kratkog vremena "polaganja" kablova. Ipak, u svetu ovaj način nije našao širu primenu. Razvoj ovakvog rešenja je verovatno nastao kao posledica rešavanja mehaničkih problema kod samonosivih kablova. Polaganje ovog kablova zahteva korišćenje posebnih mašina a kabl je u značajnoj meri izložen električnim pražnjenjima u atmosferi i štetnom uticaju vetra, snega i leda. Zato se ova varijanta primenjuje kao privremeno rešenje, slično kao i samonosivi kablovi.

Ugradnja optičkih vlakana u zemljovodno uže dalekovoda ili eventualno u fazni provodnik iz više razloga predstavlja rešenje koje je našlo široku primenu u svetu. U današnje vreme se u cevčicu ugrađuje 48 vlakana što je kapacitet prenosa koji je ne samo dovoljan za potrebe elektroprivrednog sistema veza već otvara mogućnosti zajedničke izgradnje sistema sa drugim imaćima sistema veza, posebno što dalekovodi dolaze i do delova teritorije koji su van urbanih zona i glavnih saobraćajnih pravaca. Rešenja sa OPGW kablom su posebno interesantna za slučaj novih dalekovoda. U većini elektroprivreda u svetu zauzeto je generalno opredeljenje da sa za sve dalekovode naponskog nivoa 220 kV odnosno 400 kV u bar jedno zemljovodno uže ugrađuju optička vlakna. Slično je u našoj elektroprivredi i u praksi se ugrađuje u sve projekte koji se rade u novije vreme. Kad su u pitanju postojeći dalekovodi, OPGW se primenjuje najčešće u situaciji kada se zemljovodno uže menja usled zastarelosti ili neadekvatnog preseka. Situacije u kojima se OPGW primenjuje na postojećem dalekovodu samo i isključivo sa ciljem uvođenja optičkog transmisionog puta su izuzetno retke. Može se zaključiti da su sa tehničkog stanovišta rešenja sa podzemnim optičkim kablom i sa OPGW dominantna u elektroprivrednim sistemima veza.

3.8. Ekonomski aspekt primene raznih varijanti optičkih kablova u elektroprivrednim sistemima veza
Rezultati ekonomskog upoređenja varijantnih rešenja u značajnoj meri su zavisni od konkretnog slučaja, pre svega od zemlje u kojoj se sistem realizuje.

Varijante koje se uzimaju u obzir za poređenje su:

- Podzemni optički kabl
 - čisto komunikacioni
 - pilotski kabl
- Samonosivi optički kabl
- Kabl namotan oko zemljovodnog užeta
- OPGW kabl
 - udeo optičkog kabla
 - ukupni troškovi.

Podvarijante u slučajevima podzemnih kablova proističu iz činjenice da se kod čisto komunikacionih kablova uzimaju u obzir kompletni troškovi iskopa rova a u slučaju pilotskog kabla samo 50 % tih troškova. Isto tako, za slučaj OPGW, telekomunikacioni sistem ima smisla opterećivati samo onim delom troškova koji se odnose na udeo optičkog kabla s obzirom da se zemljovodno uže menja i iz elektroenergetskih razloga.

S obzirom da se ekonomska analiza najčešće vrši u poređenju digitalnih radio-relejnih sistema i različitih varijanti prenosa po optičkim kablovima pa su zaključci sledeći:

- Za rastojanja ispod 6-7 km digitalna radio-veza je uvek skuplje rešenje u odnosu na bilo koju varijantu optičkog kabla s obzirom na relativno visoka ulaganja vezana za antenske stubove;
- Za rastojanja iznad 20-tak km digitalna radio-veza je uvek ekonomičnije rešenje u odnosu na bilo koju varijantu optičkog kabla s obzirom da troškovi optičkih veza rastu linearno sa dužinom veze a kod digitalne radio-veze menjaju se zavisno od dužine deonice skokovito tj. samo u tačkama promene visine antenskog stuba odnosno prečnika antene, zavisno od rezultata analize propagacije radio-talasa i proračuna kvaliteta prenosa;

- Za rastojanja do 3 km rešenje sa OPGW sa uključivanjem samo troškova optičkog kabla ekonomičnije je od rešenja sa polaganjem podzemnog optičkog kabla;
- Troškovi samonosivog kabla uvek su veći od kabla koji se namotava na zemljovodno uže.

Treba imati u vidu da ovi rezultati veoma variraju, zavisno od regiona sveta o kome je reč. Ponekad je politika proizvođača usmerena na plasman proizvoda na određeno tržište što znatno utiče na formiranje cena i favorizovanje nekih rešenja koja bi, u regularnim uslovima, bila skuplja od drugih. Rezultate ekonomske analize treba posmatrati u kombinaciji sa tehničkim analizama jer samo tako se može doći do optimalnog rešenja.

4. ZAKLJUČAK

Pred savremene telekomunikacione sisteme postavljaju se veoma strogi zahtevi u pogledu kvaliteta, pouzdanosti i efikasnosti prenosa informacija. To dovodi do stalnog usavršavanja i primene novih rešenja kako u telekomunikacionim sistemima uopšte tako i u optičkim telekomunikacionim sistemima čiji su deo optički kablovi.

Pored prednosti primene optičkih kablova oni imaju nedostatke koji uglavnom proističu iz teškoća u procesu tehnologije dobijanja svih optičkih komponenti potrebnih za sistem, visoka cena kablova, kablovskog pribora i linijske opreme kao i velika osetljivost na mehanička dejstva.

Pored ovih nedostataka, optički kablovi kao prenosni putevi u širokopojasnim sistemima za prenos raznih vrsta poruka predstavljaju u globalu najpovoljnije rešenje za primenu u Elektroprivredi, PTT-u, KDS-u itd.

5. LITERATURA

- [1] Grupa autora: *Savremene komunikacione tehnologije i prezentacija telekomunikacione mreže prenosa*, 2003
- [2] www.optronics.co.rs
- [3] Dr Đorđe Milošević, Dr. Mihajlo Stefanović: *Optički telekomunikacioni sistemi*, 2004
- [4] Dr Aleksandar Marinčić: *Optičke telekomunikacije*, 1997
- [5] www.telfor.rs
- [6] www.occfiber.com
- [7] www.4sproduct.com

Kratka biografija:



Milko Dmitrović rođen je u Glini 1984. god. Fakultet tehničkih nauka je upisao 2003.god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti - Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2009.god.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god., a od 2004 ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

FIKSNA BEŽIČNA TELEFONIJA-NAČIN TARIFIRANJA FIXED WIRELESS TELEPHONE SYSTEMS-CHARGING METHODS

Zoran Marčeta, Emil Šećerov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – Saobraćaj

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste da ukaže na značaj fiksnih bežičnih telefonskih sistema, poznatijih kao WLL (*wireless local loop*) sistemi. Ovaj rad će pre svega razmatrati načine tarifiranja u fiksni bežičnim sistemima.

Abstract – *The goal of this paper is to give basic introduction to fixed wireless telephone systems, also known as WLL-Wireless Local Loop systems. Also, it covers charging methods in WLL systems.*

Ključne reči: *Bežična lokalna petlja-WLL, GSM, tarifiranje*

1. UVOD

Fiksna-bežična telefonija koristi se u prigradskim i ruralnim naseljima gde je izgradnja klasične fiksne mreže ekonomski neopravdana.

Koriste se uređaji za pristup radio putem, odnosno bežična telefonija koja ima cenu pretplate i impulsa kao kod fiksne telefonije. Ovi pretplatnici se u telefonski saobraćaj uključuju preko najbliže bazne stanice mobilne telefonije.

Od pronalaska telefonskih sistema, bakarne žice su tradicionalno služile za uspostavljanje linka između korisnika i lokalne centrale. Isključivom korišćenju bakra u lokalnoj petlji došao je kraj. Ekonomski imperativi i nove tehnologije otvaraju vrata WLL rešenjima. Ponekad nazvan i RITL(Radio in the Loop) ili FRA(Fixed Radio Access), WLL koristi bežičnu tehnologiju uparenu sa žičnim interfejsom i ostalim komunikacionim kolima da bi kompletirala vezu između pretplatničke opreme i komutacione opreme.

WLL se implementira uz pomoć pet kategorija bežične tehnologije, a to su:

- Digitalna ćelijska (GSM, TDMA, CDMA)
- Analogna ćelijska (AMPS, NMT, TACS)
- Personalne komunikacione mreže (PCN-Personal Communications Network)/personalne komunikacione servise (PCS)
- Bežična telefonska mreža druge generacije (CT-2-Cordless Telephones)/Evropska digitalna bežična telekomunikaciona mreža (DECT-Digital European Cordless Telecommunications)
- Implementacija vlastitih rešenja [1,2,4]

NAPOMENA:

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

2. TARIFIRANJE U MREŽAMA FIKSNE BEŽIČNE TELEFONIJE

Uvođenje WLL-a dovodi do promena u postojećim procedurama obračuna, tarifiranja i naplate korišćenja telekomunikacionih servisa. Međutim te promene su postepene, tako da će se tokom prelaznog perioda zadržati postojeće procedure. Evolucija od postojećih ka WLL mrežama takođe podrazumeva nove načine formiranja podataka za obračun. U novim biznis modelima za WLL servise uvođe se promene u sledećim aspektima obračuna:

- a) evidentiranju podataka
- b) izvorima podataka
- c) formatu podataka
- d) interfejsima ka drugim sistemima
- e) sigurnosti podataka, tj. zaštiti podataka, sigurnosti prenosa i poverljivosti

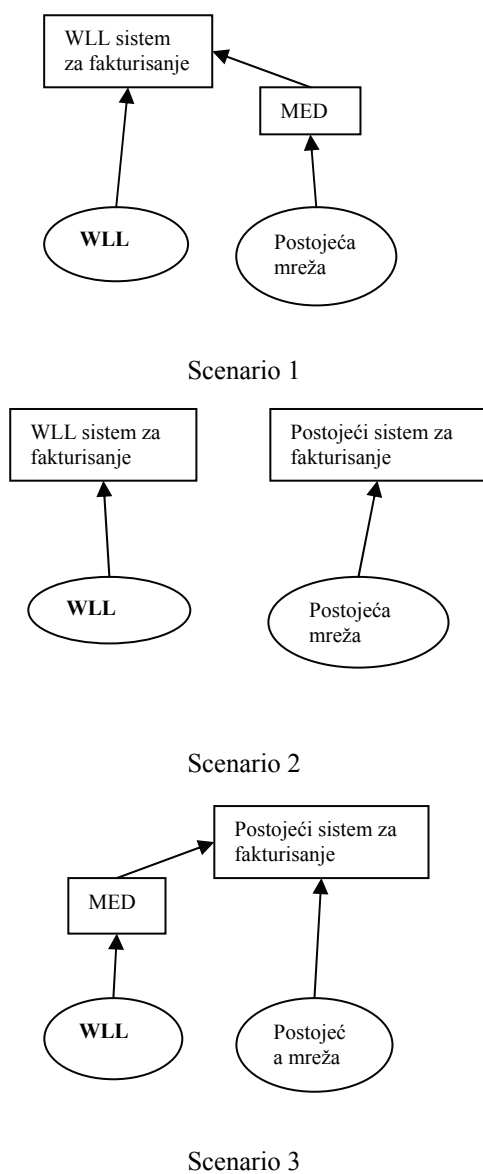
Informacija o korišćenju servisa u WLL-u mora da odgovara informaciji koju generiše postojeća mreža. U tom kontekstu je u WLL-u potrebno evidentiranje istih podataka kao i u postojećoj mreži. To su podaci o korisničkoj identifikaciji, tačnom vremenu tarifnog događaja, tipu servisa ili tarifnog događaja i trajanju poziva ili sesije. Takođe je potrebno obezbediti dodatne informacije koje su specifične za WLL i odnose se na: propusni opseg, QoS i tip prenosnog medijuma. Zahtevi vezani za format podataka su:

- optimalna kriptografska kompleksnost,
- pogodan format za prikupljanje podataka i rekonstrukciju poruke,
- optimalna veličina podataka i efikasno čuvanje podataka.

U WLL-u se zahtevaju interfejsi ka drugim sistemima i to: u realnom vremenu, za on-line i off-line tarifiranje i za dodatne servise kao što su tarifni saveti, provere stanja korisničkog računa i dr. Za evoluciju ka WLL-u razmatraju se tri scenarija(Slika 1). Na Slici 1, MED (Mediation) predstavlja entitet koji omogućava evidentiranje i prosleđivanje detalja o korišćenju servisa (za svakog pojedinačnog korisnika) od postojeće mreže do WLL sistema fakturisanja ili od WLL-a do postojećeg sistema fakturisanja. U prvom scenariju, predlaže se da se WLL sistem fakturisanja koristi i za postojeću i za WLL mrežu i u tom slučaju su potrebne promene svih aspekata obračuna. Drugi scenario podrazumeva istovremeno korišćenje novog sistema fakturisanja za WLL i postojećeg sistema fakturisanja za postojeću mrežu. Za realizaciju ovog predloga potrebne su samo promene obračunskih funkcija u okviru WLL-a. Po trećem scenariju, postojeći sistem fakturisanja treba koristiti u obe mreže i tada se zahtevaju izmene u svim aspektima obračuna. Kada i koji od

scenarija će imati prednost pri izboru zavisi isključivo od operatora. Bez obzira na to koji će scenario biti primenjen za prelazak sa postojećih mreža na WLL, tarifiranje u WLL-u treba da ispuni sledeće zahteve:

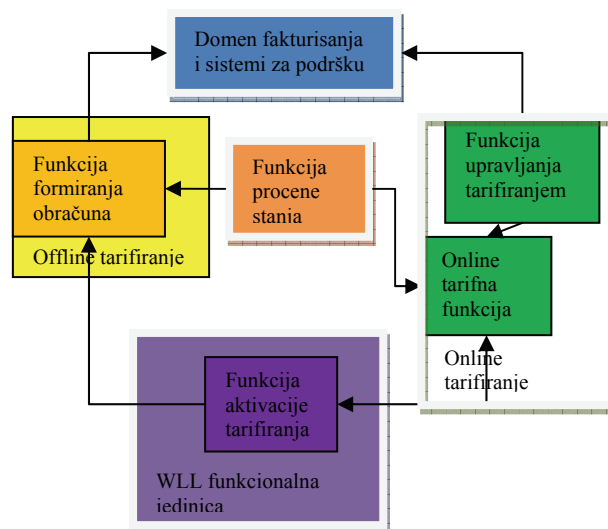
- Sprovođenje tarifnih funkcija, offline i online tarifiranje;
- Dostupnost otvorenih mehanizama za upravljanje obračunom i fakturisanjem;
- Omogućavanje različitih tarifnih politika (npr. fiksno tarifiranje i tarifiranje prema korišćenju);
- Funkcije tarifiranja treba da podrže servise sa multicasst funkcionalnošću (potrebno je precizno evidentiranje o tome koji korisnik prima koju informaciju, kao i o tačnom vremenu započinjanja i završetka sesije);
- Omogućavanje svih tipova tarifnih sporazuma, uključujući prenos informacija o fakturisanju između provajdera i e-commerce sporazume.



Slika 1. Scenariji za prilagođavanje sistema za fakturisanje

Na slici 2. predstavljena je opšta arhitektura koja će WLL provajderu omogućiti prikupljanje i obradu informacija

potrebnih za utvrđivanje tarifa i naplatu za servise koje obezbeđuje svojim korisnicima.



Slika 2. Funkcije obračuna i fakturisanja

Funkcije obračuna i fakturisanja (Charging and Billing Functions, CBF) mrežnom operatoru obezbeđuju tarifne podatke o korišćenju resursa u mreži. CBF podržavaju prikupljanje podataka za dalje procesiranje (offline tarifiranje), kao i interakcije u realnom vremenu koje su neophodne za neke tipove servisa (online tarifiranje). Ove funkcije obuhvataju: funkciju aktivacije tarifiranja (Charging Trigger Function, CTF), funkciju online tarifiranja (Online Charging Function, OCF), funkciju formiranja obračuna (Charging Collection Function, CCF), funkciju procene stanja (Rating Function, RF) i funkciju upravljanja tarifiranjem (Account Management Function, AMF).

Funkcija aktivacije tarifiranja inicira promenu tarifa, tj. tarifne događaje na osnovu posmatranja korišćenja mrežnih resursa. U svakoj mreži i elementu mreže koji obezbeđuje tarifne informacije, CTF predstavlja centralnu tačku za prikupljanje informacija koje se odnose na događaje koji se mogu tarifirati u elementu mreže.

Ova funkcija omogućava prikupljanje informacija o sličnim tarifnim događajima i njihovo dalje prosleđivanje funkciji formiranja obračuna, što je neophodno za funkciju offline tarifiranja. CTF, takođe, formira tarifne događaje koji se koriste za online tarifiranje. Ti tarifni događaji se prosleđuju funkciji online tarifiranja da bi se mogla izvršiti autorizacija tarifnih događaja ili korišćenja mrežnih resursa na zahtev korisnika. Zbog toga se mora omogućiti malo kašnjenje stvarnog korišćenja resursa dok se ne dobije dozvola od OCFa. CTF mora neprekidno da prati uslove za dobijanje dozvola za korišćenje resursa u mreži, tzv. kvotu.

Ovom funkcijom predviđeno je i obustavljanje korisničkih sesija, tj. odbijanje zahteva za korišćenjem resursa po isteku dozvole za korišćenjem resursa, odnosno kada nije dobijena dozvola od OCF-a. Informacije, sadržane u tarifnim događajima, koje dobija od CTF-a, funkcija formiranja obračuna koristi za formiranje tarifnih zapisa (Charging Data Records, CDRs). Tarifni zapisi sa definisanim formatom i sadržajem dalje se prosleđuju

domenu fakturisanja. Funkcija online tarifiranja razmatra tarifne događaje i zahteve za korišćenjem resursa (koje joj salje CTF) u skoro realnom vremenu da bi omogućila njihovu autorizaciju. OCF određuje kvotu za korišćenje resursa, a može određivati i dodatne kvote koje se odnose na pojedinačne korisničke račune.

Ova funkcija, takođe, omogućava da više korisnika dele isti pretplatnički račun istovremeno. Korisnici mogu obnavljati zahteve i traziti veće kvote tokom iste sesije. Međutim, maksimalna raspoloživa kvota ne može biti veća od stanja na pretplatničkom računu. Funkcija procene stanja određuje stanje korišćenja mrežnih resursa na osnovu tarifnog događaja koji OCF (u slučaju online tarifiranja), odnosno CCF (u slučaju offline tarifiranja) dobijaju od mreže.

Funkcija upravljanja tarifiranjem memoriše stanja pretplatničkih računa u okviru online tarifnog sistema. Pretplatnički račun može se predstaviti preostalim raspoloživim obimom saobraćaja (npr. bitima), vremenom (npr. minutima trajanja veze), sadržajem (npr. video prenos) ili novcem. Provajderi servisa, da bi bili konkurentni na tržištu komunikacionih usluga, treba da obezbede infrastrukturu koja podržava servise po najmanjoj mogućoj ceni sa sličnim ili boljim QoS u poređenju sa postojećim servisima, uz njihovu istovremenu pouzdanost i usaglašenost sa standardima.

QoS je s jedne strane korisnički orijentisan, a sa druge strane iskazuje određenu obavezu mreže da zadovolji korisničke zahteve. Dobar model QoS treba da obezbedi socijalno prihvatljivo rešenje za prioritizaciju saobraćaja, te se u tom smislu, arhitektura mreže sa diferenciranim servisima izdvaja kao pogodan koncept. Međutim, preporuka za WLL je da se zadrži osnovna arhitektura najboljeg pokušaja uz korišćenje koncepta QoS samo za servise sa visokim zahtevima u pogledu propusnog opsega i QoS. U WLL-u posebnu pažnju treba posvetiti primeni tarifnih mehanizama za postizanje ekonomske efikasnosti.

Različiti tarifni koncepti koriste različite mehanizme za rešavanje problema alokacije resursa i mrežnog zagušenja. Međutim, osnovna ideja svih tarifnih koncepata je ista: tarifna politika treba da podstakne korisnike da se ponašaju tako da se unapredi celokupna iskorištenost i performanse mreže. Tarifni mehanizmi treba da obezbede zadovoljavajući prihod provajderu i dobit za korisnika servisa, uz efikasnu implementaciju i izvodljivost. Ovim zahtevima mogu odgovoriti dinamički tarifni modeli, koji podrazumevaju dinamičku promenu tarife u zavisnosti od stepena mrežnog zagušenja (Tabela 1.).

Posebno su značajni dinamički tarifni koncepti sa kratkim vremenskim okvirom. U ovom radu je razmatrana primena tarifnog koncepta koji se zasniva na reakciji korisnika. Ovaj koncept podrazumeva dinamičku strategiju određivanja cena koja pokazuje kako mreža može da iskoristi adaptivnost korisnika na cene za postizanje mrežne i ekonomske efikasnosti. Cene imaju dvojaku funkciju: koriste se da bi se obezbedilo dobro funkcionisanje mreže u periodima zagušenja i da bi se garantovali različiti nivoi servisa.

Ovaj koncept funkcionisaće na sledeći način: u periodima velikog korišćenja, mreža povećava cenu resursa, a

korisnik se adaptira smanjenjem saobraćaja koji nudi mreži; u periodima malog korišćenja, mreža smanjuje cenu resursa, a korisnik reaguje povećanjem saobraćaja koji nudi mreži. Prema tome, adaptivni korisnici su stimulisani da prenose saobraćaj u vremenskim intervalima kada opterećenje nije vršno, čime se povećava mrežna efikasnost, a takođe imaju kontrolu nad odlukama o tome kada će vršiti prenos, što utiče na porast ekonomske efikasnosti [3].

3. WLL U REPUBLICI SRPSKOJ

U WLL mreži preduzeća M:tel Republika Srpska, čija je primarna delatnost pružanje usluga mobilne telefonije, tarifiranje se vrši po gore navedenom prvom scenariju.

Tabela 1. Cenovnik WLL usluga preduzeća M:tel Republika Srpska [5]

Usluga	Cena (KM bez PDV-a)		Uključeni besplatni saobraćaj	
	Tarifni model 1	Tarifni model 2	Tarifni model 1	Tarifni model 2
Mesečna nadoknada za korišćenje dodatnog tarifnog paketa (KM)	7.50	22.50	(400 min)	(800 min)
Lokalni pozivi - unutar MG (KM/min)	0.020		300 min	500 min
Nacionalni pozivi - fiksne mreže (KM/min)	0.091		100 min	200 min
Nacionalni pozivi - mobilne mreže (KM/min)	0.340		-	-
Nacionalni pozivi - m:tel mreža (KM/min)	0.155		-	-
Međunarodni pozivi - Srbija i Crna Gora - fiksne mreže (KM/min)	0.300		-	30 min
Međunarodni pozivi - Srbija i Crna Gora - mobilne mreže (KM/min)	0.400		-	-
Međunarodni pozivi - Hrvatska, Slovenija, Mak. - fiksne mreže (KM/min)	0.500		-	30 min
Međunarodni pozivi - Hrvatska, Slovenija, Mak. - mobil. mreže (KM/min)	0.500		-	-
Međunarodni pozivi - Evropa - fiksne mreže (KM/min)	1.30		-	20 min
Međunarodni pozivi - Evropa - mobilne mreže (KM/min)	1.30		-	-
Međunarodni pozivi – Svet (KM/min)	1.80		-	20 min
Uključeni paket dodatnih dodatnih usluga za CLL korisnike	Pak. 1	Pak. 2		
„Prijatelj broj“	0.05		-	-
Pozivi prema jednom izabranom broju iz mobilne mreže Telekoma Srpske (KM/min)	0.05		-	-

S obzirom da je WLL mreža ovog preduzeća jos uvek u razvoju, te da ima relativno mali broj korisnika, WLL se tretira kao tarifni paket mobilne telefonije, što znači da koristi zajednički HLR i mrežnu infrastrukturu. Trenutno

postoje dva WLL tarifna paketa: fizička lica/rezidencijalni korisnici i pravna lica/biznis korisnici. U budućnosti, zbog povećanja broja korisnika, a samim tim i broja individualnih zahteva, u planu je prelazak na tarifni sistem prikazan u drugom scenariju, a to znači zaseban HLR samo za WLL korisnike, a samim tim i primena zasebnih tarifnih modela.

4. ZAKLJUČAK

U budućnosti se može očekivati kontinualan razvoj kako žičnih tako i bežičnih pristupnih mreža kako bi se uskladile potrebe korisnika za telefonskim servisima i ekonomski interesi provajdera servisa. Kompromis između cene, brzine realizacije i dostupnog opsega čine bežične sisteme optimalnim izborom.

Korisnici u ruralnim sredinama, nezainteresovani za napredne servise za prenos podataka, mogu se odlučiti za realizaciju WLL pristupnih mreža upotrebom tehnologija iz mobilnih sistema druge generacije, čime bi se ostvarila značajna materijalna ušteda. S druge strane, biznis korisnici, mogu koristiti mobilne sisteme treće generacije, potrebne za prenos podataka velikim brzinama.

5. LITERATURA

[1] Miroslav L. Dukić, Dejan S. Vujić, *Telekomunikacione pristupne mreže*, Elektrotehnički Fakultet Beograd, 2005. god.

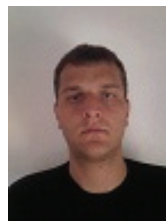
[2] David Trinkwon, *Technology of Fixed Wireless Access*, Columbia University, New York City, 1996.

[3] Vladanka Aćimović-Raspopović, Vesna Radonjić, *Tarifiranje u mrežama naredne generacije*, PosTel2008, Beograd, 2008. godine

[4] www.iec.org

[5] www.telekomsrpske.com

Kratka biografija:



Zoran Marčeta rođen je u Mrkonjić Gradu 1986. godine. Fakultet tehničkih nauka upisao je kao redovan student 2004. god. na odseku za Saobraćaj- smer: Poštanski Saobraćaj i Telekomunikacije. Diplomski-master rad odbranio je 2009. godine.

АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА САОБРАЋАЈА НА САОБРАЋАЈНИЦИ СУБОТИЧКИ БУЛЕВАР У НОВОМ САДУ

ANALYSIS AND PREDICTION OF TRAFFIC ON THE THOROUGHFARE SUBOTICA BOULEVARD IN NOVI SAD

Зоран Тојић, Ратомир Врачаревић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У раду је дат приказ стања саобраћаја на изграђеној деоници Суботичког булевара и прогноза саобраћаја на потезу од петље "Нови Сад Север" до државног пута I реда Рума-Нови Сад, са новим мостом преко Дунава.

Abstract – This thesis showcases current state of the traffic patterns on the already built section of the Subotički boulevard as well as prediction of pattern for the planned section from "Novi Sad Sever" highway intersection to the first class public road Ruma-Novı Sad with new bridge across the Danube.

Кључне речи: Суботички булевар, анализа саобраћаја, прогноза саобраћаја.

1. УВОД

Развој насеља и градова доводи до пораста саобраћаја као и сложености његовог одвијања на путевима, улицама и њиховим укрштањима. Са порастом броја становника град расте просторно и умножавају се његови садржаји а његова улога као „основног чиниоца“ урбаног простора, расте. Пораст саобраћаја условљен је порастом степена моторизације и повећањем мобилности становништва што представља основну карактеристику данашњих градова. Највеће тешкоће у одвијању саобраћаја на мрежи густо насељених средина, изазване нормалним порастом саобраћаја, јављају се на укрштањима (раскрсницама и чвориштима) главних градских правца а најјачи саобраћајни токови дуж саобраћајница примарне мреже.

2. ПОЛОЖАЈ И ПЛАНИРАНА ФУНКЦИЈА СУБОТИЧКОГ БУЛЕВАРА

Планирана траса Суботичког булевара [1] на северу полази од аутопута Е-75 (Суботица-Нови Сад-Београд) изградњом нове петље, чиме би се створио нови улазни правац у град. Наставак трасе ишао би ободним делом градског насеља Клиса, прелазио би канал Дунав-Тиса-Дунав, секао се са Руменачким путем, пругом и улазио у градско језгро пресецајући

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из дипломског-мастер рада чији ментор је био др Ратомир Врачаревић, ред. проф.

улицу Корнелија Станковића и Булевар Војводе Степе. Даље би пресецао Футошки пут затим ишао према Дунаву где би се секао са Булеваром Цара Лазара. Изградњом новог моста на Дунаву који је такође планиран Генералним планом, булевар би се спајао са обилазницом око Сремске Каменице а самим тим и магистралним путем М21 према Руми.



Слика 1. Генерални план Новог Сада до 2021. -планирана путна и улична мрежа-

Прва фаза израдне овог булевара је завршена, и она је тренутно у функцији. То је деоница дужине од 970м . која полази од Булевара Цара Лазара до Футошког пута. Пошто на том потезу нису решени сви имовинско-правни односи са власницима парцела у непосредној близини, садашњи изглед саобраћајнице није коначан-

У плану је да булевар има по три саобраћајне траке у оба смера, плус две траке за режимски саобраћај. Он ће бити широко и изразито комотно постављен. Нема дилеме да ће Суботички булевар бити атрактиван – шири од Булевара ослобођења, а нижи по спратности. самим тим комфорнији. Суботички булевар ће представљати неки унутрашњи саобраћајни прстен, узевши да даље можете ићи околу Новог Насеља, поред Железничке станице, кејом, па опет до Булевара цара Лазара. Ово је веома важна "обилазница" из правца Суботице, јер транзитни саобраћај који долази из тог правца у Нови Сад неће морати да иде кроз центар већ по ободу града. Исто је планирано и за прилаз из правца Београда (обилазница око Роковог потока). Идеја је да се

генерално растерети саобраћај у ужем градском језгру, а уједно и да се створе предуслови за економско јачање делова града кроз које пролази.

3. АНАЛИЗА САОБРАЋАЈА НА ОСНОВНОЈ ПУТНОЈ И УЛИЧНОЈ МРЕЖИ НОВОГ САДА

За анализу саобраћаја Суботичког булеvara као дела основне путне и уличне мреже Новог Сада коришћени су подаци добијени бројањем саобраћаја на спољном кордону [2], бројањем саобраћаја на мостовима у Новом Саду, затим подаци добијени регистравањем саобраћаја помоћу аутоматског бројача у улици Војводе Степе.

Подаци добијени на спољном кордону приказани су у следећој табели.

Табела 1. Бројање саобраћаја на спољном кордону у периоду од 6:00-18:00 h

Локација	Улаз у Нови Сад	Излаз из Новог Сада	Укупно
1. М-21 Парагово	2802	3079	5881
2. М-7 Футог	6121	5607	11728
3. Р-102 "Матијевић"	5172	4971	10143
4. М-22.1 Римски шанчеви	5234	5216	10450
5. М-7 Радун	10094	11919	22013

На основу података из Табеле 1., примећујемо да су најоптерећенији прилази из правца магистралног пута М-7 (Радун) и магистралног правца М-7 (Футог). Такође, смер из правца Новог Сада је знатно оптерећенији на локацији М-7 (Радун), док је на локацијама М-7 (Футог) и Р-102 ("Матијевић") оптерећенији смер ка Новом Саду. Закључујемо да највећи обим спољног и транзитног саобраћаја који оптерећује градску мрежу долази са северних прилаза у град. Изградњом Суботичког булеvara и његовим повезивањем са аутопутем Е-75 створиће се нови прилаз у град, самим тим доћи ће до растерећења садашњих прилаза. На тај начин доће до растерећења уличне мреже у северном делу града, а транзитни и теретни саобраћај ће се изместити на булевар.

Тренутно на Дунаву постоје три моста: Мост Слободе, Варадински мост и Друмско железнички мост (Жежељев мост) који повезују Нови Сад са јужном сремском страном, и три моста на каналу Дунав-Тиса-Дунав који повезују централно градско језгро са северним делом града, пре свега са аутопутем и државним путевима првог и другог реда.

Најоптерећенији мостови у Новом Саду су Мост Слободе и Варадински мост. Жежељев мост, оштећен приликом бомбардовања Србије 1999. год, прихвата најмањи обим саобраћаја. Међутим структура саобраћаја на том мосту је знатно другачија него на другим мостовима. Учешће теретних возила процентуално је много веће него на другим мостовима. Генералним планом Новог Сада до 2021.

године и последњом Студијом саобраћаја која је рађена 2006. године предвиђа се обнова Жежељевог моста и изградња новог друмског моста који ће се настављати на Улицу Цара Лазара и спајати са тунелом који ће пролазити испод Петроварадинске тврђаве. На тај начин саобраћај на мосту Варадинска дуга ће се растеретити. Предвиђено је да се сав моторни саобраћај премести на нови мост а да преко Моста Дуге саобраћају само возила ЈПП-а. Такође, као што је већ поменуто до 2023. године планирана је изградња моста на Дунаву у продужетку Суботичког булеvara, чиме ће овај булевар постати једна од најзначајнијих саобраћајница у Новом Саду.

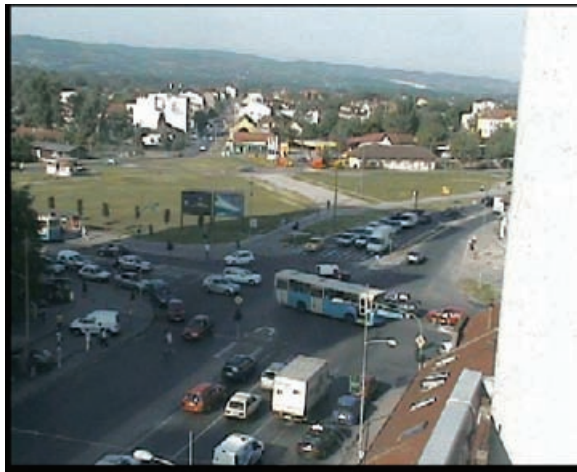
На основу података добијених помоћу аутоматског бројача у Улици Војводе Степе добили смо да је интензитет саобраћаја на овој саобраћајници веома висок са протоком возила од 27.558 возила у оба смера у периоду од 24 h, при чему је учешће теретних возила веома интензивно.

Висок интензитет саобраћаја на овој саобраћајници може се објаснити чињеницом да заједно са Улицом Корнелија Станковића, Партизанском и Темеринском улицом остварује везу са аутом путем Е-75 тако да ова улица тренутно има улогу обилазног прстена око централног градског језгра, и прихвата велики део теретног и транзитног саобраћаја. Након повезивања Суботичког булеvara са аутопутем Е-75 значајно ће се растеретити потез од аутопута. Уштеде у времену путовања корисника су главне користи које се очекују од изградње Суботичког булеvara.

4. СНИМАЊЕ САОБРАЋАЈА НА СУБОТИЧКОМ БУЛЕВАРУ

За утврђивање обима и структуре саобраћаја на деоници Суботичког булеvara извршено је снимање саобраћаја на раскрсници Суботички булевар-Булевар Цара Лазара/Булевар Цара Душана-Улица Иве Андрића и раскрсници Футошки пут-Суботички булевар. Искуства у истраживању саобраћаја у градовима на овом подручју показују да су карактеристике кретања најуждначеније у јесењим и пролећним месецима, тј. као меродавним месецима сматрају се април и мај у пролеће као и септембар и октобар на јесен. Такође ни сваки дан у недељи није подједнако меродаван за анализу саобраћајног оптерећења. Сматра се да су уторак, среда и четвртак дани погодни за анкетање и бројање саобраћаја. Из тог разлога снимање је вршено видео камером у уторак 19.04.2009 и четвртак 21.05.2009 год, у јутарњем периоду од 7:00h-10:00h и поподневном периоду од 14:00h-17:00h. Организација снимања обухватала је комплекс значајних послова од чијег квалитета зависио је у великој мери и сам резултат. На првом месту је било потребно утврдити временске пресеке снимања који ће у потпуности репрезентирати карактеристични вршни период. Затим је извршено детаљно упознавање са уличном мрежом односно подручјем истраживања, одређивање најповољније позиције за камеру. У оба случаја снимање је вршено са одређење висине како би сви прилази били видљиви и како би се остварило што већи угао погледа и што већа прегледност саме раскрснице. У циљу

спречавања померања камере, иста је фиксирана на постоље приликом снимања.



Слика 2. Снимак раскрснице

4.1. Раскрсница Футошки пут-Суботички булевар

Подаци добијени бројањем саобраћаја на раскрсници Футошки пут-Суботички булевар сређени су у табелама на основу којих је добијен график интензитета саобраћаја у временском периоду снимања (график 1.)

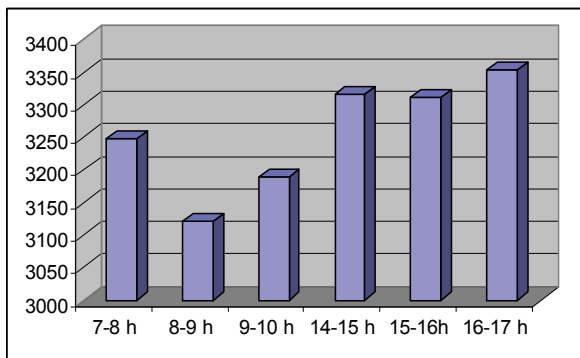
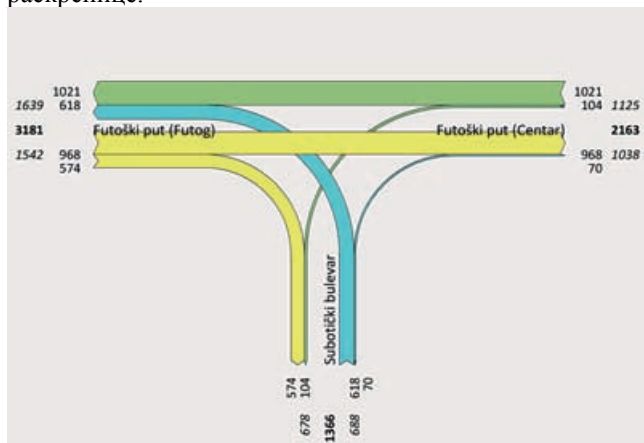


График 1. Временска расподела интензитета саобраћаја

На основу графика примећујемо да је вршни сат у периоду од 16-17h, и за тај сат прилажемо слику интензитета саобраћаја по прилазима посматране раскрснице.



Слика 3. Интензитет саобраћаја на раскрсници Футошки пут/Суботички булевар у периоду 16-17h

4.2. Раскрсница Суботички булевар-Булевар Цара Лазара/Булевар Цара Душана-Улица Иве Андрића

На основу података добијених бројањем саобраћаја на раскрсници Суботички булевар-Булевар Цара Лазара/Булевар Цара Душана-Улица Иве Андрића у периоду од 7-10h и од 14-17h, добијамо график .

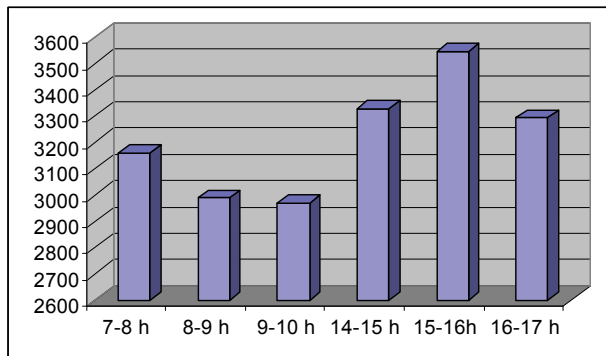
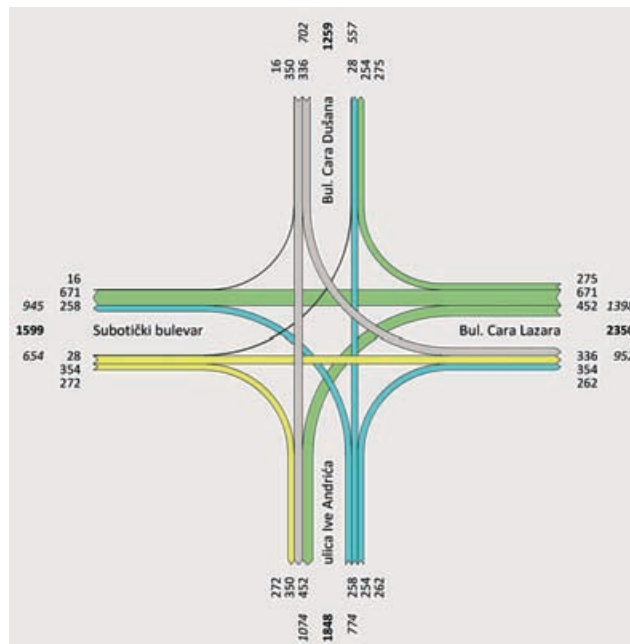


График 2. Временска расподела интензитета саобраћаја

На овој раскрсници највећи интензитет саобраћаја забележен је у периоду 15-16h, односно тај временски интервал је вршни сат. Приложена је слика интензитета саобраћаја по прилазима ове раскрснице за вршни сат.



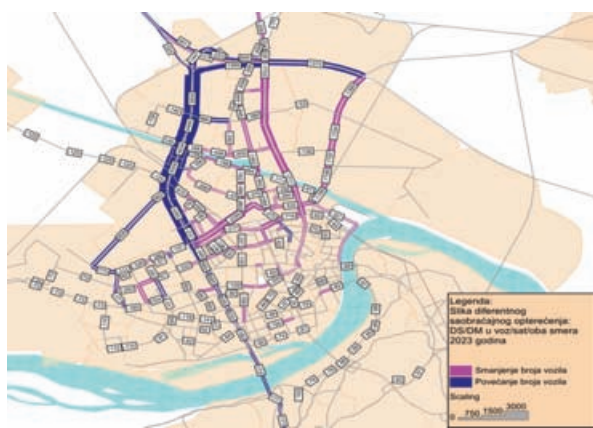
Слика 4. Интензитет саобраћаја на раскрсници Суботички булевар-Булевар Цара Лазара/Булевар Цара Душана-Улица Иве Андрића у периоду 15-16h

5. ПРОГНОЗА САОБРАЋАЈА

Веома је важно саобраћајну студију која се ради на нивоу градског подручја ускладити са важећим генералним планом, док је прогнозу потребно ускладити са динамиком и приоритетом изградње саобраћајне путне и уличне мреже заједно са предвиђеним роковима. На тај начин могуће је формирати моделе и алтернативе прогнозе који ће реално репрезентовати будуће оптерећење саобраћајне мреже. Две основне фазе које се одвијају приликом израде модела за прогнозу саобраћаја су:

- формирање информационе основе и дефинисање (калибрација) модела постојећег стања,
- израда варијанти и алтернатива мреже за планирани период, тестирање и вредновање алтернатива и дефинисање услова за израду генералног пројекта.

Напредовањем софтверске технике, пре свега употребом географских информативних система у планирању саобраћаја, омогућено је постојање програмских пакета на основу којих је могуће вршити прогнозу и симулацију будућег саобраћаја. Тренутно најпознатији програмски пакет који се користи у планирању саобраћаја јесте PTV VISUM и VISSIM. Саобраћајна студија која је рађена за деоницу Суботичког булеvara од Улице Корнелија Станковића до ауто-пута управо је рађена техничком подршком ових програмских пакета.



Слика5. Диферентно саобраћајно оптерећење путне и уличне мреже Новог Сада 2023. године.

Прогноза саобраћаја на посматраном делу Суботичког булеvara на деоници од Футошког пута до Булеvara Цара Лазара рађена је методом фактора раста за поподневни вршни сат. Поподневни вршни сат на основу анализа показао се као меродаван за целу градску мрежу. Прогноза је рађена за три временска пресека до 2033. године. Битно је нагласити да је прогнозирани обим саобраћаја за тренутно стање изграђености саобраћајне мреже у окружењу посматраних раскрсница. Приказаћемо матрице оптерећења за одговарајуће вршне сате по прилазима на сниманим раскрсницама за 2023. годину.

Табела 6. Матрица оптерећења раскрснице Футошки пут-Суботички булевар 2023. године

	Прилаз 1	Прилаз 2	Прилаз 3	укупно
Прилаз 1	-	1590	162	1752
Прилаз 2	1507	-	894	2401
Прилаз 3	109	962	-	1071
укупно	1616	2552	1056	5224

У циљу утврђивања ефеката изградње саобраћајнице, односно утицаја на промену оптерећења саобраћајне мреже града извршена је и диферентна симулација саобраћаја у периоду вршног оптерећења. Слика нам показује на који начин ће изградња Суботичког

Булеvara утицати на смањење оптерећења градске мреже у периоду када се цела планирана деоница заврши.

Табела 7. Матрица оптерећења раскрснице Суботички булевар-Булевар Цара Лазара/Улица Цара Душана-Улица Иве Андрића 2023. године

	Прилаз 1	Прилаз 2	Прилаз 3	Прилаз 4	укупно
Прилаз 1	-	428	1045	704	2177
Прилаз 2	523	-	25	545	1093
Прилаз 3	551	44	-	424	1018
Прилаз 4	408	396	402	-	1205
укупно	1482	867	1472	1672	5494

6. ЗАКЉУЧАК

Значај Суботичког булеvara јесте у томе што тренутно стање на градској мрежи у ужем градском центру није задовољавајуће, пре свега због чињенице да не постоје могућности да се те саобраћајнице прошире. Суботички булевар значајно би умањео обим саобраћаја на њима, пре свега транзитног саобраћаја који тренутно нема другу алтернативу.

Највеће ефекте изградње осетио би северни део града пре свега улице Корнелија Станковића, Булевар војводе Степе који тренутно у Новом Саду прихвата највећи део теретног саобраћаја. Очекује се да булевар прихвати и до 2.300 аутомобила у оба смера у периоду вршног оптерећења.

Руменачки пут знатно би се ослободио транзитног саобраћаја. Следећа по интензитету растерећења била би деоница Корнелија Станковића-Партизанска улица-веза са каћком петљом и аутопутем Е-75. Затим Темерински и Сентандрејски пут. Изградњом Суботичког булеvara доћи ће и до смањења саобраћаја у централном делу града, а то су улице: Јована Суботића, Јаше Томића, Булевар краља Петра I, Јеврејска-Футошка.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] ЈП Завод за урбанизам Нови Сад, "Генерални план града Новог Сада до 2021. године", децембар 1999.
- [2] Р.Врачаревић, А.Јевђенић, В.Драгосавац, И.Дорчић, "Саобраћајна студија за изградњу Суботичког булеvara од Улице Корнелије Станковић до везе са саобраћајним чвором „Нови Сад Север“ на аутопуту Е-75", март 2009.

Кратка биографија:

Зоран Тојић је рођен у Тузли 1984. године. Дипломски-мастер рад на факултету техничких наука из области Планирање саобраћаја – Анализа и прогноза саобраћаја на саобраћајници Суботички булевар у Новом Саду, одбранио је 2009. године.

Проф. др Ратомир Врачаревић је рођен у Београду 1944. године. Докторирао је на Саобраћајном факултету у Београду 1990. године, редован професор је на Факултету техничких наука у Новом Саду.

**ISTRAŽIVANJE POTREBA ZA BEŽIČNIM ŠIROKOPOJASNIM PRISTUPOM U
OPŠTINI STARA PAZOVA****RESEARCH OF THE NEEDS FOR THE WIRELESS BROADBAND ACCESS IN THE
MUNICIPALITY OF STARA PAZOVA**

Dušanka Danilović, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Željko Janković, *Telekom Srbija a.d., Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu dat je kratak uvod u bežične širokopojasne komunikacije, a zatim je predstavljena analiza istraživanja potreba za bežičnim širokopojasnim pristupom u opštini Stara Pazova.

Abstract – In the following paper a brief introduction to the wireless broadband communications is given, followed by the research and analysis of needs for the wireless broadband access in the municipality of Stara Pazova.

Ključne reči: WiMAX, DSL, širokopojasni pristup

1. UVOD

Globalizacija i nagli razvoj informacionih tehnologija doprinose sve većoj potrebi korisnika za širokopojasnim pristupom podacima, govornim i video servisima. Sa prednostima kao što su brza izgradnja mreže i brz povratak uloženog kapitala, širokopojasni bežični sistemi za pristup predstavljaju jedno od najprihvatljivijih rešenja operatera za izgradnju mreže.

Međunarodni standard IEEE 802.16 (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) definiše WiMAX tehnologiju (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) kao jedno od najnaprednijih rešenja za bežične pristupne mreže.

**2. UVOD U BEŽIČNE ŠIROKOPOJASNE
KOMUNIKACIJE**

Bežične širokopojasne komunikacije su deo telekomunikacione industrije savremenog vremena. Podjednako i bežične i širokopojasne komunikacije doživljavaju brzo masovno prihvatanje. Tržište bežičnih mobilnih servisa je raslo od 11 miliona pretplatnika u svetu do više od 2 milijarde 2005. godine. Tokom istog perioda, Internet se razvio u čudesan akademski alat koji ima milijardu korisnika.

Ovako snažan rast tražio je veću brzinu pristupa Internet servisima, paralelno vodeći do prihvatanja širokopojasnog servisa. Na slici 1. dat je prikaz rasta broja korisnika širokopojasnih tehnologija u svetu. Za manje od jedne decenije, broj pretplatnika širokopojasnih komunikacija u svetu povećao se sa gotovo nula na više od 200 miliona. Da li će kombinacija praktične bežične komunikacije sa bogatim performansama širokopojasne biti naredna granica razvoja industrije?

NAPOMENA:

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

Hoće li takva kombinacija biti tehnički i komercijalno održiva? Mogu li se bežično isporučivati širokopojasne aplikacije i servisi koji su od interesa za krajnje korisnike? Mnogi industrijski analitičari veruju da hoće. Sledi pregled stanja širokopojasnog pristupa danas.

Digitalna pretplatnička linija (*Digital Subscriber Line-DSL*) koja pruža širokopojasne usluge preko dvožičnih telefonskih parica i kablovski modem, koji pruža usluge preko koaksijalnog kabla TV opreme, prevladavaju na masovnom tržištu širokopojasne pristupne tehnologije danas.

Cilj obe ove tehnologije jeste da obezbeđuju protok podataka od nekoliko megabita u sekundi za svakog korisnika i kontinuirano napreduju ka mogućih nekoliko desetina megabita u sekundi.

Šta su to bežične širokopojasne komunikacije?

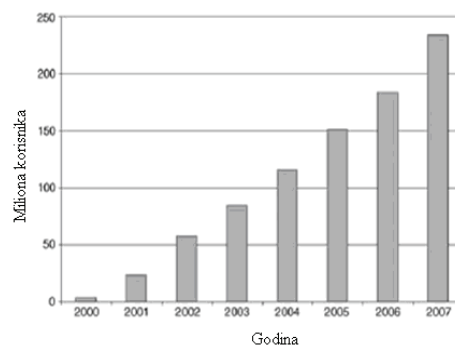
Širokopojasne bežične komunikacije išle su od iskustva u širokopojasnim komunikacijama ka bežičnom kontekstu, koje nude korisnicima određene povlastice i korist. Postoje dve osnovne vrste širokopojasnih bežičnih servisa.

Prvi tip su pokušaji da se obezbedi skup servisa sličnih tradicionalnom *broadband-u* sa fiksnim linijama, ali korišćenjem *wireless-a* (bežični) kao medijuma za prenos. Ovaj tip, nazvan fiksni širokopojasni bežični servis (*fixed wireless broadband*) može biti konkurentna alternativa DSL-u ili kablovskom modemu.

Drugi tip bežičnog širokopojasnog servisa, nazvan mobilni širokopojasni servis (*mobile broadband*), nudi dodatnu funkcionalnost prenosivosti i mobilnosti.

Mobilni *broadband* će pružiti nove širokopojasne aplikacije korisnicima sa različitim cenama ponude.

WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) tehnologija je koncipirana tako da daje mesto i fiksnim i mobilnim aplikacijama.



Slika 1. Korisnici širokopojasnih tehnologija širom sveta

3. ISTRAŽIVANJE POTREBA ZA BEŽIČNIM ŠIROKOPOJASNIM PRISTUPOM

Ovo istraživanje sprovedeno je na teritoriji opštine Stara Pazova i to u mestima Stara Pazova, Nova Pazova i Vojka, a učestvovala su 73 fizička lica.

Celokupna analiza podeljena je na tri segmenta:

1. Opšti podaci
2. Podaci o Internetu
3. Podaci o ostalim uslugama

3.1. Opšti podaci

Najviša završena škola

Tabela 3.1: Prikaz najviše završene škole ispitanika

	osnovna	srednja	viša	fakultet
muškarci	2	35	4	/
žene	1	23	6	2
UKUPNO	3	58	10	2

Broj članova domaćinstva

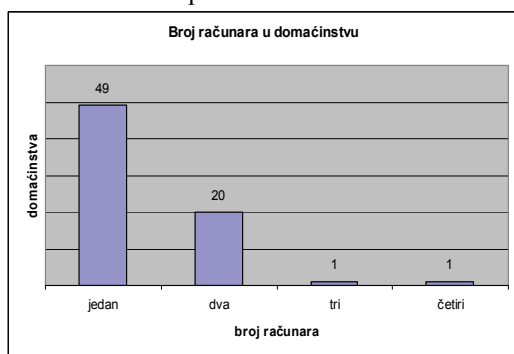
Prosečan broj članova domaćinstva obuhvaćenih istraživanjem je 3,7.

Broj računara u domaćinstvu

Na ovo pitanje odgovor nije dalo 2 ispitanika, a ostali rezultati su predstavljeni na slici 2. Prosečan broj računara u domaćinstvima je 1,3.

Broj televizora u domaćinstvu

Svako domaćinstvo u proseku ima 2 televizora.



Slika 2. Grafički prikaz broja računara u domaćinstvu

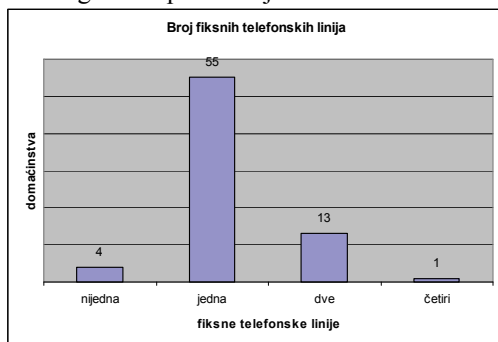
Broj fiksnih telefonskih linija u domaćinstvu

Prosečan broj fiksnih telefonskih linija po domaćinstvu je 1,2.

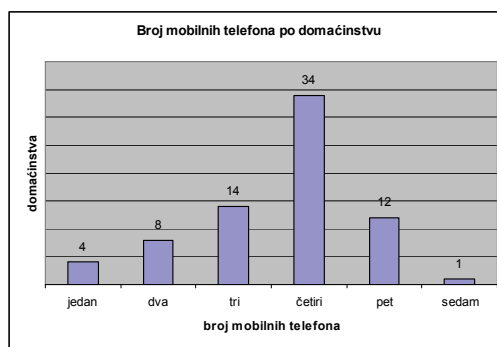
Broj mobilnih telefona u domaćinstvu

Prosečan broj mobilnih telefona po domaćinstvu je 3,6. Kako je prosečan broj članova po domaćinstvu 3,7, zaključujemo da skoro svaki član domaćinstva ima po jedan mobilni telefon.

Rezultati su grafički predstavljeni na slikama 3. i 4.



Slika 3. Grafički prikaz broja tel. linija po domaćinstvu

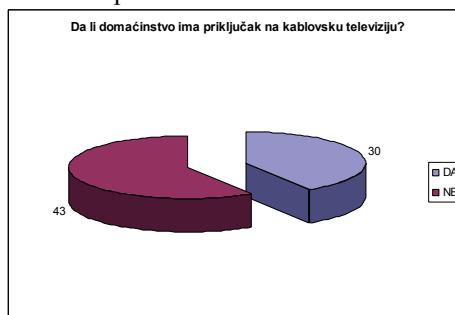


Slika 4. Grafički prikaz broja mobilnih telefona po domaćinstvu

Priključak na kablovsku televiziju

Kablovska televizija dostupna je stanovnicima Stare i Nove Pazove. Provajder ove usluge je „Kopernikus Technology Group“.

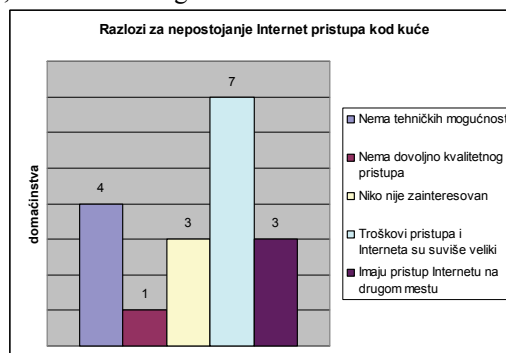
Dakle, uzimajući u obzir da kablovska televizija nije zastupljena na celoj teritoriji opštine Stara Pazova, dobijeni rezultati prikazani su na slici 5.



Slika 5. Grafički prikaz broja priključaka kablovske televizije

3.2. Podaci o Internetu

Na pitanje *da li domaćinstvo ima pristup Internetu kod kuće*, 57 ispitanika je dalo potvrdni odgovor. Preostalih 16 ispitanika je odgovorilo da nemaju pristup Internetu kod kuće, a neki od razloga za to dati su na slici 6.

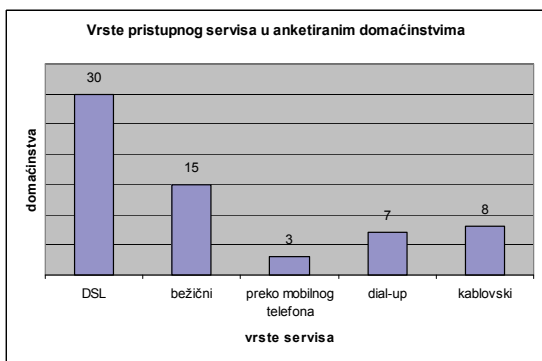


Slika 6. Grafički prikaz razloga za nepostojanje Internet pristupa kod kuće

U nastavku analize podataka o Internetu uzeti su u obzir isključivo podaci onih 57 ispitanika koji su na prethodno pitanje dali potvrdni odgovor.

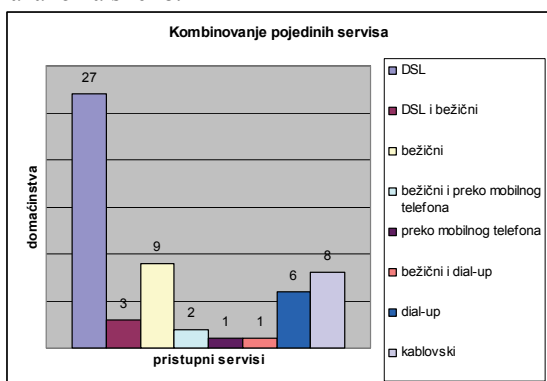
Na pitanje *kako ostvarujete pristup Internetu kod kuće*, svi ispitanici su odgovorili „preko računara“, dok je njih 6 odgovorilo „i preko računara i preko mobilnog telefona“.

Analiza *vrsta pristupnog servisa* koje se koriste u domaćinstvima obuhvaćenih anketama data je na slici 7.



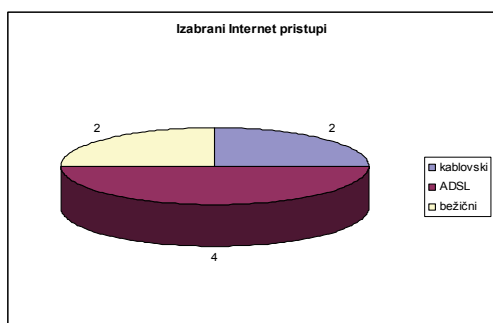
Slika 7. Grafički prikaz vrsta pristupnog servisa

Pojedini servisi koriste se u kombinaciji sa drugima, što je prikazano na slici 8.

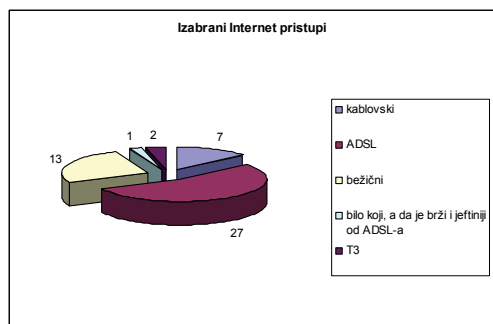


Slika 8. Grafički prikaz kombinacija različitih pristupnih servisa

Na pitanje *ukoliko biste mogli da birate, koji biste pristup Internetu izabrali i zašto* odgovarali su i ispitanici koji **nemaju pristup Internetu kod kuće**, kao i oni koji **imaju pristup Internetu kod kuće**, a rezultati su dati na slikama 9. i 10.



Slika 9. Internet pristupi ispitanika koji nemaju pristup kod kuće



Slika 10. Internet pristupi ispitanika koji imaju pristup kod kuće

Projektovane brzine prenosa podataka za **kablovski Internet** čiji je provajder na teritoriji opštine Stara Pazova „Kopernikus Technology Group“ su: **1024 kbps, 1536 kbps, 2048 kbps i 3072 kbps**.

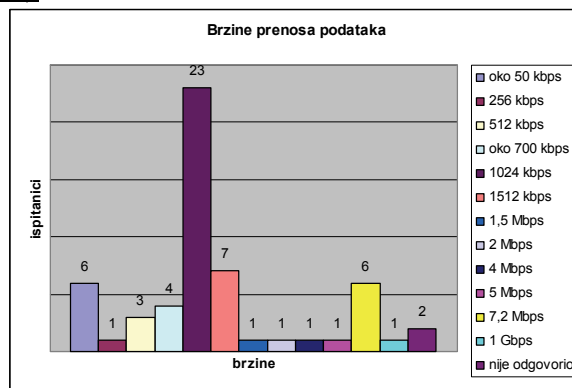
Za **ADSL** kompanije „Telekom Srbija“ brzine za *download* podataka su: **1024 kbps, 2048 kbps, 4096 kbps**.

Bežični Internet koji je u upotrebi na teritoriji ove opštine je uglavnom onaj koji nude kompanije „Telenor“ i „Telekom Srbija“, a postoje i neki manji provajderi ove usluge, a to su: Neobee, Vojvodinaonline, Pazovica i Abakus.

Teoretska brzina za bežični Internet koga nudi „Telenor“ je **3,6 Mbps**, dok je MTS-ov **7,2 Mbps**.

Dial-up pristup Internetu pruža **56 kbps** brzinu prenosa podataka i to za analognu telefonsku liniju (PSTN), dok je za digitalnu telefonsku liniju (ISDN) brzina nešto veća i iznosi **64 kbps** za jedan kanal, odnosno **128 kbps** za dva kanala.

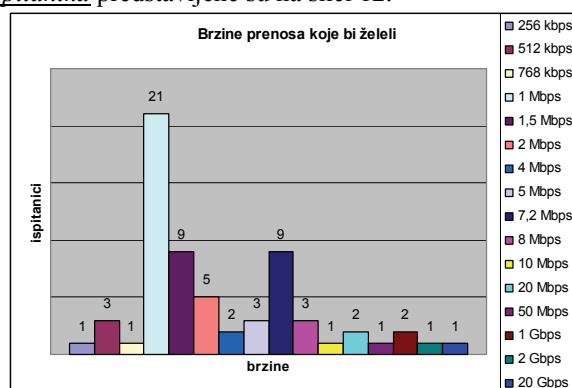
U skladu sa ovim podacima na slici 11. predstavljeni su podaci *brzina prenosa koje ispitanici koriste sada (u kući)**.



Slika 11. Grafički prikaz brzina prenosa podataka

* sve navedene brzine se odnose na *download* podataka

Brzine prenosa podataka koje bi zadovoljile potrebe ispitanika predstavljene su na slici 12.

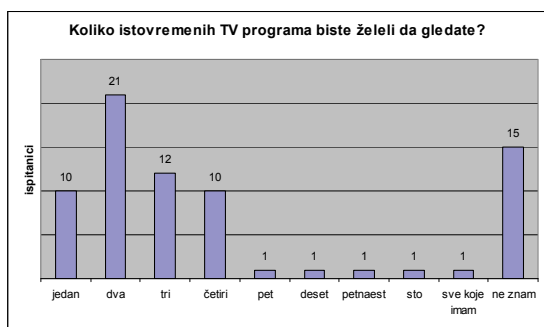


Slika 12. Grafički prikaz brzina prenosa podataka koje bi ispitanici želeli

3.3. Podaci o ostalim uslugama

U proseku se po domaćinstvima gleda **16,3 televizijska programa**, a voleli bi da imaju na raspolaganju **45 programa** (takođe prosečno po domaćinstvu).

Što se tiče mogućnosti *istovremenih TV programa*, ispitanici su se izjasnili kao na slici 13.



Slika 13. Grafički prikaz broja istovremenih TV programa

U proseku to je **3,5** programa po domaćinstvu.

O tome da li ih interesuje moгуćnost gledanja bilo kog filma ili programa u trenutku kada oni to odaberu, čak **68** ispitanika je dalo potvrđan odgovor, dok je ostalih **5** odgovorilo sa „ne“.

Cenu koju bi platili za ovu uslugu je **300 dinara** (prosečno po domaćinstvu), dok je njih **17** reklo da ne zna koja bi to cena bila.

Na pitanje da li biste za televiziju visoke rezolucije platili od 500 do 1500 dinara, odgovori su na slici 14.



Slika 14. Grafički prikaz zainteresovanosti ispitanika za HDTV

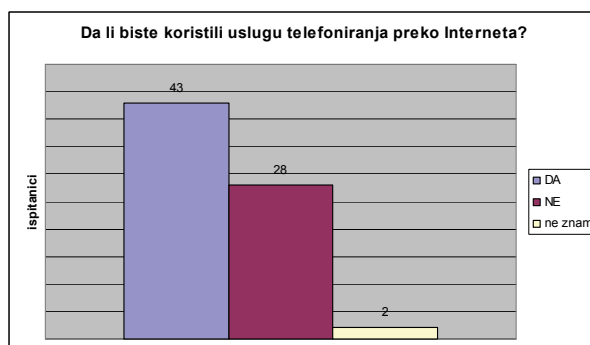
Što se tiče korišćenja usluge telefoniranja preko Interneta, rezultati su gotovo podjednaki, što se vidi na slici 15.

Od 37 ispitanika koji su koristili ovu uslugu, njih **14** je redovno koriste, dok ostalih **23** samo ponekad telefoniraju preko Interneta.



Slika 15. Grafički prikaz broja ispitanika u odnosu na uslugu telefoniranja preko Interneta

Na pitanje da li biste koristili uslugu telefoniranja preko Interneta koja je jeftinija od klasične, ali je slabijeg kvaliteta, odgovori su dati na slici 16.



Slika 16. Koliko ispitanika je zainteresovano za uslugu telefoniranja preko Interneta

4. ZAKLJUČAK

Bežična tehnologija, iako je mnogi smatraju nužnim rešenjem, predstavlja oblast koja danas ima najveću stopu razvoja na polju telekomunikacija.

Veruje se da će WiMAX predstavljati jedno od najboljih rešenja koje će moći da podrži veliki broj korisnika opslužujući ih različitim servisima. Za oblasti koje su do sada slabo pokrivene žičnom infrastrukturom, očekuje se da WiMAX omogući širok spektar servisa poslovnim i rezidencijalnim korisnicima snižavajući servisne troškove.

Standard IEEE 802.16 i WiMAX Forum, koji mu bez sumnje obezbeđuje uspeh na tržištu, obezbediće dalji porast bežičnih mreža, dajući beneficije svima, od proizvođača do krajnjeg korisnika.

Sigurno je da će neko vreme ova tehnologija raditi uporedo sa postojećim xDSL i kablovskim distributivnim servisima, u poređenju s kojima ima niže cene uvođenja.

5. LITERATURA

- [1] Jeffrey G. Andrews, Arunabha Ghosh, Rias Muhammed, *Fundamentals of WiMAX; Understanding Broad-band Wireless Networking*, Prentice Hall Communications Engineering and Emerging Technologies Series, Februar 2007.
- [2] G.S.V. Radha Krishna Rao, G. Radhamani, *WiMAX: A Wireless Technology Revolution*, Auerbach publications, 2008.
- [3] Daniel Sweeney, *WiMAX Operator's Manual: Building 802.16 Wireless Networks*, Apress, 2006.

Kratka biografija:



Dušanka Danilović rođena je u Zemunu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti poštanskog saobraćaja odbranila je 2009.god.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

MOBILNOST I NAČINSKA RASPODELA PUTOVANJA PO ČLANOVIMA DOMAĆINSTAVA SREMSKIH KARLOVACA

MOBILITY AND MEANS OF TRAVEL DISTRIBUTION PER MEMBER OF HOUSEHOLD IN SREMSKI KARLOVCI

Nikola Knežević, Milomir Veselinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Sadržaj – U ovom radu, vršeno je istraživanje putem ankete domaćinstava u Sremskim Karlovcima na uzorku od 3.37% od svih domaćinstava. Zadatak je bio da se utvrdi mobilnost i načinska raspodela putovanja svakog člana domaćinstva. Cilj istraživanja je da se utvrdi koliko su članovi domaćinstva zavisni od javnog prevoza i pored toga što domaćinstva poseduju putnički automobil. I koji je intezitet korišćenja svakog vida prevoza i za koju svrhu putovanja. Da posedovanje automobila ne utiče na intezitet korišćenja javnog prevoza. Na kraju analiziranjem podataka dobijen je odnos korišćenja javnog i invidualnog prevoza. I korisno je za dalju analizu i poboljšanje javnog prevoza.

Abstract - In this paper, we observe research with household opinion poll in Sremski Karlovci on 3.37 % sample of all household. The task is to affirm mobility and means of travel distribution per member of household. The goal of research in household is to established how much members of household is conditional with public transportation, besides of possessed automobiles. And which magnitude is of travel distribution, and purpose of traveling. Possession of automobiles didn't affect of magnitude travels with public transportation. At last, with data analyzing we obtain relations between using public transportation and automobiles. Is useful for further analysis and improvement of public transportation.

1. UVOD

Zadatak saobraćajnog sistema je spajanje udaljenih prostora sa gradom i njihovim sadržajem, a trebalo bi da pospešuje društveno – ekonomski razvoj gradova i realizaciju programa kompleksnog uređenja gradskog prostora.

Prigradski putnik je zavistan od javnog gradskog prevoza, jer za većinu putnika svrha putovanja jeste putovanje prema gradu.

Zbog udaljenosti putnik ne može da ostvari putovanje pešačenjem i biciklističkim prevozom i zato se koriste sredstva invidualnog i javnog prevoza što zahteva pružanje višeg kvaliteta sistema javnog prevoza putnika za zadovoljenje potreba putnika iz prigradskih naselja.

Ako putnici putuju samo 1-2 puta nedeljno iz prigradskog u gradsko naselje, onda se mora povećeti kvalitet javnog prevoza putnika. Viši kvalitet povećava mobilnost

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Milomir Veselinović.

postojećih i novih putnika i proces urbanizacije prigradskih naselja.

2. KVALITET SISTEMA JPP

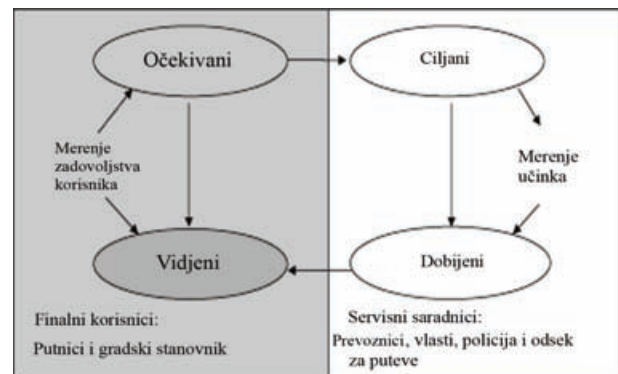
Kvalitet sistema JGPP-a predstavlja nivo pokrivenosti gradske teritorije mrežom linija javnog prevoza, usklađenost prevoznih kapaciteta sa prevoznim zahtevima, brzina vozila JGPP-a itd. [1]

2.1. Okvir kvaliteta usluge u JGPP-a

Okvir kvaliteta dobija se iz serija veza između dva sveta sa jasnim karakterističnim tačkama gledišta (slika 1), svet korisnika i saradnika.

To je takođe bazirano na četiri karakteristične polazne tačke:

- Očekivani kvalitet
- Ciljani kvalitet
- Dobijeni kvalitet
- Viđeni kvalitet [4]



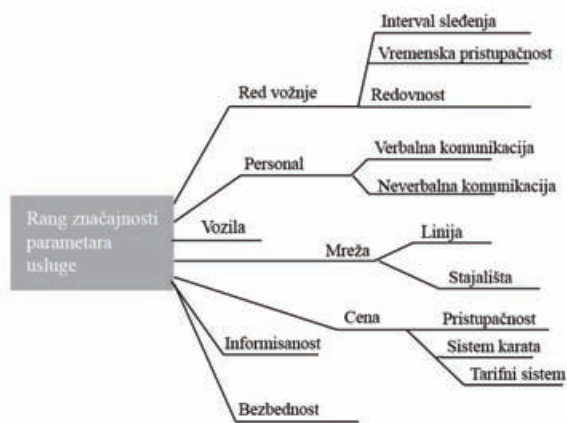
Sl 1. Okvir kvaliteta na nivou sistema javnog prevoza.

Izvor: AFNOR

2.3. Stepen značajnosti parametara prevozne usluge

U dosadašnjim istraživanjima kvaliteta prevozne usluge je da korisnici sistema javnog prevoza ne pridaju isti značaj svim parametrima kvaliteta. Prema kategoriji korisnika (zaposleni, đaci i studenti, penzioneri) različiti su parametri kvaliteta kojima se pridaje značaj. [3]

Prema nekim istraživanjima na gradskim linijama u Novom Sadu, dobijen je sledeći rang (slika 2) značajnosti željenog kvaliteta prevozne usluge za zaposlene. [3]



Sl 2. Ragranata struktura ranga značajnosti parametara kvaliteta usluge sa aspekta korisnika.

2.4. Pristupačnost naselja kao mera kvaliteta prevoza

Pristupačnost za sistem javnog prevoza može biti mereno:

- prostor kao faktor ograničenja
- vremenom kao faktor ograničenja
- cenom prevoza kao faktor ograničenja [3]

3. ELEMENTI LINIJE

Linija javnog gradsko putničkog prevoza definisana je sa dve grupe elemenata:

- statički elementi linije
- dinamički elementi linije

3.1 Statički elementi linije

Utvrđuju se u postupku izrade saobraćajnog projekta linije. Osnovni statički elementi linije su:

- trasa linije,
- dužina linije
- terminusi
- stajališta
- gravitaciono područje linije

3.2. Dinamički elementi linije

Dinamički elementi linije utvrđuju se redom vožnje koji se menja periodično. Dinamički elementi istovremeno predstavljaju i značajne parametre kvaliteta JGPP-a. Osnovni dinamički elementi linije su sledeći:

- broj vozila na liniji u karakterističnom periodu vremena,
- vreme obrta i putovanja u karakterističnom periodu vremena [1]

4.PLANIRANJE PUTOVANJA

4.1 Anketa

Anketa u domaćinstvima sprovodi se na slučajno izabranom uzorku. Veličina zavisi od veličine grada, odnosno broja stanovnika posmatranog područja.

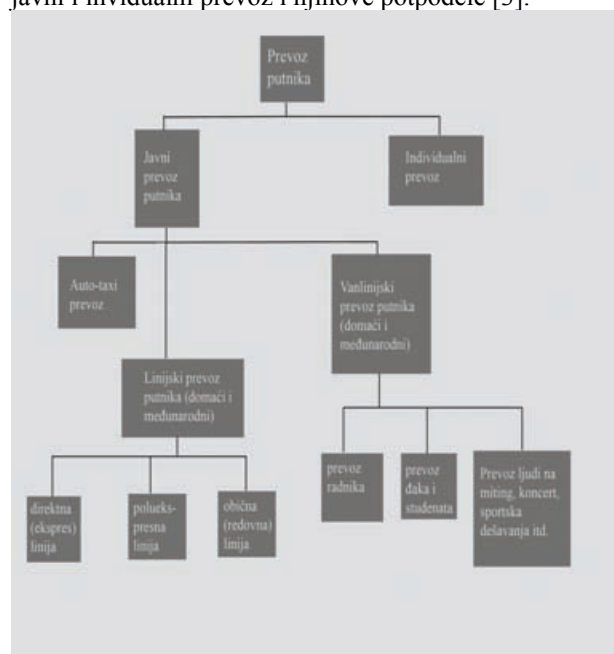
Za grad koji ima 160.000 stanovnika preporučljivi uzorak je 10.0 a minimalni 3.0, pa za veličinu uzorka možemo uzeti bilo koju vrednost iz intervala od 3-10 % (npr. 6 %). Spisak domaćinstava koje treba anketirati je najčešće lista korisnika iz elektrodistribucije ili registar stanovnika iz SUP-a, razvrstano po saob. zonama [2].

4.2. Raspodela putovanja po sredstvima

Zavisi od veličine grada, topografskih uslova. Učešće pešačkih putovanja je obrnuto proporcionalno veličini grada (u manjim gradovima radijusi kretanja su manji; javni prevoz ima malu učestalost; na nedovoljnom je stepenu razvijenosti; što utiče da se i ona kretanja koja su inače neugodna obavljaju na ovaj način. U ravničarskim gradovima primećuje se znatno veće učešće ostalih vidova prevoza (npr. bicikli). [3]

4.3- Osnovna podela prevoza putnika

Na slici 3. vidi se osnovna podela prevoza putnika na javni i inividualni prevoz i njihove potpodele [3].



Sl 3. Podela prevoza putnika

4.4 Mobilnost

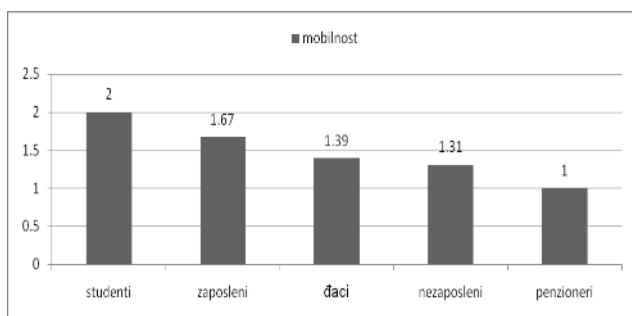
Pokazatelj putem kojeg je moguće sagledati obim putovanja na posmatranom području. Na mobilnost stanovnika (prosečan dnevni broj putovanja po stanovniku) utiču:

- socio-ekonomske k-ke stanovnika
- stepen motorizacije
- veličina grada
- struktura gradskih sadržaja i sl...

Mobilnost u našim gradovima kreće se između 2.2 i 2.5 putovanja bez obzira na veličinu grada i raste sa porastom stepena motorizacije [1].

5. PUTOVANJE IZ I ZA SREMSKE KARLOVCE

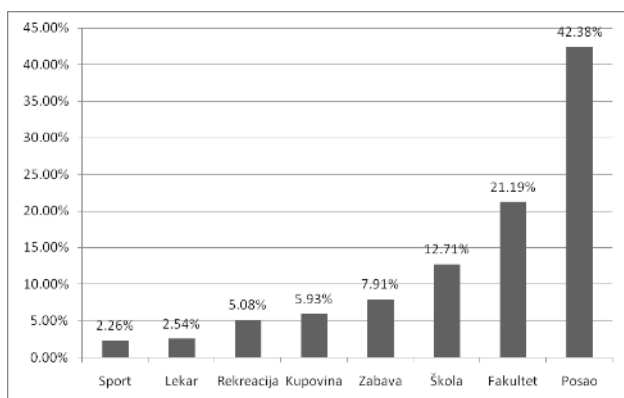
5.1. Mobilnost i načinska raspodela putovanja stanovnika Sremskih Karlovaca



Sl 4. Dnevna mobilnost stanovnika

5.2. Svrha putovanja

Najveći broj putovanja ostvaren je za svrhu odlaska na posao čak 42.38 % od svih ostvarenih putovanja, pa u školu i fakultet (slika 5). Najmanji broj se ostvario za potrebe odlaska na sportke aktivnosti i za lekara. Svakodnevne obaveze su vezane za posao i obrazovanje, dok za neke svrhe putovanja se ne putuje svaki dan, kao što su zabava, poseta porodici, lekar itd.



Sl 5. Procentualni udeo svrha putovanja od ukupno svih putovanja

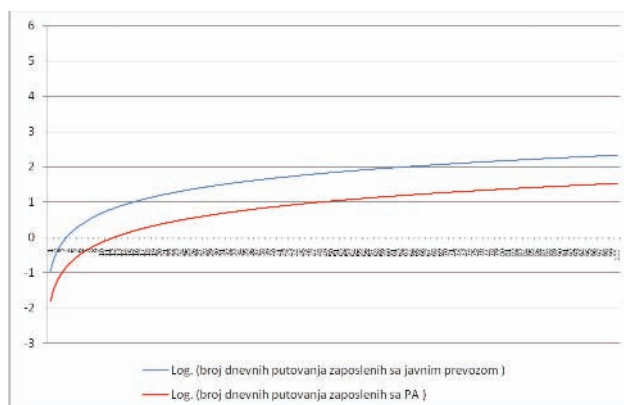
5.3. Putnički automobili, vozačke dozvole u domaćinstvima i putovanje javnim prevozom

Prema anketi broj putničkih automobila na 1000 stanovnika jeste 237. Prosečan broj putničkih automobila po jednom domaćinstvu je 0.89, i prosečno 0.65 članova koristi svakodnevno PA.

Na slici 6. vidi se logaritam dnevnih putovanja zaposlenih lica sa javnim prevozom i invidualnim prevozom.

5.4 Korišćenje putničkog automobila i javnog prevoza

Prikazan je odnos (slika 7) svakodnevnog korišćenja JGP i putničkog automobila. Kao što se vidi (slika 7) đaci, nezaposleni i penzioneri samo koriste usluge javnog prevoza da bi izvršili svakodnevna putovanja.



Sl 6. Logaritmi putovanja zaposlenih sa JP i PA

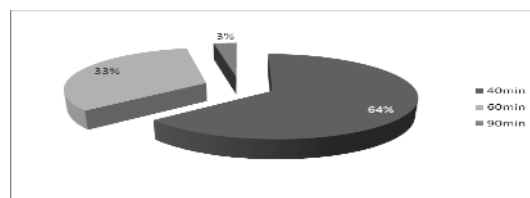
Čak 91.07% studenata svakodnevno koristi javni prevoz. Dok je kod zaposlenih taj odnos oko dve trećine u korist javnog prevoza, i zaposleni imaju najviše potrebe za svakodnevnim korišćenjem PA.



Sl 7. Procentualni odnos svakodnevnog korišćenja prevoza

5.5. Predlog noćne linije 61NK za Sremske Karlovce

Prema anketi domaćinstava 64% se slaže sa predlogom da noćna linija ide na 40 minuta (slika 8)

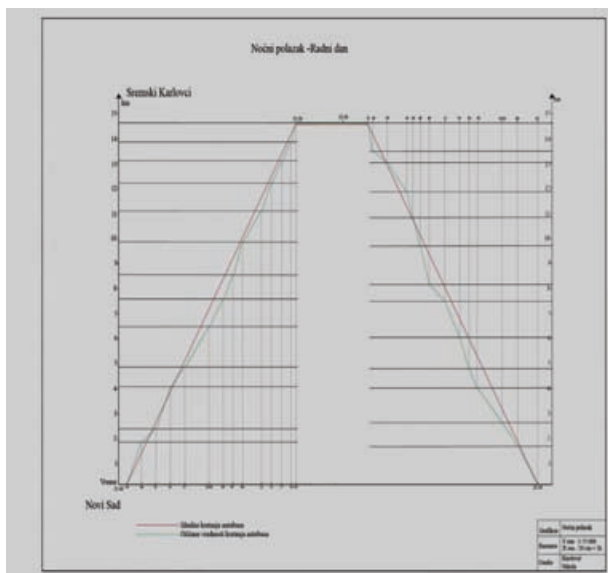


Sl 8. Odgovori za predlog noćne linije

Red vožnje noćne linije bi se realizovao sa dva vozila u periodu od 24h i do 05h. Realizovalo bi se 6 polazaka radnim danima za Sremske Karlovce, a vikendom bi se realizovalo 7 polazaka i prema statičkim elementima i izračunatom redu vožnje za svako stajalište duž linije dobijamo 24h opsluživanje naselja Sremskih Karlovaca sa gradom..

Na slici 9 vidi se grafikon jednog postojećeg polaska iz Novog Sada u 22.45 (u postojećem redu vožnje linije 62) i povratak u 23:35 (ovaj polazak je u postojećem redu vožnje linije 61) – turnus u GSP-u pod M-12, a polazak iz Novog Sada u 22:55 se nalazi u predlogu noćne linije.

Ispod se vidi (slika 9) kriva idealnog kretanja i kriva dobijena očitavanjem tahografa.



SI 9. Grafikon postojećeg polaska

Dobijena su odstupanja od 1 do 4 minute po stajalištu od idealnih preporučenih vremena. Vremena polaska bi stajala na svakom stajalištu, a sa prevoznikom bi se napravio ugovor da može postojati odstupanje od ± 2 min dolaska po svakom stajalištu. Zadržavanje po svakom stajalištu je od 10 – 15 sekundi, jer je obavezan ulazak na prva vrata zbog plaćanja naknade za putovanje.

6. MERE POBOLJŠANJA KVALITETA PREVOZNE USLUGE NA PRIGRADSKIM LINIJAMA ZA SREMSKE KARLOVCE

Sa sledećim merama koje će se navesti u ovom radu želi se podići kvalitet javnog prevoza putnika za Sremske Karlovce:

- Uvođenje noćne linije;
- Uvođenje zglobnih autobusa u popodnevnom špicu;
- prigradska železnička linija Novi Sad – Sremski Karlovci;
- Uvođenje linijskog taksija;
- Sniženje pojedinačne cene karte u jednom smeru;
- Uvođenje jedinstvenog tarifnog sistema JTS.

Cilj istraživanja je sagledavanje mobilnosti i načinske raspodele putovanja stanovnika Sremskih Karlovaca. Potreba putovanja stanovnika sa individualnim prevozom ili javnim prevozom. I da se poveća kvalitet povećanjem broja polazaka za isti broj putnika. Za postojeći broj putnika broj polazaka je zadovoljavajući, ali sa aspekta kvaliteta potrebno je više polazaka.

U cilju dobijanja rezultata izabran metod je anketa 100 domaćinstava, što ujedno čini uzorak 3.37% od svih domaćinstava po popisu. Prvi set pitanja je opšteg tipa i odnosi se na socio-demografske karakteristike ispitanika. Drugi i treći set pitanja u anketi su specifičnog tipa, koji pružaju nekoliko ponuđenih odgovora poređanih određenim redom.

7. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena analiza domaćinstava i utvrđeno je na određenom slučajno izabranom uzorku da je javni prevoz glavni vid prevoza većine stanovnika Sremskih Karlovaca i da njihova mobilnost upravo zavisi od reda vožnje javnog prevoza. Potreban je razvoj GSP-a i poboljšanje usluge za prigradsku liniju Novi Sad – Sremskih Karlovci. Može se očekivati i povećanje mobilnosti sa povećanjem stanovništva.

Kvalitetnijom organizacijom prigradskog prevoza za Sremske Karlovce proces urbanizacije opštine Sremski Karlovci bi se razvijao i time bi se povećavala vrednost nekretnina. Ne treba da postoje prepreke u vidu kvaliteta javnog prevoza za dalji razvoj i urbanizaciju Sremskih Karlovaca.

LITERATURA

- [1] “Organizacija i tehnologija javnog gradskog putničkog prevoza” Autor: prof. dr Radovan Banković
- [2] “Planiranje saobraćaja” Autor: Igor Hrehorovic
- [3] Diplomski rad 2008, Cerovac Dario .
- [4] Benchmarking and Quality Management in Public Transport www.eu-portal.net

Kratka biografija:



Knežević Nikola je rođen 1981. godine u Winterthuru, Švajcarska. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti javnog saobraćaja je odbranio 2009. godine



Milomir Veselinović rođen je u Bjeluša, Arilje 1945. godine. Doktorirao je na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu 1997. godine, a od 1998. je po zvanju docent. Oblast interesovanja je javni saobraćaj

SISTEM ZA AKVIZICIJU PODATAKA U REALNOM VREMENU U STAMBENOM OKRUŽENJU**REAL-TIME DATA ACQUISITION SYSTEM FOR BUILDING MANAGEMENT**Dario Goronja, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je konstrukcija uređaja koji čine sistem za akviziciju podataka u realnom vremenu u stambenom okruženju. Sistem se ugrađuje na potrošač konstantne potrošnje u vremenu i na njemu vrši akviziciju podataka u realnom vremenu. Opisan je uređaj za akviziciju podataka, uređaj za slanje prikupljenih podataka ka računaru i korisnički softver koji vrši prikaz i obradu prikupljenih podataka.

Ključne reči: akvizicija, EEPROM 24C04, PCF8583 sat realnog vremena, DCF77 modul, mikrokontroler PIC 16F628, MAX 232, XBee modul.

Abstract – In this paper a construction of device that is a part of system for acquisition of data in real time for home buildings, has been described. This device can be installed on electric consumer that have constant consumption of electrical power in real time, for acquisition data in real time. Also a device for sending those data to personal computer, and software for displaying and processing those data has been described.

Key words: acquisition, EEPROM 24C04, PCF8583 real time clock, DCF77 module, microcontroller PIC 16F628, MAX 232, Xbee module.

1. UVOD

Potreba za štednjom energije pre svega zahteva definisanje potrošača koji dovode do neracionalnog gubitka električne energije i njenog nepotrebnog trošenja, a zatim je potrebno koristiti te potrošače na optimalan način ili izvršiti njihovo zamenjivanje sa ekonomsko isplativijim.

Automatski sistemi upravljanja u zgradama (*building management*) i sistemi upravljanja u privatnim kućama (*smart house*) u mnogome doprinose u štednji energije jer na optimalan način koriste vodu, struju i energente za grejanje.

U narednom tekstu biće opisan sistem za prikupljanje podataka o količini potrošene električne energije, a zatim analizirajući te podatke moguće je zaključiti u kojim delovima stambenog okruženja dolazi do nepotrebnih gubitaka.

2. NAČIN FUNKCIONISANJA SISTEMA

Najosnovnija oprema koja je potrebna za ovaj sistem jeste jedan uređaj za prikupljanje podataka (slika 1.) i jedan uređaj za prenos tih podataka ka računaru (slika 2.)

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila dr Gordana Ostojić, docent.

Sistem je namenjen za akviziciju podataka sa potrošača koji imaju konstantnu potrošnju električne energije u vremenu (električne sijalice, bojleri itd). Akvizicija se vrši tako što sistem beleži trenutak vremena kada je potrošač uključen ili isključen. Ti podaci se beleže u EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) memoriju uređaja za prikupljanje podataka.



Slika 1. Uređaj za prikupljanje podataka

Pored uređaja za prikupljanje podataka, bilo je potrebno realizovati i uređaj za prenos podataka koji uz pomoć ZigBee protokola preuzima prikupljene podatke i smešta ih u memoriju računara. Taj deo sistema funkcioniše tako što na zahtev korisnika podaci se preuzimaju iz memorije uređaja za prikupljanje podataka i šalju se ka računaru na dalju obradu, preko uređaja za prenos podataka. ZigBee protokol je korišćen iz razloga što omogućava laku instalaciju sistema i jednostavan prenos podataka.



Slika 2. Uređaj za prenos podataka

Za slučaj, što je i najverovatnije da se meri potrošnja na više potrošača, tada se po jedan uređaj za prikupljanje podataka instalira na svaki potrošač i prilikom preuzimanja prikupljenih podataka, uređaj za prenos podataka prvo preuzima adresu svakog potrošača i na osnovu toga beleži podatke na željeno mesto u memoriji računara.

Za dalju obradu primljenih podataka kreiran je korisnički softver koji omogućava detaljnu analizu i grafički prikaz tih podataka.

2.1. Opis uređaja za akviziciju podataka

Uređaj za prikupljanje podataka se sastoji od dve elektronske pločice koje se nalaze jedna iznad druge radi smanjenja gabarita samog uređaja (slika 3.). Uređaj može da se podeli u šest modula:

1. Napajanje za uređaj (5V).
2. Releji.
3. Xbee modul.
4. Kalendar (sastoji se iz modula DCF77 i PCF8583).
5. EEPROM memorija.
6. Mikrokontroler PIC 16F628 i njegovo okruženje.

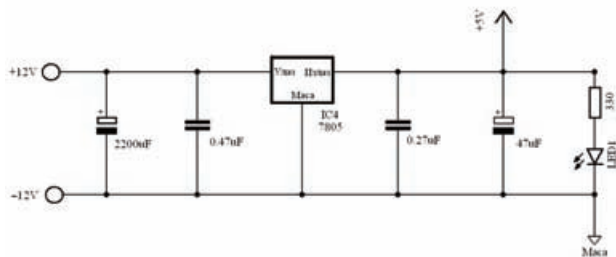
Gornja elektronska pločica se preko dve muške kontaktne letvice od po četiri iglice spaja sa donjom pločicom. Na donjoj pločici se nalazi napajanje, sat realnog vremena (real time clock PCF8583), EEPROM memorija i releji. Dok na gornjoj se nalazi mikrokontroler i Xbee modul. Gornja elektronska pločica dobija napajanje sa donje preko kontakta 4 (masa) i kontakta 8 (+5V). Ostali kontakti su za prenos informacija između mikrokontrolera i ostalih modula.



Slika 3. Montaža gornje elektronske pločice na donju

2.1.1. Napajanje uređaja za prikupljanje podataka

Napajanje (220V/50Hz) se dobija direktno sa potrošača na koji je povezan uređaj za prikupljanje podataka. Naizmenično napajanje se preko transformatora pretvara u 12V/50Hz pa se dalje taj napon preko grecovog spoja ispravlja, a zatim filtrira preko stabilizatora napona 7805 [1]. Na izlazu 7805 se dobija napon od 5V/1A koji je pogodan za napajanje samog uređaja. Na slici 4. je prikazana električna šema napajanja sa 7805 stabilizatorom napona.

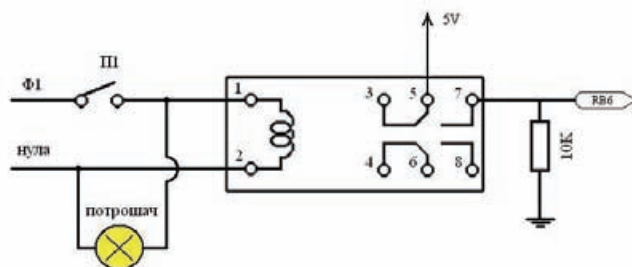


Slika 4. Električna šema za stabilizator napona 7805

2.1.2. Releji

Releji koji je korišćen u ovom radu ima oznaku Goodsky EMI-SS-2230A. Releji ima dva para kontakata. Svaki par poseduje dva stanja, normalno zatvoreno i normalno otvoreno. Špulna releja se direktno priključuje na prekidač

(slika 5) kojim se aktivira potrošač, tako da releji šalje signal mikrokontroleru kada je potrošač uključen ili isključen.



Slika 5. Električna šema povezivanja releja

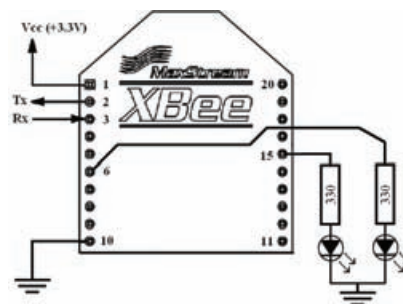
2.1.3. Xbee modul

Xbee modul (slika 6.) je proizvod firme Digi International Inc [2]. Ovaj modul je ugrađen u uređaj za prikupljanje i u uređaj za prenos podataka (slika 7.), jer se sa ovim modulom vrši bežični prenos podataka.



Slika 6. Prikaz Xbee modula sa različitim antenama

Xbee modul koristi napajanje od 3.3V tako da je uz pomoć stabilizatora napona TS1084 potrebno 5V prilagoditi na potrebnih 3.3V. Komunikacija se odvija tako što mikrokontroler preko RS232 protokola šalje informacije Xbee modulu, koji preko ZigBee/IEE 802.15.4 protokola prenosi informaciju do drugog Xbee modula u uređaju za prenos podataka, zatim se ponovo RS232 protokolom informacija prosleđuje računaru



Slika 7. Način povezivanja Xbee modula

2.1.4. Kalendar

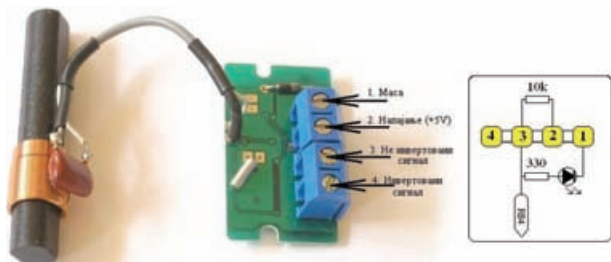
Projektovanje sistema zahtevalo je i projektovanje kalendara iz razloga što se podaci o vremenu dobijaju sa dva modula i trebalo je izvršiti prilagođavanje podataka između njih, a da se pri tome ne zauzme previše programske memorije u mikrokontroleru. Moduli koji su korišćeni za podatak o vremenu su:

1. DCF77 prijemnik.
2. PCF8583 sat realnog vremena.

2.1.4.1. DCF77 prijemnik

U slučaju da je podatak o trenutnom vremenu od izuzetne važnosti, tada nije moguće koristiti interni časovnik

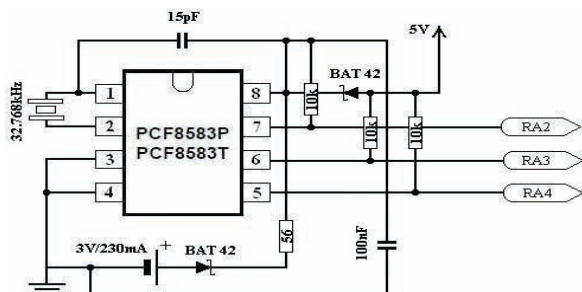
računara, jer je njegova greška ± 6 minuta u periodu od godinu dana. Zbog toga, kada se radi o trenutnom vremenu ne samo kod računara nego u opšte, postoje radio stanice koje stalno emituju podatak o trenutnom vremenu. U našem regionu postoji radio stanica u Nemačkom gradu Mainflingenu koja emituje radio signal na 77.5kHz i pokriva područje oko 2000km u poluprečniku. Vreme koje radio stanica šalje je kontrolisano atomskim časovnikom. Da bi se ovaj signal primio i pretvorio u digitalni, koristi se DCF77 prijemnik [3] prikazan na slici 8.



Slika 8. Izgled DCF77 prijemnika i način povezivanja sa mikrokontrolerom

2.1.4.2. PCF8583 sat realnog vremena

PCF8583 časovnik/kalendar [4] je zasnovan na 2048 statičkom RAM-u (*Random-Access Memory*). Adrese i podaci se prenose preko dvožične bidirekcionne I²C (*Inter-Integrated Circuit*) magistrale. PCF8583 se podešava automatski preko DCF77 prijemnika. Mikrokontroler koristi vreme sa PCF8583 modula da bi zabeležio u EEPROM kada je došlo do uključivanja ili isključivanja prekidača. PCF8583 poseduje bateriju, tako da prilikom nestanka regularnog napajanja, vreme u časovniku se ne gubi.



Slika 9. Osnovna šema povezivanja PCF8583 sa mikrokontrolerom

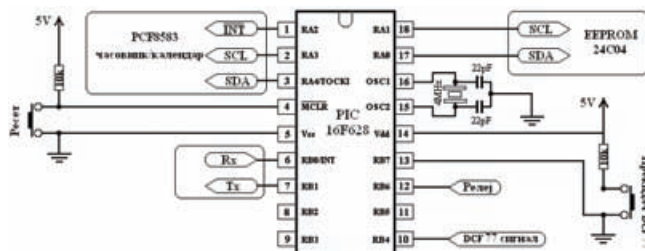
2.1.5. EEPROM 24C04

EEPROM 24C04 [5] je memorija kapaciteta 4kbit-a i koristi I²C protokol za komunikaciju sa mikrokontrolerom. Sa promenom stanja potrošača mikrokontroler uzima podatak o vremenu iz PCF8583 časovnik/kalendar i taj podatak beleži u EEPROM.

2.1.6 Mikrokontroler PIC 16F628

Mikrokontroler PIC 16F628 [6], [7], [8], [9] je 18-pinski mikrokontroler sa RISC arhitekturom. Zadatak mu je da vrši prilagođavanje podataka između modula i da kontroliše slanje informacija preko XBee modula ka računaru.

Na slici 10. prikazana je električna šema povezivanja PIC 16F628 sa njegovim osnovnim okruženjem i dodatnim modulima.



Slika 10. PIC 16F628 sa napajanjem i okolinom

2.2. Uređaj za prenos podataka

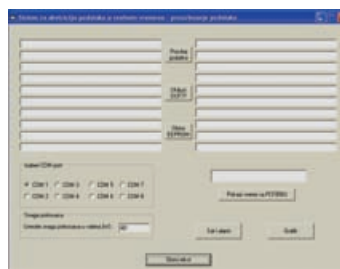
Kako samo ime kaže ovaj uređaj služi za preuzimanje podataka od uređaja za prikupljanje podataka i prenos tih podataka ka računaru. Uređaj za prenos podatak poseduje MAX232 integrisano kolo koje služi za prilagođavanje nivoa između XBee modula i računara. Napajanje dobija preko USB porta računara.

3. KORISNIČKI SOFTVER

Sve informacije koje prikuplja uređaj za prikupljanje podataka potrebno je prebaciti ka računaru. Zatim je potrebno te podatke prikazati, obraditi na određeni način i na kraju sačuvati za potrebe nekih daljih analiza. Podešavanja uređaja za prikupljanje podataka je potrebno ponekad proveriti ili uneti nova, u zavisnosti od situacije. Sve to bi bilo nemoguće bez korisničkog softvera.

3.1. Prijem i spremanje podataka

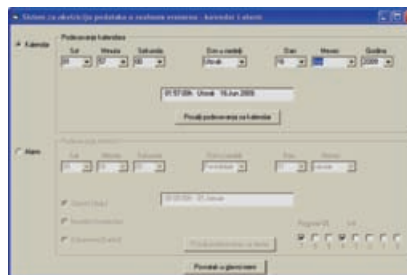
Prilikom pokretanja korisničkog softvera prvo se otvara ovaj korisnički interfejs. Na slici 11. je prikazan izgled ovog dela korisničkog interfejsa.



Slika 11. Izgled dela korisničkog interfejsa za preuzimanje podataka

3.2. Podešavanje sata i alarma

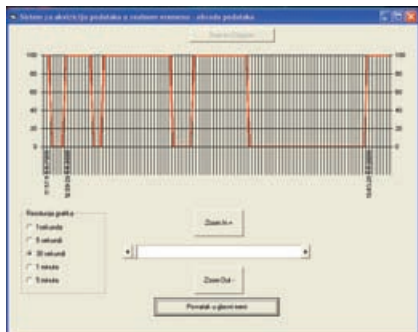
Sa ovim delom korisničkog softvera vrše se sva podešavanja PCF8583 časovnik/kalendar. Na slici 12. se može videti izgled ovog prozora. Ovaj prozor ima deo za podešavanje sata kao i deo za podešavanje alarma. Alarmom se reguliše koliko često mikrokontroler traži zahtev za automatsko korigovanje vremena preko DCF77 prijemnika.



Slika 12. Izgled dela korisničkog interfejsa za podešavanje PCF8583 časovnik/kalendar

3.3. Grafički prikaz dobijenih podataka

Iako akcenat ovog rada nije bio na projektovanju softvera za analizu podataka, ipak je kreiran deo korisničkog softvera koji grafički prikazuje električnu potrošnju potrošača i usput daje još par bitnih podataka o potrošnji, kao što su srednja potrošnja, vremenski period najveće kao i vremenski period najmanje potrošnje. Na slici 13. se može videti izgled ovog dela korisničkog softvera.



Slika 13. Izgled dela korisničkog interfejsa za grafički prikaz dobijenih podataka

4. ZAKLJUČAK

Osnovna namena sistema za akviziciju podataka u realnom vremenu je prikupljanje podataka o aktivnosti uređaja u stambenom okruženju. Ovaj sistem se ugrađuje vrlo jednostavno na sve merne objekte, a da pri tome ne narušava izgled postojećeg enterijera. Sistem je konstruisan tako da nije potrebno postavljati dodatne kablove za komunikaciju između uređaja, jer svi uređaji koriste bežičnu komunikaciju. Takva komunikacija, kasnije, omogućava korisniku da jednostavno i brzo preuzima prikupljene podatke.

Sistem je u potpunosti autonoman, jer posle početnih podešavanja, uloga korisnika više nije potrebna za samostalan rad sistema, već je dovoljno posle izvesnog vremena doći i preuzeti željene podatke. Tome u velikoj meri doprinosi DCF77 prijemnik koji omogućava da sistem sam podešava svoje vreme ukoliko proceni da je to potrebno.

Uređaj za prikupljanje podataka je po svojim gabaritima veoma mali i zadovoljava estetske kriterijume te ga je moguće ugraditi, kako u obične stambene objekte, tako i u motele, hotele itd. Zadovoljen je i kriterijum sa aspekta potrošnje energije koja je potrebna za rad samog uređaja, jer koristi svega 68mA struje pri maksimalnoj aktivnosti.

Sa ovakvim sistemom moguće je pratiti potrošnju električne energije u dužem vremenskom periodu i na kraju tu potrošnju analizirati. Sistem prati svaku promenu stanja potrošača i to beleži, tako da korisniku ostaje jedino da analizira podatke i da proceni gde je potrebno restriktivnije koristiti pojedine potrošače.

Dalje unapređenje ovog sistema moglo bi da se odvija u pravcu da se sistem prilagodi potrošačima, čija potrošnja u vremenu nije konstantna, tako da prati u vremenu svaku promenu potrošnje. Mogle bi se i gabaritne mere samog uređaja znatno smanjiti koristeći SMD (*Surface-Mount Devices*) komponente, što bi omogućilo da se uređaj ugradi u samo kućište potrošača čija se potrošnja meri (npr. kutija prekidača za svetlo). Takođe je moguće unaprediti i uređaj za prenos podataka, tako da prenos informacija i napajanje ide samo preko jednog kabla i to da bude USB kabl, jer ujedno ima napajanje. Na taj način bi se eliminisala potreba za serijskim kablom.

4. LITERATURA

- [1] http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/228/390068_DS.pdf
- [2] <http://www.rev-ed.co.uk/docs/XBE001.pdf>
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/DCF77>
- [4] http://www.interklasa.pl/portal/dokumenty/komp_w_szkole/programy/pcf8583.pdf
- [5] http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc0180.pdf
- [6] http://www.jaycar.com.au/images_uploaded/zz8520%20PIC16F628.PDF
- [7] Nebojša Matić, "Programski jezik Basic za PIC mikrokontrolere", Beograd, 2002
- [8] Nebojša Matić, "PIC mikrokontroleri", Beograd, 2003
- [9] Vojo Milanović, "PC interfejsi", Lajkovac, septembar 2005.

Kratka biografija:



Dario Goronja rođen je u Sisku 1984. god. U Novom Sadu završava srednju elektrotehničku školu. 2002 godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu gde završava diplomske – master studije iz oblasti mehatronike, robotike i automatizacije.

UPRAVLJANJE KLIMA UREĐAJIMA

CONTROL OF AIR CONDITIONERS

Dane Radaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – Mehatronika**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je princip rada uređaja i pratećeg softvera koji omogućava upravljanje klima uređajem korišćenjem računara, putem Internet servisa.

Ključne reči: upravljanje, klima uređaji, infra red komunikacija, SQL, ADO, .NET Frameworks

Abstract – This paper describe the hardware unit and software applications that allows control of an air conditioner unit with the computer via Internet services.

Key words: control, air conditioner, infra red communication, SQL, ADO, .NET Frameworks

1. UVOD

Sama ideja ovog diplomskog-master rada ima za cilj da se život modernog čoveka učini još komfornijim. Upotreba klima uređaja je postala vrlo rasprostranjena kako u poslovnim tako i u stambenim objektima. Komercijalni klima uređaji koji se mogu naći na tržištu pored svih pogodnosti koje nude, za sada još uvek nemaju mogućnost da se sa njima upravlja sa veće udaljenosti bez neposredne fizičke prisutnosti čoveka u prostoriji u kojoj se nalazi klima uređaj. Tema ovog rada je upravo inspirisana ovim problemom, odnosno kako omogućiti upravljanje klima uređajem sa veće udaljenosti bez neposrednog prisustva čoveka u blizini klima uređaja i na taj način proširiti mogućnost upravljanja klima uređajem.

2. KLIMA UREĐAJI

Klima uređaji su u komercijalnom smislu poznati preko 50 godina, ali su ipak u poslednjih nekoliko godina postali ekonomski opravdani i prihvatljivi široj populaciji. Krećući se u smeru zadovoljavanja potreba kupaca napravljena su brojna tehnička unapređenja, poboljšani je kvalitet uređaja, a zbog masovne proizvodnje smanjena cena. Pojam klima uređaj ili klimatizacija najčešće vezujemo samo za rashladni sistem, iz razloga što je to u početku bila jedina njihova funkcija. Danas se međutim pod pojmom klimatizacije podrazumevaju sledeće funkcije:

Hlađenje: klima uređaji omogućavaju snižavanje temperature u prostoriji i pružaju preciznu kontrolu temperature. Uvek možete stvoriti okruženje u kojem se osećate prijatno, uz izbor odgovarajuće temperature. Ne samo da stvaraju komfor, već se uz njih osećate svežije i poboljšani su uslovi za rad čak i u najekstremnijim spoljnim uslovima.

NAPOMENA:

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

Grejanje: klima uređaji mogu obezbediti i grejanje. Standardno mogu da rade i kao toplotna pumpa koja omogućuje grejanje, pri spoljnoj temperaturi iznad -5 stepeni C. U kvalitetnijim uređajima je inverter sistem koji omogućuje grejanje i na temperaturama iznad -15 stepeni. Na ovaj način omogućava komfor, ali i optimalne ulsove za rad uz konstantnu temperaturu tokom cele godine, bez obzira na spoljne uslove. Takođe predstavlja ekološki prihvatljiva alternativa za tradicionalne načine grejanja zbog toga što energiju spoljnog vazduha prenosi u unutrašnjost prostora.

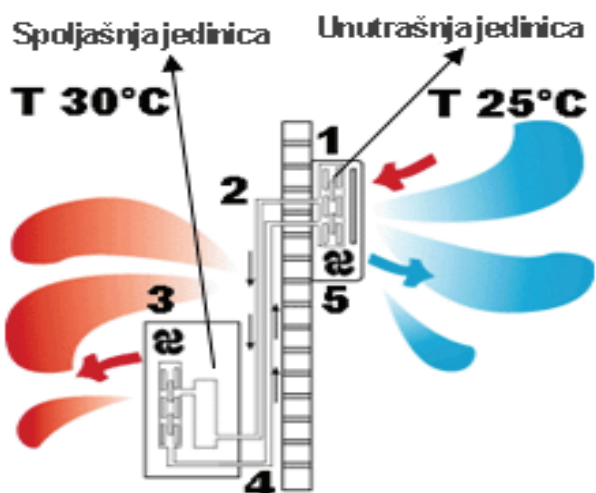
Prečišćavanje: Uređaji sadrže posebne filtere koji apsorbuju prašinu, dim i ostale nečistoće iz vazduha i tako mogu proizvesti svež, čisti vazduh. Mogu posedovati i polen filter koji se preporučuje osobama sa alergijama, i jonizator.

Odvlaživanje: U režimu hlađenja klima uređaj može održavati određenu vlažnost vazduha, pružajući osećaj kvalitetnijeg i svežeg vazduha. Pravilna vlažnost vazduha sprečava širenje plesni (buđi) i lišajeva što takođe povoljno utiče na osobe sa alergijama. Smatra se da je 40-60% prijatna vlažnost vazduha za ljudski organizam.

Ventilacija: Klima uređaji mogu posedovati funkciju ventilacije. Uzimajući vazduh iz unutrašnjosti prostorije klima uređaj ga zamenjuje sa spoljnim – svežim vazduhom koji zatim ubacuje u prostoriju. U međusezoni, kada grejanje/hlađenje nije potrebno, ventilacija može raditi zasebno i biti vrlo korisna.

Princip rada klima uređaja svodi se na apsorbovanje toplotne energije sa jednog mesta i prenošenje na drugo. Takav proces zahteva sistem od bar jedne unutrašnje i jedne spoljašnje jedinice, međusobno povezane bakarnim cevima za protok rashladnog fluida i kablovima za komunikaciju i napajanje [1]. Rad klima-uređaja je zasnovan na tzv. levokretnom kružnom Karnoovom procesu freona koji kroz sistem kruži u zatvorenom ciklusu. Pri tome, freon menja agregatno stanje. Danas su međutim umesto freona u klima uređajima u upotrebi razni rashladni fluidi koji se koriste a osnova im je metan CH₄ ili etan C₂H₆ gde se pojedini H atom zamenjuje hlorom, fluorom, bromom ili nekim halogenim elementom. Postoji nekoliko različitih tipova klima uređaja kao što su: centralni, split sistemi, prozorski i pokretni (portable) klima uređaji.

Split sistemi su najzastupljeniji, karakteriše ih laka montaža, održavanje, rukovanje i masovna proizvodnja pa je srazmerno tome relativno niska cena i velika popularnost poslednjih godina. Split sistemi su nezavisni, autonomni uređaji, i sastoje se iz spoljne i jedne ili više unutrašnjih jedinica [1]. Princip transfera toplote prilikom hlađenja kod klima split sistema prikazan je na slici 1.



Slika 1. Princip razmene toplote prilikom hlađenja kod split sistema

3. KOMUNIKACIJA SA KLIMA UREĐAJEM

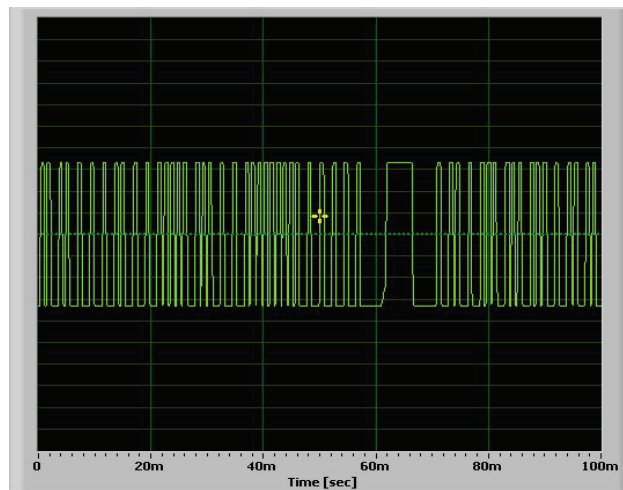
Prilikom zadavanja komande klima uređaju najčešće zadajemo željenu temperaturu u prostoriji, ili sam režim rada klima uređaja. Uobičajen način komunikacije odnosno zadavanje naredbi klima uređajem ostvaruje se preko daljinskog upravljača. Ovde se radi o infra red (infra crvenoj) komunikaciji jer pritiskom na dugme daljinskog upravljača, kontroler u samom daljinskom upravljaču generiše binarnu povorku impulsa, koja pobuđuje infra red predajnik. Generisane povorke impulsa razlikuju se u zavisnosti od pritisnutog dugmeta na daljinskom upravljaču, odnosno za svaku komandu ova povorka impulsa je različita i predstavlja svojevrstan binarni kod. Ovakav infra crveni kod detektuje prijemnik na klima uređaju koji je najčešće izveden kao infra red tranzistor. Primljeni signal predajnik pretvara u električni i prosleđuje ga kontroleru koji upravlja sa radom celog klima uređaja.

Na osnovu primljenog signala koji je u osnvi binarni kod kontroler prepoznaje komandu koju smo zadali preko daljinskog upravljača i u zavisnosti od stanja na senzorima izdaje naredbu izvršnim elementima klima uređaja, ili podešava parametre regulacije.

3.1. Snimanje i reprodukcija infra red signala

Da bi smo uspešno poslali komandu klima uređaju potrebno je preko infra red predajnika koji je povezan na zvučnu karticu personalnog računara poslati identičan infra red signal sa signalom koji emituje predajnik daljinskog upravljača za datu komandu. Ovo je izvedeno na taj način što je sekvenca infra red signala, koja u sebi nosi binarni kod koji prijemnik prepoznaje kao naredbu snimljena preko elektronskog kola sa infra red prijemnikom koje je povezan na mikrofonski ulaz zvučne kartice personalnog računara. Osnovu ovog elektronskog kola koje je korišćena za snimanje infra crvenog signala čini SFH5110 infra red prijemnik. Ova komponenta se najčešće koristi kao prijemnik signala sa daljinskog upravljača jer je pogodan za detekciju signala svetlosne dužine od 940nm. Intergisano kolo ove komponente sadrži: fotodiodu, predpojačalo, automatsku kontrolu

pojačanja, frekventni filter (bandpass) i demodulator. Za samo snimanje infra red sekvenca korišten je Sony Sound Forge softver, koji je namenjen za poluprofesionalnu i profesionalnu digitalnu obradu zvuka. Na slici 2. je prikazan snimak sekvenca infrared signala koju emituje daljinski upravljač prilikom stiska na on/off dugme, snimljena pomoću scope softvera.



Slika 2. Snimljena sekvenca Infra red signala

Prilikom reprodukovanja snimljenog infra red signala kao predajnik korišćena je infra red predajnička dioda SI5415-H. SI5415-H je najčešće korišćena dioda u daljinskim upravljačima, a karakterišu je niska potrošnja i širok ugao emitovane infra crvene svetlosti. Dioda je povezana u kolektorsku granu tranzistora BD139 i na taj način je obezbeđeno da tranzistor upravlja radom predajničke infra red diode u zavisnosti od ulaznog napona na bazi tranzistora koji je doveden sa logickog "I" kola. "I" kolo ima ulogu modulatora odnosno vrši umetanje snimljene sekvenca signala koja se reprodukuje na "line out" izlazu zvučne kartice u noseći signal frekvencije 36KHz koji proizvodi oscilator. Sama modulacija snimljenog signala je neophodna jer prilikom snimanja signala infra crveni prijemnik SFH5110 vrši demodulaciju. Na slici 3. je prikazan uređaj koji omogućava snimanje i reprodukovanje infrared signala daljinskog upravljača.

Snimanje signala je takođe moguće izvesti i preko džepnog računara (pocket PC) uz upotrebu "Total Remote" softvera. Prilikom ovog načina snimanja, signal sa daljinskog upravljača se prvo snima na džepni računar pomoću Total Remote softvera a zatim se izlaz za slušalice džepnog računara spoji sa mikrofonskim ulazom personalnog računara i na taj način se snimi .wav fajl na personalnom računaru. Prilikom reprodukcije ovako snimljenog signala nije potrebno vršiti modulaciju signala već se signal odmah može voditi na prekidačko kolo koje upravlja radom infra crvene diode. Važno je napomenuti da je prilikom snimanja potrebno napraviti mono zapis kvaliteta 44kHz, 16bit Stereo PCM, kako bi kasnija reprodukcija snimljenog signala bila moguća, pošto je učestalost signala koji emituje daljinski upravljača 36kHz [2].



Slika 3. Prikaz uređaja

3. SOFTVER

Softverski deo ovog sistema čine dve aplikacije, od kojih se jedna nalazi na računaru koji upravlja radom klima uređaja, a druga klijent aplikacija se nalazi na računaru preko kog želimo da zadamo operaciju.

Ove dve aplikacije komuniciraju preko on-line baze podataka u koju upisuju i iz koje isčitavaju podatke koji se odnose na trenutno stanja, kao što je temperatura u prostoriji u kojoj se nalazi klima uređaj i čiju temperaturu želimo da regulišemo, i naredbu koje treba da izvrše.

Ovo omogućava da se klijent aplikacija uz male modifikacije može biti pretvorena u web aplikaciju, tako da je upravljanje radom klima uređajem moguće izvesti sa bilo kog računara ili mobilnog telefona ukoliko poseduju internet browser.

Takođe prednost ovakvog načina komunikacije indirektno preko baze podataka je u odnosu na direktan način komunikacije između dve aplikacije, je i to što je moguća komunikacija ukoliko dođe do promene IP adrese ili računari nemaju fiksnu IP adresu već dinamičku.

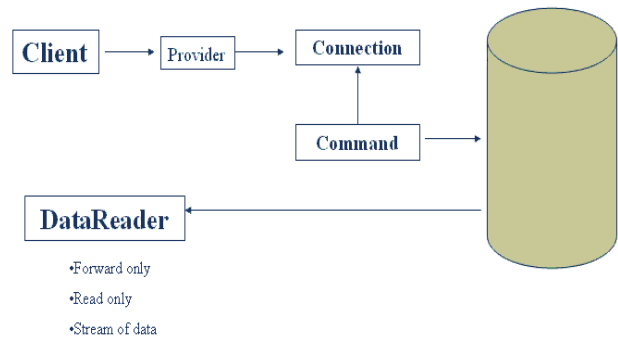
Obe aplikacije su napisane u programskom paketu Microsoft Visual Studio 2008, kao Visual Basic Windows Forms Application, a komunikacija sa bazom podataka je ostvarena preko DataReader i DataSet objekata mikrosftovog ADO.NET-a.

ADO.Net predstavlja set komponenti računarskog softvera i koristi se za pristup i izmenu podataka u relacionim bazama podataka, ali moguće ga je koristiti i za pristup podacima iz nerelacionih izvora. Nastao je evolucijom ADO (ActiveX Data Objects) tehnologije ali se može smatrati kao potpuno nov proizvod, i kao takav sadržan je u osnovnoj biblioteci klasa u Microsoft .NET Framework-u.

DataReader objekat koristi se kako bi se učitao veliki broj podataka. Omogućava pristup podacima u read-only, forward-only modu i preko ovog objekta nije moguće vršiti izmeniti učitanih podataka [3]. Na slici 4. prikazano je na koji način se ostvaruje komunikacija sa bazom podataka, koja je na slici predstavljena u vidu valjka, prilikom korišćenja DataRead objekta.

DataSet objekat je grupa klasa, koja opisuje podatke preuzete iz baze podataka i smešta ih u memoriju računara. Nad podacima smeštenim u DataSet objektu je moguće manipulirati, i nakon manipulacije moguće je izvršiti i izmenu podataka u samoj bazi.

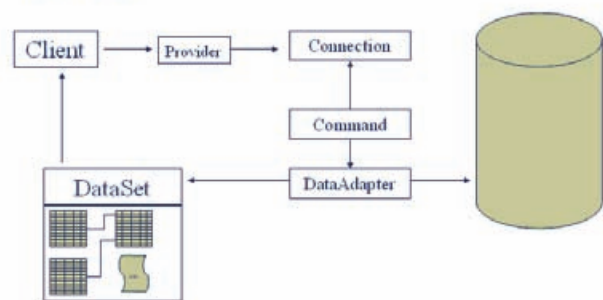
DataReader



Slika 4. DataReader objekat

Na slici 5. ilustrovan je primer veze ADO.NET objekata pri radu sa DataSet objektom. Objekat DataSet sadrži jednu ili više lokalnih kopija tabela iz baze podataka u memoriji. Za svaku tabelu u DataSet-u se kreira po jedan objekat DataAdapter. DataAdapter objekat predstavlja skup SQL komandi i konekcije na bazu koja se koristi da se napuni objekat DataSet podacima iz baze i da se promenama izvršenim na objektu DataSet ažurira baza podataka.

DataSet



Slika 5. DataSet objekat

Za potrebe softvera na SQL serveru su za svakog zasebnog korisnika kreirane dve tabele koje koriste aplikacije u svojoj komunikaciji. Pristup bazi podataka, tabelama i podacima moguće je samo za korisnike sa validnim korisničkim imenom i šifrom koji imaju odobren pristup tabelama.

Za kreiranje i konfigurisanje baze podataka na SQL serveru korišćen je Microsoftov SQL Server Studio Express koji omogućava vrlo jednostavno podešavanje servera, kreiranje baza podataka, tabela, kreiranje novih korisničkih naloga, dodeljivanja prava korisnicima. U tabeli temperatura nalaze se informacije prikupljene sa senzora temperature koji se nalazi u prostoriji čiju temperaturu želimo da regulišemo. Ova tabela ima samo dve kolone vreme unosa koja je i primarni ključ, a tip podatka je datatime i prilikom unosa podatka ovu kolonu nije moguće ostaviti praznom, u drugoj koloni temperatura nalazise informacija o trenutnoj temperetari, tip podatka u ovoj koloni je integer, i takođe nije dozvoljeno prilikom unosa ovu kolonu ostaviti praznu. Tabela instrukcije nosi informaciju o naredbi koju korisnik zadaje preko klijent aplikacije ili web-a. Ova tabela se sastoji iz tri kolone od kojih je kolona vreme čiji

tip podatka je data string i postavljena je kao primarni ključ i prilikom upisa naredbe u nju klijent aplikacija upisuje vreme kada je u bazu podataka uneta naredba, zatim kolona temperatura u koju se upisuje željena temperatura na čiju vrednost korisnik želi da podesi rad klima uređaja, tip podatka u ovoj koloni je integer. Pored ove dve kolone nalazi se i kolone kontrolni bit koja nosi informaciju o tome da li je aplikacija koja upravlja sa radom klima uređajem već preuzela naredbu iz poslednjeg unosa u ovu tabelu.

Aplikacija koja se nalazi na računaru koji neposredno upravlja radom klima uređaja, svakih 10minuta otvara konekciju ka SQL serveru upisuje u tabelu temperatura stanje sa senzora temperature u prostoriji i vreme kada je merenje izvršeno.

Takođe, dok je konekcija otvorena, ova aplikacija iz tabele instrukcije isčitava poslednji unos i proverava na osnovu vrednosti kontrolnog bita da li je pristigla nova naredba koju treba proslediti klima uređaju.

Ukoliko je vrednost kontrolnog bita u poslednjem pristiglom redu jednaka "False" pristigla naredba nije izvršena i u tom slučaju na osnovu vrednosti iz kolone instrukcija aplikacija u case petlji odlučuje koju prethodno snimljenu sekvencu infra red koda koja se nalazi u vidu .WAV treba da prosledi na izlaz zvučne kartice kako bi se izdala željena naredba klima uređaju.

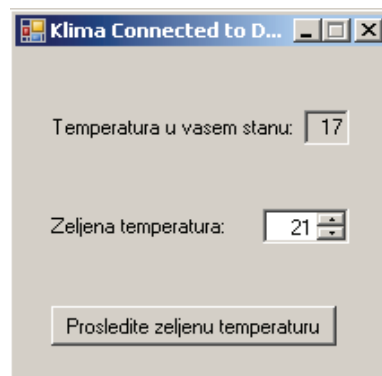
Pre samog zatvaranja konekcije aplikacija menja vrednost kontrolnog bita u "True" kako bi obeležila da je poslednji unos obrađen, a zatim zatvara konekciju i resetuje brojač kako bi se kroz vremenski period od 10 minuta ponovo ponovio ceo ciklus.

Drugi deo softvera predstavlja klijent aplikacija (ili web stranica), koja na osnovu poslednjeg unosa u tabeli temperatura preko interfejsa pruža korisniku uvid u temperaturu u udaljenoj prostoriji. Podatak o temperaturi se azurira svakih 10minuta, na osnovu podatka iz tabele temperatura.

Na osnovu ove informacije korisnik može da odluči da li je potrebno uključiti klima uređaj i na koju željenu temperaturu ga podesiti, kao i pratiti promenu temperature. Na slici 6. prikazan je izgled korisničkog interfejsa klijent aplikacije.

Ukoliko korisnik na osnovu informacije učitane iz baze podataka o trenutnoj temperaturi u prostoriji odluči da je potrebno izvršiti regulaciju temperature, na samoj formi aplikacije ponuđeno mu je da preko numericupdown objekta podesi željenu vrednost temperature u prostoriji. Korišćenjem numericupdown objekta izbegnuta je mogućnost unosa pogrešne vrednosti ili karaktera koja može prouzrokovati grešku pri unosu podatka u bazu podataka ili grešku u samom softveru.

Ukoliko korisnik na osnovu informacije učitane iz baze podataka o trenutnoj temperaturi u prostoriji odluči da je potrebno izvršiti regulaciju temperature, na samoj formi aplikacije ponuđeno mu je da preko numericupdown objekta podesi željenu vrednost temperature u prostoriji. Korišćenjem numericupdown objekta je izbegnuta mogućnost unosa pogrešne vrednosti ili karaktera koja može prouzrokovati grešku pri unosu podatka u bazu podataka ili grešku u samom softveru.



Slika 6. Korisnički interfejs klijent aplikacije

Da bi se željena temperatura koju smo podesili prosledila u bazu podataka potrebno je kliknuti na dugme "Prosledite željenu temperaturu", na taj način se otvara konekcija ka SQL serveru i u tabelu instrukcije se upisuje novi red u čijem se prvom polju nalazi vreme upisa, u drugom vrednost podešana u numericupdown objektu i kontrolni bit čija je vrednost "False" kako bi drugi deo softvera znao da se radi o novopristigloj naredbi koju je potrebno proslediti klima uređaju.

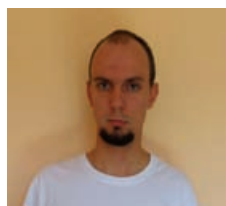
4. ZAKLJUČAK

Ovim radom opisano je rešenje problema upravljanja klima uređajem bez neposrednog prisustva čoveka u prostoriji u kojoj se nalazi sam klima uređaj. Na ovaj način dodate su nove mogućnosti kad je u pitanju upravljanje klima uređajem, kao što je upravljanje klima uređajem pomoću računara koji ima pristup internetu preko klijent aplikacije ili korišćenjem web browsera. Opisan način snimanja i reprodukcija infra red signala daljinskog upravljača pomoću personalnog računara takođe može biti primenjen i za kontrolu drugih uređaja koji koriste daljinski upravljač poput televizora, muzičkog stuba... Ovo rešenje predstavlja dobru osnovu i ostavlja velike mogućnosti za dalje proširenje, a sve u cilju što komfornijeg života.

5. LITERATURA

- [1] <http://www.klimauredjaji.rs/>
- [2] Torrone Phillip, How-To Turn your iPod in to a Universal Infrared Remote Control, <http://www.engadget.com/>
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/ADO.NET>

Kratka biografija:



Dane Radaković rođen je u Somboru 1983. godine. U Somboru završava srednju tehničku školu. 2002 godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu gde završava diplomske – master studije iz oblasti mehatronike, robotike i automatizacije.

REALIZACIJA ROBOTIZOVANOG MEHANIZMA ZA SNIMANJE ŽIVOTINJA U PODZEMNIM JAZBINAMA

REALISATION OF ROBOTIC MECHANISM FOR RECORDING ANIMALS IN UNDERGROUND BURROWS

Vladimir Maslić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - MEHATRONIKA

Kratak sadržaj - U okviru ovog rada opisana je realizacija zadatka izrade robotizovanog mehanizma koji ima mogućnost prolaska kroz kanale u jazbinama, različitih životinja. Prvenstvena ideja bila je da se osmisli mehanizam koji će moći da se zavuče u jazbinu tekunica. Celokupan sistem sastoji se od tri zglobno povezana segmenta. Prvi segment predstavlja kamera dok su ostala dva pogonska. Upravljačka konzola se nalazi odvojeno i sa samim robotom je spojena nizom sajli kojima se segmenti međusobno zakreću i elastičnim vratilom pomoću koga se kretanje motora prenosi do robota.

Abstract - Paper describes the realization of the robotic mechanism that is capable of passing through channels in the burrows of various animals. The primary idea was to design a mechanism that will be able to dive in the burrow of the european ground squirrel. The entire system consists of three hinge-joint connected segments. The camera is located on the first segment the other two segments drive complete system. Control console is located separately from the robot and it is connected with the robot with a series of cables which mutually move the segments and with elastic shaft which transmit the power of the motor to the robot.

Ključne reči: robotizovani mehanizam, jazbine, tekunice, upravljačka konzola.

1. UVOD

Projektovani mehanizam sastoji se iz dva modula: robotskog trosegmentnog mehanizma i upravljačke konzola. Njegova namena je snimanje tekunica.

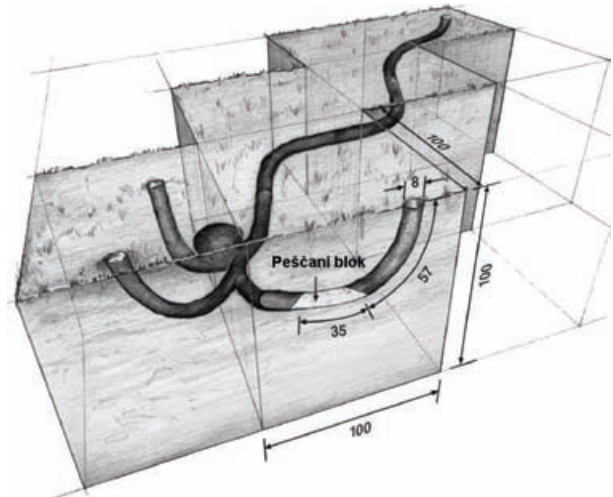
2. USLOV KOJE JE TREBALO ISPUNITI

Sistem koji je trebalo osmisliti morao je da zadovoljava odgovarajuće uslove. Životinje koje bi mehanizam trebao snimiti su ugrožena vrsta, samim tim su zaštićene zakonom o zaštiti životinja. Prema tome mehanizam koji se uvlači u jazbine mora da bude nenasilan. To znači da bi trebalo svesti na minimum oštećenje kanala kroz koje životinje prolaze.

Kako bi se omogućio prolazak kroz kanale trebalo je osmisliti mehanizam koji ima sopstveni pogon. Kanali kroz koje robot treba da prolazi su nepravilnog oblika sa krivinama i raskrscnicama.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog - master rada čiji mentor je bio dr Branislav Borovac.



Slika 1. Trodimenzionalni prikaz izgleda kanala sa pojedinačnim dimenzijama

Bilo je potrebno obezbediti da se mehanizam prilagođava postojećim uslovima koji vladaju u jazbini, prateći njen oblik. Osim toga sve komponente koje ulaze u jazbinu su u kontaktu sa zemljom, vlagom i nečistoćom. Zbog toga je bilo neophodno izbeći kontakt elektronike i motora sa njom. Materijal od koga je trebalo napraviti mehanizam i sve sklopove u njemu treba da bude otporan na nečistoću i vlagu. Dalje, operater koji upravlja mehanizmom mora u svakom trenutku da ima uvid o trenutnoj poziciji i položaju sistema kako bi mogao upravljati njim. Upravljanje sistemom je bilo moguće izvršiti ručno pošto celokupni sistem ne ide velikom brzinom. Takođe jedan od uslova koje je trebalo ispuniti je beleženje video zapisa sa kamere koja je morala odgovarati uslovima snimanja u loše osvetljenim jazbinama. Kamera koja se koristi bi trebala da poseduje odgovarajući infracrveni reflektor kako bi bilo moguće snimanje u mraku bez uznemiravanja životinja.

3. OPIS REŠENJA

Celokupno rešenje sastoji se iz dva modula:

- Robotski trosegmentni mehanizam
- Upravljačka konzola

Robotski trosegmentni mehanizam (slika 3.) je sa upravljačkom konzolom spojen plastičnim crevom kroz koje prolaze svi neophodni kablovi. Robot poseduje sopstveni pogon, koji se ostvaruje pokretanjem gusenica koje su postavljene na drugom i trećem segmentu, dok se na prvom segmentu nalazi kamera.

SISTEMI UBRIZGAVANJA LAKIH GORIVA**GASOLINE INJECTION SYSTEMS**Miloš Dodig, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast: MEHATRONIKA**

Sadržaj – u ovom radu izvršen je pregled sistema za ubrizgavanje lakih goriva, kao i analiza osnovnih pokazatelja motora sa primenom sistema za ubrizgavanje sa i bez lambda sonde, na osnovu izvršenog toplotnog proračuna. U okviru ovog rada daje se prikaz razvoja sistema za ubrizgavanje kao i njihova primena u motorima SUS.

Abstract – the paper concerns preview of gasoline injection systems, as well as the analysis of the basic indicators of engines using gasoline injection system with and without lambda sensor, according to the performed thermodynamic calculations. The paper explains development of gasoline injection systems as well as their appliance for internal combustion engines.

Ključne reči: sistem ubrizgavanja, gorivo, motor, lambda senzor

1. UVOD

Sve oštriji zahtevi koji se postavljaju pred motore sa unutrašnjim sagorevanjem (SUS) i sve strožiji propisi u pogledu njihove emisije, koje ni najsavršeniji karburatori ne mogu da ispune, uslovlili su razvoj novih gorivnih sistema označenih kao sistemi ubrizgavanja lakih goriva, tj. benzina.

Evropski parlament je 1997. godine usvojio preporuke za vrednost srednje potrošnje goriva koja je trebalo 2005. godine da iznosi oko 5 litara na 100 km za vozila sa benzinskim motorima i 4,5 litara na 100 km za vozila sa dizel motorom i oko 3 litre za sva vozila od 2010. godine. Udruženje evropskih proizvođača automobila ACEA usvojila je da se prosečna emisija ugljendioksida ograniči na 140 g/kg do 2008. godine. Dok je savet ministara Evropske unije predložio granicu od 120 g/kg od 2010. godine. Usavršavanjem sistema za ubrizgavanje potrošnja goriva kao i emisija ugljendioksida opada.

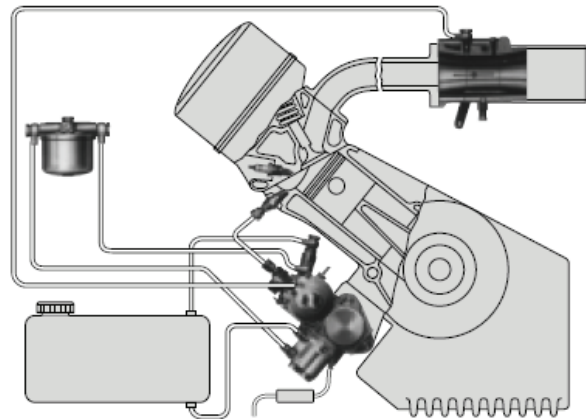
2. ISTORIJAT UBRIZGAVANJA GORIVA

Pojava sistema za ubrizgavanje goriva proteže se čak i sto godina unazad. Davne 1898. godine firma *Gasmotoren-fabrik Deutz* je u ograničenoj seriji proizvodila klipne pumpe za ubrizgavanje goriva. Ubrzo nakon toga, već poznate pozitivne osobine Venturijevog efekta, primenjene su na karburatore, pa složeni sistemi ubrizgavanja goriva zasnovani na tehnologiji tog vremena prestaju da budu konkurentni.

NAPOMENA:

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

Problemi sa hlađenjem karburatora i kvarovi pri paljenju podstakli su razmišljanja o ponovnom povratku sistemima ubrizgavanja i ulaganju većih napora za njihov razvitak u aeronautičke svrhe. 1912. godine *Bosch* započinje istraživanja na pumpama za mehaničko direktno ubrizgavanje goriva. Prvi avionski motor sa *Bosch*-ovim sistemom ubrizgavanja goriva (motor od 1200 KS) ušao je u serijsku proizvodnju 1937. godine. Ovaj trenutak obeležava se kao početak ere razvoja sistema za ubrizgavanje goriva u *Bosch*-u, ali je još uvek predstojao dug put do početka njihove primene u putničkim automobilima. 1951. *Bosch*-ov sistem za direktno ubrizgavanje je, po prvi put, postao standardna oprema u malim automobilima. Par godina kasnije, 1954. godine, sistem je bio instaliran u 300SL (slika 1), legendarni proizvod sportskog automobila *Daimler-Benz-a* [5].



Slika 1. *Bosch*-ov sistem za ubrizgavanje iz 1954. Godine

U narednim godinama razvoj pumpi za mehaničko ubrizgavanje je nastavljen i 1967. godine ubrizgavanje goriva je načinilo ogroman korak napred – prvi elektronski sistem ubrizgavanja *D-jetronic*.

1973. *L-jetronic* se pojavljuje na tržištu u isto vreme kad i *K-jetronic* koji je imao mehaničko-hidrauličku kontrolu i koji je takodje bio sistem kontrolisan protokom vazduha. 1976. *K-jetronic* je bio prvi sistem koji je sadržao lambda senzor.

1979-tu je obeležilo predstavljanje novog sistema: *Motronic*, koji je imao digitalnu obradu mnogih funkcija motora. Ovaj sistem sastavljen od *L-jetronic*-a sa elektronskom kontrolom paljenja – prvi automotivni mikroprocesor.

U 1982. model *K-jetronic* postaje dostupan u nadograđenoj konfiguraciji, *KE-jetronic*, koja sadrži elektronsku kontrolu i lambda senzor.



Slika 2. Izgled robot i upravljačke konzole

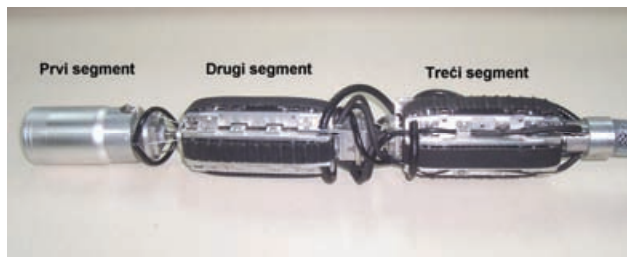


Slika 3. Prikaz upravljanja robotizovanim mehanizmom

Signal sa kamere se vodi na laptop računaru gde (slika 3.) se obavlja beleženje video zapisa. Pored sopstvenog pogona na robota se može dodatno delovati ručnim guranjem plastičnog creva preko kog je ostvarena veza robota i upravljačke konzole. Time je olakšano kretanje celog sistema, pri njegovom uvlačenju ili izvlačenju iz jazbina.

3.1. Robotski trosegmentni mehanizam

Realizovani sistem robotizovanog mehanizma sastoji se iz tri segmenta (slika 4.). Na prvom segmentu je smeštena kamera koja ima ugrađeno infracrveno osvetljenje za snimanje u mraku.



Slika 4. Robotski trosegmentni mehanizam

Drugi i treći segmenti su gotovo identični, razlikuju se u tome što drugi segment na krajnjoj desnoj strani ima zglob, a treći priključak za crevo kroz koje su provučene sajle i kablovi koji vode do operatera. Na oba segmenta nalaze se gusenice. Gusenice su pogonjene motorom koji se nalazi u upravljačkoj konzoli čija se snaga putem elastičnog vratila prenosi na gusenice. Po obimu robota se nalaze četiri gusenice, tako da je bar jedna gusenica u kontaktu sa podlogom.

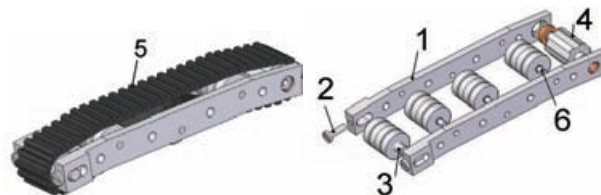
3.1.1. Prvi segment - Sistem za beleženje slike

Prvi segment čine kamera i držač kamere. Kamera sa držačem je zglobno vezana za drugi segment. Ova zglobna veza obezbeđuje zakretanje kamere. Osnovne

osobine o kojima se vodilo računa pri izboru kamere su njena veličina, kvalitet slike i mogućnost snimanja u mraku. Za tu svrhu odabrana je kamera SLV-CAM-OC392S-IR, koja se koristi za video nadzor. Iskorišćeno je postojeće kućište koje je otporno na vlagu i prašinu. Kamera poseduje infracrvene diode i ima ručno podešljivi fokus. Izlaz sa kamere je analogni signal. Povezivanje kamere i računara obezbeđeno je preko analognog digitalnog konvertora. Za tu svrhu korišćena je eksterna TV kartica Win Fast Palm Top TV. Na laptop računaru se obavlja beleženje video zapisa.

3.1.2. Drugi segment

Drugi i treći segment predstavljaju nosači gusenica sa gusenicama. Radi jednostavnije izrade isti sklop nosača gusenica je upotrebljen i u drugom i u trećem segmentu. Njegov izgled prikazan je na slici 5. Povezivanjem četiri nosača gusenica sa centralnim nosačem obrazuje se drugi segment. Segmenti su zglobno povezani (slika 6.).

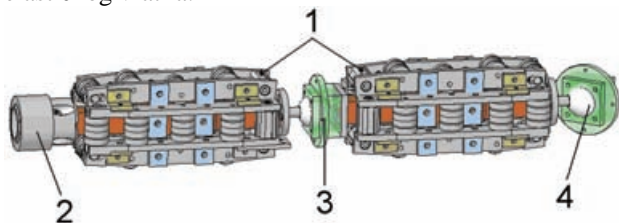


- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. Nosač osovine | 4. Pogonska remenica |
| 2. Vijak | 5. Zupčasti kaiš |
| 3. Osovina sa urezanim navojem | 6. Osovina na kojoj su smešteni ležajevi |

Slika 5. Nosač gusenica

Nosač gusenica (slika 5.) se sastoji od dve bočne aluminijumske stranice (poz. 1) u koje su učvršćene osovine (poz. 6) sa nizom kotrljajnih ležajeva preko kojih se kreće gusenica. Gusenica se pokreće pogonskom remenicom (poz. 4). Jedan od važnijih zahteva je i obezbeđivanje zategnutosti gusenica kako bi se sprečilo proklizavanje po pogonskoj remenici. Zbog toga je u jednoj strani nosača ostavljeno je proširenje kroz koje je izrezan otvor. On služi za zatezanje gusenice. Zatezanje se postiže uz pomoć vijaka kojima (pozicija 2) se primiče ili odmiče osovina u (pozicija 3) kojoj je urezan navoj. Pogon sa remenice se prenosi na zupčasti kaiš, a dalje na površinu na koju kaiš naleže. Pogon gusenica se ostvaruje elastičnim vratilom koje prolazi kroz po dve remenice u svakom segmentu, pri čemu se pokreću naspramno postavljene remenice. (Svaki od segmenata poseduje dve aktivne - pogonjene i dve pasivne gusenice). Pokretanje remenica ostvaruje se

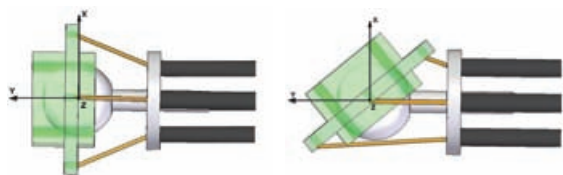
motorom postavljenim u upravljačkoj konzoli preko elastičnog vratila.



1. Pogonska remenica
2. Sistem za pričvršćivanje creva i sajli
3. i 4. Zglobovi

Slika 6. Pogonski deo sistema – drugi i treći segment

Segmenti su zglobovno povezani. Kućište zgloba sastavljeno je iz tri dela, dva dela koja služe za uležištenje kugle i jednog, centralnog, koji ima ulogu poluge. Mesto na kome se vrši pričvršćivanje sajli i kućišta zgloba nalazi se na centralnom delu, na preseku koji prolazi kroz središte kugle. Na slici 7. u središtu kugle nacrtan koordinatni sistem. Takvom konstrukcijom je obezbeđeno da se, pri pokretanju zgloba, cela konstrukcija okreće oko centra kugle.



Slika 7. Zglob mehanizma u nekim od položaja

Pokretanje zgloba vrši se sajlama (slika 7.). Za svaki zglob su potrebne po četiri sajle. Sajle koje se koriste su prečnika 1 mm jer su odgovarajuće za sile koje je potrebno ostvariti u zglobu. Bužir je prečnika 5 mm i dužine 4 m. Pokretanje zgloba vrši se pojedinačnim ili sinhronizovanim pokretima parova naspramnih sajli. Pokretanjem jednog para naspramno postavljenih sajli, vrši se njihovo izvlačenje odnosno uvlačenje respektivno. Obzirom na čvrstu vezu zgloba i sajli ovim se postiže zakretanje samog zgloba oko ose normalne na ravan u kojoj deluje moment ostvaren ovim pokretima. Delovanjem drugog para sajli obezbeđuje se zakretanje zgloba oko ose normalne na prethodno pomenutu, odnosno na osu normalnu na ravan u kojoj se ostvaruje moment delovanjem ovog para sajli. Kombinovanjem pokreta jednog i drugog para sajli ili njihovim zajedničkim delovanjem postiže se zakretanje oko dve ose.

3.1.3. Treći segment

Razlika u konstrukciji drugog i trćeg segmenta je samo u tome što se drugi segment, na oba kraja, preko zglobova povezuje sa kamerom odnosno tećim segmentom, dok je treći segment jednim svojim krajem povezan na plastićno crevo (slika 8.) kroz koje prolaze sajle, elastićno vratilo i kablovi, a koje je svojim drugim krajem povezano na upravljaćku konzolu. Pored toga pogonske remenice na drugom segmentu su sa leve dok su na trećem sa desne strane (slika 6.), ćime je postignuta njihova najmanja moguća udaljenosti, obzirom da su povezane elastićnim vratilom.

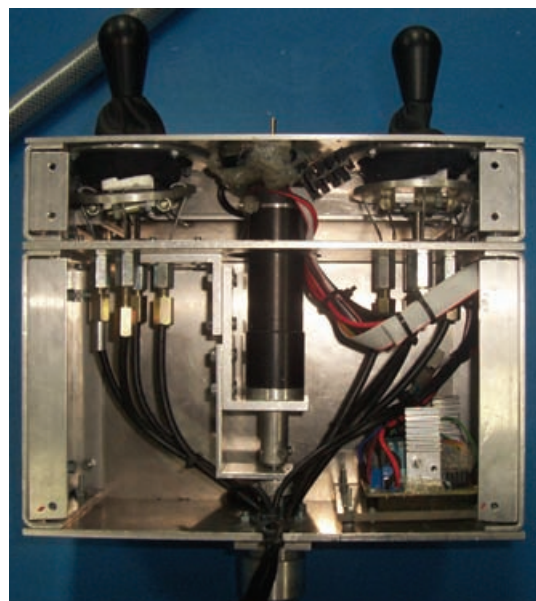


Slika 8. Izgled trećeg segmenta

Obzirom da je ukupan broj sajli 8, a da pored njih kroz crevo prolazi i elastićno vratilo, one imaju dovoljnu krutost a ujedno i elastićnost da ih je moguće koristiti, u slućaju potrebe, pri guranju ili povlaćenju robota pri njegovom kretanju kroz jazbinu. Pored sajli kroz plastićno crevo prolazi i napajanje za kameru i koaksijalni kabl kojim se signal sa kamere dovodi do operatera.

3.2. Upravljaćka konzola

Upravljaćkom konzolom se upravlja celokupnim radom robota. Na njoj se nalaze dve palice za rućno zakretanje zglobova, tasteri za upravljanje radom motora, dok su na nju spojene baterije za napajanje (baterije su izmeštene iz konzole da bi bila lakša) i laptop raćunar na kojem se moće videti slika iz jazbine koju snima kamera. Konzola je ergonomski projektovan kako bi njena upotreba bila što jednostavnija i lakša za operatera. Na slici 9. prikazan je izgled konzole. Sa konzole je uklonjen jedan deo oklopa kako bi se videla njena unutrašnja struktura.



Slika 9. Izgled upravljaćke konzole

Konzola se postavlja na podlogu ili poseban nosać, ćime se oslobađaju obe ruke operatera, kojima se vrši pokretanje rućica.

3.2.1. Sistem upravljaćkih prekidaća

Na gornji ploću upravljaćke konzole postavljen je jedan energetski prekidać koji prekida ili uspostavlja dovod napona sa baterije na elektroniku. Pored energetskog prekidaća na gornjoj ploći upravljaćke konzole postavljene su dva tastera kojima se menja brzina, smer

obrtnja ili zaustavlja motor. Osim toga na konzolu su postavljene signalne diode, dve zelene i jedna crvena koje vrše indikaciju trenutne aktivnosti motora. Paljenje crvene diode označava da motor stoji dok zelene označavaju njegovo kretanje u odgovarajuću stranu (slika 10.).



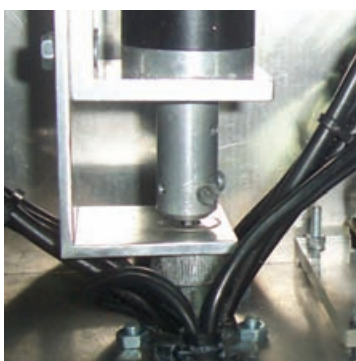
Slika 10. Upravljačka konzola

3.2.2. Sistem za upravljanje zglobovima

Pomeranjem ručica vrši se delovanje na sajle čiji se pokreti dalje sistemom sajli prenose na zglob robota, čime se vrši njegovo zakretanje. Zatezanje sajli se obavlja sistemom vijaka (slika 9.). Ručka ručice je sfernog oblika prečnika 28 mm. Dimenzija od 28 mm je izabrana kako bi ručka lepo ležala u dlanu ruke operatera.

3.2.3. Pogonski sistem

Pokretanje elastičnog vratila, a time i gusenica vrši se DC motorom. Izabran je motor od 60 W sa reduktorom redukcije 23:1. Maksimalni izlazni moment na reduktoru iznosi 6 Nm. Kućište motora je sa osnovnom pločom povezano nosačem sastavljenim od dva L profila. Na slici 3.10. prikazan je sistem za pričvršćivanje elastičnog vratila za osovinu motora. Ovaj sistem se sastoji iz dva dela: spojnice elastičnog vratila i osovine motora i nosača bužira elastičnog vratila (slika 11.).



Slika 11. Spojnica elastičnog vratila i osovine motora

Osovina motora i spojnica su međusobno pričvršćene klinastom vezom. Elastično vratilo koje se koristi ima završetka kvadratnog preseka. Njegovo pričvršćivanje je ostvareno pomoću 4 vijaka koji se nalaze pod uglom od 90°.

Stezanjem vijaka obezbeđuje se čvrsta veza osovine motora i vratila, a samim tim i prenošenje momenta motora na vratilo, a dalje i na pogonske remenice, a samim tim i na zupčaste kaiševe (gusenice robotaskog mehanizma).

3.2.4. Upravljanje motorom

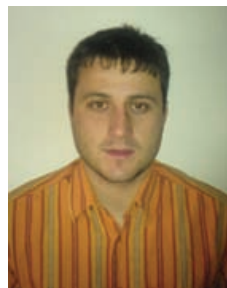
Regulacija kretanja motora vrši se PWM signalom, generisanim mikrokontrolerom ATtiny2313. Širina impulsa se računa iz razlike zadate i postignute brzine. U kontroler je implementiran PI regulator koji dobija povratnu informaciju o broju obrtaja motora sa enkodera i na osnovu prosečne greške računa upravljanje. PWM se vodi na snažan mosfet BUZ11 kojim se pali i gasi motor. Promena smera obrtnja motora postiže se dvopolnim relejom koji obrće polaritet na motoru. Upravljanje drajverom vrši se pomoću dvobitne paralelne veze sa glavnim kontrolerom. Brzina se kreće od nulte do maksimalne što se postiže aktiviranjem tastera za ubrzanje odnosno usporenje. U slučaju da je brzina jednaka 0 i da se aktivan taster za usporavanje kontroler generiše signal koji se vodi na mosfet BS170 što dovodi do aktiviranja releja i promene smera motora. Daljim aktiviranjem istog tastera motor povećava brzinu ali u suprotnom smeru.

4. ZAKLJUČAK

U radu je opisana konstrukcija mehanizma koji obavlja funkciju snimanja životinja u podzemnim jazbinama. Performanse mehanizma su zadovoljavajuće. Sopstveni pogon robotskog mehanizma je od velikog značaja pri njegovom kretanju, dok zglobovi, kojima se ostvaruje veza između segmenata, omogućavaju dovoljno međusobno zakretanje segmenata. Pokazalo se kao veoma dobro izmeštanje upravljačkog i pogonskog dela iz same robotske konstrukcije i njihovo smeštanje u upravljačku konzolu.

Poboljšanja koja bi mogla da se izvedu ogledaju se u dovođenju pogona na svih osam gusenica i eventualnom smanjenju dimenzija cele robotske konstrukcije.

Kratka biografija:



Vladimir Maslić rođen je u Šapcu 1984. godine. Diplomski-Master rad odbranio je 2009. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti mehatronike, robotike i automatizacije.

Ovo sve je sjedinjeno u *Bosch Mono-jetronic* u 1987-moj godini. Ovaj sistem za ubrizgavanje omogućio je opremanje manjih vozila sa *jetronic*-om i jednom za sva vremena potisnula karburator.

Krajem 1997. godine oko 64 miliona *Bosch*-ovih sistema za ubrizgavanje je ugradjeno u mnogobrojne tipove vozila od vremena predstavljanja *D-jetronic*-a 1967. godine. Samo u 1997-moj broj ugrađenih sistema bio je oko 4,2 miliona i to oko 1 milion sistema sa centralnim ubrizgavanjem u zajednički usisni kolektor (SPI) i oko 3,2 miliona sistema ubrizgavanja u usisni kanal u oblasti usisnog ventila (MPI) [5][3].

3. SISTEMI UBRIZGAVANJA LAKIH GORIVA

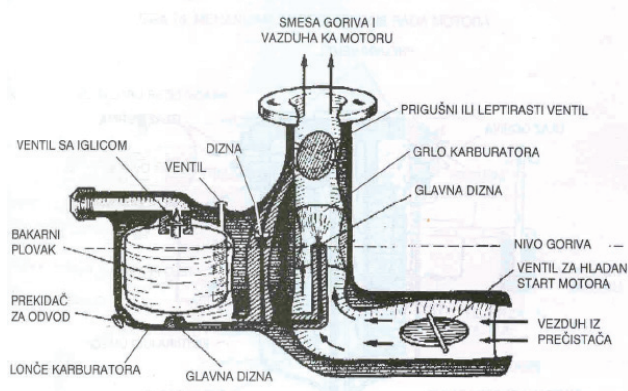
Osnovni zadaci koje treba da ostvari sistem za obrazovanje smeše su [1]:

- Obezbeđenje homogene smeše goriva i vazduha
- Obezbeđenje tačno definisane smeše u odnosu na veći broj parametara (opterećenje, broj obrtaja, režim rada i drugi zahtevi)

Kod OTO motora ovi sistemi se dele u dve grupe [1]:

- Obrazovanje smeše putem karburacije
- Obrazovanje smeše putem ubrizgavanja benzina

Kod karburatora (slika 2) obrazovanje smeše i doziranje goriva je u osnovi pneumatsko. Benzin se iz rezervoara goriva, posredstvom pumpe za gorivo, doprema u lonče karburatora. Za vreme takta usisavanja depresija iz cilindra se posredstvom usisnog ventila prenosi u komoru za obrazovanje smeše. Pod uticajem depresije vazduha iz atmosfere preko filtera dolazi u difuzor. Kretanjem vazduha kroz difuzor povećava se brzina vazduha, a pritisak opada. Zahvaljujući razlici pritiska u lončetu karburatora, koji je u vezi sa atmosferom, u difuzoru dolazi do isticanja benzina iz lončeta preko brizgača i raspršivača. Benzin koji ističe iz raspršivača zahvata struju vazduha, pretvara u sitne kapljice uz mešanje i isparavanje.



Slika 2. Karburator motora

Zbog toga što raspršavanje goriva zavisi od količine i brzine usisanog vazduha, isparavanje nije savršeno pa jedan manji deo goriva ostaje u obliku krupnih kapljica koje formiraju film goriva na zidovima usisne grane. Ovaj

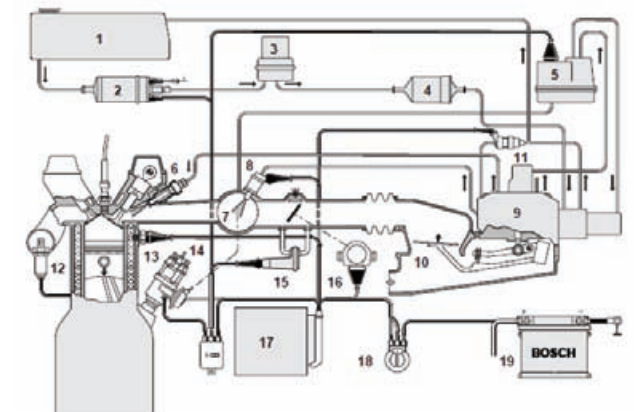
film goriva prouzrokuje neravnomernu raspodelu goriva po cilindrima motora, što daje kao rezultat povećanu emisiju toksičnih komponenata izduvnih gasova i veću potrošnju goriva. Zbog tih razloga prešlo se na sisteme sa obrazovanjem smeše putem ubrizgavanja benzina koji su potpomognuti elektronskom regulacijom i takozvanom autodijagnostikom (On-Board Diagnostic) koja pamti greške u radu motora. Ti sistemi ubrizgavanja goriva su u stalnom razvoju zahvaljujući nizu prednosti u odnosu na karburatorske sisteme, kao što su: veća specifična snaga motora, manja specifična potrošnja goriva, ravnomernija raspodela goriva po cilindrima motora, potpunije sagorevanje i čistiji izduvni gasovi, bolje reagovanje na brze promene radnih režima, bolja prilagodljivost promenljivim uslovima okoline, itd [2].

3.1 Podele sistema ubrizgavanja lakih goriva

Osnovne podele sistema ubrizgavanja lakih goriva su:

- prema mestu ubrizgavanja (u zajednički usisni kolektor - SPI, u usisni kolektor u oblasti usisnog ventila - MPI, direktno ubrizgavanje);
- prema načinu ubrizgavanja (kontinualno, periodično);
- prema načinu regulacije ubrizgane količine goriva (mehanička, mehaničko-elektronska i elektronska regulacija);
- prema načinu rada sistema regulacije (analogni i digitalni sistem regulacije)

Na slici 3. prikazan je MPI sistem (K-jetronic), gde se mogu videti komponente koje su, uz neke modifikacije, sastavni deo većine sistema ubrizgavanja [5].



Slika 3. Sistem K-jetronic

1 rezervoar goriva, 2 električna pumpa za gorivo, 3 akumulator goriva, 4 prečistač goriva, 5 regulator zagrevanja, 6 brizgaljka, 7 usisni kanal, 8 brizgaljka hladnog starta, 9 uređaj za doziranje goriva (distributor), 10 protokomer vazduha, 11 vremenski (taktni) ventil, 12 lambda senzor, 13 vremenski termo prekidač, 14 razvodnik paljenja, 15 ventil praznog hoda, 16 senzor položaja leptira, 17 elektronska upravljačka jedinica (ECU), 18 prekidač paljenja, 19 akumulator

3.2. Lambda sonda

Svi savremeni sistemi ubrizgavanja sadrže lambda senzor, koji šalje signal elektronskoj upravljačkoj jedinici koji reprezentuje trenutni sastav smeše vazduh – gorivo. Lambda senzor je ugrađen u izduvnoj grani motora na mestu gde je temperatura pogodana za korektno funkcionisanje senzora tokom celokupnog opsega rada motora.

Prvobitne sonde bile su relativno jednostavne te nisu bile grejane. Izduvni gasovi su trebali zagrejati sonde kako bi one mogle davati tačne rezultate merenja. To zagrevanje je moglo trajati i do nekoliko minuta. No, inženjeri su želeli više od toga. U 1980-tim godinama su počeli opremiti lambda sonde električnim grejačima, smanjujući time njihov proces zagrevanja na oko pola minute. Rezultat toga je dalje smanjenje količine štetnih izduvnih gasova proizvedenih u hladnom motoru.

Poslednjoj generaciji sonde potrebno je samo desetak sekundi kako bi prosledile precizne podatke elektronicima za upravljanje motora. Trenutno se radi na prepolovljavanju i tog ekstremno kratkog vremena. Većina današnjih modernih vozila ima i po nekoliko lambda sondi. Više se ne ugrađuju samo direktno ispred katalizatora, već i nakon njega kako bi se pratila njegova efikasnost. Lambda sonde se ugrađuju čak i u dizelske motore. Njihov dalji razvoj je u svrhu smanjenja količine štetnih izduvnih gasova. Lambda sonde omogućavaju pročišćavanje i do 98% izduvnih gasova. Od 1976. godine Bosch je proizveo preko 400 miliona lambda sondi, a godišnja proizvodnja u svetu je dostigla 30 miliona[4][5].

4. ANALIZA REZULTATA DOBIJENIH TOPLOTNIM PRORAČUNOM ZA SISTEM SA I BEZ LAMBDA SONDE

Analiza je vršena na benzinskom, četvorotaktnom motoru sledećih karakteristika [1]:

- nominalna snaga $P_n = 40,5 \text{ kW}$
- nominalni broj obrtaja: $n_n = 6000 \text{ ob/min}$
- stepen sabijanja: $\epsilon = 9,2$
- prečnik klipa: $D_k = 80 \text{ mm}$
- hod klipa: $S = 56 \text{ mm}$
- broj cilindara: $i = 4$

Toplotnim proračunom motara SUS sa sisteme sa i bez lambda sonde dobijeni su pokazatelji koji su prikazani u tabeli 1.

Poređenjem rezultata dobijenih iz proračuna može se videti da sistem sa lambda sondom zahteva nešto veću količinu svežeg punjenja (M_1), kao i da je ukupna količina produkata sagorevanja (M_2) nešto veća. Iako je ukupna količina produkata sagorevanja veća u slučaju kada je slučaj sa potpunim sagorevanjem (koeficijent viška vazduha $\alpha = 1$) u sastavu produkata sagorevanja ne učestvuju M_{CO} i M_{H_2} , dok su vrednosti M_{CO_2} , M_{H_2O} i M_{N_2} veće. Primećuje se da su temperatura (t_z), kao i pritisak (p_z) na kraju procesa sagorevanja veći.

Tabela 1. Prikaz parametara dobijenih proračunom

Traženi parametri	Proračunska formula	Rezultati za proračun bez lambda sonde	Rezultati za proračun sa lambda sondom
α	usvojeno	0,85	1
M_1	$\alpha \cdot L_o + \frac{1}{m_g}$	0,444 kmol M_1 /kg	0,52 kmol M_1 /kg
M_2	$M_{CO} + M_{CO_2} + \dots$	0,47656 kmol/kg	0,547 kmol/kg
μ	$\frac{M_2}{M_1}$	1,073	1,052
t_z	$\frac{-B + \sqrt{B^2 + 4 \cdot A}}{2 \cdot A}$	2390 °C = 2663 K	2503 °C = 2781 K
p_z	$p_c \cdot \mu_{st} \cdot \frac{T_z}{T_c}$	6,29 MPa	6,44 MPa
p_b	$\frac{p_z}{\epsilon^{n_2}}$	0,859 MPa	0,868 MPa
T_b	$\frac{T_z}{\epsilon^{n_2-1}}$	1999 K	1459 K
p_i	$p_i \cdot \varphi$	0,91	0,898
η_i	$p_i \cdot \frac{L_o}{H_d} \cdot \frac{\alpha}{\eta_v \cdot \rho_o}$	0,296	0,33
g_i	$\frac{3600}{\eta_i \cdot H_d}$	0,276 kg goriva/h	0,248 kg goriva/h
η_e	$\eta_i \cdot \eta_m$	0,236	0,261
g_e	$\frac{3600}{\eta_e \cdot H_d}$	0,346 kg goriva/h	0,312 kg goriva/h
N_{ek}	$\frac{p_e \cdot v_{ij} \cdot l \cdot n}{30 \cdot \tau}$	40,8 kW	40 kW
M_{ek}	$\frac{3 \cdot 10^4}{\pi} \cdot \frac{N_{ek}}{n}$	65 Nm	63,7 Nm
G_{HH}	$N_{ek} \cdot g_e$	14,1 kg goriva/h	12,48 kg goriva/h

Pritisak (p_b) i temperatura (T_b) na kraju takta širenja takođe imaju veće vrednosti.

Efektivni stepen iskorišćenja (η_e) kod sistema sa lambda sondom je veći dok je efektivna specifična potrošnja goriva (g_e) manja kod ovog sistema. Efektivna snaga (N_{ek}) i efektivni moment (M_{ek}) imaju manje vrednosti kod sistema sa lambda sondom dok je časovna potrošnja (G_{HH}) manja.

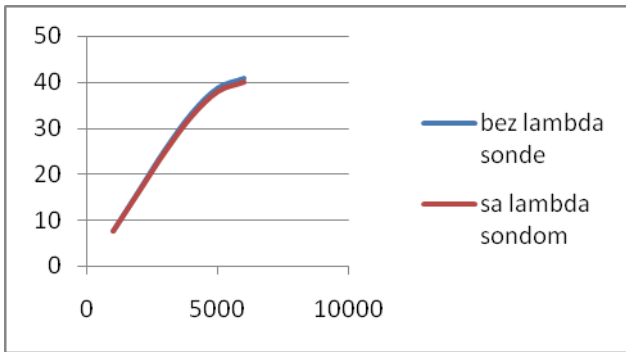
Karakteristika snage:

$$N_e(n) = N_{eN} \cdot \left[\frac{n_n}{n_N} + \left(\frac{n_n}{n_N} \right)^2 - \left(\frac{n_n}{n_N} \right)^3 \right] \quad [1]$$

$$N_{eN} = 40,8 \text{ kW}; 40 \text{ kW}$$

$$n_N = 6000 \text{ obrtaja /min}$$

$$n_n = 700 \div 6000 \text{ obrtaja/min}$$

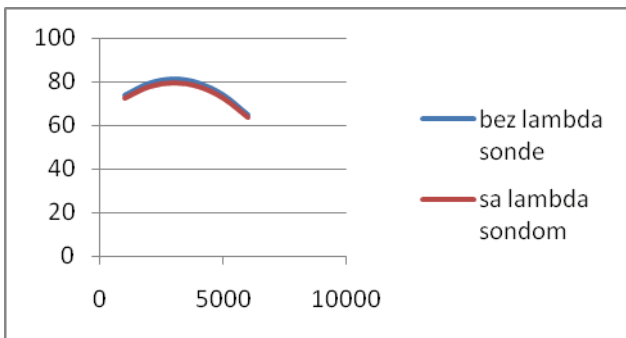


Slika 4. Karakteristika snage

Upoređivanjem karakteristika snage može se primetiti da pri istom broju obrtaja sistem sa lambda sondom daje nešto manju snagu.

Karakteristika momenta:

$$M_g(n) = 9550 \cdot \frac{P_g(n)}{n} \quad [1]$$

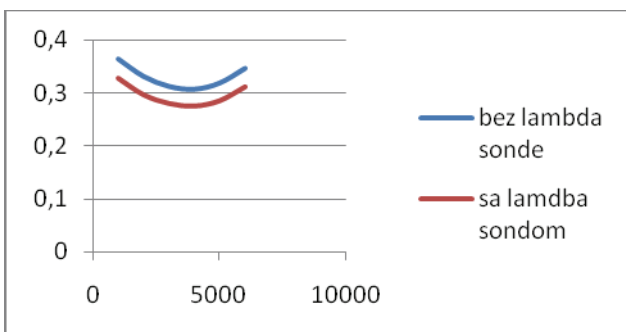


Slika 5. Karakteristika momenta

Sa slike se može videti da maksimalni moment oba sistema daju pri otprilike 3000 obrtaja u minuti, takođe se može primetiti da karakteristika momenta za sistem koji sadrži lambda sondu ima manje vrednosti na svim brojevima obrtaja, odnosno za isti broj obrtaja daje manji moment.

Karakteristika specifične potrošnje goriva:

$$g_g(n) = g_{gN} \cdot \left[1,2 - \frac{n}{n_N} + 0,8 \cdot \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 \right] \quad [1]$$



Slika 6. Karakteristika potrošnje goriva

Specifična potrošnja goriva niža je za sistem sa lambda sondom, odnosno sa potpunim sagorevanjem, što se može videti sa dijagrama.

5. ZAKLJUČAK

Auto industrija je u stalnom razvoju. Danas, zahvaljujući uplivu elektronike i novih znanja u auto industriji, klasični motori SUS koji sagorevaju fosilna goriva polako dosežu svoje krajnje granice razvoja. Pred njih se postavljaju zahtevi koji su često kontradiktorni. Zahteva se povećanje snage, uz stalno smanjenje potrošnje goriva i emisije štetnih gasova.

6. LITERATURA

- [1] Торовић, Т., Антонић, Ж.: Основи мотора СУС, Факултет техничких наука, Нови Сад, 1997
- [2] Клинар, И.: Системи напајања горивом мотора СУС, I део, скрипта, Факултет техничких наука, Нови Сад, 1991.
- [3] www.bosch.com
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Oxygen_sensor
- [5] Bosch: Gasoline-engine management, Technical Instruction

Kratka biografija:



Miloš Dodig rođen je u Novom Sadu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike – Sistemi ubrizgavanja lakih goriva odbranio je 2009.god

MODELIRANJE, UPRAVLJANJE I PLANIRANJE DVORUČNE MANIPULACIJE KOD HUMANODNIH ROBOTA**MODELING, CONTROL AND PLANNING OF DUAL ARM MANIPULATION FOR HUMANOID ROBOTS**Luka Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*Aleksandar Rodić, Duško Katić, *Institut Mihajlo Pupin, Beograd***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – U radu je prikazan originalan pristup modeliranju antropomorfog manipulatora sa 62 stepena slobode. Modeliran je mehanički deo robota i formiran je model vizuelne percepcije objekata na sceni. Uspostavljena su pravila planiranja kretanja ruke/šake, kao i rešavanje inverzne kinematike pomoću modularnih neuralnih struktura. Na kraju se pristupilo definisanju upravljanja, što se odnosilo na stabilizaciju položaja ruku pomoću fazi kontrolera.

Abstract – In this paper is presented original approach to modeling of an anthropomorphic manipulator with 62 DoF. The mechanic part of the manipulator was modelled and we created the model of visual perception of objects on the scene. The planning rules for movement of the arm/hand were established, as well as solution of inverse kinematics by using modular neural structures. Finally, we defined control, that regards stabilization of position of arms by using fuzzy controllers.

Ključne reči: Humanoidni robot, dvoručna manipulacija, model, fazi logika, neuronske mreže, inverzna kinematika, planiranje, hvatanje predmeta.

1. UVOD

U slučaju primene humanoida u asistenciji ljudima u obavljanju poslova, pomoći starim i nemoćnim osobama i dr. [1], potrebno da humanoidni roboti poseduju manipulativne sposobnosti približno bliske sposobnostima čoveka. Kako ruke/šake predstavljaju osnovne alate kojima ljudi interaguju sa okolinom, tada se nameću zahtevi za agilnom, veštom i visoko autonomnom dvoručnom manipulacijom kod robota koji se nalaze u neposrednoj okolini ljudi [2]. Istraživački ciljevi ovog rada su orjentisani ka formiranju modela mehaničkog dela robota, vizije i objekata na sceni pod interaktivnim okruženjem MATLAB/Simulink. Nakon formiranja celokupnog modela, pristupilo se rešavanju inverzne kinematike pomoću više neuronskih mreža, koje su redosledno pri kretanju ruke preuzimale zadatak rešavanja inverzne kinematike. Pokazano je da je moguće ostvariti uspešno hvatanje pet, proizvoljno postavljenih, predmeta na sceni, različitih oblika, dimenzija i masa sa svega nekoliko pravila pri određivanju ciljnog vektora hvata u planiranju putanje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Branislav Borovac, red.prof, a naučni supervizori dr Aleksandar Rodić i dr Duško Katić sa Instituta Mihajlo Pupin u Beogradu.

Na kraju je definisano upravljanje stabilizacijom položaja ruke u ramenu i laktu pomoću fazi kontrolera, koji se slično ponašaju kao klasični PID kontroleri, a zaobilaze njihove glavne nedostatke.

2. MODELIRANJE**2.1. Modeliranje mehaničkog dela manipulatora**

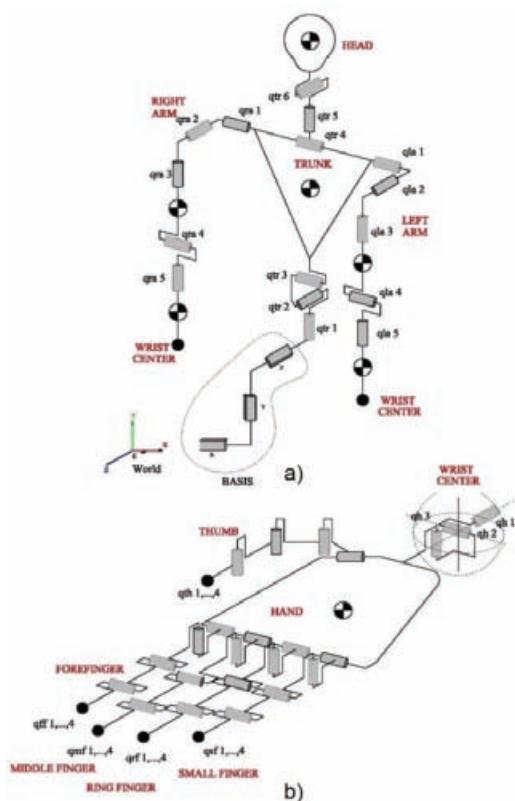
Preduslov formiranju verodostojnog računarskog modela je biomehanička analiza tela prosečnog odraslog muškarca. Paralelno sa analizom biomehanike, usvojen je niz idealizacija, korišćenih da se pojednostavi formiranje modela, ali i da se uprosti upravljanje i algoritmi planiranja i forme za rešavanje inverzne kinematike. Model gornjeg dela humanoida opisan je kao

$$H(Q)\ddot{Q} + h(Q, \dot{Q}) + G(Q) = \tau - J^T F_{ext}, \quad (1)$$

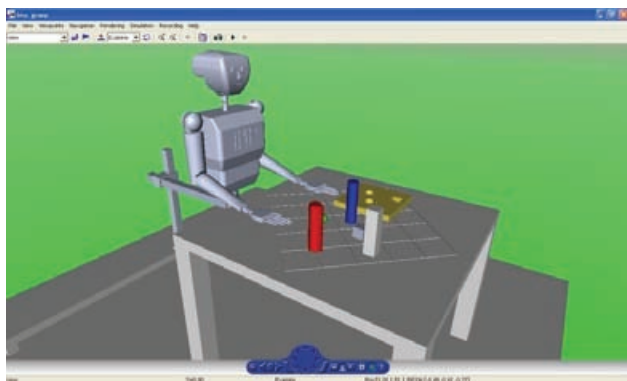
gde su: $H(Q)$ - inercijalna matrica, $h(Q, dQ/dt)$ - vektor koji uključuje brzinske članove, Q - vektor unutrašnjih koordinata, $G(Q)$ - vektor gravitacionih uticaja, τ - vektor pogonskih momenata, J - Jakobijan i F_{ext} - sila interakcije sa okolinom. Na Sl. 1. je prikazan usvojeni model mehanike manipulatora. Formiranje modela je vršeno u softverskom okruženju SimMechanics, blok-dijagram okruženju koje pripada podskupu Simulink-a, koje se koristi za modeliranje neelastičnih tela korišćenjem postulata Njutnove mehanike [3]. Ovaj softver omogućava direktnu vizuelizaciju tokom simulacije, korišćenjem STL fajlova (eng. *stereolithographic files*), kao i povezivanje sa modulom za vizuelizaciju visokog kvaliteta u virtuelnoj realnosti. Na Sl. 2. je prikazana vizuelizacija u virtuelnoj realnosti.

2.2. Modeliranje objekata na sceni

Za potrebe modeliranja objekata na sceni, u *offline* modu su generisani skupovi od po 80000 tačaka, koje pripadaju objektu i neposrednoj okolini objekta, čija distribucija podseća na „oblake tačaka“. Prilikom startovanja simulacije, gde se prethodno specificirao željeni raspored objekata na sceni prethodno, formirani skup tačaka se transformisao u prostoru u odnosu na inicijalni položaj i orijentaciju. Nakon transformacije obučavana je veštačka neuronska mreža da modelira objekat, tako da za tačke koje pripadaju okolini objekta daje na izlazu -1, a za tačke koje pripadaju objektu i njegovom omotaču daje vrednost od 1. Kao algoritam učenja je uzet *Levenberg-Marquardt*-ov algoritam, a postavljeni maksimalni broj iteracija učenja je 200. Na Sl. 3. je prikazan postupak obučavanja neuronske mreže da modelira objekat na sceni (a), kao i postupak odlučivanja da li neka tačka pripada objektu ili ne (b).



Slika 1. Model mehaničkog dela robota



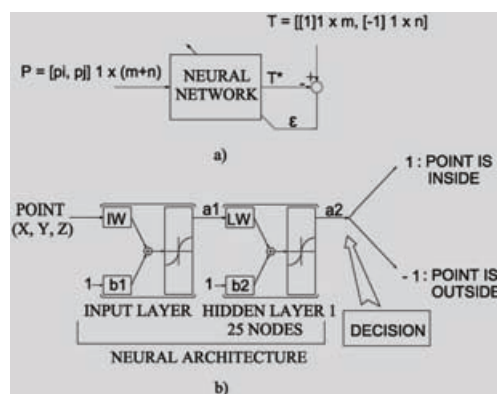
Slika 2. Vizuelizacija u virtuelnoj realnosti povezana sa modelom u SimMechanics-u

Rezultati modeliranja su i više nego zadovoljavajući za potrebe određivanja sila pri kontaktu ruke robota i objekata. Potrebno je naglasiti da ovaj metod traži značajne računarske resurse zbog transformacije celokupnog skupa tačaka, te ostaje pogodan za objekte koji se retko ili nikako pomeraju na sceni. Drugi nedostatak ovog pristupa je nemogućnost neuronske mreže da u potpunosti nauči celokupan prostor, te se javljaju „lažni regioni“, koji zadaju probleme pri vizuelnom mapiranju scene, te ih je potrebno otklanjati odgovarajućim filtrima.

2.3. Modeliranje vizije

Odabrani način modeliranja vizije manipulatora se sastoji u tome da se na osnovu poznavanja položaja centra mase glave manipulatora CG_{head} i matrice rotacije R_{head} konstruiše prava kolinearna sa osom koordinatnog sistema postavljenog u centru glave manipulatora (prikazana iscrtkanom linijom na Sl. 5.a), koja je paralelna sa

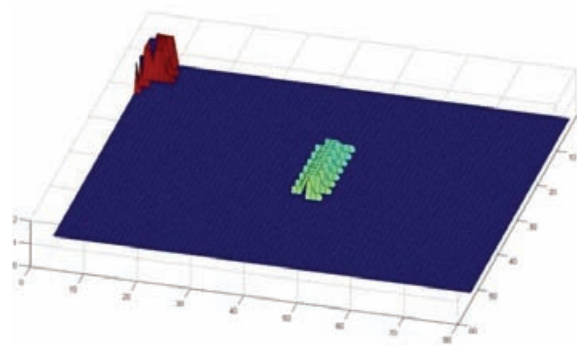
prirodnim pravcem vizije kod primata, na kojoj se određuju tačke fokusa $p \in R^3$ projektujući duž d ,



Slika 3. Modeliranje objekta i okoline pomoću neuronskih mreža

$$p = CG_{head} + d \begin{bmatrix} \vec{k}_1 \vec{i}_0 \\ \vec{k}_1 \vec{j}_0 \\ \vec{k}_1 \vec{k}_0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Na Sl. 5.a prikazan je model vizije manipulatora. Manipulator je mapiranje scene počinjao od gornjeg levog ugla scene, preko radnog stola, pa do donjeg levog ugla stola. Tokom „skeniranja“ scene formira se mapa objekata na sceni (matricne strukture, čiji indeksi odgovaraju uglovima azimuta i elevacije glave), a elementi odgovaraju informaciji o dubini, na položaju gde je registrovano postojanje objekta. Na slici 4. prikazan je izgled mape scene. U sredini mape je prikazan deo koji odgovara realnom objektu na sceni, a gornjem levom uglu se nalazi deo mape koji odgovara lažnom regionu.

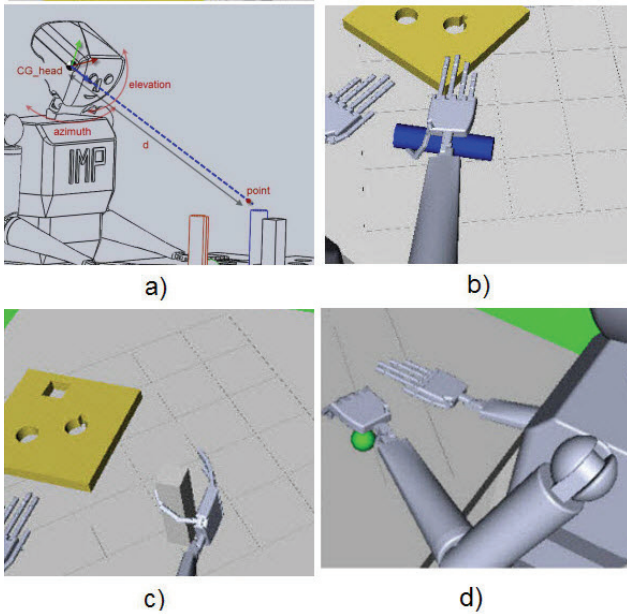


Slika 4. 3D mapa objekata na sceni

Po filtriranju mape scene određuje se aproksimativna vrednost centra mase objekta CG_{obj} , orijentacija na stolu i veličina objekta. Zadatak planiranja se svodi na generisanje ciljnog vektora šake $S_f = [[CG_{obj}^T + V^T], \varphi_f, \theta_f, \psi_f]^T$, gde je V – kompenzacioni vektor koji se dodaje na estimiranu vrednost centra mase objekta, a $\varphi_f, \theta_f, \psi_f$ Ojlerovi uglovi šake.

Kompenzacioni vektor V dodaje se na estimiranu vrednost položaja centra mase kako bi kompenzovalo odstupanje stvarnog i estimiranog centra mase objekta i kako bi doveo šaku u položaj za uspešno hvatanje predmeta. Vrednosti V, φ_f, θ_f i ψ_f se određuju pomoću

pravila planiranja manipulacije, u zavisnosti od toga da li je objekat veliki ili ne, kako je postavljen na radni sto, od ruke koja vrši manipulaciju, itd. Na Sl. 7. pod b), c) i d) su prikazane 3 strategije prilaska ruke objektu, koje omogućuju hvatanje objekata u skoro svim scenarijima.



Slika 5. a) Model vizije, b) strategija za hvatanje velikog i polegnutog objekta na stolu, c) strategija za hvatanje velikog i uspravno postavljenog, d) strategija za hvatanje malog objekta

Pošto je vektor pozicije i orijentacije šake u početnom položaju S_0 poznat, a vektor u krajnjem položaju S_f je određen na osnovu analize scene i planiranja prilaska ruke, tada se vrši sinteza trajektorije u Dekatrovom prostoru zadatka polinomom trećeg reda, kako bi se ostvarile glatke putanje ruke kroz radni prostor [4]

$$S(t) = A_0 + A_2 t^2 + A_3 t^3, \quad (3)$$

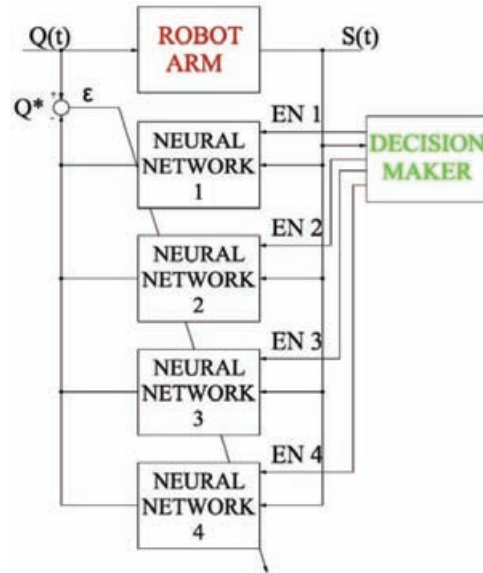
gde se koeficijenti polinoma određuju kao: $A_0 = S_0$, $A_2 = 3/t_f^2 * (S_f - S_0)$, $A_3 = -2/t_f^3 * (S_f - S_0)$, gde je t_f - broj sistemskih semplota predviđenih za manipulaciju.

3. INVERZNA KINEMATIKA

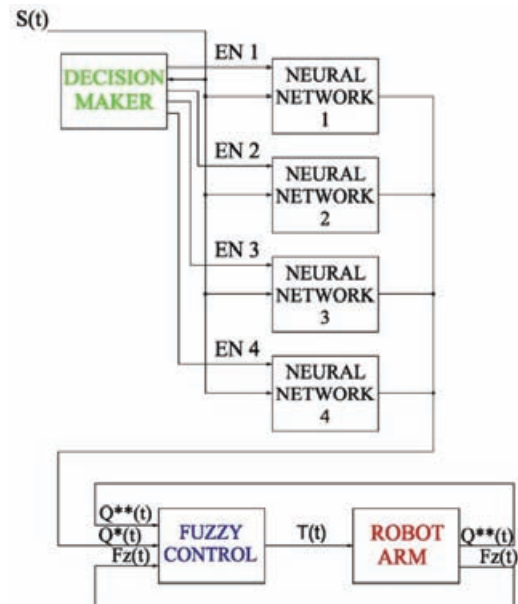
U cilju rešavanja inverzne kinematike šake manipulatora je predložen metod rešavanja pomoću modularnih neuralnih struktura. Pristup se sastoji u tome da se zadatak rešavanja inverzne kinematike podeli među neuronskim mrežama, tako da svaka neuronska mreža bude obučena nad jednim podskupom radnog prostora, nad kojim će izvršavati zadatak inverzne kinematike.

Obučavanje je vršeno tako što su zadavane slučajne vrednosti u zglobovima ruku robota Q , i za te vrednosti su praćeni ostvareni položaj i rotacija šaka u Dekartovom prostoru S (Sl. 6).

U zavisnosti od pripadnosti tačke S pojedinom delu radnog prostora, simultano je je dozvoljavano samo jednoj neuronskoj mreži (koja je vezana za taj deo prostora) učenje funkcije $Q = f(S)$, dok je učenje ostalih neuronskih mreža blokirano.



Slika 6. Modularno učenje inverzne kinematike



Slika 7. Modularno rešavanje inverzne kinematike

Na Sl. 7. šematski je prikazano rešavanje inverzne kinematike. Parametri učenja i strukture neuronskih mreža su prikazani u Tabeli 1.

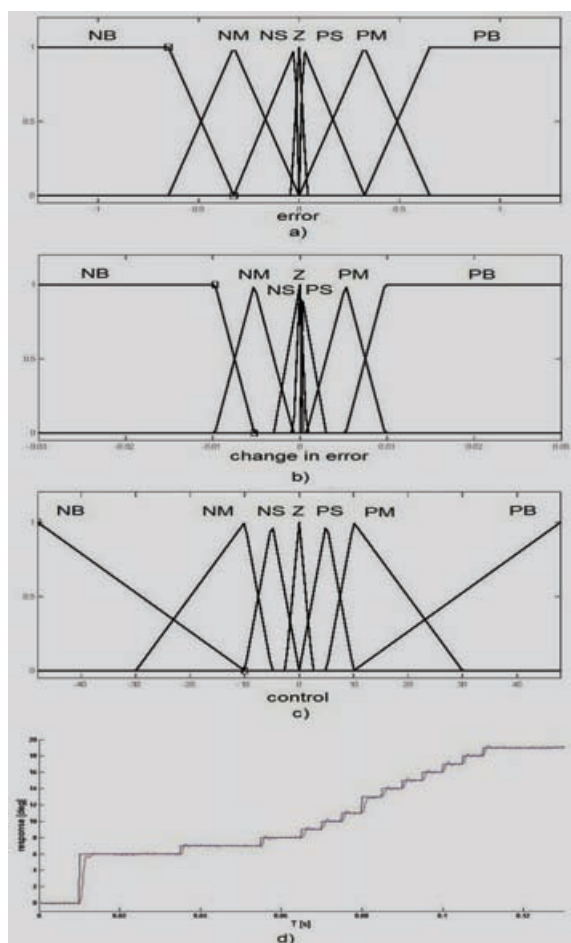
Parametar	Vrednost/značenje
Arhitektura	Feedforward
Broj skrivenih slojeva	2
Broj neurona po sloju	25
Aktivaciona f-ja skrivenih slojeva	Tangens sigmoid
Aktivaciona f-ja izlaznog sloja	Linearna
Ciljna greška pri treniranju	10^{-4}
Max. broj epoha pri treniranju	100
Algoritam učenja	Levenberg-Marquardt

Tabela 1. Parametri arhitekture i učenja NN za rešavanje inverzne kinematike

4. UPRAVLJANJE

Stabilizacija položaja ruke rešena je pomoću raspregnutih fazi kontrolera u ramenu i laktu manipulatora. Kao ulazne vrednosti o ovaj kontroler su odabrani signal greške ugaone pozicije $e(t)$ i signal promene greške $\Delta e(t)$, a izlaz

kontrolera predstavlja upravljački napon motora $u(t)$. Za svaki od ulaza i izlaza je definisano po 7 trougaonih funkcija pripadnosti (Sl. 8 pod a), b) i c)).



Slika 8. a) Funkcije pripadnosti (FP) za signal greške, b) FP za signal promene greške, c) FP za upravljački signal i d) stabilizacija jednog od zglobova ramena

Metod zaključivanja jeste Mamdani sa definisanom agregacijom [5]

$$\mu_c(u) = \sum_{i=1}^{n-1} \mu_{ci} \vee \mu_{ci+1}, \quad (4)$$

$$\mu_c(u) = \sum_{i=1}^{n-1} (w_i \wedge \mu_{ci}(u)) \vee (w_{i+1} \wedge \mu_{ci+1}(u)) \quad (5)$$

gde su: n - broj logičkih pravila, w_i - intenzitet izvršavanja i -tog pravila, μ_{ci} - funkcija pripadnosti upravljačke promenljive. Kao metod defazifikacije je odabrana metoda težišta

$$u = \frac{\sum_{i=1}^N u_i \mu_c(u_i)}{\sum_{i=1}^N \mu_c(u_i)}, \quad (6)$$

gde je N - broj segmenata diskretizacije. U Tabeli 2. su data pravila zaključivanja. Na Sl. 8.d prikazana je stabilizacija jednog od tri stepena slobode u ramenu. Može se videti da fazi kontroler uspešno održava ostva-

rene pozicije u ramenu, sa vrlo malim odstupanjima od zadane pozicije.

$\Delta e \setminus e$	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
NB	NB	NB	NB	NB	NS	PS	PB
NM	NB	NB	NM	NM	Z	PS	PB
NS	NB	NB	NS	NS	Z	PM	PB
Z	NB	NB	NS	Z	PS	PB	PB
PS	NB	NM	Z	PS	PS	PB	PB
PM	NB	NS	Z	PM	PM	PB	PB
PB	NB	NS	PS	PB	PB	PB	PB

Tabela 2. Pravila zaključivanja

5. REZULTATI

Radi testiranja usvojenog pristupa, vršene su simulacije percepcije, planiranja, upravljanja i rešavanja inverzne kinematike u cilju hvatanja objekata, gde su ostvareni veoma zadovoljavajući rezultati prikazani na Sl. 5.b, 5.c i 5.d. Grafički prikaz fazi stabilizacije jednog od zglobova ramena je prikazan na Sl. 8.d.

6. ZAKLJUČAK

U radu je vrlo sažeto izložen doprinos modeliranju, upravljanju i planiranju dvoručne manipulacije. Naši istraživački pravci orjentisani su ka učenju na osnovu imitacije čoveka-demonstratora, testiranju drugih paradigmi upravljanja u stabilizaciji položaja ruke/šake i tehnika reinforcement learning-a u manipulaciji.

7. LITERATURA

- [1] C. C. Kemp, P. Fitzpatrick, H. Hirukawa, K. Yokoi, K. Harada, Y. Matsumoto, „Humanoids“, in „Springer Handbook of Robotics“, Springer-Verlag, 2008.
- [2] The Dexmart Project, <http://www.dexmart.eu/index.php>, October 2009.
- [3] SimMechanics™ 3, User's Guide, <http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/phymod/mech/index.html/>, October 2009.
- [4] J. J. Craig, „Introduction to Robotics: Mechanics and Control, 2nd Edition“, Adison-Wesley, 1989.
- [5] D. Kukulj, „Sistemi zasnovani na računarskoj inteligenciji“, FTN Izdavaštvo, 2007.

Kratka biografija:



Luka Lukić rođen je u Brčkom 1985. god. Oblasni interesovanja su humanoidna robotika, veštačka inteligencija, mašinska vizija i automatsko upravljanje.

DETEKCIJA TRIHINELOZE**DETECTION OF TRICHINELLOSIS**Miroslav Bogaroški, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljeno je jedno od rešenja za konstrukciju mašine za automatsko detekovanje prisustva larve trihinele u mesu, koja izaziva bolest trihinelozu. Sama detekcija se zasniva na upotrebi mašinske vizije i obradi slike.

Abstract – In this paper one of possible ways for constructing machine for automatic detection of trichinellosis in meat has been presented. Basis for detection is the use of machine vision and picture processing.

Ključne reči: Mašinska vizija, obrada slike, trihinelozu

1. UVOD

U svakodnevnom životu većina ljudi konzumira meso svakodnevno ili skoro svakodnevno. Pre nego što meso stigne do naše trpeze ono mora biti odobreno od strane organa za prevenciju zdravlja. Proces odobravanja mesa za konzumiranje podrazumeva, između ostalog, njegovo testiranje na sve organizme koji negativno utiču na ljudsko zdravlje. U našem podneblju, na teritoriji Srbije, postoji veliki rizik da meso bude zaraženo trihinelozom. Nadležne veterinarske ustanove imaju mogućnost testiranja mesa na ovu bolest.

Postoji dva veoma dostupna načina testiranja na trihinelozu. Prvi metod jeste metoda kompresije, a drugi metoda veštačke digestije. Obe metode iziskuju dosta vremena i pažnje od strane veterinara, a sam postupak testiranja je jednoličan i za samo jedan uzorak mesa treba ga ponoviti dvadesetak puta. Ovo predstavlja značajan napor i za čovečije oči i za njegovu pažnju.

2. HARDVERSKA REŠENJA

Radom mašine upravlja Atmelov mikrokontroler AT89S53. On je povezan sa tasterima za upravljanje radom mašine, sa motorima, sa senzorskim delom sistema, sa signalizacionim delom sistema i sa računarem. Signalizacija rezultata testiranja je realizovana pomoću LED dioda, jedna zelena za „uzorak negativan“, jedna crvena za „uzorak pozitivan“ i jedna žuta za „proveriti opet“. Senzorski deo čine dva mikroprekidača, jedan detektuje početni položaj uzorka za testiranje, a drugi određuje pravilan korak pomeranja uzorka ispod mikroskopa. Šest tastera za upravljanje mašinom predstavljaju: pokretanje motora u manuelnom režimu rada, biranje smera obrtanja motora u manuelnom režimu rada, „start“ automatskog režima rada, „stop“ automatskog režima rada,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz istoimenog diplomskog-master rada Miroslava Bogaroškog. Mentor je bio dr Stevan Stankovski, red.prof.

„pauza“ automatskog režima rada i biranje broja uzoraka za automatski režim rada. Komunikacija sa računarem se odvija serijskim putem preko ugrađenog UART kontrolera brzinom od 1200 Bauda. Web Kamera je preko USB priključka povezana sa računarem. Računar čeka naredbu od mikrokontrolera za „start“, zatim vrši obradu slike i rezultat šalje nazad serijskom komunikacijom, nakon čega opet čeka na signal za „start“.

3. MAŠINSKA VIZIJA I OBRADA SLIKE

Na računar je povezana Web kamera koja koristi standardni USB priključak. Ova kamera obezbeđuje izvor slika uzoraka koji se testiraju, i obradom ovih slika računar zaključuje da li je uzorak pozitivan na trihinelu ili ne. Za obradu slike koristi se programsko okruženje Matlab 2007 koji nudi veliki broj ugrađenih funkcija koje možemo koristiti. Slika je, sama po sebi, matrica određenih dimenzija $[m_x \times n_x \times d]$. Vrednosti m_x, n_x predstavljaju rezoluciju slike, odnosno broj piksela koji kamera može razlikovati. Za slike u boji vrednost dimenzije d je 3. Svaka dimenzija je za jednu od osnovnih boja, Crvena, Zelena i Plava. Vrednosti koje su upisane u ovu matricu, predstavljaju koordinate određene boje, predstavljene u RGB kocki, odnosno RGB koordinantom sistemu. Za dobijanje slika koristi se alatka za uzimanje slika (Image Acquisition Toolbox). Dobijena slika je formata: $640 \times 480 \times 3$ i informacije o bojama su osmobarne, odnosno može postojati 16,777,216 različitih boja. Uz ograničenje na veličinu slike od 0.3 Mpixela (ovo je veoma mali kvalitet slike), takođe mikroskop nije dizajniran za postavljanje kamere, pa veoma malo svetlosti dolazi do CCD senzora unutar kamere, snimljena slika je slika 1:



Slika 1. Izgled slike dobijene sa Web kamere

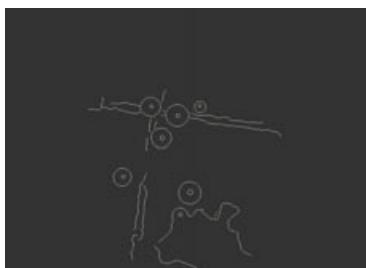
Tamni, crni, kružni oblici na slici su mehurići vazduha, koji zbog prelamanja svetlosti imaju samo mali svetli krug u njihovom centru. Veliko, tamno obličje, pri dnu slike je komadić nesvarenog mesa, ova metoda simulira sve uslove, kada se meso nađe u stomaku domaćina. Najsitniji i najsvetliji kružni oblik, u gornjem delu slike, sa desne strane, je larva trihinele. Sledeći korak u obradi slike je prebacivanje slike u crno-beli format. Boje crno-

belog formata se nalaze na dijagonali RGB kocke. To znači da moramo povući liniju pod pravim uglom u odnosu na ovu dijagonalu, koja preseca tačku čiju crno-belu vrednost želimo da odredimo. Tačka presecanja ove prave i dijagonale RGB kocke je crno-bela vrednost datog RGB pixela. Naravno, korištena je ugrađena funkcija RGB2Gray, tako da za rad na obradi slika u Matlab-u nije potrebno znanje o RGB kocki i sistemima boja. Dobijena slika je slika 2:



Slika 2. Dobijena crno-bela slika sa kamere

Zatim je potrebno pronaći sve ivice koje se mogu detektovati na slici. Korišten je Canny metod, zato što taj metod nalazi i jako ocrtane i slabo ocrtane ivice, a kao izlazu sliku vraća sve jako ocrtane linije i slabo ocrtane linije koje su u dodiru sa jako ocrtanim linijama. Rezultat se vidi na slici 3:



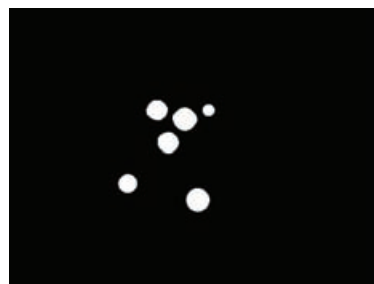
Slika 3. Detektovane ivice Canny metodom

Zatim se vrši zatvaranje kontura i popunjavanje tih zatvorenih kontura. Rezultat se vidi na slici 4:



Slika 4. Slika sa zatvorenim i popunjenim konturama

Zatim se erozijom, pa naknadnom dilatacijom, otklanjaju sitniji detalji na slici, kao što su ove zaostale linije koje predstavljaju useke u posudi za pregledanje uzorka, vidi se na slici 5:



Slika 5. Slika sa izdvojenim velikim regionima

Zatim se slika ispituje, opet ugrađenim alatom, regionprops, koji daje sve potrebne informacije o ranije izolovanim regionima. Tu spadaju, između ostalih, koordinate na slici, veličina, prostorna orijentacija...

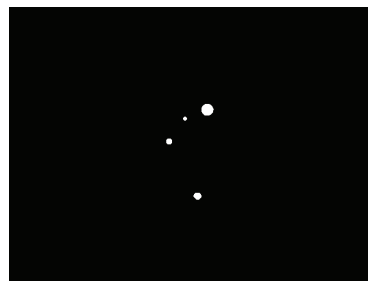
3.1. DETEKCIJA TRIHINELE

Kada preklopimo originalnu sliku i sliku sa izolovanim, korisnim regionima, dobija se slika koja sadrži samo korisne elemente, prikazana na slici 6:



Slika 6. Izdvojeni korisni regioni slike dobijene sa kamere

Na osnovu ove slike može se videti da ovakvom obradom slike, komadići nesvarenog mesa koji se mogu nalaziti u rastvoru, ne utiču na ishod obrade slike, svi komadi mesa su prepoznati i eliminisani sa korisne slike. Takođe se može primetiti da je crno ovičenje korisnog regiona, mnogo deblje kod mehura vazduha nego što je kod detektovane larve trihinele. Kada se ova slika binarizuje koristeći visoki prag, region sa trihinelom je skoro identične veličine kao i pre binarizacije, dok se regioni sa detektovanim mehurima vazduha drastično smanjuju ili potpuno nestaju, što se vidi na slici 7.



Slika 7. Izgled binarizovane slike sa korisnim regionima

Ponovo se pokreće regionprops alatka koja daje veličinu regiona na binarizovanoj slici 7. Poredeći dobijene veličine regiona sa veličinom regiona na slici 5, dolazi se do zaključka da li se radi o trihinelu ili vazduhu. Smanjenje regiona koje je veće od 35 % je sigurno vazduh. Smanjenje regiona koje je manje od 10 % je sigurno larva trihinele. Smanjenje regiona koje je između 10 % i 35 %

verovatno nije trihinelu, ali zbog rizika za zdravlje ovaj uzorak treba još jednom da pregleda veterinar.

4. ZAKLJUČAK

Mesna prerađivačka industrija svakodnevno prerađuje i daje u promet veliku količinu mesa. Za ovo meso se, pored adekvatnog rukovanja i skladištenja, mora obezbediti i adekvatno testiranje na sve organizme koji mogu negativno uticati na ljudsko zdravlje. U našem podneblju, na teritoriji Srbije, postoji veliki rizik da meso bude zaraženo trihinelozom. Ovim radom je pokazana mogućnost jeftine realizacije testiranja ovog mesa na larvu trihine, a automatizacijom ovog testiranja je proces odobravanja mesa za konzumiranje ubrzan i olakšan.

U ovom radu je predloženo rešenje za automatizovan postupak testiranja mesa na trihinelozu, pri metodi veštačke digestije, koja se već široko koristi u mesnoj prerađivačkoj industriji. Upotreba mašinske vizije sa pažljivo osmišljenim algoritmom analiziranja slike, omogućava da mašina sa uvek jednakom pažnjom testira svaki uzorak, a upotreba aktuatora, da se omogući testiranje, u ovom radu, do osam uzoraka bez učešća čoveka.

Broj uzoraka koji se automatski testiraju se lakom nadogradnjom hardvera može povećati na bilo koji potreban broj, bez povećanja potrebne memorije za izvršavanje obrade slike i upravljanje mašinom. Ovako osmišljena mašina je samo jedan od načina realizacije automatskog testiranja mesa na prisustvo trihinele.

U njen koncept nisu uključeni elementi za odmeravanje, dodavanje i izuzimanje hemijskih komponenti, koje se koriste pri metodi veštačke digestije, ipak primenljivost ovog koncepta i ovakvog hardvera je neosporna a finansijski troškovi za realizaciju ove mašine su veoma mali.

5. LITERATURA

[1] Handbook Of Image And Video Processing – Sa sajta www.gigapedia.org

[2] Uputstva za programiranje mikrokontrolera – Vrste Adresiranja, Tabela ASCII Kodova, Set Instrukcija x86, Prekidi i Funkcije, Edulent, Uputstvo Za Vežbe Za mikrokontroler 8051/8052, Datasheet Za AT89S53 Sa www.atmel.com, Alat Za Računanje Baud Rate-a sa www.atmel.com

[3] Serial Programming/8250 UART Programming – Sa sajta <http://en.wikibooks.org/>

[4] Serial Programming/max232 Driver Receiver – Sa <http://en.wikibooks.org/>

[5] RS-232 Cable And Testing – Sa sajta <http://www.lammertbies.nl/>

[6] Serial Programming/RS-232 Connections – Sa sajta <http://en.wikibooks.org/>

[7] Serial Programming/Typical RS-232 Connections – Sa sajta <http://en.wikibooks.org/>

[8] Web Atlas Of Medical Parasitology – Sa sajta <http://www.atlas.or.kr/>

[9] Diagnostic Test Evaluation For Trichinella Infections In Pigs – Sa sajta www.sciquest.org

[10] Detection Of Sallmonella, Trichinella And Toxoplasma Antibodies in Alberta Wild Boars At Slaughter – E. Chow, A. Rajić, J. Wu i K.Dies, Divizija za bezbednu ishranu, AAFRD, 2003 EICEF Edmonton

[11] An Indirect Immunofluorescence Double Staining Procedure for the Simultaneous Flow Cytometric Measurement of Iodo - and Chlorodeoxyuridine Incorporated into DNA – Metode bojenja uzoraka koji se testiraju sa sajta Akademskog Medicinskog Centra u Holandiji

[12] Laboratory Technique In Biology And Medicine – Sa <http://www.archive.org/>

[13] Laboratory Facilities, Equipment And Procedures – <http://www.nzfsa.govt.nz/>

[14] Primena Imunoenzimnog Testa Za Dokaz Vrste Trichinella Spiralis Pri Veterinarko-Sanitarnom Pregledu Mesa Svinja – J. Barić, B. Njari, A. Marinčulić i R. Beck, 2007

[15] A Slide Antigen In The Indirect Fluorescent Antibody Test For Trichinella Spiralis – Centar Za Kontrolu Zaraza, Atlanta, Džordžija, 1971

Kratka biografija:



Miroslav Bogaroški rođen je u Zrenjaninu 1984. god. Završio osnovnu školu "dr Boško Vrebalov" u Melencima i srednju elektrotehničku školu "Nikola Tesla" u Zrenjaninu. U toku studiranja osvojio prvo mesto na Srpskom prvenstvu u robotici za 2007/2008 godinu u okviru EUROBOT takmičenja. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike, robotika i automatizacija, odbranio je 2009. god.

**WINDOWS MOBILE REŠENJE PROGRAMSKE PODRŠKE ZA UPRAVLJANJE
AUKCIJSKIM PROCESOM TRGOVINE ELEKTRIČNE ENERGIJE****A WINDOWS MOBILE SOFTWARE SOLUTION FOR AUCTION AND TRADING IN
ELECTRIC ENERGY MARKET**Marko Đuković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je primena *Windows Mobile* platforme za upravljanje aukcijskim procesom trgovine električne energije za centralnoistočnu Evropu. Opisan je način uspostavljanja veze između mobilnog telefona sa jedne i računara sa druge strane korišćenjem *.NET* okruženja, kao i metodologije korišćene u izradi kompletne programske podrške sa objašnjenjem pojedinačnih komponenti.

Abstract – *This paper describes a Windows Mobile application for auction and trading in electric energy market of Central-Eastern Europe. It explains how mobile device and PC computer are interfaced using Microsoft .NET Framework. Also, methodologies used in development of the application and a global application design are given.*

Ključne reči: elektroenergetski sistem, trgovina električnom energijom, *Windows Mobile*, *Web service*

1. UVOD

Elektroenergetski sistemi svih država Evrope ranije su funkcionisali nezavisno jedan od drugog. Ovi sistemi razmenjivali su međusobno energiju jedino da bi sprečili debalans u nekom od sistema. Danas kada je proces deregulacije elektroprivrede u velikom broju zemalja već uveliko u toku, mnogi potrošači i trgovci smatraju da je ekonomičnije kupiti električnu energiju iz nekog drugog sistema nego iz svog. U tom slučaju interkonektivni vodovi imaju zajedničku ulogu, ali i sve češće oni predstavljaju ograničenje pri trgovini električnom energijom na tom nivou.

U tu svrhu je razvijena programska podrška za alokaciju (dodeljivanje) prenosnih kapaciteta interkonektivnih vodova na nivou centralnoistočne Evrope koji uključuje sledeće zemlje: Poljsku, Češku, Slovačku, Mađarsku, Austriju, Sloveniju i deo Nemačke. Programska podrška vrši proračune tokova snaga na dnevnom, mesečnom i godišnjem nivou i daje rezultate koji predstavljaju trenutno stanje elektrodistributivne mreže određene regije (zemalja koje učestvuju u aukcijskom procesu). Često se dešava da određena grupa ljudi treba da ima uvid o trenutnom stanju mreže, kao i o rezultatima proračuna, ali zbog prirode posla oni nemaju stalan pristup internetu i personalnom računaru.

U tu svrhu je razvijena programska podrška za mobilni uređaj koja će omogućiti pokretanje proračuna na serveru, prikaz rezultata kao i validaciju ulaznih podataka.

NAPOMENA:

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

Programska podrška omogućava klijentima brz i efikasan uvid u određene informacije bez obzira na mesto i vreme. Nakon uvodne glave, druga glava ukratko opisuje postavku problema. Treća glava odnosi se na opis predloženog rešenja i korišćenih tehnologija. Četvrta glava opisuje implementaciju predloženog rešenja, rezultate testiranja protoka informacija kao i sigurnost programske podrške. U petoj glavi su izneta zaključna razmatranja.

2. POSTAVKA PROBLEMA

Svaka zemlja (operater) učesnica aukcijskog procesa mora da ima uvid o trenutnom stanju svoje elektroenergetske mreže (informacije o snazi, naponu, struji, itd.) i u tu svrhu je razvijena PSA (*Power System Analyzer*) programska podrška. PSA vrši proračune i analize statičkih tokova snaga i ispitivanje slučajnih promena za elektroenergetske sisteme uzimajući u obzir potrebe liberalizovanog tržišta električne energije. Pored osnovnih alata za učitavanje ulaznih podataka i izmena elemenata mrežnog modela, u okviru programske podrške postoje alati za automatsko ispitivanje slučajnih promena, proračune za prenosne mrežne kapacitete (NTC – *Net Transfer Capacity*), proračune distributivnih faktora transfera snage (PTDF – *Power Transfer Distribution Factors*), faktora maksimalnih tokova (*Max Flow Factors*), skaliranja potrošnje/proizvodnje, kao i prikaz različitih rezultata proračuna.

Svaki operater šalje model svoje prenosne mreže koji se sastoji iz:

- Svih čvorova sa podacima o aktivnim i reaktivnim snagama i naponima kao i ograničenjima.
- X-čvorova, koji su fiktivni čvorovi i nalaze se na sredinama interkonektivnih vodova.
- Granama prenosne mreže, odnosno dalekovoda, sa parametrima i maksimalnim dozvoljenim strujama.
- Transformatora sa nominalnim naponima primara i sekundara.

Zadatak PSA *software*-a jeste:

- Da spoji pojedinačne nacionalne modele mreža u jedan sveobuhvatni model i
- Da proračuna određene tehničke parametre koji predstavljaju ulazne podatke u deo programske podrške koja se bavi samom aukcijom.

Dakle, PSA programska podrška mora da bude u stanju da obavlja proračune 24 časa dnevno. Takođe je razvijena klijentski orijentisana programska podrška za PC (*Personal Computer*) namenjena operaterima određenih zemalja koja omogućava:

- povezivanje sa serverom (računarom na kome PSA *software* vrši proračune),

- slanje nacionalnih modela kao i prikaz ulaznih podataka,
- pokretanje proračuna i uvid u rezultate, i
- pretragu po unapred izabranom kriterijumu.

Za potrebe ovog rada je razvijena klijentski orijentisana programska podrška zasnovana na *Windows Mobile* platformi koja obavlja sve gore navedene operacije.

Na osnovu autoru dostupne literature nije poznato da postoje druga rešenja programskih podrški ove namene za *Windows Mobile* platformu.

3. PREDLOG REŠENJA

Razvijena je programska podrška (*web servis*) za personalni računar koja se preko zastupničke klase povezuje sa serverom i omogućava programskoj podrški za mobilni telefon da pristupa serveru.

3.1. Web servis

Web servis [1] je autonomna, modularna programska podrška koja se može opisati, objaviti, locirati i pozvati preko mreže. U ovom radu, *web servis* ima ulogu uspostave veze između mobilnog telefona i servera. *Web servis* predstavlja modul koji omogućava da se interakcija sa njim ostvari preko zastupničke klase, pri čemu implementacija funkcionalnosti ostaje sakrivena. Zastupnička klasa je opisana WSDL (*Web Service Description Language*) jezikom. Programske podrške komuniciraju sa *web servisom* poštujući njegov opis preko SOAP (*Simple Object Access Protocol*) poruka koje su najčešće izražene preko HTTP-a sa XML (*Extended Markup Language*) serijalizacijom, poštujući ostale standarde koji se odnose na *web*. *Web servis* je korišćen zato što omogućava uspostavljanje veze klijenta i servera nezavisno od platforme. Metode *web servisa* korišćene u ovom radu se dele na 3 grupe:

1. Metode za uspostavljanje i prekidanje konekcije,
2. Metode za pokretanje proračuna, i
3. Metode za razmenu podataka.

U prvoj grupi metoda se razmenjuju podaci neophodni za uspostavljanje konekcije kao što su korisničko ime i šifra (*string-ovi*). Podaci koji se prenose u drugoj grupi metoda su nizovi identifikacionih brojeva modela za koje se zahtevaju proračuni. U trećoj grupi metoda se prenose liste transformatora, vodova, čvorova, kritičnih ispada i kritičnih grana.

3.2. Realizacija komunikacije

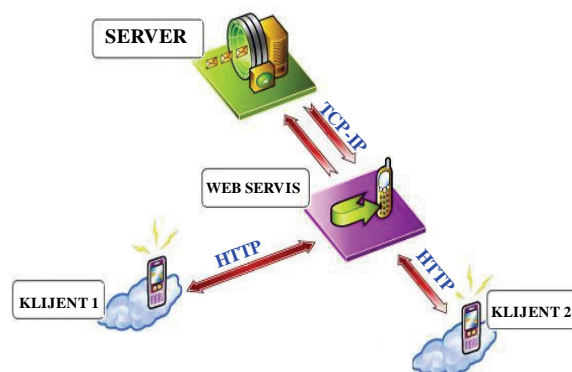
Web servis ima ulogu da u zavisnosti od primljenog zahteva sa klijentske strane pokrene određenu metodu na serveru. Komunikacija između *web servisa* i servera je ostvarena korišćenjem TCP/IP protokola a između klijenta (mobilnog telefona) i *web servisa* upotrebom HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) protokola. TCP/IP je najčešće korišćeni protokol za prenos podataka u lokalnim mrežama (*intranet*). TCP je zadužen za rad sa podacima u transportnom sloju, pogodan je za rad na komunikacionim kanalima visoke sigurnosti prenosa informacija a pokazuje slabije performanse na komunikacionim kanalima sa čestim oštećenjem podataka (npr. bežična komunikacija).

HTTP [2] protokol je najčešće korišćeni protokol za prenos informacija na *web-u*. HTTP se razlikuje od

ostalnih protokola, kao što je na primer FTP (*File Transfer Protokol*) po tome što se konekcija i komunikacija sa serverom prekida odmah nakon izvršenja zahteva klijenta (isporučenog paketa traženih podataka). Prenos informacija između *web servisa* i servera je realizovan dvosmerno (*DuplexChannel*, DC). DC je dvokanalni vid komunikacije između klijenta i servera gde klijent može da poziva metode na serveru kao i server na klijentu. Korišćenjem ovog načina komunikacije je realizacija određenih zahteva koje programska podrška mora da zadovoljava urađena na mnogo efikasniji način. Da bi se uspostavila DC veza, prvo se mora kreirati par zastupničkih klasa. Prva zastupnička klasa implementira metode koje server poziva na klijentskoj strani i ta zastupnička klasa se proglašava kao povratna (*callback*). Druga zastupnička klasa implementira metode koje *web servisa* poziva na serverskoj strani.

Ostvarivanje komunikacije između *web servisa* i mobilnog telefona je realizovano upotrebom HTTP protokola. Klijent (u ovom slučaju mobilni telefon) se na *web servis* povezuje preko WCF zastupnika klijentske strane generisanog korišćenjem programske podrške *NetCFSvcutil*.

Loša osobina HTTP komunikacije je lako presretanje paketa. Prilikom testiranja, korišćenjem *WireShark* programske podrške uspešno je izvršeno presretanje poruka i iz njih pročitani sadržaj. Slika 1 ilustruje dijagram celog sistema.



Slika 1. Dijagram celog sistema

3.3. Obrada zahteva

Zahtev sa klijenta se upotrebom zastupničke klase prosleđuje *web servisu*. Servis aktivira sekciju koja vrši analizu zahteva (konekcija na server, učitavanje podataka, pretraga...). U zavisnosti od rezultata analize izvršava se određena metoda na serveru nakon koje se formira izlazna struktura prema klijentu.

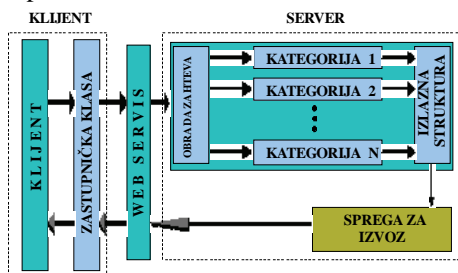
Slanje obrađenog zahteva se upotrebom sprege za izvoz prosleđuje *web servisu* koji tu informaciju šalje klijentu.

Princip obrade zahteva opisuje **Error! Reference source not found.**

4. IMPLEMENTACIJA

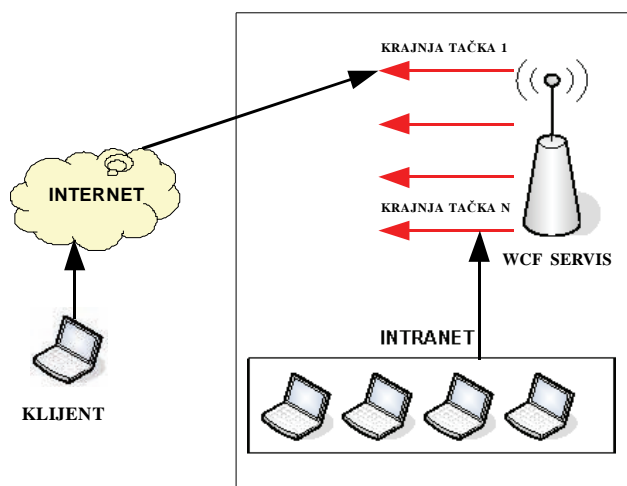
Realizacija programske podrške je zasnovana na .NET i WCF (*Windows Communication Foundation*) tehnologiji. WCF je korišćen za realizaciju *web servisa* jer [3] omogućava brz razvoj servisno orijentisanih programskih podrški koje komuniciraju putem interneta. Takođe

podržava klijentsko-serversku arhitekturu koja se ovde pokazala prikladnom.



Slika 2. Blok šema obrade zahteva

Komunikacija između klijenta i servera se ostvaruje putem krajnjih tačaka (*endpoint-a*) izloženih od strane WCF servisa. Ove krajnje tačke su u suštini lokacije definisane od strane servisa kroz koje se vrši razmena poruka. Slika 3 ilustruje primenjeni WCF komunikacioni model.



Slika 3. WCF komunikacioni model

4.1. .NET Compact Framework (.NET CF)

Za potrebe ovog rada je korišćen .NET CF koji predstavlja specijalnu verziju .NET okruženja namenjenu za Windows CE (*Windows Embedded Compact*) bazirane uređaje kao što su mobilni telefoni, PDA uređaji kao i neki fabrički kontroleri.

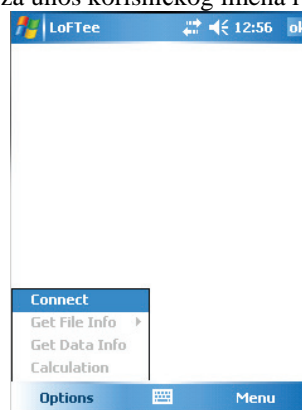
4.2. Windows Mobile

Windows Mobile [4] je operativni sistem sa osnovnim programskim podrškama namenjen za mobile uređaje bazirane na *Microsoft Win32 API*. Uređaji koji koriste ovaj operativni sistem su: „pametni“ telefoni (*smart-phones*), džepni računari (*Pocket PC*), portabilni računari kao i neki računari za posebne primene u automobilske industriji. Za potrebe ovog rada je korišćen *Windows Mobile 5.0 OS*.

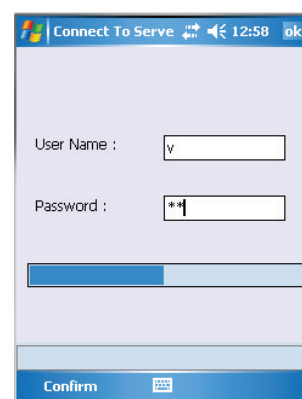
4.3. Realizacija

Pri kreiranju *interface-a* za programsku podršku glavni cilj je bio da se broj *tap-ova* svede na minimum. Svi zahtevi koje program izvršava se izvode u intervalu od 1 do 3 klika (*tap-a*), u zavisnosti od operacije. Pri pokretanju programske podrške otvara se glavni prozor sa

menijem u kome je omogućeno konektovanje na server (Slika 4). Nakon klika na stavku *Connect* sa slike 4 se otvara prozor za unos korisničkog imena i šifre (Slika 4).

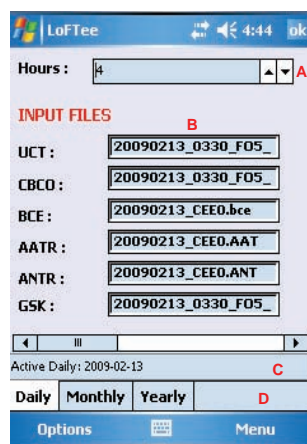


Slika 4. Početni prozor



Slika 5. Povezivanje na server

Povlačenje podataka je realizovano klikom na stavku *Get Data Info* unutar sekcije *Options*. Slika 6 prikazuje učitane podatke sa servera.

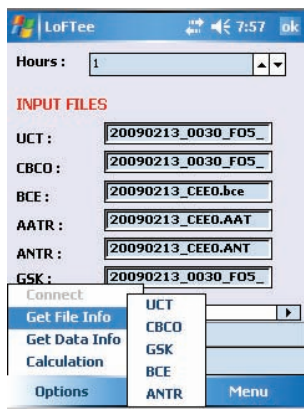


Slika 6. Učitani podaci

U sekciji *Hours* (Slika 6(A)) se nalaze brojevi koji predstavljaju sate za ulazne podatke na dnevnom nivou. Maksimalan broj modela za jedan dan je 24. Sve zemlje koje učestvuju u procesu aukcije šalju svoje ulazne podatke na nivou jednog sata od kojih se formira zajednički ulazni podatak koji učitava klijent.

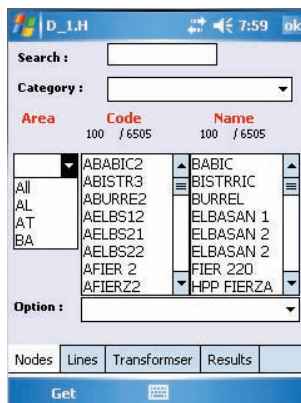
Sekcija *INPUT FILES* (Slika 6(B)) sadrži imena učitanih podataka. Slika 6(C) označava statusnu liniju

koja daje informaciju o aktivnim dnevnim podacima (u ovom slučaju to je 13. februar 2009). Slika 6(D) označava karticu koja daje informaciju koji proračun je trenutno prikazan (*Daily, Monthly, Yearly*).



Slika 7. Učitavanje određenih podataka

Učitavanje određene kategorije ulaznih podataka je realizovano klikom na željenu stavku (UCT, CBCO, GSK, BCE, ANTR) unutar stavke *Get File Info* (Slika 7). Pokretanje proračuna omogućeno je klikom na stavku *Calculation* (Slika 7).

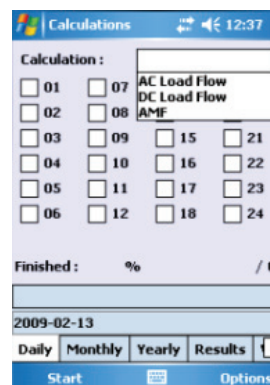


Slika 8. Prikaz UCT podataka

Slika 8 ilustruje učitavanje UCT podataka. Slična procedura izvodi se i za učitavanje ostalih ulaznih podataka. Izgled programske podrške usled pokretanja sekcije za proračune ilustruje Slika 9.

Nakon izabrane kategorije (sekcija *Calculation* (Slika 9)) i selektovanih sati za koje se žele rezultati, klikom na dugme *Start* se pokreće zahtevani proračun. Dobijeni rezultati se nalaze u sekciji *Results*. Slična procedura se koristi kod mesečnih i godišnjih proračuna.

Programske podrške zasnovane na *Windows Mobile* tehnologiji se odlikuju manjom brzinom rada nego programske podrške pisane za platforme kao što su: *Android* i *Symbian*. Paketi koji se šalju sa mobilnog telefona na web servis putem HTTP protokola se uspešno presreću i dekriptuju što može da predstavlja problem, tako da je neophodno koristiti algoritme za kriptovanje poruka. U ovom radu nije korišćeno kriptovanje poruka.



Slika 9. Pokretanje proračuna

5. ZAKLJUČAK

Prenos i distribucija električne energije spadaju u aktivnosti koje zahtevaju stalno praćenje cena berze i stanja elektrodistributivne mreže kao resursa za prenos. Predloženim rešenjem u ovom radu, korisnik ima mogućnost da jednostavno i brzo dobije uvid u stanje mreže u zavisnosti od izabranog vremenskog perioda. U okiru rada je realizovana programska podrška zasnovana na Windows mobile platformi. Implementirano rešenje omogućava uvid u stanje, ali ne i slanje zahteva za izvršenje odgovarajuće trgovine. Na ovakav i slične načine se mobilna tehnologija još više približava korisnicima i sve više uključuje u ne-govorne aplikacije u svakodnevnom životu.

6. LITERATURA

- [1] Andrew Troelsen, „Pro C# 2008 and .NET 3.5 Platform, Fourth Edition“, Apress 2008
- [2] <http://hr.wikipedia.org/wiki/HTTP>
- [3] Steve Resnick, Richard Crane, Chris Bowen, „Essential Windows Communication Foundation for .NET 3.5“, Microsoft .NET Development Series, Paerson Education, 2008
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Mobile

Kratka biografija:



Marko Đuković rođen je u Pljevljima 1985. god. Diplomirao je 2009.god. na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu, departman za Mehatroniku.

SISTEM ZA DALJINSKI NADZOR I UPRAVLJANJE KORIŠĆENJEM GSM MODULA REMOTE MONITORING AND CONTROL SYSTEM BASED ON GSM MODULE

Zoran Stanković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je način realizacije sistema za daljinski nadzor senzora, upravljanje i kontrolu pristupa putem GSM mreže. Dat je kratak opis hardvera, karakteristika sistema i razvijene PC aplikacije.

Abstract – This paper presents one approach in realisation of system for remote sensor monitoring, control and access control through GSM network. It describes used hardware, system characteristics and developed PC application.

Ključne reči: monitoring, GSM upravljanje, kontrola pristupa

1. UVOD

Pojavom GSM tehnologije došlo je do značajnog povećanja brzine prenosa informacija i revolucije u načinu komunikacije. Niko nije ni pomišljao kakvu popularnost će dostići mobilne komunikacije i mobilni telefoni. Paralelno sa razvojem mobilne telefonije, razvijale su se i ideje o njenoj upotrebi u industrijskim aplikacijama i komunikaciji između čoveka i mašine, kao i između mašine i mašine. U industriji je ovakva vrsta aplikacija poznata kao M2M, odnosno „man to machine, machine to machine“.

Pre pojave GSM tehnologije postojala je bežična komunikacija između mašine i mašine, kao i mogućnost bežičnog upravljanja, ali je udaljenost, sa koje se to moglo obavljati, bila ograničena. Pojavom GSM tehnologije, udaljenost praktično postaje neograničena. Sada je moguće daljinsko upravljanje i nadzor sa bilo koje tačke na Zemlji.

GSM tehnologija donosi još prednosti kada je u pitanju daljinsko upravljanje.

Nekada je veliki problem predstavljala upotreba daljinskih upravljača u slučaju kada ima mnogo korisnika. U tom slučaju, svaki korisnik mora da ima namenski daljinski upravljač, što ponekad predstavlja veliki trošak.

GSM tehnologija omogućava da se lični mobilni telefon koristi kao univerzalni daljinski upravljač, identifikacioni uređaj, sredstvo za plaćanje itd. Danas je skoro nezamislivo da neko nema mobilni telefon.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Stevan Stankovski.

Pomenuti diplomski-master rad je nagrađen zlatnom plaketom na Tesla festu 2009. god.

Osim bežičnog upravljanja, GSM tehnologija omogućava i daljinski monitoring različitih procesa, senzora, uređaja, mašina itd. Na ovaj način moguće je pravovremeno uočiti zastoj ili nepravilnost u radu neke mašine ili pogona, kao i daljinsko otklanjanje problema.

Uređaji za monitoring posebno nalaze primenu u aplikacijama gde pravovremena dojava nekog događaja može sprečiti nastanak materijalne štete, npr. provala, krađa, zastoj u radu nekog pogona ili mašine.

U ovom radu je realizovan uređaj koji se može koristiti za daljinski monitoring, upravljanje i kontrolu pristupa putem GSM mreže. Cena realizovanog uređaja je nekoliko puta niža od uređaja koji su trenutno dostupni na tržištu, pa bi uz malo usavršavanja i opsežno testiranje mogao biti ponuđen kao „low cost“ komercijalno rešenje.

2. OPIS ZADATKA

Predmet ovog rada jeste razvoj i praktična realizacija uređaja namenjenog za daljinski nadzor i očitavanje senzora, dojavu alarma, upravljanje i kontrolu pristupa putem GSM mreže. Finalni uređaj će biti u mogućnosti da prati vrednosti na analognim sensorima i da u slučaju prekoračenja zadate vrednosti o tome, putem SMS poruke, obavesti korisnika. Uređaj će takođe imati i digitalne ulaze koji će se koristiti za nadzor digitalnih senzora. U zavisnosti od aktiviranog ulaza, uređaj će korisnika obavestiti slanjem odgovarajuće SMS poruke. Tekst SMS poruke definiše administrator i poruke mogu biti dugačke najviše 50 alfanumeričkih karaktera. Pored dojava SMS porukom, uređaj će imati i mogućnost dojava pozivom. Ako se aktivira odgovarajući digitalni ulaz, uređaj će pozvati tri telefonska broja, koje je definisao administrator.

Digitalni izlazi su namenjeni za upravljanje nekim postojećim sistemom ili nekim uređajem, npr. pumpom za vodu, garažnim vratima, klima uređajem, osvetljenjem itd.

Uređaj ima 3 digitalna izlaza, od čega je jedan izlaz relejni, a preostala dva su NPN tipa.

Aktiviranje relejnog izlaza se vrši pozivom, dok se aktiviranje NPN izlaza vrši putem SMS poruke. Pored ovakvog načina upravljanja, uređaj pronalazi primenu i u aplikacijama gde je potrebna kontrola pristupa nekom objektu ili prostoru.

Potrebno je da administrator napravi listu tel. brojeva korisnika koji će imati pristup objektu/prostoru. Kada korisnik želi da uđe u objekat potrebno je da sa svog mobilnog telefona pozove tel. broj SIM kartice koja se nalazi u uređaju. Nakon toga će uređaj izvršiti proveru tel. broja sa kojeg dolazi poziv. Ukoliko se taj broj nalazi na listi, uređaj će aktivirati relej i prekinuti poziv kako ne bi

trošio kredit korisniku. U slučaju da je dolazeći poziv sa tel. broja koji nije na listi ovlašćenih korisnika, poziv će biti prekinut.

Podešavanje uređaja će se vršiti putem PC računara, pa je potrebno razviti Windows aplikaciju za tu namenu.

Široke mogućnosti primene obuhvataju oblasti kao što su: kućna automatizacija, bezbednosni i alarmni sistemi, sistemi za dojavu požara ili poplave, daljinsko očitavanje senzora, automatizacija kapije, kontrola pristupa parking-u, M2M aplikacije, upravljanje plasticima i sistemima za navodnjavanje

Na slici 1. dat je finalni izgled razvijenog sistema.



Slika 1. Finalni izgled razvijenog sistema

3. OPIS HARDVERA

Uređaj se sastoji iz harvera i mikrokontrolerskog softvera. Za podešavanje radnih parametara uređaja, razvijen je poseban softver za PC, koji sa uređajem komunicira putem USB magistrale.

Na slici 2. dat je prikaz blok dijagrama hardvera uređaja. Kao što se može primetiti sa slike, uređaj se sastoji iz nekoliko funkcionalnih celina. Osnovu uređaja čine mikrokontroler PIC16F886 [1] i GSM modem Telit GM862-QUAD [2]. Mikrokontroler se napaja sa stabilnih 3.3V preko linearnog regulatora napona L78L33.

Mikrokontroler upravlja GSM modemom putem AT komandi [3].

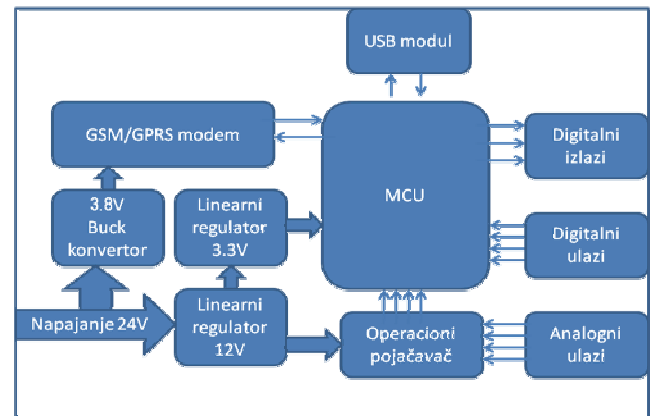
Za napajanje GSM modema potrebno je 3.8V. U ovom slučaju nije pogodna upotreba linearnog regulatora, jer bi gubici energije na regulatoru bili veliki, grejao bi se i bio bi potreban veliki hladnjak. Iz tog razloga je za napajanje GSM modema upotrebljen BUCK konvertor (prekidačko napajanje). Frekvencija prekidanja je 500kHz. U osnovi prekidačkog napajanja je integrisano kolo BD9778HFP [4]. Prekidačko napajanje je dosta složenije od linearnog i zahteva dosta opreza prilikom projektovanja. Raspored komponenta na ploči je od kritičnog značaja i loše raspoređene komponente mogu izazvati loš rad napajanja i celokupnog uređaja. Takođe je važan i precizan odabir vrednosti kapacitivnosti i induktivnosti.

Za realizaciju USB modula, upotrebljen je FT232RL [5] čip, koji služi kao USB na RS232 konvertor.

Analogni ulazi su izvedeni pomoću integrisanog kola LM324 [6] koje sadrži četiri operaciona pojačavača. Operacioni pojačavači su iskorišćeni kao jedinični pojačavači-baferi.

Digitalni ulazi su pomoću optokaplera galvanski odvojeni od procesorske jedinice.

Izlazi su izvedeni pomoću NPN tranzistora.



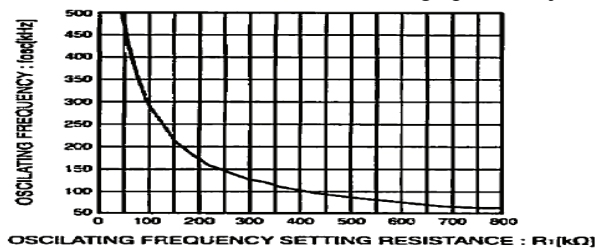
Slika 2. Blok dijagram hardvera

3.1. Buck konvertor

Za realizaciju buck konvertora, upotrebljeno je integrisano kolo B9778HFP, proizvođača ROHM. Ovo integrisano kolo je prekidački regulator napona sa ugrađenim visokonaponskim MOSFET-om.

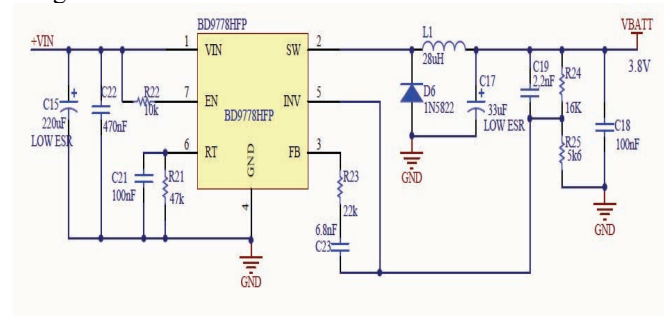
Integrisano kolo B9778HFP karakteriše širok opseg ulaznog napona (7-35V) i širok temperaturni opseg (-40 do +95°C). Potreban je relativno mali broj eksternih komponenti.

Izlazni napon se podešava pomoću naponskog razdelnika, a frekvencija prekidanja zadaje se postavljanjem odgovarajućeg otpornika (slika 3). Vrednost induktivnosti i kapacitivnosti se bira u zavisnosti od izlaznog optrećenja.



Slika 3. Zavisnost radne frekvencije od postavljenog otpornika

Na slici 4. data je principiska shema buck konvertora sa integrisanim kolom BD9778HFP.



Slika 4. Shema realizovanog buck konvertora

Kalem akumulira energiju i sprečava promenu struje. Buck konvertor reguliše jačinu struje koristeći ove osobine kalema. Spuštanje napona se vrši uključivanjem i isključivanjem izlaznog tranzistora. Izlazni napon pred-

stavlja srednju vrednost napona dobijenog uključivanjem i isključivanjem tranzistora.

Otpornici R24 i R25 čine naponski razdelnik i povratnu spregu do regulatora, pomoću koje se određuje odstupanje izlaznog napona. U zavisnosti od greške, regulator odlučuje kad će tranzistor biti uključen ili isključen.

Predviđeno je da se finalni uređaj pretežno napaja sa 24V, ali i da ima mogućnost napajanja u opsegu od 12V do 30V. Potreban faktor ispunje će regulator (integrirano kolo) samostalno određivati.

Od presudnog značaja za rad uređaja je odabir radne frekvencije prekidačkog napajanja. Pri višim frekvencijama je nešto veća potrošnja kola i veći su gubici energije, ali zato se obezbeđuje brži odziv regulatora na dinamičko opterećenje.

Brz odziv regulatora je važan u ovom slučaju, jer GSM modem prilikom prijavljivanja na GSM mrežu neki put „povuće“ strujni impuls od skoro 2A. Najveća potrošnja GSM modema, prilikom slanja podataka putem GSM mreže, iznosi 350mA.

Dakle, prekidačko napajanje mora da izdrži impulsno opterećenje 2A i trajno opterećenje od 350mA.

4. KARAKTERISTIKE I NAČIN RADA SISTEMA

Da bi uređaj bio spreman za rad, potrebno je ubaciti SIM karticu, povezati uređaj na računar putem USB veze i preko namenske aplikacije podesiti sve parametre vezane za rad uređaja

4.1. SIM Kartica

Vrsta SIM kartice nije od značaja za funkcionisanje uređaja. Ukoliko se upotrebljava “Pre Paid” tip kartice, potrebno je voditi računa o dopuni kredita i o vremenskom ograničenju trajanja kredita. Posebni zahtevi u vezi odobrenja za korišćenje nisu neophodni obzirom da uređaj koristi isključivo standardne servise mobilnog operatera. PIN kodovi moraju biti isključeni

4.2. Digitalni ulazi

Digitalni ulazi uređaja se aktiviraju dovođenjem naponskog signala u opsegu od 10 do 30V na neki od njih. Na ulazima se pomoću optokaplera vrši galvansko razdvajanje od sistema na koji se povezuje.

Da bi se neki ulaz aktivirao, dovedeni signal mora ostati aktivan najmanje 350 milisekundi Ovo je “debounce time” i služi za zaštitu od treperenja ulaznih signala.

4.3. Digitalni izlazi

Uređaj poseduje jedan relejni izlaz, koji se može koristiti za uključivanje/isključivanje nekog drugog uređaja/sistema, osvetljenja, aktuatora itd.

Izlaz se aktivira pozivom. Aktiviranje releja je besplatno, jer uređaj prekida poziv nakon provere broja sa kojeg se poziva. Korisnik poziva tel.broj kartice koja se nalazi u uređaju. Uređaj izvršava proveru korisničkog broja i ako je korisnik ovlašćen, uređaj uključuje relejni izlaz i prekida poziv. Svi pozivi sa telefonskih brojeva koji nisu ovlašćeni biće odbijeni. Moguće je odabrati jedan od dva načina rada relejnog izlaza.

Odabir načina rada se vrši prilikom podešavanja uređaja putem PC aplikacije.

Prvi način rada se zasniva na tome da se relej uključi pozivom i da ostane uključen do sledećeg poziva kada će se isključiti. U drugom načinu rada, relej ostaje uključen neko određeno vreme koje zadaje korisnik, nakon čega se automatski isključuje.

Osim izlaza sa relejom, uređaj poseduje i dva NPN tranzistorska izlaza.. Upravljanje ovim izlazima vrši se putem SMS poruke.

4.4. Analogni ulazi

Analogni ulazi su namenjeni za merenje i monitoring analognih signala. Predviđeno je da se na ove ulaze povezuju senzori koji daju izlazni signal u opsegu od 4-20mA, A/D konverzija je 10 bitna, pa će se izmerene vrednosti kretati u opsegu od 0 do 1023.

Očitavanje stanja na analognim ulazima se vrši putem SMS poruke. Korisnik šalje uređaju SMS poruku sa naredbom za očitavanje, a uređaj vraća SMS poruku sa izmerenim vrednostima na ulazima.

Moguće je podesiti i alarm na ovim ulazima. Putem PC aplikacije korisnik zadaje vrednost, koja će predstavljati alarmnu vrednost. Kada vrednost na analognom ulazu pređe alarmnu vrednost, uređaj će korisniku poslati SMS poruku sa izmerenim vrednostima na analognim ulazima.

4.5. Dojava alarma pozivom

Ukoliko se aktivira Ulaz 4, uređaj će redom zvati sva tri broja koja je zadao korisnik putem PC aplikacije. Korisnik telefonskog broja, koji uređaj poziva, mora da odbije poziv. Na taj način on daje uređaju do znanja da je korisnik obavešten o alarmu.

Ukoliko je pozvani korisnički broj nedostupan, zauzet, korisnik ne odbija poziv ili je došlo do neke greške prilikom pozivanja, uređaj to pamti i nakon 2.5 minuta ponovo poziva isti broj. Broj ponovljenih poziva je ograničen na 3. Nakon sekvence pozivanja, uređaj se vraća u normalan režim rada. Uređaj je realizovan tako da ne dopušta uzastopne pozive unutar jedne sekvence aktivnosti ulaza. Na taj način sprečava se nepotrebno trošenje vremena ili kredita. Do novog poziva može doći isključivo ukoliko se ulaz vrati u neaktivno stanje i potom se ponovo aktivira.

Dakle, ukoliko je na neki ulaz doveden signal, uređaj će odraditi sekvencu pozivanja memorisanih korisnika i ako je ulaz nakon te sekvence i dalje aktivan, uređaj neće ponovo pozivati korisnike.

4.6. Dojava alarma SMS porukom

Ukoliko se aktivira “Ulaz 1”, “Ulaz 2” ili “Ulaz 3”, uređaj će na zadate brojeve poslati odgovarajuću SMS poruku koju je definisao korisnik. Uređaj je realizovan tako da ne dopušta uzastopno slanje SMS-a unutar jedne sekvence aktivnosti ulaza.

5. SOFTVER

Softver za mikrokontroler pisan je u Microchip-ovom razvojnom okruženju MPLAB. Korišćena je besplatna verzija HI-TECH C PRO v9.56 kompajlera.

Razvijeni softver za mikrokontroler, u ovoj fazi razvoja, predstavlja osnovno rešenje i omogućava potpunu funkcionalnost uređaja.

Ovaj softver se trenutno sastoji od oko dve hiljade linija koda i njegovim daljim razvojem moguće je usavršavati uređaj i dodavati nove i naprednije funkcije.

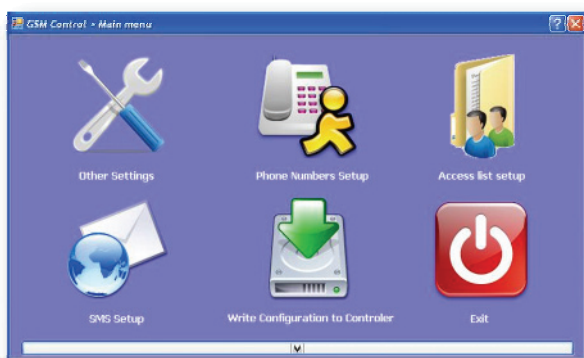
Celokupan softver je funkcionalno podeljen u nekoliko datoteka (modula), pri čemu su u modulima uvek srodne softverske funkcije. Na ovaj način omogućena je bolja preglednost softvera, lakša nadogradnja i izmena, a takođe je moguće iskoristiti ove softverske module u nekim drugim projektima.

6. PC APLIKACIJA

Za podešavanje uređaja i unos podataka, napisana je PC aplikacija u Visual Basic-u 2005 Professional, sa akademskom licencom.

Uređaj sa računarom komunicira preko USB magistrale. U ovom slučaju se uređaj ponaša kao virtualni COM port, tako da je za komunikaciju korišćen RS232 protokol.

Izgled glavnog menija razvijene PC aplikacije prikazan je na slici 5. Glavni meni sadrži prelice za ulazak u sledeće potprograme:



Slika 5. Izgled glavnog menija PC aplikacije

SMS setup – potprogram za unos poruka koje će biti poslate u zavisnosti od aktiviranog ulaza.

Phone number setup – potprogram za unos brojeva na koje će uređaj slati zadate SMS poruke ili vršiti dojavu pozivom

Other settings – podešavanje načina rada relejnog izlaza, podešavanje SMS alarma na analognim ulazima, podešavanje lozinke

Write configuration to controller – potprogram za “snimanje” zadatih podešavanja u kontroler

Access list setup - potprogram koji služi za formiranje liste korisnika koji će pozivom moći da uključe/isključe relejni izlaz

Exit – izlazak iz aplikacije, uređaj će automatski izaći iz moda.

7. ZAKLJUČAK

Sistem za daljinski nadzor senzora, upravljanje i kontrolu pristupa putem GSM mreže se pokazao kao pouzdano i jeftino rešenje. Daljim usavršavanjem moguće je napraviti sistem koji bi predstavljao kvalitetno komercijalno rešenje.

Sistem za daljinski nadzor senzora, upravljanje i kontrolu pristupa putem GSM mreže ima široke mogućnosti primene, jednostavan je za upotrebu i instalaciju. Moguća je upotreba na bilo kojoj tački na Zemlji, gde je dostupna GSM mreža.

Najveća mana ovog sistema je to što zavisi od dostupnosti i pouzdanosti GSM mreže, međutim poznato je da se GSM mreža odlikuje velikom pouzdanošću i da je dostupna skoro svuda i skoro u svakom trenutku. Druga njegova mana je što nije pogodan za nadzor signala koji se često menjaju, jer bi u tom slučaju bili veliki troškovi usled učestalog slanja SMS poruka.

Ako posmatramo grubu podelu, dalji razvoj sistema bi mogao da se odvija u dva pravca:

- industrijske aplikacije, GPRS prenos podataka, telemetrija
- bezbednosne aplikacije i kontrola pristupa

Takođe, daljim razvojem softvera moguće je unapređivati uređaj bez ikakve izmene hardvera.

8. LITERATURA

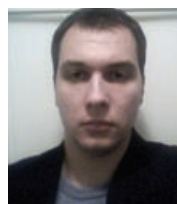
[1] PIC16F88X datasheet, Microchip

[2] GM862 hardware user guide, Telit

[3] Telit modules AT command reference, Telit

[4] B9778HFP datasheet, ROHM

Kratka biografija



Zoran Stanković rođen je u Rumi 1985. god. Fakultet tehničkih nauka, odsek za mehatroniku je upisao 2004. god. Diplomski-master rad je odbranio 2009. godine.

