



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXI

Број: 3/2016

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXI

Свеска: 3

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

Уредништво:

Проф. др Раде Дорословачки

Проф. др Драгиша Вилотић

Проф. др Срђан Колаковић

Проф. др Владимир Катић

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Миодраг Хаџистевић

Проф. др Растислав Шостаков

Доц. др Мирослав Кљајић

Доц. др Бојан Лалић

Доц. др Дејан Убавин

Проф. др Никола Јорговановић

Доц. др Борис Думнић

Проф. др Дарко Реба

Проф. др Ђорђе Лађиновић

Проф. др Драган Јовановић

Проф. др Мила Стојаковић

Проф. др Драган Спасић

Проф. др Драгољуб Новаковић

Редакција:

Проф. др Владимир Катић, главни
уредник

Проф. др Жељен Трповски, технички
уредник

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Драгољуб Новаковић

Др Иван Пинћур

Бисерка Милетић

Језичка редакција:

Бисерка Милетић, лектор

Софија Рацков, коректор

Марина Катић, преводилац

Издавачки савет:

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

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

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

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

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

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

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

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

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 01.03.2016. до 31.05.2016. год., а који се промовишу 12.07.2016. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Известан број кандидата објавили су радове на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

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

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

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

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

- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре,
- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине,
- геодезије и геоматике,
- регионалне политике и развоја и
- управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара.

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. Miroslav Ajduković, Mladomir Milutinović, TAČNOST DELOVA KOMPLEKSNE GEOMETRIJE DOBIJENIH ADITIVNIM TEHNOLOGIJAMA	403-406
2. Miloš Malešević, RAZMATRANJE IDEJNOG REŠENJA I REALIZACIJA PROJEKTA GREJANJA I KLIMATIZACIJE OBJEKTA SPECIJALNE NAMENE	407-409
3. Dejan Jelača, MEHANIČKI PRORAČUN ZADNJEG ZIDA KOTLA	410-413
4. Nandor Bočan, Pavel Kovač, Borislav Savković, Nenad Kulundžić, SIMULACIJA OBRADE BUŠENJA POMOĆU METODA KONAČNIH ELEMENATA	414-417
5. Filip Budimirov, MODELIRANJE I SIMULACIJA PROCESA KOČENJA VOZILA SA SISMEMOM ZA SPREČAVANJE BLOKIRANJA TOČKOVA	418-421
6. Čongor Tot, Mladomir Milutinović, Tomaž Pepelnjak, ANALIZA OBRADLJIVOSTI NISKOUGLJENIČNOG ČELIKA RAZVLAČENJEM	422-425
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Sanel Selmanović, UNAPREĐENJE DOSTUPNOSTI VEB SAJTA SOFTVERSKOG PROIZVODA UPOTREBOM SEO TEHNIKA I WORDPRESS SEO DODATAKA	426-429
2. Mirko Mecing, INSTALACIJA I KONFIGURACIJA ACTIVE DIRECTORY OKRUŽENJA	430-433
3. Nikola Katić, PRIMENLJIVOST OPC UA U MODELIRANJU ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA	434-437
4. Zvonko Živković, MOBILNA KOMPONENTA PROCESNO-INFORMACIONOG SISTEMA HE „ĐERDAP 2“	438-441
5. Nemanja Stančić, Vlado Porobić, Marko Vekić, NAPREDNI SCADA SISTEM ZA UPRAVLJANJE BRZINOM ASINHRONOG MOTORA PRIMENJENOG U REGULACIJI PROTOKA VAZDUHA	442-445
6. Dejan Sofranin, RAZVOJ APLIKACIJE ZA KREIRANJE I KONFIGURISANJE SISTEMA VIRTUELNIH MAŠINA...	446-449
7. Radoslav Ivanović, PRIMENA DIGITALNIH FILTERA U ELEKTROMOTORNIM POGONIMA	450-453
8. Tihomir Turzai, GENERISANJE DJANGO WEB APLIKACIJE U OKVIRU KROKI ALATA	454-457
9. Milan Vuković, ANALIZA UGAONE STABILNOSTI ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA PRI MALIM POREMEĆAJIMA	458-461
10. Милош Милошевић, АНАЛИЗА РАЗЛИЧИТИХ ПРИСТУПА МУЛТИФАКТОРНОЈ АУТЕНТИКАЦИЈИ У WEB АПЛИКАЦИЈАМА	462-465

	Strana
11. Ivana Đeković, Boris Dumnić, Bane Popadić, UPOREDNA ANALIZA MODULACIONIH TEHNIKA ZA PRETVARAČ POVEZAN NA MREŽU S OBLASTI NA KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE	466-469
12. Zdravko Marković, Vladimir Katić, Zoltan Čorba, STATISTIČKA OBRADA PARAMETARA FN ELEKTRANE	470-473
13. Bojan Karanović, MERENJE EFEKTIVNE VREDNOSTI	474-477
14. Jovan Mitrović, VIRTUELNE LABORATORIJE U TELEMEDICINI	478-481
15. Darko Nikić, RAZVOJ KOMUNIKACIONOG PROTOKOLA IEC 61850 U OKVIRU DMS SISTEMA	482-485

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Lidija Glavaš, TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA IZVOĐENJA RADOVA NA IZRADI INSTALACIJA VODOVODA I KANALIZACIJE STAMBENE ZGRADE	486-489
2. Ivana Ristić, Đorđe Lađinović, PROJEKT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENO – POSLOVNE ZGRADE U NOVOM SADU.....	490-493
3. Sanja Narić, IZBOR TIPA FASADNOG ZIDA PRIMJENOM VIŠEKRITERIJUMSKE OPTIMIZACIJE	494-497
4. Bojana Savičić, UPOREDNA ANALIZA PRIMENE DRENAŽNOG BETONA I TRADICIONALNIH MATERIJALA SA STANOVIŠTA TROŠKOVA I VREMENA IZGRADNJE PARKINGA	498-501
5. Natalija Spasić, PROCENA STANJA, SANACIJA I POBOLJŠANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI ZGRADE ZAVODA ZA ZAŠTITU PRIRODE U NOVOM SADU	502-505
6. Miroslav Milovankić, Milan Trivunić, ISTRAŽIVANJE MODELA UGOVARANJA I UPRAVLJANJA ODŠTETNIM ZAHTEVIMA NA PROJEKTU INOVACIONOG CENTRA SKOLKOVO U MOSKVI	506-509
7. Miloš Marković, ANALIZA SPREGNUTIH STUBOVA PREMA EUROCODE 4 I PROJEKT ZGRADE TRŽNOG CENTRA U SPREGNUTOJ IZVEDBI.....	510-513
8. Branko Marjanović, PROCENA STANJA I SANACIJA AB PLATFORME NA PLANINI JASTREBAC, KOJA JE OŠTEĆENA TOKOM BOMBARDOVANJA 1999 god.	514-517
9. Dušan Janković, PROJEKT STAMBENO-POSLOVNOG OBJEKTA PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA UZ ANALIZU PROJEKTOVANJA SREDNJE I VISOKE KLASSE DUKTILNOSTI OBJEKATA.....	518-521
10. Ivan Mesarović, HIDRAULIČKA ANALIZA EVAKUATORA BRANE MESIĆ	522-525
11. Daniel Pap, ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА СТАЊА И РАЗВОЈА ВОДОВОДНОГ СИСТЕМА НАСЕЉА КУЛА	526-529
12. Đorđe Tekić, Vladimir Mučenski, METODA OSTVARENE VRIJEDNOSTI U GRAĐEVINSKOM SEKTORU	530-533

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Nemanja Brusin, Dejan Nemec, IEEE 802.16e – MOBILNI WiMAX SISTEM	534-537
2. Милена Пејовић, СТРАТЕШКА ДОКУМЕНТА О БЕЗБЕДНОСТИ ДЕЦЕ У САОБРАЋАЈУ	538-541
3. Mihajlo Ajdinović, ANALIZA I RACIONALIZACIJA LOGISTIČKIH PROCESA PRI SNABDEVANJU TOPLANE ZEMUN	542-545
4. Dalibor Pešić, LANCI SNABDEVANJA HRANOM	546-549
5. Miroslav Vitas, SARADNJA MEĐUNARODNIH POŠTANSKIH I CARINSKIH ORGANIZACIJA KAO PREDUSLOV RAZVOJA E-TRGOVINE	550-553
6. Jovan Jovanovski, SAOBRAĆAJ I ENERGETSKA POLITIKA	554-557
7. Бранислав Крстић, БЕЗБЕДНОСТ СТАРИХ КАО РАЊИВИХ УЧЕСНИКА У САОБРАЋАЈУ	558-561
9. Srđan Jović, MERE ZA POBOLJŠANJE KVALITETA USLUGA AUTOBUSKE STANICE "NIŠ- EKSPRES" U PROKUPLJU	562-565
8. Marko Brdar, Milica Miličić, POBOLJŠANJE ORGANIZACIJE POSLOVANJA TRANSPORTNOG PREDUZEĆA UPRAVLJANJEM RIZIKOM NA TRANSPORTNOM TRŽIŠTU	566-569

Radovi iz oblasti: Mehatronika

1. Željko Jekić, UPRAVLJAČKI SISTEMI VERTIKALNIH PODIZAČA	570-573
2. Admir Brunčević, NADZOR I UPRAVLJANJE DOZATOROM ZA MATERIJALE U OBLIKU GRANULA	574-577
3. Strahinja Dedeić, OBUČAVANJE NEURONSKIH MREŽA PRIMENOM QUASI-NEWTON ALGORITMA NA PRIMERU KVADRATNE FUNKCIJE	578-581
4. Aleksandar Ristić, Vladimir Rajs, PROJEKTOVANJE UPRAVLJAČKE ELEKTRONIKE GORIONIKA NA PELET SA MOGUĆNOŠĆU SAGOREVANJA KOŠTICA OD VOĆA	582-587

**TAČNOST DELOVA KOMPLEKSNE GEOMETRIJE DOBIJENIH ADITIVNIM
TEHNOLOGIJAMA****DIMENSIONAL ACCURACY OF PARTS WITH COMPLEX GEOMETRY PRODUCED
BY ADDITIVE TECHNOLOGIES**

Miroslav Ajduković, Mladomir Milutinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je dat prikaz mogućnosti izrade delova kompleksne geometrije (ljudskog zuba) primenom različitih aditivnih tehnologija – 3D Printing i FDM. Odgovarajući CAD model zuba dobijen je postupkom reverzibilnog inženjerstva, dok je provera tačnosti geometrije izrađenih delova izvršena metodom CAD inspekcije u softveru GOM Inspect.

Ključne reči: aditivne tehnologije, reverzibilno inženjerstvo, CAD inspekcija, 3D štampanje, STL format.

Abstract – This paper analyze possibilities of applying additive technologies (3D Printing and FDM) for production of parts with complex geometry such as human teeth. The corresponding CAD model of the teeth is obtained by the method of reverse engineering while the accuracy control of manufactured parts is performed using GOM Inspect software.

Key Words: Additive technologies, Reverse engineering, CAD Inspection, 3D Printing, STL.

1. UVOD

Cilj ovog rada jeste provera mogućnosti izrade delova kompleksne geometrije primenom aditivnih tehnologija. Kao polazni model je izabran digitalni model ljudskog zuba (deo veoma specifične geometrije), koji je potom trodimenzionalno štampan tehnologijama vezivne 3D štampe (en. 3D Printing), i tehnologijom deponovanja istopljenog filameta (en. Fused Deposition Modeling). Štampanje je obavljeno u "Laboratoriji za virtualno projektovanje i brzu izradu prototipa", Fakulteta Tehničkih Nauka - Novi Sad. Drugi korak do postizanja zadatog cilja, bio je digitalizacija odštampanih modela zuba, koja je odrađena primenom koordinatne merne mašine "Contura G2" (na istom fakultetu, u okviru "Laboratorije za metrologiju, kvalitet, pribore i ekološko inženjerske aspekte"). Dobijeni rezultati digitalizacije su iskorišćeni za rekonstruisanje kompleksnih površina oba odštampana zuba ponaosob, a potom metodom CAD inspekcije, uz pomoć softvera "GOM Inspect", izvršeno je poređenje rekonstruisanih površina u odnosu na polazni digitalni model zuba. Poređenjem rezultata ove dve CAD inspekcije, trebalo bi da se dobije odgovor na pitanje: "koja od dve korišćene aditivne tehnologije je u pogledu tačnosti bolja za izradu delova kompleksne geometrije?"

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Mladomir Milutinović, docent.

**2. IZRADA MODELA ADITIVNIM
TEHNOLOGIJAMA****2.1. 3D Printing (3DP)**

3D štampanje izvršeno je na modelu štampača ZPrinter 310 Plus, proizvođača "Z Corporation, 3D Systems", u Laboratoriji za virtualno projektovanje i brzu izradu prototipa, Fakulteta Tehničkih Nauka - Novi Sad. Ovaj model štampača je prikazan na slici 1. levo, dok je na istoj slici desno prikazana stanica za reciklažu praha, koja poseduje usisivač, kao i kompresor vazduha, pomoću kojih je odstranjen višak praha sa odštampanog modela.



Slika 1. Štampač "ZPrinter 310 Plus" [4]

Nakon pripreme uređaja za proces štampanja, izvršeno je i importovanje polaznog modela u softver uređaja "ZPrint v7.12". Kao polazni model, korišten je digitalni model ljudskog zuba u STL formatu koji je prikazan na slici 2.



Slika 2. Digitalni model zuba u STL formatu

Parametri korišćeni za proces štampanja su sledeći: odabrani prah je ZP131, vezivno sredstvo ZB90, debljina sloja 0,1mm, faktor skaliranja 500%, a štampana su dva modela zuba. Nakon pozicioniranja oba zuba, aproksimativno vreme potrebno za proces štampanja oba zuba iznosi 1h 18min, a proces je prikazan na slici 3. Izrađeni delovi treba da odstoje određeno vreme u radnoj komori, kako bi došlo do što boljeg povezivanja vezivnog sredstva i praha.

U sledećem koraku bilo je neophodno ukloniti višak praha u radnoj komori kako bi fizički pristupili odštampanim delovima i preneli u stanicu za reciklažu praha, gde se

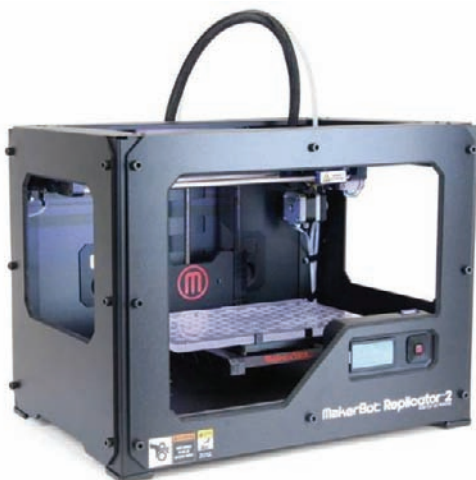
vrši detaljno čišćenje zaostalog praha, putem usisivača ili izduvavanjem kompresovanim vazduhom. Nakon što se detaljno očiste odštampani delovi i od najsitnijih čestica viška praha, pristupa se završnoj fazi postprocesiranja, što podrazumeva nanošenje sredstva za infiltraciju. Infiltrant omogućava dodatno (jače) vezivanje čestica praha tj. potpuno očvršćavanje dela. Korišćeno sredstvo je "Locite Cyanoacrilate", a sam deo nakon sušenja dobija znatno bolja mehanička svojstva.



Slika 3. Proces štampanja dva modela zuba

2.2. Fused Deposition Modeling (FDM)

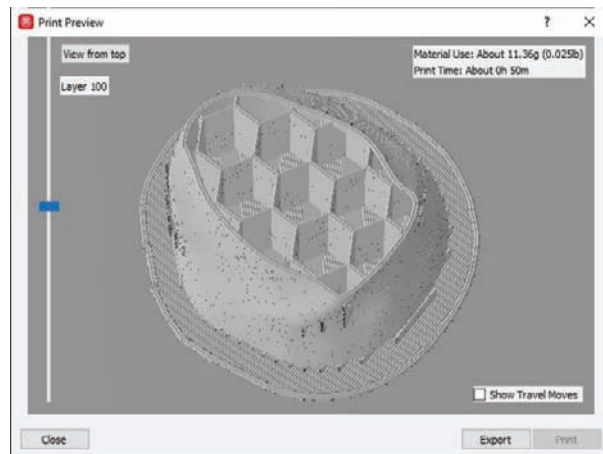
Kao i kod prethodne tehnologije 3D štampanja, kao ulazni podatak koristi se zub u STL formatu, i štampanje je izvršeno u Laboratoriji za virtualno projektovanje i brzu izradu prototipa, Fakulteta Tehničkih Nauka – Novi Sad. FDM uređaj korišten za izradu zuba je "MakerBot Replicator 2", firme "MakerBot® Industries". Ovo je desktop uređaj, prenosiv, malih dimenzija, jednostavan za upotrebu i pogodan za izradu raznovrsnih 3D objekata solidnog kvaliteta. Model ovog štampača prikazan je na slici 4.



Slika 4. FDM uređaj "MakerBot Replicator 2" [5]

Postupak FDM-a se odvija na sledeći način: Termoplast, koji je u obliku žice, provodi se kroz glavu (ekstruder) u kojoj se zagreva i parcijalno topi. U delimično rastopljenom stanju istiskuje se kroz mlaznicu, koja se nalazi na samoj glavi mašine. Materijal se istiskuje na radnu platformu mašine, kreirajući na taj način budući model [1]. Nakon importovanja i pozicioniranja zuba na radnu površinu uređaja potrebno je podesiti parametre procesa štampanja. Od moguća tri kvaliteta štampe, koje uređaj nudi, odabran je srednji kvalitet i to rezolucije od 200 μm . Radna temperatura ekstrudera iznosi 230 $^{\circ}\text{C}$, dok je brzina kretanja 150mm/s po "x i y", odnosno 23mm/s po "z" osi, a debljina sloja iznosi 0,2mm. U slučaju kada nije neophodan pun poprečni presek štampanog objekta, kao u slučaju ovog rada gde se utvrđuje samo površinski

kvalitet štampe kompleksnih površina, dodavanjem ispuna značajno se ubrzava postupak izrade, i smanjuje utrošak potrebnog polaznog materijala, te stoga predstavlja ekonomično i optimalno rešenje. Parametri ispuna odabrani za izradu zuba su sledeći: gustina ispuna 10%, visina sloja ispuna 0,2mm, a izabrani šablon ispuna je heksagonalni i prikazan je na slici 5. Debljina dna i površine zuba iznosi 0,8mm.



Slika 5. Šablon ispuna FDM zuba

Za ovako postavljene parametre, aproksimativno vreme izrade iznosi 50min, utrošeno je 11,36g "PLA Thermo-plastic" materijala, a izrađen zub je prikazan na slici 6.



Slika 6. Zub izrađen FDM tehnologijom

3. 3D DIGITALIZACIJA

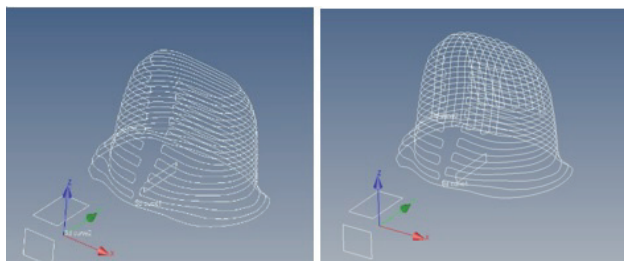
Digitalizacija predstavlja proces akvizicije podataka o koordinatama tačaka sa površine fizičkog objekta i njihovo prevođenje u digitalni oblik, odakle i potiče naziv. Rezultat 3D digitalizacije je skup tačaka definisanih preko koordinata, koje se često u literaturi, zbog oblika koji zauzima u prostoru, naziva oblak tačaka [2]. Digitalizacija prethodno odštampanih modela zuba 3DP i FDM tehnologijom, izvršena je na koordinatnoj mernoj mašini "Contura G2" proizvođača "CARL ZEISS IMT GMBH", u Laboratoriji za metrologiju, kvalitet, pribore i ekološko inženjerske aspekte, Fakulteta Tehničkih Nauka, Novi Sad. Zbog kompleksne geometrije odštampanih zuba, odabrani merni pipak kojim je izvršeno merenje je karbonski merni pipak dužine stabla 75mm, prečnika 5mm. Maksimalna brzina merenja, koja se postiže ovim mernim pipkom je 150 tačaka u sekundi. Kako bi se postigla projektovana tačnost merne mašine, laboratorija u kojoj se vrši merenje potrebno je da ima kontrolisanu atmosferu i to: vlažnost vazduha 30÷60 % , referentna temperatura za merenje 18÷22 $^{\circ}\text{C}$, maksimalna veličina čestica u vazduhu 15 μm , maksimalna koncentracija čestica prašine u vazduhu 8mg/m 3 [3]. Nakon što je obavljena kalibracija mernog pipka, neophodno je postaviti objekat koji se digitalizuje u pribor za stezanje. Potrebno je osigurati da je objekat, u ovom slučaju zub,

dovoljno stegnut, da ne dođe do njegovog pomeranja prilikom digitalizacije. Postupak digitalizacije je dat na slici 7.



Slika 7. Proces digitalizacije

Imajući u vidu kompleksnu površinu zuba koja se digitalizuje, proces digitalizacije je neophodno obaviti iz dva prolaza, kako bi se obezbedila što kvalitetnija akvizicija podataka o koordinatama tačaka sa površine zuba. Prvi prolaz predstavlja definisanje putanje mernog pipka po "z"-osi, na način da se izaberu 2 tačke na toj osi, između kojih se vrši prikupljanje podataka, dok je za drugi prolaz definisano četiri tačke duž "x" ose (slika 8).

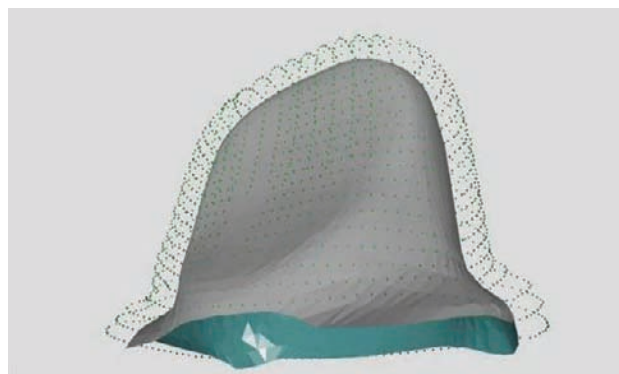


Slika 8. Dva prolaza u procesu digitalizacije zuba

Preklap prvog i drugog prolaza digitalizovanog zuba, daje sveobuhvatne informacije, tačnije dovoljan broj koordinata tačaka kojim definišemo ovu kompleksnu površinu, koja predstavlja i željenu površinu digitalizacije. Za svaki prolaz ponaosob, izlazni podaci se daju u vidu tekstualnog dokumenta (.txt), koji predstavljaju prostorne koordinate tačaka digitalizovanog zuba.

4. REKONSTRUKCIJA POVRŠINA

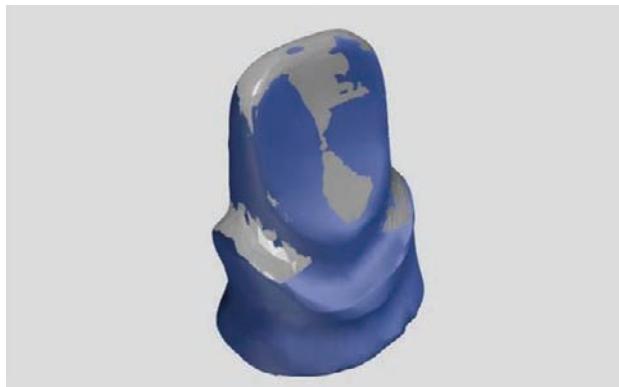
Da bi se rekonstruisala digitalizovana površina zuba, prvi korak je importovanje rezultata oba prolaza digitalizacije u program GOM Inspect (postupak je identičan za 3DP i FDM digitalizovan zub). Nakon selektovanja svih tačaka, kreiranje površine od oblaka tačaka vrši se opcijom "Polygonize Point Cloud". Kako bi se dobila prava digitalna površina zuba, neophodno je postojeću površinu ofsetovati za 2,5mm. Ovo je potrebno uraditi iz razloga što rekonstruisana površina predstavlja površinu zuba uvećanu za poluprečnik mernog pipka koordinatne merne mašine, te je neophodno umanjiti površinu za 2,5mm. Kako trenutno vidljiva spoljašnja plava površina predstavlja zapravo unutrašnju površinu, pre procesa ofsetovanja neophodno je odraditi invertovanje normala površina, kako bi se nakon ofsetovanja dobila prava geometrija površine. Izgled rekonstruisane površine nakon operacija invertovanja i ofsetovanja je prikazan na slici 9. Na slici se takođe vidi i oblak tačaka, oko rekonstruisane površine, koji predstavlja prvobitno importovani oblak tačaka, u odnosu na koga je vršena operacija ofsetovanja.



Slika 9. Rekonstruisana površina

5. CAD INSPEKCIJA

Nakon pripremljene digitalizovane površine, potrebno je i pripremiti početni STL model, odnosno model koji je bio ulazni podatak za procese štampanja. Naime, kako je faktor skaliranja prilikom štampanja zuba kod obe tehnologije bio 500%, te je rekonstruisana rezultujuća površina digitalizacije uvećana pet puta, potrebno je povećati i polazni STL model za istoimni faktor. U projekat (GOM Inspect programa) sa rekonstruisanom površinom zuba, dodaje se i površina polaznog zuba koju se prilikom importovanja proglašava za CAD model pošto je on referentan za proces CAD inspekcije, što znači da će devijacije biti određivane u odnosu na njega. Opcija "Prealignment" automatski prepoznaje i preklapa zadate površine, nakon čega je moguće obaviti i samu inspekciju elemenata opcijom "Surface Comparison on CAD". Prikaz preklapljenih površina dat je na slici 10. (Napomena: potrebno je odraditi dve CAD inspekcije, za rekonstruisane površine oba odštampana zuba, ponaosob).

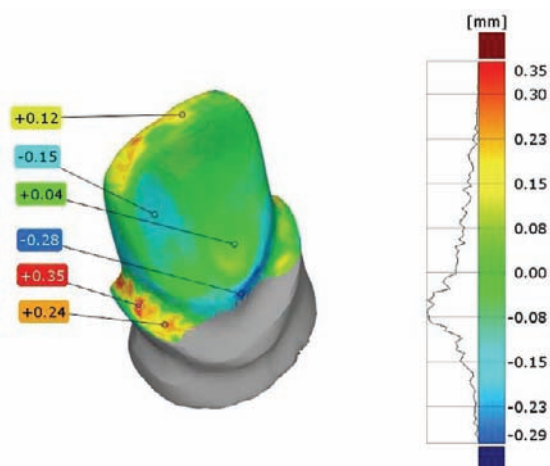


Slika 10. Preklapljene površine

5.1 Analiza rezultata CAD inspekcije

Odmah po kreiranju analize inspekcije, softver automatski kreira legendu sa devijacijama za zadati opseg tolerancija. Devijacije su prikazane bojama od tamno plave koja predstavlja negativne površine (negativna tolerancija), preko zelene (korektna površina sa minimalnim devijacijama ili bez njih) pa sve do tamno crvene koja reprezentuje površine iznad modela (tolerancija u plusu). Linija prikazana pored legende boja je histogram, koji predstavlja distribuciju devijacija, odnosno zastupljenost devijacija (nijansi boja) na CAD modelu.

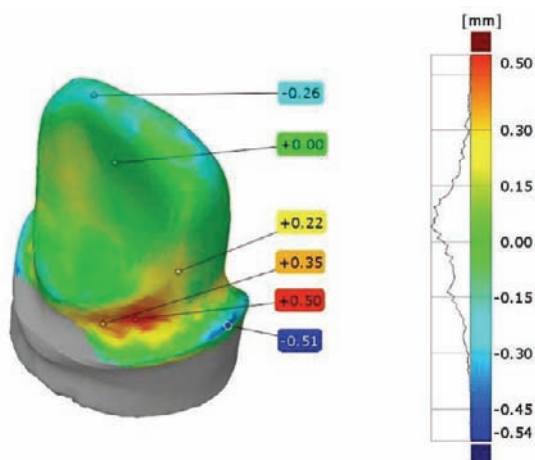
FDM model



Slika 11. Distribucija devijacija na FDM modelu

Kao što se vidi sa histograma (slika 11 – FDM model)), ekstremi devijacija su minimalna devijacija, koja iznosi -0,29mm, dok je maksimalna devijacija +0,35mm. Distribucija devijacija u ovim oblastima je sasvim mala, nešto veća je u oblastima od -0,23mm do -0,29mm, i od +0,30 do +0,23, dok u ostalim oblastima gravitira ka tački od minus 0,08mm, koja predstavlja i najveći pik na histogramu.

3DP model



Slika 12. Distribucija devijacija na 3DP modelu

Kod inspekcije modela izrađenog tehnologijom 3D štampanja, ekstremne vrednosti devijacija su -0,54mm i +0,50mm. Pik na histogramu se nalazi u tački devijacije od +0,05mm i najveća distribucija devijacija je koncentrisana oko ove tačke. Oblast od nule do +0,15mm, predstavlja dominantnu oblast na modelu i predstavljena je žuto-zelenom bojom.

6. ZAKLJUČAK

Kako bi se postigao postavljeni cilj ovog rada, te dobio odgovor na postavljeno pitanje u samom uvodnom delu, bilo je potrebno sprovesti niz aktivnosti, počev od pripreme uređaja i štampanja izabranog modela zuba putem navedenih aditivnih tehnologija, pa sve do digitalizacije tih zuba na koordinatnoj mernoj mašini, i na kraju obrade rezultata same digitalizacije pomoću softvera GOM Inspect.

Uz sve ovo, bilo je neophodno kontrolisati greške uzrokovane faktorima ovih procesa, kako bi se dobili što relevantniji podaci o tačnosti štampanja 3DP i FDM tehnologija. To je obavljeno na način da su oba odštampana modela zuba digitalizovana na istoj mašini ("Contura G2", "Laboratorija za metrologiju, kvalitet, pribore i ekološko inženjerske aspekte, FTN), istim mernim pipkom, kao i istim parametrima procesa. Pored toga, prilikom obrade rezultata digitalizacije, odnosno rekonstrukcije površina iz oblaka tačaka, korišteni su apsolutno isti parametri (algoritmi) za rekonstrukciju pomenutih površina.

Naposletku, proces CAD inspekcije je takođe u oba slučaja urađen istim parametrima, sa istim tolerancijskim okvirom od 1mm. Na ovaj način, greške merenja i rekonstrukcije su svedene na približno istu meru, što je i bio cilj kako bi se izolovale greške štampanja, odnosno kako bi se mogli uporediti rezultati CAD inspekcije ova dva modela. Rezultati tačnosti dobijeni postupcima CAD inspekcije, prikazani numerički i vizuelno, u okviru su projektovanih tolerancija proizvođača uređaja za štampu za korištene parametre procesa. Na osnovu ovoga, može se reći da je ukupna greška van procesa samog štampanja, u kontrolisanim granicama, odnosno da je postignuta tačnost štampanja zadovoljavajuća za oblast stomatologije.

Dobijena tačnost 3DP modela je u tolerancijama $\sim \pm 0,5\text{mm}$, dok za FDM model ona iznosi $\sim \pm 0,3\text{mm}$, što implicira da se FDM tehnologijom mogu postići veće tačnosti.

7. LITERATURA

- [1] Miroslav Plančak, (2004), "Brza izrada prototipova, modela i alata: Rapid Prototyping and Rapid Tooling", ISBN 86-80249-96-3, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, Srbija
- [2] Budak Igor, Hodolić Janko, (2007), "Reverzibilno inženjerstvo i CAD-inspekcija", (Skripta), Novi Sad
- [3] Industrial Measuring Technology from Carl Zeiss, <http://www.qsmetrology.com/pdfs/contura-g2.pdf>
- [4] ZPrinter 310 Plus, Hardware Manual, (2008), http://www.science.smith.edu/cdf/pdf_files/ZPrinter%20310%20User%20Manual.pdf
- [5] MakerBot Replicator, User Manual, http://downloads.makerbot.com/replicator2/MakerBot_Replicator2_user_manual.pdf

Kratka biografija:



Miroslav Ajduković rođen je u Somboru 29.06.1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Tehnologije oblikovanja plastike odbranio je 2016.god.



Mladomir Milutinović rođen 1967. god. u Arilju, Republika Srbija. Srednju tehničku školu završio u Požegi 1986. godine. Diplomirao na Fakultetu tehničkih nauka 1994. Izabran u zvanje docenta 2013.god. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

RAZMATRANJE IDEJNOG REŠENJA I REALIZACIJA PROJEKTA GREJANJA I KLIMATIZACIJE OBJEKTA SPECIJALNE NAMENE**CONCEPTUAL DESIGN CONSIDERATION AND HEATING AND AIR CONDITIONING PROJECT REALIZATION OF A SPECIAL PURPOSE FACILITIES**

Miloš Malešević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj - U radu je urađen pregled mogućih idejnih rešenja za realizaciju projekata grejanja i klimatizacije objekta specijalizovane namene. Pod objektom specijalizovane namene misli se na apotekarske objekte. U radu je prikazan i kratak pregled razvoja grejanja i klimatizacije kroz istoriju, opisani i upoređeni su svi prikladni sistemi za grejanje i klimatizaciju ovakvog tipa objekta. U zaključku je obrazloženo zbog čega je usvojen određen sistem koji će na najefektniji način obezbediti energetske potrebe apotekarskog objekta.

Abstract - In this paper, an overview of possible design solutions for the HVAC project realization of the facility with specialized purpose is done. The facility is a pharmaceutical building. This paper also presents a brief overview of the development of heating and air conditioning throughout history and description and analysis of all appropriate systems for heating and air conditioning for this type of building. In conclusion, it was explained why the selected system is adopted, ensuring the most effective solution for observed pharmacy facility.

1. UVOD

Prvi pokušaji čoveka da klimatizuju prostor potiču iz starog Egipta gde su ljudi postavljali stabljike biljaka u blizini prozora koje su vlažili vodom. Isparavanje vode je donekle hladilo vazduh koji ulazi kroz prozor čineći ga i vlažnijim što je bilo veoma važno u uslovima suve pustinjske klime. U starom Rimu su neki objekti bili projektovani tako da su u zidovima imali ugrađene cevi kroz koje je proticala hladna voda i na taj način klimatizovala prostorije.

Klimatizacija je dakle proces obrade vazduha u određenom prostoru radi postizanja zahtevanih unutrašnjih termičkih parametara. U širem smislu pojam klimatizacija se može odnositi na bilo koji oblik hlađenja, grejanja, vlaženja, dezinfekcije vazduha. Klimatizacija kao grana tehnike obuhvata tehničke postupke za ostvarivanje željenih parametara vazduha, te njihovo održavanje u prostoru pomoću termo-tehničkih uređaja. Najznačajniji parametri koje treba kontrolisati u optimalnim graničnim vrednostima su: temperatura, vlažnost, brzina strujanja i čistoća vazduha.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Aleksandar Anđelković, docent.

2. KLIMATIZACIJA PROSTORA SPECIJALNE NAMENE

Različiti standardi propisuju različite normative za uslove klimatizacije objekata [8-11]. Ukoliko se radi o prostoru čija je osnovna namena samo boravak ljudi (komforna klimatizacija) prema ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers) termički uslovi osećaja ugodnosti definisani su kao ono stanje svesti koje iskazuje zadovoljstvo stanjem okoline, odnosno parametri klimatizacije pri kojima se čovek oseća prijatno.

Osećaj prijatnosti je dosta subjektivan pa se pomenuti parametri odnose na oko 80% ljudi. Smatra se da za letnji režim unutrašnja projektna temperatura treba da iznosi od 23°C do 26°C dok je vlažnost vazduha procenjena u intervalu od 30% do 70%. Za zimski režim temperature su rasponu od 19°C do 24°C, dok su vrednosti vlažnosti vazduha iste kao i za letnji režim. Vrednosti temperature i vlažnosti vazduha variraju pre svega zbog namena posmatranih objekata i prostorija. Temperatura od 20°C i relativna vlažnost od 50%, predstavljaju najpovoljnije uslove sredine, kojima se teži nezavisno od spoljne klime.

Posmatrani objekat predstavlja apotekarski objekat koji pored redovnih kancelarijskih prostora ima i prostorije specijalne namene u kojima se čuvaju lekovi. U skladu sa tim preuzete su preporuke iz ASHRAE kada je u pitanju broj izmena vazduha (Tabela 1), unutrašnji projektni parametri u toku leta (Tabela 2) i zime (Tabela 3).

Tabela 1: Preporučene vrednosti broja izmena

Vrsta prostorije	Broj izmena
Biblioteke	3 - 5
Bioskopi i pozorišta	4 - 8
Zatvoreni bazeni	3 - 8
Kancelarije	3 - 6
Kuhinje	15 - 25
Apoteke	6 - 10
Slušaonice	8 - 10
Prodajne prostorije	4 - 8

Tabela 2: Letnji režim - projektni uslovi

Vrsta prostorije	Temp.[°C]	Rel. vlažnost [%]
Biblioteka	21 - 25	40 - 50
Elektronski računski centar	21 - 23	45 - 55
Škole	26	40 - 60
Farmaceutska industrija	21 - 27	35 - 50

Tabela 3: Zimski režim - projektni uslovi

Vrsta prostorije		Temp. [°C]
Stambene zgrade	Trpezarije, spavaće sobe, kuhinje	20
	Kupatila	24
Apotheke	Izdavanje lekova	18
	Pripremanje lekova	20
	Prostorije za čuvanje gotovih lekova	10
Hoteli	Sobe, svečane sale, konferencijske sale	20
Prosvetne zgrade	Opšte prostorije, fiskulturne sale	20
	Kuhinje	18

Svež vazduh je osnovni parametar koji se uzima u obzir pri projektovanju i on može nositi većinski deo toplotnog opterećenja.

Postoje tri osnovna načina na koje se može odrediti količina svežeg vazduha koja je potrebna. Prvi metod je prema broju izmena u toku jednog sata, zatim prema količini vazduha potrebnoj jednoj osobi (tzv. vazdušni obrok) i prema dozvoljenoj koncentraciji zagađivača.

Unutrašnji vazduh je u stvari cilj klimatizacije, postići i održati zahtevane parametre bez obzira na spoljašnje i unutrašnje promene. Postoje iskustveni podaci i preporuke za parametre koje treba usvojiti, međutim projektant treba da predvidi i ostale faktore koji bi mogli uticati na stanje unutrašnjeg vazduha i osećaj prijatnosti (da li se ljudi kreću, kako su obučeni i sl.).

Kontrola buke i vibracija je još jedan bitan faktor koji treba uzeti u obzir prilikom projektovanja. Postoje objekti gde je to manje bitno (sportske hale, bazeni i drugo), ali isto tako i objekti gde je buka veoma nepoželjna (biblioteke, koncertne dvorane i slično).

3. KRATAK OPIS APOTEKARSKOG OBJEKTA

Objekat koji je potrebno klimatizovati nalazi se u prizemlju stambene zgrade u Sremskim Karlovcima. Lokal nije specijalno prilagođen farmaceutskoj delatnosti već je građen kao lokal univerzalne namene. Zidovi nisu izolovani.

Pri proračunu koeficijenta prolaza toplote spoljašnjeg zida dobijena je vrednost $K=1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ što se smatra veoma lošim rezultatom pa je predloženo postavljanje izolacije od 5 cm, gde se to može relativno lako i brzo uraditi, uz prihvatljive troškove, nakon čega koeficijent K iznosi $0,55 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Raspored unutrašnjih prostorija je prilagođen nameni (Slika 1 na kraju rada) tako što su postavljeni laki pregradni zidovi a s obzirom da su završni radovi gotovi odbačena je ideja da se pojedini unutrašnji zidovi izoluju ili da se menja raspored prostorija u cilju boljeg iskorišćenja energije.

4. PREGLED SISTEMA KOJI SU UZETI U OBZIR PRI IZBORU

Postoji nekoliko osnovnih tipova sistema klimatizacije koji su najčešće u upotrebi [1-7]. Podela prema nameni prostorija je na komfornu i industrijsku klimatizaciju; podela prema pritisku radnog fluida je na sisteme sa visokim i niskim pritiskom; podela prema radnom (prenosnom) fluidu, na osnovu kojeg razlikujemo vazdušne, vodeno-vazdušne i vodene sisteme.

Kao nosilac toplote (radni fluid) u vazdušnim sistemima koristi se vazduh. Vazduh se zagreva ili hladi u razmenjivaču toplote, kasnije u zavisnosti od potreba se vlaži ili suši, filtrira i tako pripremljen ubacuje se direktno u prostoriju. U prostoriji se ubačen vazduh meša sa sobnim i na taj način se postiže željena temperatura i vlažnost vazduha u prostoriji. U ovoj grupi mogu se razlikovati i podgrupe, sistemi sa konstantnim protokom vazduha i sistemi sa promenljivim protokom vazduha.

Kod vazdušno vodenih sistema u prostor koji se klimatizuje dopremaju se i vazduh i voda. Najčešće voda pokriva najveći deo toplotnog opterećenja. Vazduh služi za ventilaciju, odvođenje dela vlage kao i za dogrevanje odnosno hlađenje vazduha u prostoriji. U ovu grupu možemo svrstati i dve podgrupe, sistemi sa indukcionim aparatima i sistemi sa ventilator konvektorima.

Kao posebna grupa mogu se navesti krovne jedinice („Rooftop Units“) koje predstavljaju paketne sisteme promenljive temperature i konstantnog protoka. Karakteristične su po nižoj ceni i lakoj ugradnji. Kapaciteti se kreću od 20kW do 70kW, ali je efikasnost niža. Odvlaživanje je takođe lošije, posebno u režimima delimičnog opterećenja.

Pri izboru optimalnog sistema uzima se u obzir da je on u mogućnosti da u potpunosti izvrši zadatu funkciju (postizanje zahtevanog nivoa unutrašnje termičke udobnosti prostorija), da je energetski efikasan i štedljiv, da troškovi ugradnje i održavanja budu svedeni na minimum, kao i da ispunjava ekološke i druge standarde.

5. PRORAČUN KLIMATIZACIJE IZABRANOG OBJEKTA

Nakon izbora tipa sistema za grejanje i klimatizaciju izvršeno je određivanje parametara koje on treba da ostvari [1, 5, 6, 8, 10, 11].

Za spoljne projektne uslove usvojene su sledeće vrednosti s obzirom na podneblje i mesto objekta:

1. $t_s = -15 \text{ }^\circ\text{C}$ $\phi_s = 80 \text{ } \%$ za letnji i
2. $t_s = +35 \text{ }^\circ\text{C}$ $\phi_s = 26 \text{ } \%$ za zimski period.

U objektu postoje tri vrste prostorija, u kojima je grejanje i klimatizacija prilagođena njihovim namenama.

Nakon proračuna toplotnog opterećenja objekta (gubici i dobici toplote) i neophodne količine svežeg vazduha usvojena je klima-komora protoka $2910 \text{ m}^3/\text{h}$, kapaciteta grejanja 37 kW i kapaciteta hlađenja 15 kW.

Pri izboru ventilator konvektora usvojen je kanalski tip u jednom slučaju, dok su kasetni u ostalim prostorijama.

Cevna mreža ventilator konvektora se dimenzioniše na osnovu protoka, brzine strujanja pada pritiska i sume gubitaka.

Pri izboru elemenata za ubacivanje i odvođenje otpadnog vazduha pri proračunu kanalske mreže usvojeni su vrtložni difuzori sa podesivim krilcima protoka $150\text{m}^3/\text{h}$ i rešetke odgovarajućih dimenzija. Proračun i izbor elemenata toplotne podstanice se sastoji od izbora razmenjivača toplote, u našem slučaju je pločasti razmenjivač kapaciteta 75 kW.

Usvojena je zatvorena ekspanziona posuda zapremine 80 l. Izbor cirkulacionih pumpi podstanice sastoji se od izbora glavne cirkulacione pumpe (pumpa napora 30 kPa i snage 0,2 kW); izbor cirkulacione pumpe kruga ventilator konvektora (pumpa napora 25 kPa snage 0,05 kW); izbor cirkulacione pumpe kruga razmenjivača klima komore (pumpa napora 11 kPa i snage 0,039 kW).

Izbor rashladnog agregata vrši se prema instalisanom rashladnom kapacitetu što je na ovom primeru 35 kW. Grejno opterećenje se snabdeva putem sistema daljinskog grejanja grada Novog Sada.

6. ZAKLJUČAK

Projekat klimatizacije je veoma kompleksan zadatak, i svaki projekat je neophodno sagledati kao potpuno novi problem.

Potrebno je prihvatiti činjenicu da projektant mora da uzme u obzir puno stvari koji utiču na projekat i ograničenja koja se postavljaju (finansijska, vremenska...) i da će često nailaziti na probleme koji možda nisu isključivo iz oblasti klimatizacije. Primer naveden u ovom radu nije idealan sa stanovišta potrošnje energije i cene izvođenja radova ali je najbolje prilagođen objektu koji već postoji.

Odabrani vazdušno-vodeni sistem u potpunosti zadovoljava parametre unutrašnjeg prostora, održavajući temperaturu vazduha na projektovanoj temperaturi i vlažnosti vazduha.

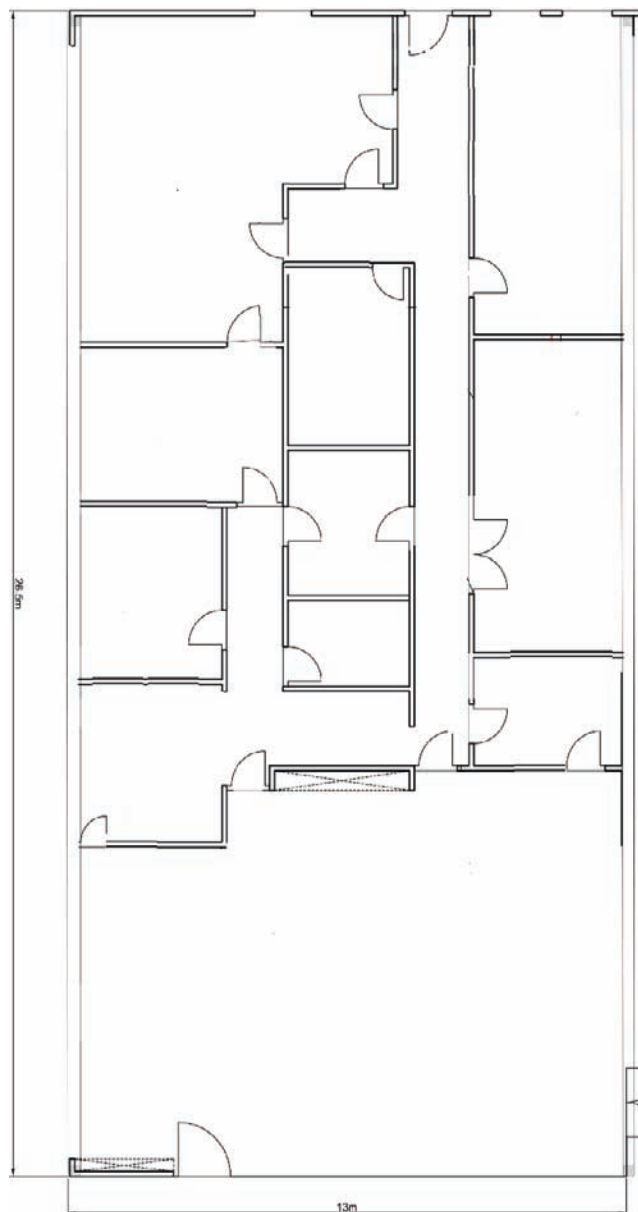
Moguće je donekle poboljšati efikasnost sistema ugradnjom dodatne elektronske opreme ali to zahteva dodatno ulaganje.

Za dobro urađen sistem bitna je saradnja sa projektantima objekta i izvođačima radova.

7. LITERATURA

1. Recknagel, Sprenger, Schramek, Čeperković, Grejanje i klimatizacija, Interklima, Građevinska knjiga, Beograd, 2005
2. Todorović, B., Projektovanje postrojenja za centralno grejanje, MF Beograd, 2009
3. Bjelaković R. Predavanja iz predmeta Klimatizacija, grejanje i hlađenje
4. Zrnić, S., Čulum, Ž., Grejanje i Klimatizacija, Naučna knjiga, Beograd, 1988
5. Todorović, B., Klimatizacija, SMEITS, Beograd, 2009.
6. Todorović, B., Milinković – Đapa, M., Razvod vazduha u klimatizacionim sistemima, SMEITS, Beograd, 2010
7. Đorđević, A., Projektovanje klima instalacija, Tehnička knjiga, Beograd, 1967
8. ASHRAE Handbook-HVAC Applications, ASHRAE, Atlanta, USA, 2015

9. ASHRAE Handbook-Refrigeration, ASHRAE, Atlanta, USA, 2014
10. ASHRAE Handbook-Fundamentals, ASHRAE, Atlanta, USA, 2013.
11. 2008 ASHRAE Handbook-HVAC Systems and Equipment, ASHRAE, Atlanta, USA, 2012



Slika 1: Raspored unutrašnjih prostorija posmatranog apotekarskog objekta

Kratka biografija:

Miloš Malešević rođen u Novom Sadu 1979. godine. Srednju školu, gimnaziju "J.J.Zmaj" završio u Novom Sadu. Diplomski-master rad na FTN u Novom Sadu odbranio iz oblasti Mašinstvo

MEHANIČKI PRORAČUN ZADNJEG ZIDA KOTLA

MECHANICAL CALCULATION OF THE BACK WALL OF THE WATER-TUBE BOILER

Dejan Jelača, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazan proračun zadnjeg zida kotla prema standardu SRPS EN-12952. Rad se sastoji iz tri dela: određivanje proračunske temperature, usvajanje i određivanje karakteristika materijala i proračuna debljina zidova cevi.

Abstract – This paper presents the calculation of the rear wall of the water-tube boiler according to regulation SRPS EN-12952. The work consists of three parts: calculation of project temperature, adoption and calculation of material characteristics and calculation of tube thickness.

Cljučne reči: Mehanički proračun, debljina zida, kotao, međuisparivač, zadnji zid, kolektor

1. UVOD

Zadatak kotla jeste da se proizvede određena količina radnog medijuma zahtevanih karakteristika, odnosno da se sekundarnom nosiocu toplote preda određena količina energije, a da se pri tome maksimalno iskoristi energija primarnog izvora, bilo da je to gorivo, električna energija ili toplota dimnih gasova iz nekog procesa.

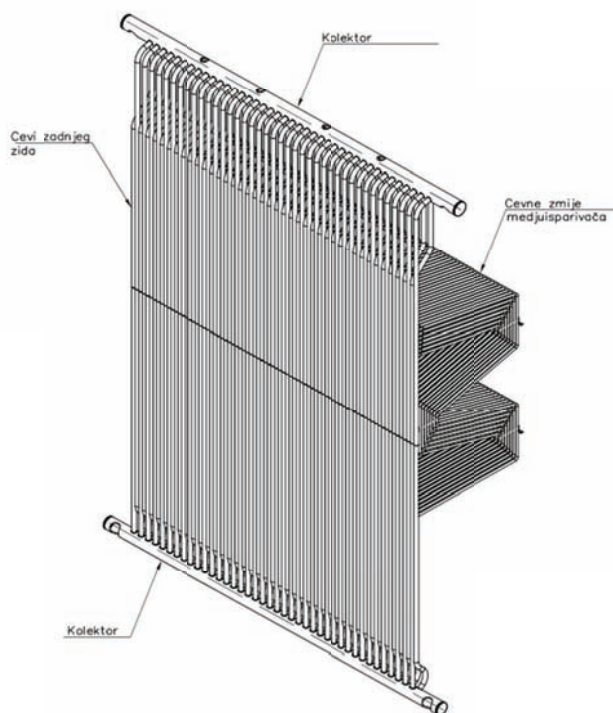
Za potrebe zagrevanja pare u šećerani Pećinci koristi se kotao Đura Đaković fab. br. 151. Potrebno je izvršiti zamenu zadnjeg zida kotla sa cevima međuisparivača kao deo redovnog remonta kotla. Karakteristike kotla su:

Tabela 1. Karakteristike kotla Đ. Đaković fab. br. 151

Tip kotla:	Parni
Proizvođač:	Đ. Đaković
Fab. Broj:	151
Godina izrade:	1983
Radni nadpritisak pregrevane pare:	45 bar
Pritisak pare u bubnju:	48 bar
Ispitni nadpritisak:	63,7 bar
Temperatura napojne vode:	105 °C
Temperatura pare:	430 °C
Vrsta pare:	Pregrejana
Nominalna produkcija pare:	44 t/h
Maksimalna produkcija:	55 t/h
Gorivo:	Sušeni lignit-Kolubara

NAPOMENA:

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



Slika 1. Zadnji zid sa međuisparivačem

Zadnji zid kotla (Slika 1.) se sastoji iz:

- Cevi zadnjeg zida (4 pozicije po 40 kom.)
- Cevi međuisparivača (7 pozicija po 80 kom.)
- Kolektora (2 pozicije)

2. ODREĐIVANJE PRORAČUNSKE TEMPERATURE

Prema standardu SRPS EN-12952 za referentnu temperaturu za delove kotla u kojima se nalazi voda ili mešavina vode i vodene pare, kao u našem slučaju, usvaja se temperatura zasićenja (Tabela 2) pri radnom nad pritisku pare (45 bar) plus dodatak koji iznosi $15+2e$.

Kako temperatura zasićenja na 45 bar iznosi 257°C sa velikom tačnošću, iako debljinu zida tek treba da usvojimo, možemo usvojiti proračunsku temperaturu. Ona iznosi

$$t_c = t_r + 15 + 2 \cdot e = 257 + 15 + 2 \cdot 4 = 260^{\circ}\text{C} \quad (1)$$

gde je:

e -debljina zida cevi (predpostavljeno 4 mm)

t_r -referentna temperatura-temperatura zasićenja pri 45 bar

t_c -proračunska temperatura

Tabela 2. Određivanje proračunske temperature

Stanje fluida	Referentna Temperatura	Temperaturski dodatak			
		Negrejjane površine	Grejjane površine		
Voda ili mešavina vode i pare	Temperatura zasićenja	0°C	Radija- cijom	Konvek- cijom	Zaštita od radijacije
			50°C za kolektore (30+3e) °C	15+2e°C ali ne više od 50°C	20°C
Pregrejana para	Temperatura pregrejjane. pare	15°C	50°C	35°C	20°C

3. USVAJANJE I KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Za posude pod pritiskom uglavnom se koriste čelici sa simbolom P (preassure prim.aut.) druga tri broja u nastavku oznake predstavljaju najmanji konvencionalni napon tečenja od 0,2% pri 20°C. Usvajamo materijal P235 GH sa sledećim karakteristikama:

- $R_{p0,2/20}=235 \text{ N/mm}^2$ –najmanji konvencionalni napon tečenja od 0,2% pri 20°C
- $R_{p0,2/tc}=158,6 \text{ N/mm}^2$ –najmanji konvencionalni napon tečenja na proračunskoj temperaturi
- $R_m=360 \text{ N/mm}^2$ –minimalna zatezna čvrstoća

Prema SRPS EN-12952-3 poglavlje 6.3, proračunski napon (čvrstoća) f se bira u zavisnosti od vrste materijala. Za kovane i valjane čelike proračunski napon se računa po sledećoj jednačini:

$$f = \min\left(\frac{R_{p0,2/t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4}\right) = \min\left(\frac{158,6}{1,5}; \frac{360}{2,4}\right) = 105,7 \text{ N/mm}^2 \quad (2)$$

Potrebno je odrediti i proračunski napon pri ispitnim uslovima:

$$f_t = \left(\frac{R_{p0,2/test}}{1,05}\right) = \frac{235}{1,05} = 223,08 \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

4. PRORAČUN DEBLJINA

4.1 Proračun debljine cevi zadnjeg zida

Za zadnji zid kotla usvojili smo 80 cevi prečnika 76,1 mm sa korakom od 77 mm. Cevi zadnjeg zida si dužine ≈9,5 mm i izradjene su iz dva dela. Na njima se nalaze i cevi međuisparivača (predisparivača) u obliku priključaka. Debljina zida cevi prema standardu SRPS EN 12952 se računa prema sledećoj jednačini:

$$e_t = e_{ct} + c_1 + c_2 = 1,72 + 0,5 + 0,75 = 3,26 \text{ mm} \quad (4)$$

Gde je:

$$-e_{ct} = \frac{p_c \cdot d_0}{(2f - p_c) \cdot v + 2p_c} = 2,01 \text{ mm} \text{ -Potrebna debljina zida bez dodataka}$$

- $c_1 = 0,5 \text{ mm}$ -Dodatak na toleranciju za isporučenu debljinu prema SRPS EN 10216-2 tab. 6

- $c_2 = 0,75 \text{ mm}$ -Dodatak na koroziju i habanje

- $p_c = 49 \text{ bar}$ - Proračunski pritisak

- $d_0 = 76,1 \text{ mm}$ - Spoljašnji prečnik cevi

- $v = 0,85$ - Proračunski koeficijent za 10% ispitivanja bez razaranja

Usvajamo debljinu cevi zadnjeg zida kotla, 4 mm.

Ispitni uslovi:

Nakon izrade delova kotla pa i samog kotla potrebno je izvršiti testiranje tečnošću pod pritiskom. Hidrostatički test pritisak se određuje kao:

$$P_t = 1,43 \cdot P_c = 1,43 \cdot 49 = 70 \text{ bar} \quad (5)$$

Ili

$$P_t = 1,25 \cdot P_c \cdot \frac{R_{p0,2/20}}{R_{p0,2/tc}} = 1,25 \cdot 49 \cdot \frac{235}{158,6} = 91 \text{ bar} \quad (6)$$

Usvajamo veću vrednost tj usvajamo ispitni pritisak 91 bar. U tim uslovima potrebna debljina zida sa dodacima iznosi:

$$e_{cttest} = \frac{p_t \cdot d_0}{(2f_t - p_t) \cdot v + 2p_t} + c_1 + c_2 = 3,017 \text{ mm} \quad (7)$$

Usvojena debljina zida od 4 mm zadovoljava i pri ispitnim uslovima.

Provera otvora i priključaka

Prvo je potrebno odrediti da li se otvor u grupi otvora može smatrati pojedinačnim tj dal postoji međusobni uticaj. Otvori se smatraju kao pojedinačni ako je zadovoljen sledeći uslov.

$$P_\phi \geq \frac{\left(\frac{d_{ib1}}{2} + e_{rb1}\right)}{\sin \psi_1} + \frac{\left(\frac{d_{ib2}}{2} + e_{rb2}\right)}{\sin \psi_2} + 2\sqrt{(d_{is} + e_{is}) \cdot e_{is}} \quad (8)$$

Gde su:

- $P_\phi = 80 \text{ mm}$ - Rastojanje između centara susednih otvora

- d_{ib1} i $d_{ib2} = 30 \text{ mm}$ - Unutrašnji prečnik cevi priključaka (cevi međuisparivača)

- e_{rb1} i $e_{r2} = 3 \text{ mm}$ - Stvarna debljina priključaka na osnovu pretpostavljene debljine od 4 mm i

- $d_{is} = 70,6 \text{ mm}$ - Unutrašnji prečnik cevi zadnjeg zida

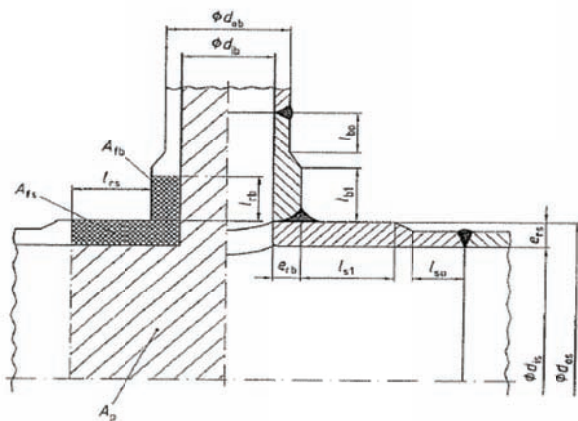
- $e_{is} = 2,75 \text{ mm}$ - Isporučena debljina cevi zadnjeg zida

Kako je:

$$\frac{\left(\frac{d_{ib1}}{2} + e_{rb1}\right)}{\sin \psi_1} + \frac{\left(\frac{d_{ib2}}{2} + e_{rb2}\right)}{\sin \psi_2} + 2\sqrt{(d_{is} + e_{is}) \cdot e_{is}} = 74,82 \text{ mm}$$

Manje od $P_\phi = 80 \text{ mm}$ otvori se mogu smatrati odvojenim.

Oslabljenje usled otvora kod EN standarda proverava se preko površina. Kad se otvor napravi u nekoj konstrukciji oduzima se površina koja je jednaka površini poprečnog preseka.



Slika 2. Karakteristične površine otvora

Efektivno projektno naprezanje se računa kao:

$$f_s = p_c \cdot \left(\frac{A_p}{A_{ts} + A_{fb}} + \frac{1}{2} \right) = 85,74 \text{ N/mm}^2 \quad (9)$$

Gde su:

- $A_p = 137 \text{ mm}^2$ - Površina izložena pritisku
- $A_p = 39,06 \text{ mm}^2$ - Poprečni presek omotača izložen naprezanju
- $A_p = 38,1 \text{ mm}^2$ - Poprečni presek priključka izložen naprezanju

Kako je efektivno projektno naprezanje manje proračunskog napona debljina zida od 4 mm zadovoljava.

4.2 Proračun debljine cevi međuisparivača

Za međuisparivača usvojili cevi prečnika 38 mm. Cevi zadnjeg zida su različitih dužina i izrađene su iz jednog dela. Na njima se ne nalaze priključci i otvori. Debljina zida cevi prema standardu SRPS EN 12952 se računa prema sledećoj jednačini:

$$e_t = e_{ct} + c_1 + c_2 = 1 + 0,5 + 0,5 = 2 \text{ mm} \quad (10)$$

gde je:

$$-e_{ct} = \frac{p_c \cdot d_0}{(2f - p_c) \cdot \nu + 2p_c} = 1,004 \text{ mm} \text{ -Potrebna debljina zida bez dodataka}$$

- $c_1 = 0,5 \text{ mm}$ mm-Dodatak na toleranciju za isporučenu debljinu prema SRPS EN 10216-2 tab. 6
- $c_2 = 0,5 \text{ mm}$ mm-Dodatak na koroziju i habanje
- $p_c = 49 \text{ bar}$ - Proračunski pritisak
- $\nu = 0,85$ - Proračunski koeficijent za 10% ispitivanja bez razaranja

Usvajamo debljinu zida međuisparivača, 4mm.

Ispitni uslovi:

Nakon izrade delova kotla pa i samog kotla potrebno je izvršiti testiranje tečnošću pod pritiskom. Hidrostatički test pritisak se određuje kao:

$$P_t = 1,43 \cdot P_c = 1,43 \cdot 49 = 70 \text{ bar} \quad (11)$$

Ili

$$P_t = 1,25 \cdot P_c \cdot \frac{R_{p0,2 \ 20}}{R_{p0,2 \ /tc}} = 1,25 \cdot 49 \cdot \frac{235}{158,6} = 91 \text{ bar} \quad (12)$$

Usvajamo veću vrednost tj usvajamo ispitni pritisak 91 bar. U tim uslovima potrebna debljina zida sa dodacima iznosi:

$$e_{cttest} = \frac{p_t \cdot d_0}{(2f_t - p_t) \cdot \nu + 2p_t} + c_1 + c_2 = 2,13 \text{ mm} \quad (13)$$

Usvojena debljina zida od 4 mm zadovoljava i pri ispitnim uslovima.

Provera otvora i priključaka

Na cevima međuisparivača nema priključaka ni otvora.

4.3 Proračun kolektora

Donji i gornji kolektor nisu deo remonta kotla ali će se iz sigurnosnih razloga proveriti čvrstoća i uticaj priključaka tj. cevi zadnjeg zida.

Debljina kolektora prema standardu SRPS EN 12952 se računa prema sledećoj jednačini:

$$e_t = e_{ct} + c_1 + c_2 = 1,72 + 0,5 + 0,75 = 6,79 \text{ mm} \quad (14)$$

gde je:

$$-e_{ct} = \frac{p_c \cdot d_0}{(2f - p_c) \cdot \nu + 2p_c} = 5,53 \text{ mm} \text{ -Potrebna debljina zida bez dodataka}$$

- $c_1 = 0,5 \text{ mm}$ mm-Dodatak na toleranciju za isporučenu debljinu prema SRPS EN 10216-2 tab. 6
- $c_2 = 0,75 \text{ mm}$ mm-Dodatak na koroziju i habanje
- $p_c = 49 \text{ bar}$ - Proračunski pritisak
- $d_0 = 244,5 \text{ mm}$ - Spoljašnji prečnik cevi
- $\nu = 1$ - Proračunski koeficijent za 100% ispitivanja bez razaranja

Usvajamo debljinu zida kolektora 20 mm.

Ispitni uslovi:

Nakon izrade delova kotla pa i samog kotla potrebno je izvršiti testiranje tečnošću pod pritiskom. Hidrostatički test pritisak se određuje kao:

$$P_t = 1,43 \cdot P_c = 1,43 \cdot 49 = 70 \text{ bar} \quad (15)$$

Ili

$$P_t = 1,25 \cdot P_c \cdot \frac{R_{p0,2 \ 20}}{R_{p0,2 \ /tc}} = 1,25 \cdot 49 \cdot \frac{235}{158,6} = 91 \text{ bar} \quad (16)$$

Usvajamo veću vrednost tj usvajamo ispitni pritisak 91 bar. U tim uslovima potrebna debljina zida sa dodacima iznosi:

$$e_{cttest} = \frac{p_t \cdot d_0}{(2f_t - p_t) \cdot \nu + 2p_t} + c_1 + c_2 = 6,109 \text{ mm} \quad (17)$$

Usvojena debljina zida od 4 mm zadovoljava i pri ispitnim uslovima.

Provera otvora i priključaka (cevi zadnjeg zida)

Prvo je potrebno odrediti da li se otvor u grupi otvora može smatrati pojedinačnim tj da li postoji međusobni uticaj. Otvori se smatraju kao pojedinačni ako je zadovoljen sledeći uslov.

$$P_\phi \geq \frac{\left(\frac{d_{ib1} + e_{rb1}}{2}\right)}{\sin \psi_1} + \frac{\left(\frac{d_{ib2} + e_{rb2}}{2}\right)}{\sin \psi_2} + 2\sqrt{(d_{is} + e_{is}) \cdot e_{is}} \quad (18)$$

gde su:

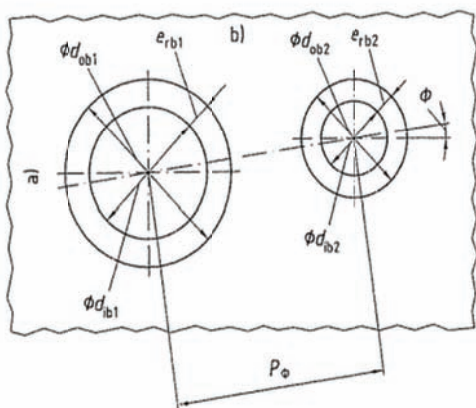
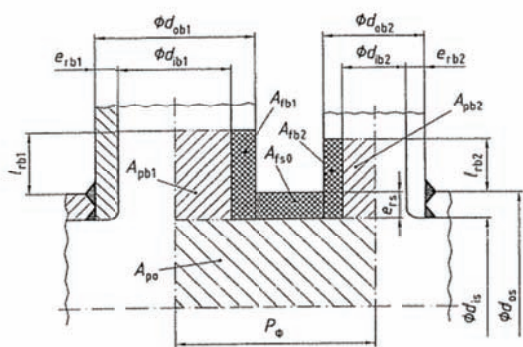
- $P_\phi = 177,5 \text{ mm}$ - Rastojanje između centara susednih otvora
- d_{ib1} i $d_{ib2} = 72,1 \text{ mm}$ - Unutrašnji prečnik cevi priključaka (cevi međuisparivača)
- e_{rb1} i $e_{rb2} = 3 \text{ mm}$ - Stvarna debljina priključaka na osnovu pretpostavljene debljine od 4 mm i
- $d_{is} = 72,1 \text{ mm}$ - Unutrašnji prečnik cevi zadnjeg zida
- $e_{is} = 2,75 \text{ mm}$ - Isporučena debljina cevi zadnjeg zida

Kako je:

$$\frac{\left(\frac{d_{ib1}}{2} + e_{rb1}\right)}{\sin \psi_1} + \frac{\left(\frac{d_{ib2}}{2} + e_{rb2}\right)}{\sin \psi_2} + 2\sqrt{(d_{is} + e_{is}) \cdot e_{is}} = 216,7 \text{ mm} \quad (19)$$

veće od $P_\phi = 177,5 \text{ mm}$ otvori se ne mogu smatrati odvojenim.

Proračun susednih otvora u cilindričnim omotačima sa vertikalnim priključcima



Slika 3. Karakteristične površine susednih otvora

Efektivno projektno naprezanje se računa kao:

$$f_s = \frac{p_c}{2} \cdot \left(\frac{2A_{po} \frac{1+\cos^2 \phi}{2} + 2A_{p1} + 2A_{p2} + A_{fs0} + 2A_{fb1} + 2A_{fb2}}{A_{fs0} + A_{fb1} + A_{fb2}} \right) = 37 \text{ N/mm}^2$$

gde su:

- $A_p = 118156 \text{ mm}^2$ - Površina izložena pritisku
- $A_{p1} = 1193 \text{ mm}^2$ - Površina izložena pritisku
- $A_{p2} = 1193 \text{ mm}^2$ - Površina izložena pritisku
- $A_{fs} = 1902 \text{ mm}^2$ - Poprečni presek omotača izložen naprezanju
- $A_{fb} = 39,45 \text{ mm}^2$ - Poprečni presek priključka izložen naprezanju

Kako je efektivno projektno naprezanje manje proračunskog napona debljina zida od 20mm zadovoljava.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu standarda SRPS EN 12952, na potrebnu debljinu zida delova kotla utiču prečnik cevi, unutrašnji pritisak, temperatura, karakteristike materijala itd.

Međutim za neku ozbiljniju analizu potrebno je u obzir uzeti naprezanja: usled temperaturske razlike, težine delova kotla, oticaj oslonaca itd.

6. LITERATURA

- [1] Momčilo Spasojević, Vladimir Bajić (2014) Priručnik za projektovanje, proizvodnju i kontrolu posuda pod pritiskom
- [2] Đ. Kozić, B. Vasiljević, V. Bekavac. Priručnik za termodinamiku, Mašinski fakultet, Beograd.
- [3] Standard SRPS EN-12952 za posude pod pritiskom koje su izložene plamenu
- [4] Pravilnik o tehničkim zahtevima za projektovanje, izradu i ocenjivanje usaglašenosti opreme pod pritiskom (Sl. Glasnik RS br 87/2011)
- [5] Standard EN 10216-2-Bešavne čelične cevi sa garantovanim osobinama na povišenim temperaturama

Kratka biografija:



Dejan Jelača rođen je u Novom Sadu 1989. god. Srednju mašinsku školu završio je 2008. god. u Novom Sadu. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Mašinstva odbranio je 2014 god.

SIMULACIJA OBRADE BUŠENJA POMOĆU METODA KONAČNIH ELEMENATA

SIMULATION OF DRILLING USING THE FINITE ELEMENTS

Nandor Boćan, Pavel Kovač, Borislav Savković, Nenad Kulundžić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je izvršena simulacija formiranja strugotine i temperature pri procesu bušenja u obradi rezanja primenom programskog paketa DEFORMTM. Za materijal alata korišćen je čelik AISI 1010, dok za obradak AL 6061-T6. Izvršena je simulacija obrade bušenjem, kao i nastanak strugotine i temperature u toku rada. Alat spiralna burgija je modelirana u programskom paketu SolidWorks, a simulacija rezanja u programskom paketu DEFORMTM. Definisanjem mreže konačnih elemenata, brzine rezanja, broj obrtaja i karakteristika materijala, omogućena je detaljna analiza naponskog stanja, stanja deformacija, kao i izgled samog procesa rezanja.

Abstract – This thesis presents a modern approach of study of chip forming, temperature and deformation in the drilling process using DEFORMTM software package. For the tool material is taken steel AISI 1010, while the work piece aluminium 6061-T6. Conducted a simulation of processing drilling, as well as the formation of chips and temperature during operation. Drill is modelled in the software package SolidWorks. By defining the finite elements, cutting speed and performance of materials, provided a detailed analysis of chip forming, deformation and chip forming of the cutting process.

Ključne reči: Bušenje, simulacija, DEFORMTM, temperatura, metoda konačnih elemenata

1. UVOD

Tehnologije obrade skidanjem materijala, a naročito obrada rezanjem, zauzima danas veoma značajno mesto u proizvodnji. Osnove obrade, ili teorija rezanja su se postepeno konstituisali u toku druge polovine 20 veka. Predstavljaju znanja trajne vrednosti, potvrđena od strane velikog broja stručnjaka, verifikovana pri obradi različitim alatima i obradcima, sadržana su u velikom broju knjiga, naučnim časopisima, magistarskim radovima i doktorskim disertacijama. [1].

Godine 1798. je B. Rumford ispred *Royal Society of England* u delu istraživanje vezano za izvor toplote koja je izazvana trenjem predstavio svoje eksperimentalne rezultate u vezi toplotnih pojava pri bušenju topovskih cevi. Ovo delo se smatra prvim pokušajem teoretskog istraživanja procesa obrade.

U zadnjoj četvrtini 19. veka publikovani su radovi I. Time (Sankt Peterburg 1870.) - sabijanje strugotine, ravan smicanja, A. Mallock (London 1880.) - deformacija i

trenje pri obradi i A. Haussner (Beč, 1894.) – naslaga na alatu.

Prelomna su dela publikovana u SAD: F. W. Taylor: Umetnost rezanja metala (On the Art of Cutting Metals 1907) i M. E. Merchant: Osnova mehanike pri procesu rezanja (Basic Mechanics of the Metal Cutting process 1946.), u Nemačkoj M. Kronenberg: Osnove teorije rezanja (Grundzüge der Zerspanungslehre-Berlin 1927), zatim u SSSR N. I. Reznikov: Nauka o rezanju metala (Učenje o rezanju metalov-Moskva 1947).

Kod nas to je publikacija prof P. Stankovića: Mašine alatke i industrijska proizvodnja i obrada metala rezanjem (1948).

Teorijska znanja iz tehnologije obrade su preduslov razumevanja osnova procesa obrade.

Predmetom istraživanja teorije obradnih procesa obuhvataju se zajedničke pojave koje se javljaju pri procesima obrade rezanjem, kao npr. proces nastajanja strugotine, toplotne pojave pri rezanju, tribološke pojave pri rezanju, integritet obrađene površine, sile pri rezanju [1].

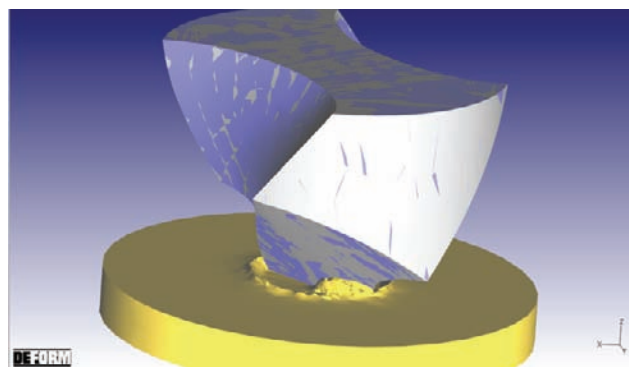
2. CILJEVI RADA

Polazeći od brojnih mogućnosti koje, na polju primene metoda konačnih elemenata, pruža programski paket DEFORMTM i njegov modul DEFORM 3D.

U ovom radu je izvršena simulacija formiranja strugotine i temperature pri procesu bušenja.

Cilj ovog rada jeste da se računarski analiziraju deformacije, temperature, elastičnosti kod procesa obrade bušenja, primenom metode konačnih elemenata u programskom paketu DEFORMTM [2,3].

Na slici 1. prikazana je simulacija bušenja, pri čemu glavno kretanje vrši alat



Slika 1. Simulacija bušenja u programskom paketu DEFORMTM

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Pavel Kovač, red. prof.

3. METOD KONAČNIH ELEMENATA

Metod konačnih elemenata – MKE (Finite Element Method - FEM), koristi različite tipove varijacionih metoda, primenjenih na diskretnom modelu za strukturnu analizu kontinuuma. Kontinuum se diskretizuje konačnim brojem elemenata i stepeni slobode kretanja. Uspeh primene metode je u kvalitetu izabranih aproksimacija konačnih elemenata postavljenog modela [3].

Pogodnost metode je u vrednostima varijacione metode. Zadatak se opisuje sistemom diferencijalnih jednačina, koje se formiraju iz uslova minimuma funkcionala konstrukcije. Ovaj zadatak je rutinski, a rešavanje sistema diferencijalnih jednačina ide matričnim metodama, vrlo pogodnim za tretman računa-rom. Tačnost izračunavanja je definisana kvalitetom izabranih funkcija oblika (interpolacionih funkcija), mrežom i tipom konačnih elemenata.

Prema načinu na koji se formulišu i izvode osnovne jednačine MKE, izvedena je podela na sledeće osnovne vidove [4]:

- *direktna metoda*
- *varijaciona metoda*
- *metoda reziduuma i*
- *metoda balansa energije*

Metoda konačnih elemenata zasniva se na fizičkoj diskretizaciji posmatranog domena. Rešetkasta struktura se diskretizira na linijske elemente štapova. Ploča se može podeliti na površinske elemente oblika trougla ili pravougaonika.

Osnovu za analizu konstrukcije predstavlja poddomen, deo domena (strukture) koji se zove konačni element. Konačni element nije diferencijalno malih dimenzija, nego ima konačne dimenzije, zbog čega se zove konačni element. Mogu se generisati dvodimenzionalne ili trodimenzionalne mreže konačnih elemenata.

Dvodimenzione mreže se koriste za rešavanje ravanskih i osnosimetričnih zadataka.

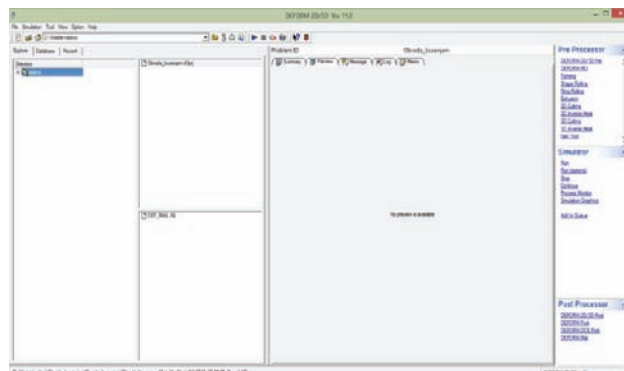
Trodimenzione mreže su najopštija kategorija mreža i u domenu mašinstva njima se pokriva kontinuum objekata, koji su uvek 3D. Drugi značajan parametar generacije je gustina elemenata u pojedinim zonama. Generatori mreža koriste dva pristupa u zadavanju gustine mreže.

4. PROGRAMSKI PAKET DEFORM™

DEFORM™ sistem je inženjerski alat, koji omogućava dizajnerima da analiziraju određene postupke kao što su formiranje metala, termička obrada, obrada rezanjem, zavarivanje, livenje korišćenjem metode konačnih elemenata.

DEFORM™ se prvi put pojavljuje 1989 godine u 2D verziji u Columbus, Ohio-USA, gde kasnije 1993 godine pojavljuje DEFORM-3D, verzija koja je prvenstveno namenjena za analizu u trodimenzionalnoj problematici. DEFORM-PC se prvi put pojavljuje 1994 godine, prvenstveno je omogućeno korišćenje programa kućnim korisnicima.

U međuvremenu, pridružuje se i kompanija ALPID, koja je prvenstveno podržavala U.S. avionsku flotu. Na slici 2. prikazan je početni izgled prozora u DEFORM™-u [3].



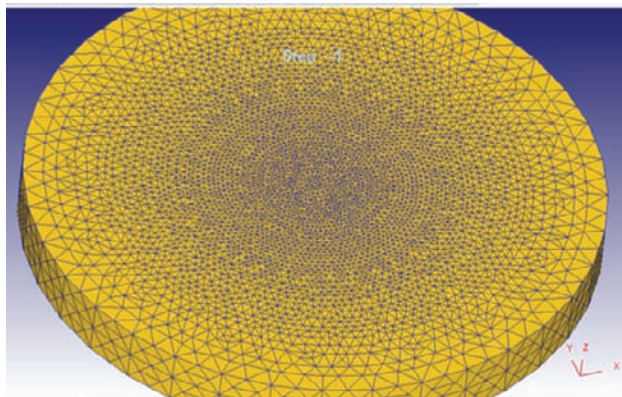
Slika 2. Početni izgled prozora u DEFORM™-u.

5. INŽENJERSKA ANALIZA KONKRETNOG DELA U PROGRAMSKOM PAKETU DEFORM™

Računarska analiza temperaturnog stanja pri bušenju realizovana je primenom programskog paketa opšte namene 3D DEFORM™. Za modeliranje spiralne burgije, korišćen je programski paket SolidWorks, prečnika 10mm. Mora se voditi računa prilikom izvoza fajla, da se kreirani model sačuva kao neutralni stl file. Neutralni stl file se uvozi u 3D DEFORM™[5,6].

Koristimo cilindrični oblik obratka, prečnikom 15mm i debljinom od 1,5mm. Definisanje materijala se vrlo lako određuje odabirom iz biblioteke alata.

Za definisanje mreže konačnih elemenata na obratku, korišćena je funkcija *Use reative mesh size*. Prilikom definisanja mreže konačnih elemenata, takođe važi pravilo kao i kod alata da krupnoća mreže i tip mreže mnogo zavisi od tačnosti rezultata. Što je sitnija mreža, znači da je tačnost veća. Mreža koja je korišćena sastoji se od 18630 poligona i 9317 tačaka slika 3. Naravno, ne može se reći da je ovaj tip mreže najbolji, ali je zadovoljavajući za ovaj tip simulacije.



Slika 3. Izgled mreže korišćenjem funkcije *relative mesh size* komande

Fiksiranje obratka je još jedan važan faktor pri određivanju simulacije. Obradak se mora fiksirati, tj. da se fiksira X, Y i Z osa određenih površina, kako bi simulacija bila uspešna. Pre nego što se počne sa obradom simulacija, potrebno je uraditi i definisati završne parametre. Ovi parametri su mnogo značajni za simulaciju. Ovde se može uočiti, ako je u prethodnim koracima napravljena greška ili izostavljeni neki podaci. Takođe, ovde se određuje veoma važan faktor, broj stepova, odnosno ciklusa, vremenski period rada simulacije.

Za koordinatni sistem je zadržan globalni koordinatni sistem, jer zadovoljava veoma prosto podešavanje kretanja alata u odnosu na obradak. Moguće je definisati koordinatne sisteme za svaki model ili globalni koordinatni sistem izmeniti. Nije definisana povezanost modela, jer su modeli razdvojeni u početnoj fazi simulacije.

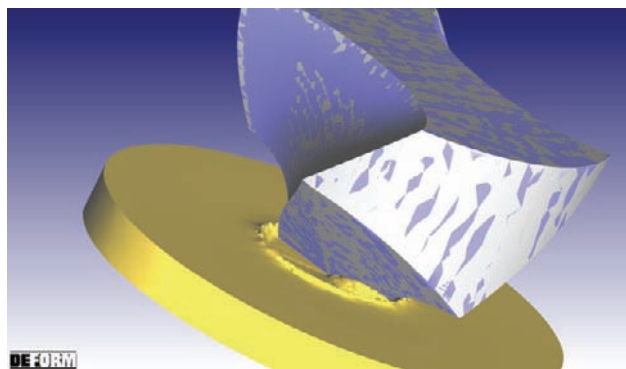
6. REZULTATI SIMULACIJE

Rezultati simulacija su prikazane u nekoliko slika po jednoj simulaciji, koje su izvučeni u odgovarajućim trenucima.

Nijanse boja koje su prikazane počevši od plave boje, gde je minimalna temperatura, deformacija, pa do crvene, gde je maksimalna temperatura. Za materijal alata korišćen je AISI 1010, dok za obradak AL 6061-T6.

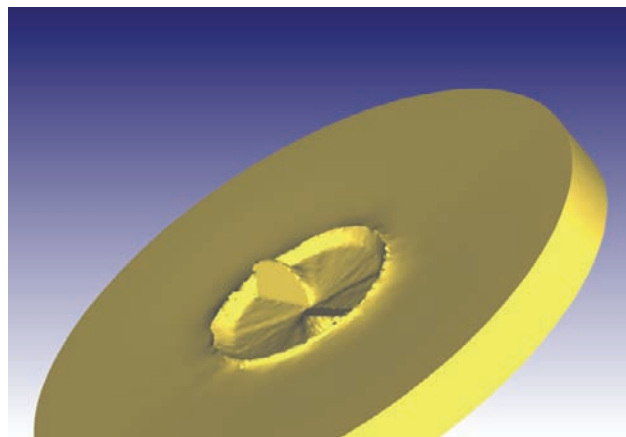
6.1 Simulacija 1

Kod prve simulacije korišćena je brzina alata 360 o/min sa pomakom od 0,125 mm/o. Broj obrađenih stepova je 2741, a simulaciju je računar obrađivao 12 dana (slika 4).



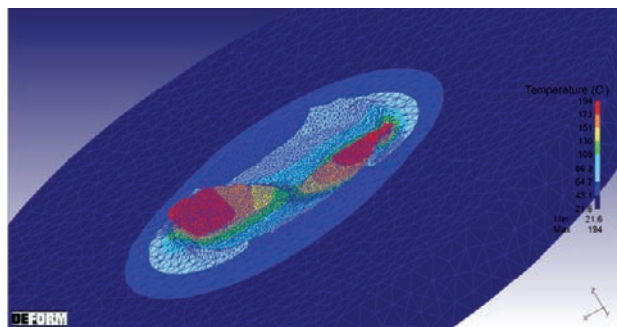
Slika 4. Prikaz simulacije 1-2741 step

Na slici 5 prikazana je simulacija, gde je alat uz pomoć opcije *Hide tool* sakriven i vidi se početni proces formiranja rupe.



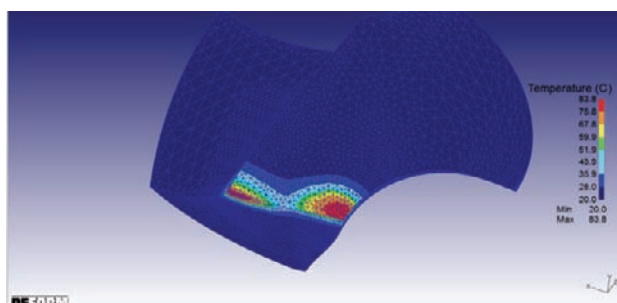
Slika 5. Izgled strugotine oduzimanjem alata

Na slici 6 su prikazana temperaturna polja u obratku, pri čemu je dobivena maksimalna temperatura od 194 °C. Temperatura varira od početne zadate temperature od 20°C do maksimalne, a na skali se vide različite nijanse boja od plave do crvene, koje vizuelno prikazuju temperaturu na obratku u pojedinim zonama. Moguće izvršiti preseke obratka po želji korisnika i pregledati za svaki segment izračunatu temperaturu.



Slika 6. Maksimalna temperatura na obratku je 194°C

Prikazane su temperature na alatu, pri čemu je maksimalna temperatura ostvarena od 83,8°C. Može se primetiti na slici 7, da su najveća temperaturna polja ostvarena na grudnoj površini glavnog sečiva burgije, a da se ledna površina glavnog sečiva neznatno zagrejala. Ovim se potvrđuju dosadašnja istraživanja i pojave temperaturnih polja na vrhu burgije. Drastično nižu temperaturu na alatu u odnosu na obradak je ostvarena iz razloga što je proces bušenja kratko trajao.

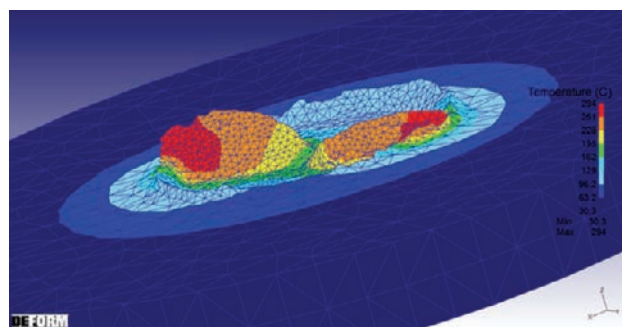


Slika 7. Maksimalna temperatura na alatu je 83,8°C

6.2 Simulacija 2

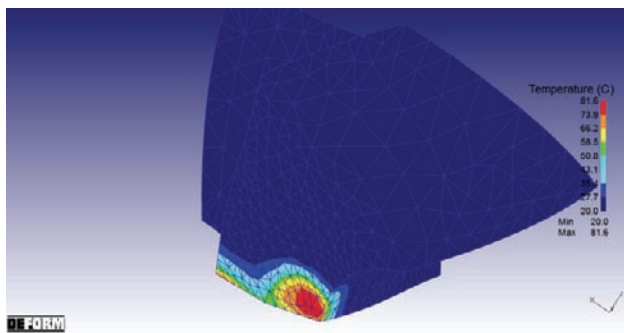
Kod druge simulacije korišćena je brzina 700 o/min sa pomakom od 0,176 mm/o. Broj odrađenih stepova je 2477, obrada simulacije je trajala 10 dana.

Na slici 8 prikazana je temperatura u obratku, pri čemu je maksimalna temperatura 294°C. Najveća temperatura se javlja u tek formiranoj strugotini, kao što se može videti na slici. Drastično veća temperatura koja se javila u ovoj simulaciji, nego u simulaciji 1 je zbog povećanog broja obrtaja samog alata i povećanog pomaka. Broj stepova je približno isto, pa se može smatrati da je i trajanje samog procesa isti, kao i kod simulacije broj 1.



Slika 8. Maksimalna temperatura na obratku je 294°C

Maksimalna temperatura na alatu u simulaciji 2 je 81,6°C (slika 9). Temperaturna polja su slična, kao i kod simulacije 1. Najveća temperatura se javlja na grudnoj površini glavnog sečiva burgije. Temperatura na alatu je približno isto ostala.

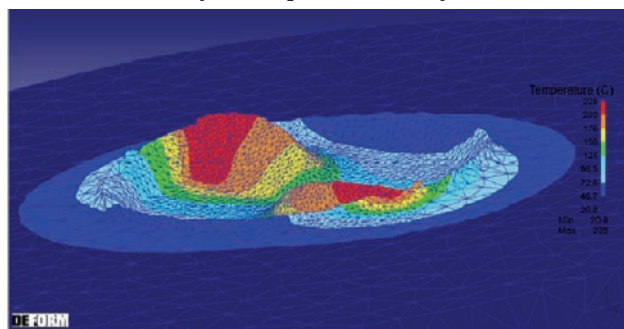


Slika 9. Maksimalna temperatura na alatu je 81,6°C

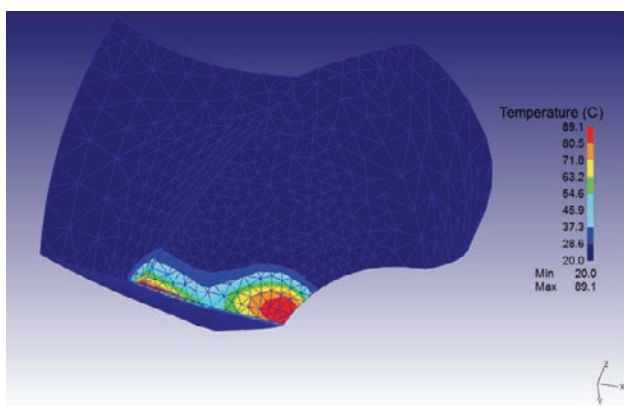
6.3 Simulacija 3

Kod treće simulacije korišćena je brzina 1000 o/min sa pomakom od 0,25 mm/o. Broj obrađenih stepova je 1640, simulacija je trajala 7 dana.

Na slici 10 i 11 prikazani su rezultati procesa bušenja iz simulacije broj 3. Zbog malog broja stepova, za razliku od prve dve simulacije, maksimalna temperatura u obratku je 226°C (slika 11). Temperatura na alatu (slika 12) je slična kao kod prve dve simulacije, ali zbog manjeg broja obrađenih stepova, temperatura bi znatno rasla, da je obrađen sličan broj, kao u prva dva slučaja.



Slika 10. Maksimalna temperatura na obratku je 226°C



Slika 11. Maksimalna temperatura na alatu je 89,1°C

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize urađene u programskom paketu *DEFORM*TM, utvrđeno je da se temperature mogu ispitivati na ovaj način, sa tim da nisu uzete u obzir greške u materijalu, sredstvo za hlađenje i posledica mašinske obrade alata i obratka.

Ovaj način ispitivanja će biti isplativ kod složenih sklopova, koji su mnogo skuplji za pripremu, a njihova ispitivanja u realnim uslovima bi bila daleko skuplja, nego ispitivanja u programskom paketu *DEFORM*TM.

Takođe, ova vrsta ispitivanja, skraćuje vreme pripreme tehnologije obrade i skraćuje vreme izrade i životnog ciklusa proizvoda.

8. LITERATURA

- [1] Pavel Kovač: Teorija obradnih procesa, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad, 2014.
- [2] Naseer Ahmed: Effect of Changing Drilling Parameters on Thrust Force and Torque, Middle-East Journal of Scientific Research, 2014.
- [3] Tamizharasan, T., Senthilkumar, N.: Numerical simulation of effects of machining parameters and tool geometry using DEFORM-3D: Optimization and experimental validation, World Journal of Modelling and Simulation, Vol. 10, No.1, (2014) 49-59.
- [4] Kovač, P., Kulundžić, N., Savković, B., Gostimirović, M., Rokosz, K., Sekulić, M. Determination of temperature distribution of cutting process, Development in Machining Tehnologz, Cracow University of Tehnology, Vol.5, 2015, pp. 20-26
- [5] Kulundzic, N., Kovac, P., Savkovic, B., Soos, Lj., Rokosz K.: FEM simulation of cutting processes, Scientific Proceedings, 2013, Vol. 21, No. 1, pp. 121-130, ISSN 1338-1954.
- [6] Savković B.; Modeliranje funkcija obradivosti pri procesu obrade glodanjem, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2015

Kratka biografija:



Nandor Boćan rođen je u Kikindi 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva iz predmeta Visokoproduktivne obrade odbranio je 2016.god.



Pavel Kovač rođen je u Bačkom Petrovcu 1950. Magistarski rad je odbranio 1980. god, a doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1987. god. Od 1998. je u zvanju redovnog profesora. Autor je 5 univerzitetska udžbenika i 2 monografije. Oblast interesovanja su procesi obrade skidanjem materijala.



Borislav Savković rođen je u Novom Sadu 1982. god. Diplomski-master rad odbranio je 2007. god., a doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2015. god. Autor je 1 univerzitetskog udžbenika i preko 80 naučnih radova. Oblast interesovanja su procesi obrade skidanjem materijala i simulacije.



Nenad Kulundžić rođen je u Kraljevu 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva iz predmeta Visokoproduktivne obrade odbranio je 2013.god. Od 2015. je u zvanju istraživača pripravnika.

MODELIRANJE I SIMULACIJA PROCESA KOČENJA VOZILA SA SISEMEMOM ZA SPREČAVANJE BLOKIRANJA TOČKOVA**MODELING AND SIMULATION PROCESS OF A VEHICLE BRAKING WITH ANTI-BRAKING SYSTEM**

Filip Budimirov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu su opisani sistemi bezbednosti, sistemi koji regulišu dinamiku vožnje: sistem za sprečavanje blokiranja točkova – ABS, sistem protiv proklizavanja točkova – ASR, elektronsko upravljanje stabilnošću – ESC. U softverskom paketu MATLAB (simulink) izvršeno je modeliranje sistema za sprečavanje blokiranja točkova. Pomoću izrađene simulacije ispitivani su prethodno dobijeni eksperimentalni rezultati, sa ciljem proveriti tačnosti simulacije, a samim tim u njene dalje upotrebe.

Abstract - The paper describes the safety systems which regulate driving dynamics: Anti-braking system - ABS, Anti-slip regulation – ASR, Electronic stability control – ESC. The software MATLAB (simulink) was used for modeling the anti-braking system. Using simulation previously obtained experimental results are tested with a goal to verify the accuracy of the simulation, and thus in its further use.

Ključne reči: sistemi za regulaciju dinamike vožnje, MATLAB (simulink), simulacija, kočenje sistemom za sprečavanje blokiranja točkova

1. UVOD

Kroz opis savremenih sistema regulacije vožnje, elektronskog upravljanja stabilnošću kao najsloženijeg koncepta, u radu je akcenat stavljen na jednu od funkcija ESC-a, a to je ABS kočenje. Kao glavna tema, vršeni su eksperimenti kočenja više vozila i izrada simulacijskog modela u softverskom paketu MATLAB.

Eksperimentalno kočenje je vršeno pod definisanim okolnostima, i sa proizvoljno izabranim početnim brzinama kočenja. Podaci eksperimenta dobijeni su uz pomoć adekvatnih mernih uređaja. Simulacija kočenja modelirana je u potprogramu SIMULINK koji se nalazi u okvirima softverskog paketa MATLAB. Kroz blokovne dijagrame interpretirana je idealizovana kočnica ABS-a sa aspekta raspodele mase vozila, tj. ponašanje i kočenje jednog od točkova vozila (kočenje $\frac{1}{4}$ vozila).

Sprovođenjem analize, ispitivanjem i poređenjem eksperimentalnih rezultata sa simulacijskim dolazi se do informacije validnosti ABS modela, i njegove dalje mogućnosti za korišćenje i davanje okvirnih podataka o kočenju. Kao glavni izlazni podaci, upoređivani su vreme kočenja i zaustavni put pri kočenju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Boris Stojić, red. prof.

2. SISTEMI REGULACIJE DINAMIKE VOŽNJE

Kako bi se vozilu povećala upravljivost i regulisala dinamika vožnje u kritičnim situacijama, mora se početi od regulacije uzdužne dinamike vožnje. Svi sistemi koji danas učestvuju u upravljanju stabilnošću vozilom proistekli su iz sistema uzdužne dinamike vožnje, njihovim proširivanjem opsega dejstva. ABS, a kasnije i ASR su začetnici elektronskog upravljanja stabilnošću vozila. Vremenom su se sistemi upravljanja stabilnošću razvijali, i danas se veoma često ugrađuju kao integrisani, rešavajući tako složenije situacije pri gubitku stabilnosti nad vozilom.

2.1 Sistem za sprečavanje blokiranja točkova – ABS

Osnovne namene sistema su:

- sprečavanje blokiranja točkova pri intenzivnom kočenju;
- omogućava dobru upravljivost vozila u uslovima smanjenog prijanjanja;
- povećava stabilnost vozila pri kočenju;
- (eventualno) smanjuje zaustavni put vozila.

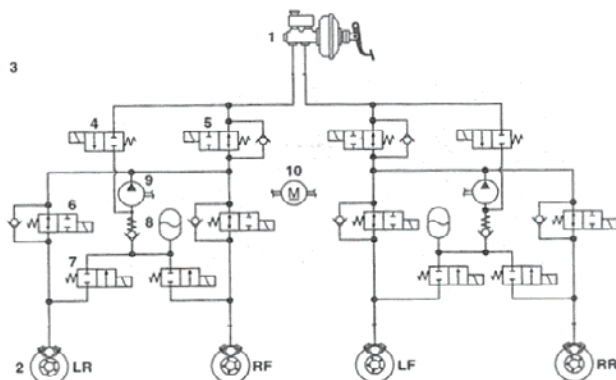
Sistem se sastoji od niza senzora sa davačima impulsa, elektronskog upravljačkog uređaja, elektromagnetskih ventila i ventila za kontrolu pritiska. Senzori broja obrtaja na svim točkovima daju impulse upravljačkom uređaju, koji upravlja hidrauličkom jedinicom koja reguliše da se pritisak u kočnim uređajima na pojedinim točkovima tako održava da je točak uvek na granici blokiranja, ne dozvoljavajući da do totalnog blokiranja točka i dođe. Prema stanju točka, obrtanja, pritisak kočnog cilindra se povećava i smanjuje po potrebi.

Prilikom procenivanja situacije, upravljačka jedinica mora da uzme u obzir određene uticaje:

- polazni uticaji: težina vozila, adhezione veličine točak – kolovoz,
- elektronski regulisani uređaj: senzori, impulsni prsten, elektronski upravljački uređaj,
- ulazni parametri: broj obrtaja po točku odakle sledi ubrzanje, usporenje, proklizavanje,
- veličine ometanja: uslovi kolovoza, stanje kočnica, težina vozila, stanje točka i pneumatika, veličina točka (nejednaki prečnici točkova),
- uticaj vozača: sila na pedal kočnice i pritisak u glavnom kočionom cilindru i
- podešavanje veličina: pritisak u kočnim cilindrima točkova [1].

U kombinaciji sa ESC-om, hidraulična jedinica ABS i ASR mora imati zasebnu regulaciju točkova. Kao najčešće rešenje koristi se zasebna regulacija sa dijagonalno postavljenim vodovima između glavnog

cilindra i kočnog, slika 1. Hidraulična jedinica je povezana sa upravljačkom jedinicom, od koje prima impulse, i na osnovu tih podataka deluje na kočni cilindar.



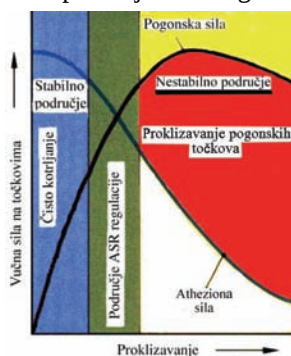
Slika 1. Dijagonalno postavljena, zasebna regulacija kočenja točkova

- 1 - Glavni kočni cilindar; 2 - Kočni cilindar na točku;
3 - Hidraulična jedinica; 4 - Ventil visokog pritiska;
5 - Dvosmerni ventil; 6 - Ulazni ventil; 7 - Izlazni ventil;
8 - Akumulator; 9 - Povratna pumpa;
10 - Motor (pumpa visokog pritiska); R - desno; L - levo;
F - prednji (točkovi); R - zadnji (točkovi);

U slučaju ESC regulacije, potrebno je izvršiti određene modifikacije hidraulične jedinice (u odnosu na ABS hidrauličnu jedinicu). Glavna razlika između ove dve vrste je to što je hidrauličnoj jedinici za ESC regulaciju omogućeno, preko ventila visokog pritiska, aktiviranje kočnog cilindra na pojedinačnim točkovima i kada vozač ne pritisne pedal kočnice, tj. kada upravljačka jedinica oseti da vozilo prelazi u nestabilno stanje ona samostalno koči određen točak. U tom slučaju se otvara ventil visokog pritiska, a zatvara dvosmerni ventil, i preko povratne pumpe, određenog ulaznog (koji se otvara na zahtev upravljačke jedinice) i izlaznog ventila vrši regulacija sile kočenja točka [2].

2.2 Sistem za sprečavanje proklizavanja točkova- ASR

Prilikom javljanja viška momenta dolazi do takozvanog proklizavanja točkova. Ova pojava se dešava zbog nedovoljnog prijanjanja točkova, ili nemogućnosti podloge da prihvati toliki obrtni moment, tj. prelaska preko granice proklizavanja. Prilikom velikih startnih ubrzanja ili naginjanja vozila u krivini, dolazi do preraspodele težina na točkove, te samim tim i različite adhezije sile na relaciji točak - put. U takvim uslovima pogonski točkovi, sa smanjenom adhezijom silom, neizostavno proklizavaju. Zavisnost vučne sile i proklizavanja točkova prikazana je na slici 2, gde se vidi područje ASR regulacije.



Slika 2. Funkcionalni dijagram ASR sistema

Da bi se sprečilo nepoželjno proklizavanje patentiran je ASR, sistem za kontrolu proklizavanja, koji usklađivanjem obrtnog momenta preko motora vozila sprečava da do proklizavanja dođe, tj. održava ga u određenom opsegu. Svrha sistema je da:

- poboljšava uslove prenosa snage i održava kotrljanje točkova;
- poboljšava voznu sigurnost u uslovima kada je pogonska sila na točkovima veća od adhezije;
- automatski podešava raspodelu momenta uslovima bez proklizavanja.

Princip rada se bazira na stalnom upoređivanju brojeva obrtaja svih točkova. Po potrebi deluje na sistem za dovod goriva (redukuje moment) ili kočnicu. Sistem može raditi u dve faze:

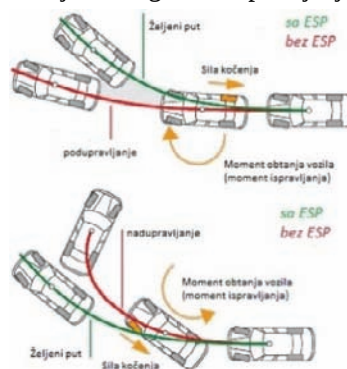
- u slučaju proklizavanja jednog točka, aktiviraju se kočnice na tom točku, čime se smanjuje njegova brzina;
- ukoliko dođe do proklizavanja i drugog točka (ili točkova), na veoma klizavim podlogama, smanjuje se moment motora preko upravljačke jedinice. [1]

2.3 Elektronsko upravljanje stabilnošću vozila - ESC

Ovaj sistem je najsloženiji od pomenutih sistema. Pored regulacije u uzdužnom pravcu vozila (ABS i ASR), ESC reguliše i kretanje u poprečnom pravcu vozila. Princip rada mu se zasniva shodno informaciji proistekloj od dva senzora. Senzor ugaone brzine oko vertikalne ose vozila informiše upravljačku jedinicu o tome da li je došlo do zakretanja vozila oko vertikalne ose i koliko ugao zakretanja iznosi. Senzor ugla zakrenutosti volana šalje informaciju o tome koliko je vozač zakrenuo točkove, odnosno koliko iznosi željeno skretanje vozila. ESC počinje da reaguje kada upravljačka jedinica uoči razliku između ova dva ugla - ugla točkova (skretanja) i ugla zakretanja oko vertikalne ose. Mogu se javiti kombinacije odstupanja ovih uglova (slika 3):

- *podupravljanje* - nedovoljno upravljanje. Ugao točkova je veći od ugla zakretanja oko vertikalne ose. U ovom slučaju vozač daje komandu željenog skretanja, a vozilo ne skreće dovoljno. Kočenje se vrši zadnjim unutrašnjim točkom, vozilo se rotira oko njega i postiže željeno skretanje.

- *nadupravljanje* - preveliko skretanje, zanošenje zadnjeg kraja. Ugao točkova je manji od ugla zakretanja oko vertikalne ose. Vozač tada naglo zakrene volan, vozilo skrene, ali zadnji kraj se previše zanesu i gubi kontakt sa podlogom. Koči se prednjim spoljnim točkom što smanjuje zanošenje i omogućava ispravljanje vozila. [2]



Slika 3. Putanja vozila sa ESC-om i bez u slučajevima podupravljanja i nadupravljanja

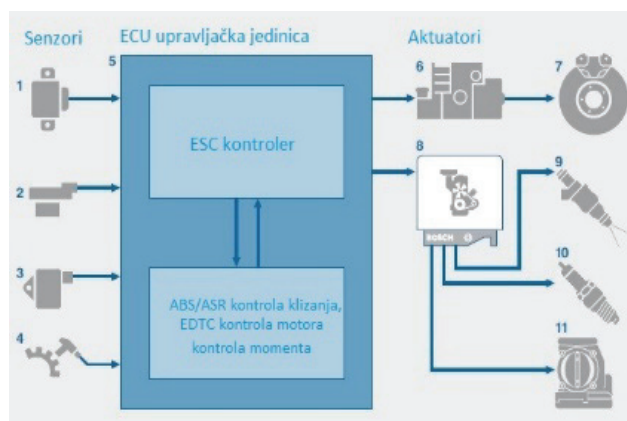
3. KOMPONENTE ZA REGULACIJU DINAMIKE VOŽNJE

Integriranjem pojedinih komponenti i usavršavanjem upravljačke jedinice ABS-a nastao je sklop komponenti pomoću kojih se reguliše uzdužna, ali i poprečna dinamika vozila.

Upravljačka jedinica direktno prima određene ulazne signale, registrovane pomoću komponenti senzora (ugaona brzina svakog točka, pritisak ulja u kočnicama, ugao položaja volana, moment motora, bočno ubrzanje vozila, ugao zakretanja oko vertikalne ose).

Na osnovu ovih pristiglih informacija, računaju se parametri: sile na točkovima u uzdužnom, poprečnom i normalnom pravcu, linearna brzina vozila, poprečna brzina vozila, stepen klizanja, koeficijent prijanjanja podloge.

Na osnovu kompleksnih proračuna i unapred definisanog algoritma rada, kreiraju se izlazni signali u upravljačkoj jedinici koji se prosleđuju ka aktuatorima – slika 4.



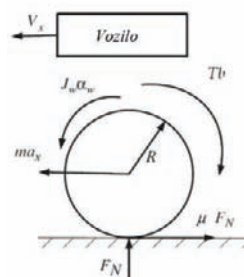
Slika 4. Načelna blok šema upravljačke jedinice ESC-a sa komponentama [3]

1. Senzor ugaone brzine oko vertikalne ose vozila i bočni senzor ubrzanja;
2. Senzor ugla upravljača
3. Senzor pritiska kočnica;
4. Senzor broja obrtaja točka;
5. Elektronska upravljačka jedinica;
6. Hidraulična jedinica;
7. Kočnica;
8. Menadžment motora;
9. Ubrizgavanje;
10. Svećica, paljenje;
11. Intervencija ventila gasa.

Hidraulična jedinica dobija naređenje od upravljačke jedinice i preko određenih regulatora, pobuđivanjem magnetnih ventila i promenom pritiska u kočnicama točkova, izvršava zadatu komandu, odnosno kočenje vozila.

4. PRINCIP REALIZACIJE SILA I MOMENATA U UZDUŽNOM PRAVCU TOČKA VOZILA

Shodno temi rada, realizacija sila i momenata obuhvata analizu dinamike u uzdužnom pravcu. Relevantni parametri koji utiču na točak pri uzdužnom kretanju prikazani su na slici 5.



Slika 5. Uzdužna dinamika točka vozila

V_x – Translatorna brzina vozila

a_x – Translatorno ubrzanje vozila

ω – Ugaona brzina točka

a_w – Ugaono ubrzanje točka

J_w – Moment inercije točka

T_b – Moment kočenja

F_N – Sila normalna na podlogu (zavisna od težine vozila)

μ – Uticaj podloge (koeficijent prijanjanja)

R – Poluprečnik točka

m – Masa (segmenta) vozila

Zavisno od stanja podloge i mase na točku, postoji granična vrednost tangencijalne sile točka koja se može preneti na podlogu, tj. silu koju ona može da prihvati, a da ne dođe do potpunog proklizavanja točka. Karakteristika podloge i njeno stanje se opisuje preko koeficijenta prijanjanja. Intenzitet granične tangencijalne sile je:

$$F_{\text{tangr}} = \mu \cdot F_N \quad (1)$$

Vrednost i smer tangencijalne sile su različiti, zavisno od toga da li je točak pogonski, slobodan ili kočni.

Tokom kretanja, pogotovo prilikom promene dinamičkog stanja točka (dodavanje ili oduzimanje momenta) dolazi do proklizavanja ili klizanja. Ova pojava se predstavlja preko stepena klizanja točka:

$$\lambda = \frac{v - \omega \cdot R}{v} \quad (2)$$

λ – Stepen klizanja točka

v – Translatorna brzina vozila

(u pravcu klizanja ili proklizavanja)

ω – Ugaona brzina točka

R – Dinamički poluprečnik točka

Vrednost stepena klizanja je uvek različita od nule kada postoji pogonski ili kočni moment na točku. Stepem klizanja može fizički opisivati dve situacije. Proklizavanje točka se javlja kod dovođenja pogonskog momenta. Klizanje točka se javlja pri blokiranju točkova, tj. kada ugaona brzina točka teži nultoj vrednosti, a translatorna brzina vozila je različita od nule. Sistemi regulacije uzdužne dinamike vožnje održavaju stepen klizanja oko optimalne vrednosti pri kojoj se postižu bolje pogonske i kočne karakteristike, a da se pri tom ne izgubi na upravljivosti nad vozilom [4].

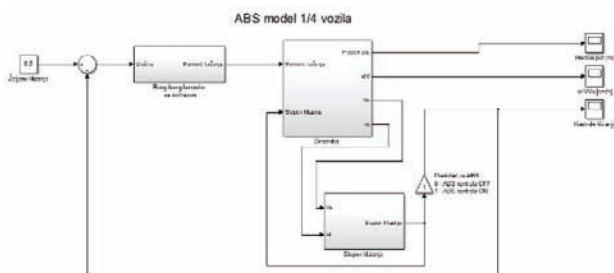
5. MODELIRANJE KOČENJA TOČKA SA ABS-om U PROGRAMU MATLAB

Model se sastoji od nekoliko podsistema (slika 6):

- Bang - bang kontroler sa kočnicom – simulira rad kočnice ABS-a, održavajući stepen klizanja shodno

predviđenim granicama, sprečavajući na taj način da točak totalno blokira.

- Dinamika – obuhvata dinamiku vozila i dinamiku točka
- Step en klizanja – predstavlja relaciju za određivanje stepena klizanja.



Slika 6. Simulink model ABS-a ¼ vozila

Ulazni parametri modela su:

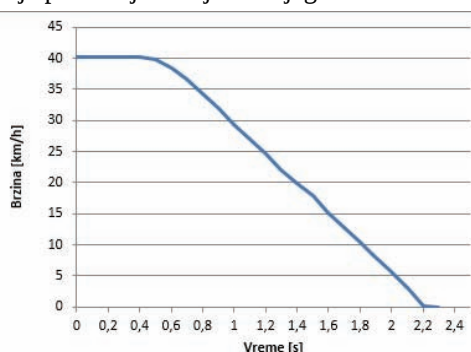
- masa vozila (m),
- početna brzina vozila (V_0),
- dinamički poluprečnik točka (R),
- moment inercije točka (J_w) – zavisi od dinamičkog poluprečnika točka i mase točka,
- koeficijent prijanjanja (promena podloge po kojoj se točak kreće) (μ),
- kontrola klizanja (održavanje u određenim granicama),
- kontrola ABS-a uključen/isključen opcija,
- čelona površina vozila (A),
- aerodinamički koeficijent (c_w),
- karakteristike kočnice.

Kao izlazni parametri dobijeni su: pređeni put vozila prilikom kočenja, razlika u translatornoj i brzini nastaloj od ugaone brzine točka prilikom kočenja, step en klizanja (održavanje na željenoj vrednosti) [5].

6. POREĐENJE SA EKSPERIMENTALNIM PODACIMA

Pomoću adekvatne merne opreme tokom eksperimenta kočenja merena je translatorna brzina vozila u vremenu, koja je grafički predstavljena u programu MICROSOFT EXCEL – slika 7. U simulaciju su ubačeni karakteristični podaci za vozilo, gde se kao konačan rezultat dobio takođe grafički prikaz – slika 8.

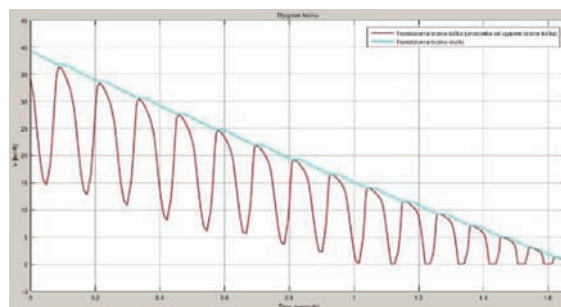
Izvršeno je poređenje dobijenih dijagrama.



Slika 7. Eksperimentalno mereno vreme zaustavljanja vozila [6]

Na dijagramu simulacije vidi se ponašanje ABS-a i njegovo usaglašavanje translatorne brzine točka (proistekle od ugaone brzine vozila) u odnosu na translatornu brzinu vozila, shodno stepenu klizanja.

Eksperiment i simulacija pokazuju približno isto vreme zaustavljanja vozila, što je ujedno i prva potvrda validnosti. Simulacija daje informaciju o dužini zaustavnog puta tokom kočenja što može takođe biti relevantan podatak.



Slika 8. Simulink model, mereno vreme zaustavljanja vozila pri kočenju

7. ZAKLJUČAK

Konstrukcionom izvedbom sistema regulacije upravljanja stabilnošću i njihovim unapređivanjem došlo se do zavidnih rezultata po pitanju smanjenja saobraćajnih nesreća na putevima. Kod prosečnog vozača sistemi regulacije vožnje igraju značajnu ulogu, mogu mu smanjiti, ili preduprediti štetu koju bi izazvao potencijalni udes, a čak i spasiti život u nekim opasnijim situacijama.

Simulacija kočenja pokazala je zadovoljavajuće rezultate u poređenju sa eksperimentalnim. Preciznost simulacije zavisi od tačnosti i količine podataka koji se poseduju za određeno kočenje. Što se više podataka poseduje, rezultat će biti tačniji, tj. sličniji eksperimentalnim podacima.

Dalji razvoj simulacija mogao bi ići u smeru ubacivanja uticaja preraspodele masa tokom kočenja čime bi se mogao dobiti još tačniji rezultat. Ubacivanjem uticaja poprečne dinamike, mogao bi se izgraditi model ESC-a, što je veoma zahtevan i komplikovan zadatak.

8. LITERATURA

- [1] Sistemi na vozilima- <https://sisteminavozilima.wordpress.com/2011/10/16/abs/>, Januar 2016.
- [2] Bosch: Automotive Handbook, 2014.
- [3] Robert Bosch: Bosch Automotive, Electric and Automotive Electronics – System and Components, Networking and Hybrid Drive; Jul 2007.
- [4] Boris Stojić, Nenad Poznanović, Dragan Ružić, Jovan Dorić: Drumska vozila – FTN Novi Sad, 2014.
- [5] Matlab (Simulink) modelovanje ABS Sistema <http://www.mathworks.com/help/simulink/examples/modeling-an-anti-lock-braking-system.html>, Januar 2016
- [6] Izveštaj iz predmeta: Ispitivanje motornih vozila i motora sus - FTN Novi Sad, 2013., 2014.

Kratka biografija:



Filip Budimirov je rođen u Vršcu 1991. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti mašinstva odbranio 2014. god.

ANALIZA OBRADLJIVOSTI NISKOUGLJENIČNOG ČELIKA RAZVLAČENJEM FORMABILITY OF LOW CARBON STEEL IN STRETCH DRAWING

Čongor Tot, Mladomir Milutinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Tomaž Pepelnjak, *Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, Slovenia*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana analiza obradljivosti nisko-ugljeničnog čelika DC03 pri obradi razvlačenjem. Ocena obradljivost ovog materijala izvršena je na osnovu rezultata dobijenih numeričkom simulacijom procesa razvlačenja pomoću softverskog paketa ABAQUS, kao i na osnovu rezultata odgovarajućih eksperimentalnih istraživanja. Zaključeno je da je materijal DC03 pogodan za obradu plastičnim deformisanjem.

Abstract – In this paper formability analysis of low-carbon steel DC03 formed by stretch drawing is presented. Results obtained by numerical simulation of the process (software package ABAQUS was used) and by experimental investigation were used to determine formability of DC03 steel. According to the obtained results it is concluded that this material has good formability for stretch drawing process.

Ključne reči: Razvlačenje, ABAQUS, deformaciona sila, dijagram granične deformabilnosti

Key words: Stretch drawing, ABAQUS, forming load, forming limit diagram

1. UVOD

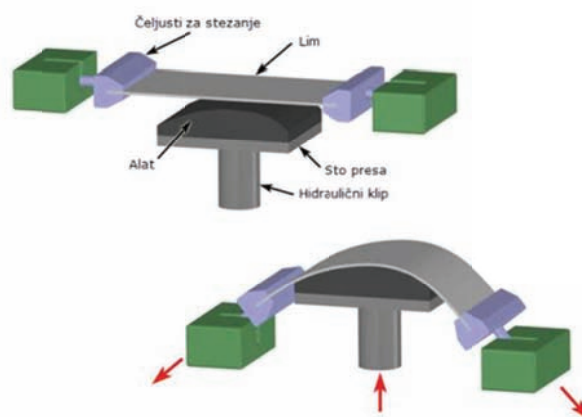
Ovaj rad se bavi analizom specijalne vrste dubokog izvlačenja – dvoosnog razvlačenja. U okviru analize procesa razvlačenja, primenom specijalnog alata ispitivan je uticaj polaznog oblika materijala na njegovo ponašanje pri razvlačenju. Eksperimenti su izvedeni na hidrauličnoj presi dvostrukog dejstva. Dodatni cilj istraživanja odnosio se na praćenje deformacija radnog predmeta, odnosno određivanje granice deformabilnosti korišćenog materijala. Jedan od najvažnijih podataka kada se analiziraju tehnološke granice oblikovanja lima je dijagram granične deformabilnosti (FLD – Forming Limit Diagram), koji se takođe naziva i Keeler-Goodwin-ov dijagram [1].

U savremenim uslovima, proces razvlačenja lima može se analizirati i primenom računara, tj. odgovarajućih softverskih paketa za izvođenje simulacije samog procesa. U ovom radu korišćen je softverski paket Abaqus. Kao i većina softvera ove vrste i Abaqus je baziran na metodi konačnih elemenata (MKE) koja spada u metode diskretne analize. Primena softverskih paketa u analizi procesa deformisanja olakšava i ubrzava projektovanje tehnološkog postupka, proveru opterećenja alata, itd., čime se podiže efikasnost čitavog procesa.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Mladomir Milutinović, docent.

Pri razvlačenju radni predmet se prvo steže na krajevima pomoću steznih čeljusti, a zatim se sa donje strane deluje alatom, koji vrši oblikovanje lima u skladu sa sopstvenim oblikom (Slika 1.) [2].

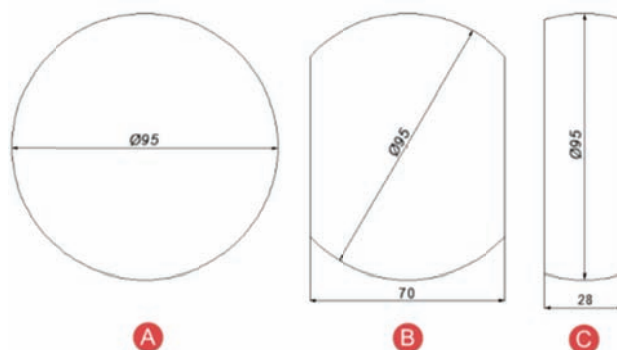


Slika 1. Ilustracija razvlačenja [3]

2. PREDSTAVLJANJE PROBLEMATIKE

U procesu razvlačenja polazni oblik dela ima veliki uticaj na obradivost materijala. Zbog toga su u predmetnim istraživanjima korišćena tri različita priprema, a njihova geometrija prikazana je na slici 2.

Debljina svakog radnog predmeta je bila 0,5 mm. Materijal koji je upotrebljen za analizu i praktično ispitivanje je nelegirani čelik DC03 (Č.0147 – oznaka po JUS standardu).

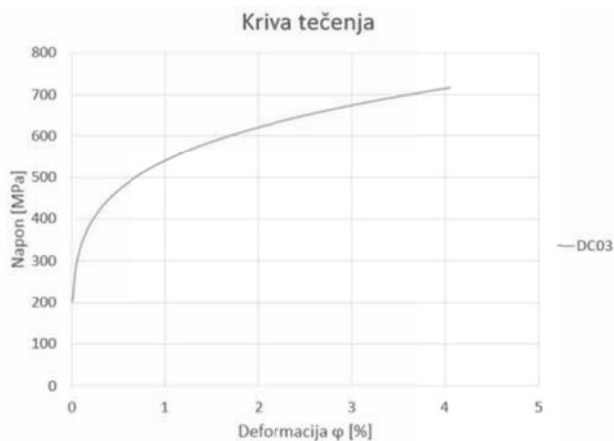


Slika 2. Prikaz priprema sa dimenzijama

3. SIMULACIJE U SOFTVERSKOM PAKETU ABAQUS

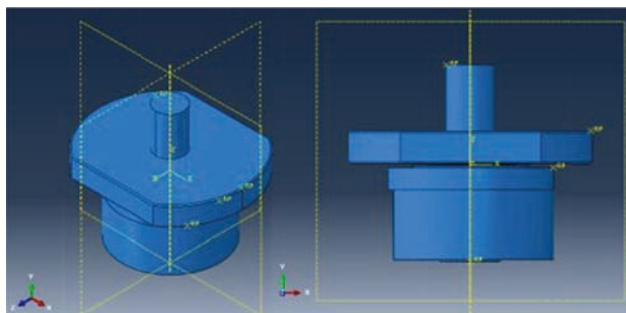
Abaqus/CAE je podeljen u module, gde svaki modul definiše logički aspekt procesa modeliranja. Svoj rad zasniva na tri faze analize: preprocesiranje, procesiranje i postprocesiranje [4].

Priprema simulacija počinje definisanjem geometrije alata i obratka. U okviru Part modula izvršeno je modeliranje priprema kao i uvoz 3D modela alata (žig, protiv žig, matrica i držač lima). Pripremak je definisan kao elasto-plastično telo, a delovi alata kao kruta tela. Na slici 3. data je kriva tečenja materijala DC03.



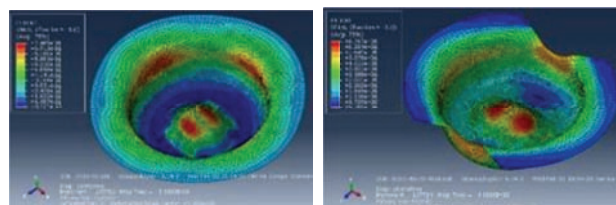
Slika 3. – Kriva tečenja za čelik DC03

Nakon definisanja materijala sledeći korak u pripremanju simulacije jeste definisanje relativnog položaja delova (koji imaju generalno različite koordinatne sisteme zbog različitog načina kreiranja) u sklopu (Slika 4.).

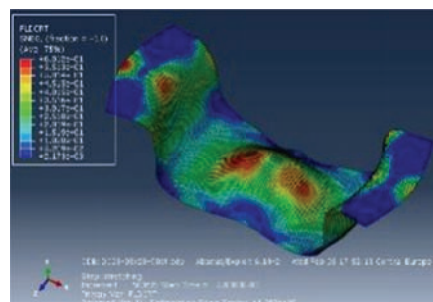


Slika 4. – Sklop alata u programskom paketu Abaqus

Sledeći korak je definisanje faza simulacije (step) u kojima su konstantni granični uslovi ili opterećenja. Potrebno je definisati kinematiku kretanja delova alata tokom procesa. U modulu Interaction među delovima se definišu stepeni slobode kretanja svakog dela zajedno sa koeficijentom trenja. U modulu Load definisanu su smer i vrednosti opterećenja delova alata korišćenjem vrednosti sile i amplitude za definisane referentne tačke na samom alatu. Nakon toga se vrši definisanje mreže konačnih elementa sklopa (Mesh) u okviru koga se definišu tip, veličina i dispozicija konačnih elementa. Mreža je definisana na pripremu i na delovima alata koji su u kontaktu sa pripremkom. Definišu se gušće mreže u onim područjima (površinama) koje imaju uticaj na tačnost rezultata. Na slikama 5 – 6 su prikazani obratci nakon završene simulacije.



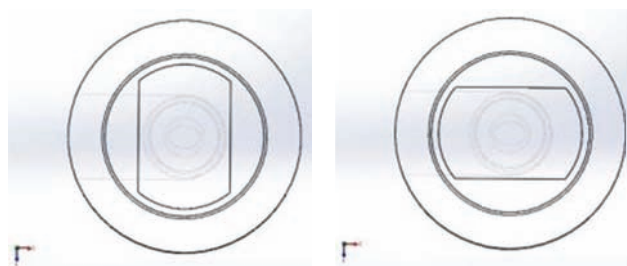
Slika 5 – Izgled lima nakon deformisanja $\Phi 95$ i $\Phi 95 \times 70$



Slika 6 – Izgled lima nakon deformisanja $\Phi 95 \times 28$ i $\Phi 80 \times 28$

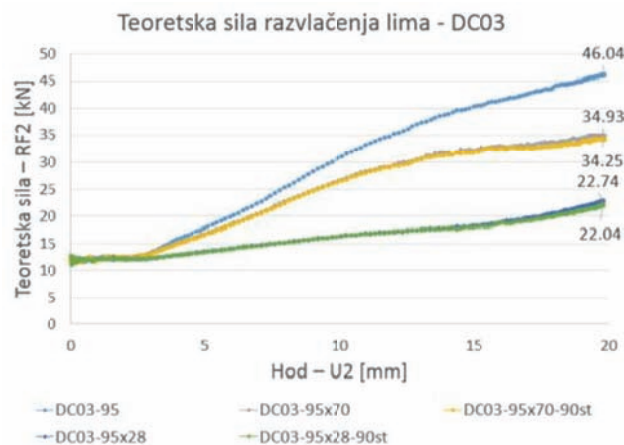
3.1. Analiza rezultata simulacija

Analiza se sastoji od vizuelnih, analitičkih i grafičkih rezultata. Zasečene rondela su ispitivane na dva načina - variran je njihov početni položaj u odnosu na alat. Prva rondela je usmerena poprečno u odnosu na alat, a druga je rotirana za 90 stepeni - uzdužno sa pravcem glavne ose elipse (Slika 7.).



Slika 7. – Prikaz varijacija početnog položaja odsečane rondela $\Phi 95 \times 70$ mm

Na slici 8 je prikazan dijagram deformacione sile u zavisnosti od hoda žiga.



Slika 8 – Teoretska sila razvlačenja materijala DC03

Sa slike.8 se vidi da orijentacija priprema nema uticaja na silu deformacije.

Međutim, orijentacija delova ima veliki uticaj na vrednost FLD. U tabeli 1 su prikazane vrednosti granične deformabilnosti (FLDCRT) i promena debljina lima (STH). Ako je vrednost FLDCRT veća od 1, znači da kod materijala dolazi do loma na tom mestu.

Tabela 1 – Vrednosti FLDCRT i STH za DC03

	Φ95	Φ95x70	Φ95x70 - 90°	Φ95x28	Φ95x28 - 90°
FLDCRT	0,746	0,963	0,676	0,652	0,601
STH [mm]	0,327	0,356	0,359	0,443	0,439

Uočljivo je da je vrednost FLDCRT veća ako je pripremak usmeren poprečno u odnosu na alat (uzdužna osa elipse).

4. EKSPERIMENTI

Eksperimenti su izvedeni na hidrauličnoj presi dvostrukog dejstva LITOSTROJ, nominalne sile od 2.500 kN. U toku procesa simultano su mereni sila i hod elemenata alata pomoću odgovarajućeg mernog sistema. Dobijeni podaci se mogu dalje obrađivati.

Eksperimentalni deo rada izveden je na specijalnom alatu koji je napravljen u sklopu istraživanja u Laboratoriji za preoblikovanje u Ljubljani.

Žig je na donjoj strani i čvrsto fiksiran.

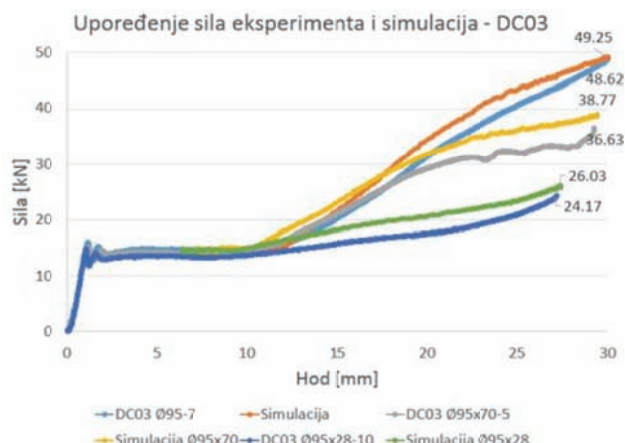
Hod na dole tokom procesa vrše matrica i držač lima. U toku izrade delova Φ95 mm se ispituje uticaj anizotropije na materijal. Sila držača se varira od 12 do 14,5 kN. Na slici 9 prikazan je izgled korišćenog alata.



Slika 9 – Izgled sklopa alata

5. ANALIZA REZULTATA

Prvi cilj analiza je bilo određivanje trenutka pojave pukotina na radnom komadu i potrebne sile za izradu pri procesu razvlačenja na hidrauličnoj mašini. Pošto orijentacija priprema nije uticala značajno na teoretsku silu, samo rezultati simulacija uzdužno postavljenih komada su uzeti za poređenje sa stvarnim silama. Male razlike koje se javljaju između rezultata dobijenih u simulaciji i eksperimentu najčešće su posledica variranja mehaničkih i fizičkih osobina samog materijala koji se koristi u eksperimentima, kao i nepoznanica vezanih za kontakne uslove u procesu deformisanja. Uporedne vrednosti su pokazane na slici 10.



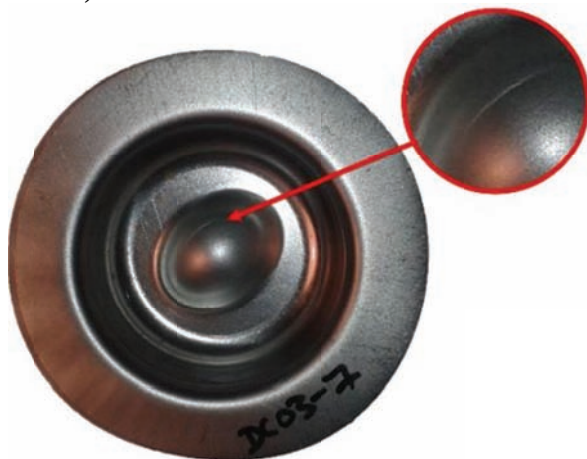
Slika 10 – Teoretska i realna sila razvlačenja lima DC03

Poređenje rezultata simulacija kada je varirana sila držača lima od 12 i 14,5 kN može se videti u tabeli 3.

Tabela 3 – Vrednosti FLDCRT od 12 i 14,5 kN

	Φ95	Φ95x70	Φ95x70 - 90°	Φ95x28	Φ95x28 - 90°
FLDCRT 12 kN	0,746	0,963	0,676	0,652	0,601
FLDCRT 14,5 kN	0,764	0,883	0,646	0,640	0,599

Kod radnih komada Ø95 mm sa povećanjem sila držača u maloj meri se povećava vrednost FLDCRT sa 0,746 na 0,764, dok kod priprema Ø95x70 i Ø95x28 vrednost FLDCRT opada. Vizuelna kontrola delova ukazuje da se trag opterećenja javlja na dnu obratka kod svih uzoraka (Slika 11).



Slika 11 – Izgled uzorka DC03-7

Kako je sila držača veća, jasnije se vidi trag opterećenja. Nije došlo do loma ni kod jednog komada.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih teorijskih i eksperimentalnih istraživanja kao i izvršenih analiza, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- 1) Materijal DC03 je pogodan za obradu plastičnim deformisanjem.
- 2) Anizotropija nema veliki uticaj na okrugle komade (rondele).
- 3) Orijentacija zasečenih delova znatno utiče na uspešnost izrade uzoraka u procesu deformisanja. Limovi s uzdužnim početnim položajem imali su niže vrednosti na FLD-u čime se smanjuje opasnost od neuspešne izrade.

U budućnosti je za bolji uvid u ponašanje materijala DC03 potrebno testirati i druge oblike i geometrije polaznog materijala čak i različite debljine materijala. Konačno, potrebno je izvođenje eksperimenata ne samo u laboratorijskim uslovima, nego i u realnom vremenu, korišćenjem stvarnih mašina za razvlačenje.

7. LITERATURA

- [1] Plančak, M., Vilotić, D., "Tehnologija plastičnog deformisanja", FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2012.
- [2] Devedžić, B., "Obrada metala deformisanjem 2. deo: Uvod u teoriju i tehnologiju industrijske obrade lima", IRO Građevinska knjiga, Beograd, 1981.
- [3] <http://www.custompartnet.com/wu/sheet-metal-forming> , 11.02.2016
- [4] Inc., ABAQUS. "ABAQUS Analysis User's Manual". United States Of America : ABAQUS Inc., 2004

Kratka biografija:



Čongor Tot, rođen je u Senti 1991. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva, odbranio je 2016.god.



Mladomir Milutinović, dipl. mašinski inženjer, doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. godine, a iste godine izabran je u zvanje docenta. Područje interesovanja je polje deformisanja metala



Tomaž Pepelnjak, dipl. mašinski inženjer, doktorirao je na Fakultetu za strojništvo u Ljubljani 2001. godine, a u zvanju vanredni profesor je od 2008. godine. Područje interesovanja je polje deformisanja metala.

**UNAPREĐENJE DOSTUPNOSTI VEB SAJTA SOFTVERSKOG PROIZVODA
UPOTREBOM SEO TEHNIKA I WORDPRESS SEO DODATAKA****IMPROVING ACCESS TO A SOFTWARE PRODUCT WEBSITE BY USING SEO
TECHNIQUES AND WORDPRESS SEO PLUGINS**

Sanel Selmanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana optimizacija veb sajta softvera za digitalne biblioteke OpenDLT koristeći Search Engine Optimization (SEO) tehnike. Cilj rada je bio da se veb sajt što bolje rangira na vodećim veb pretraživačima Google i Yahoo! Upotrebom ključnih reči koje pripadaju domenu softverskog proizvoda. Veb sajt je razvijen korišćenjem WordPress CMS-a. Da bi se sajt što bolje rangirao primenjene su on-page i off-page SEO tehnike i WordPress dodaci, i prikazani su rezultati njihove primene.

Abstract – The paper describes the optimization of the digital library software OpenDLT web site using Search Engine Optimization (SEO) techniques. The aim of this study was to better rank the website on the leading web search engines Google and Yahoo! using keywords that belong to the domain of the software. The website is developed using WordPress CMS. On-Page and Off-Page SEO Techniques are applied to improve the site ranking. Use of WordPress plugins and the results of their application are presented.

Ključne reči: SEO, veb pretraživači, pronalaženje informacija, WordPress, OpenDLT (Open source Digital Library for Theses)

1. UVOD

Pronalaženje informacija (eng. information retrieval - IR) je oblast koja se bavi tehnikama za reprezentaciju, skladištenje, organizaciju, pristup i pronalaženje informacija. Ove tehnike treba da obezbede pronalaženje materijala nestrukturane prirode u okviru velike kolekcije koji zadovoljava korisnikove potrebe za informacijama [1]. Pretraživači (Search engines) predstavljaju najpopularniju implementaciju IR tehnika, a među njima se izdvajaju veb pretraživači na čijem funkcionisanju se zasniva SEO. Trenutno najpoznatiji veb pretraživači su Google i Bing. Cilj SEO optimizacije je da pomogne veb sajtoima i stranicama da postignu što bolju poziciju u organskim rezultatima pretrage povećavajući relevantnost veb sajta ili stranice u odnosu na upit koji korisnici postavljaju pretraživačima. To je proces koji za implementaciju zahteva vreme i poznavanje raznih metoda i taktika.

Zadatak ovog rada je kreiranje veb sajta softverskog proizvoda OpenDLT i rad na njegovom što boljem rangiranju kod vodećih veb pretraživača za ključne reči

koje pripadaju domenu softvera. U tu svrhu primenjene su različite on-page i off-page tehnike i korišćeni su različiti WordPress dodaci. Za statističke podatke i praćenje napretka korišćeni su Google Webmasters [2], Google Analytics [3], Bing Webmaster Tools [4], AuthorityLabs [5] i Hubspot [6].

Struktura rada – U drugom poglavlju predstavljen je veb sajt za promociju softverskog proizvoda OpenDLT [7], kao i tehnologija izrade veb sajta. Treće poglavlje opisuje on-page i off-page SEO tehnike koje su primenjene, kao i WordPress dodatke korišćene u tu svrhu. U četvrtom poglavlju su hronološki prikazane izmene na sajtu u periodu od novembra 2015. godine do februara 2016. godine, implementacija SEO strategija, rezultati dobijeni pomoću različitih alata, kao i njihova analiza. Takođe je prikazana pozicija ciljanih ključnih reči na veb pretraživačima Google i Yahoo! tokom posmatranog perioda. Peto poglavlje sadrži zaključak i smernice za dalji razvoj.

3. OPENDLT VEB SAJT

OpenDLT je digitalna biblioteka magistarskih teza i doktorskih disertacija. Istraživači zaposleni na Univerzitetu u Novom Sadu je razvijaju od 2010. godine.

OpenDLT je veb aplikacija implementirana pomoću Java platforme i skupa *open source* Java biblioteka. Podaci o tezama i disertacijama se čuvaju u MARC21 formatu. Arhitektura digitalne biblioteke omogućava jednostavnu integraciju sa bibliotečkim informacionim sistemima, kao i jednostavnu integraciju sa info. sistemom za istraživanje zasnovanom na CERIF standardu. Od 2012. godine OpenDLT je u upotrebi na Univerzitetu u Novom Sadu.

Glavna prednost digitalne biblioteke u odnosu na klasične biblioteke je laka distribucija. Laka distribucija poboljšava vidljivost teza i na taj način poboljšava ocenu naučno-istraživačkih institucija. Elektronske teze i disertacije prikazuju intelektualna dostignuća naučno-istraživačkih institucija.

Cilj OpenDLT digitalne biblioteke razvijene na Univerzitetu u Novom Sadu, u skladu sa CERIF, DC, ETD-MS, i OAIPMH je da se izbegnu ili smanje duplicirani ulazi na dve platforme i povećata kvalitet metapodataka, pouzdanost i upotrebljivost.

Sajt je razvijen korišćenjem Wordpress CMS-a [8]. Korišćena je MySQL [9] baza podataka, Apache server [10] i PHP [11]. Razvijena je custom WordPress tema koja je optimizovana za korišćenje na različitim rezolucijama ekrana pomoću Bootstrap frejmworka [12].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivanović, vanr.prof.

3. SEO OPTIMIZACIJA VEB SAJTA

3.1. On-Page SEO

On-page SEO predstavlja sve ono na šta imamo direktnu kontrolu kod sadržaja veb sajta. On-page SEO optimizacija se može podeliti na tri celine i to:

1. **optimizacija koda** (naslov veb stranice, meta tagovi, alt tagovi, heading tagovi, sitemap i robots.txt fajl, optimizaciju brzine sajta),
2. **optimizacija sadržaja** (kreiranje sadržaja koji je bogat ključnim rečima, analiza gustine i raspodele izabranih ključnih reči, izbegavanje sadržaja koji se ne mogu indeksirati, frekvencija ažuriranja sadržaja)
3. **optimizacija strukture linkova** (URL struktura, interni i eksterni linkovi, breadcrumb trail i 404 redirekcija).

3.2. Off-Page SEO

Nasuprot on-page SEO optimizaciji nad čijom se implementacijom ima direktna kontrola, off-page SEO obuhvata sve korake koji se odvijaju van veb sajta. Off-page se prvenstveno fokusira na prikupljanje linkova sa drugih sajtova (*backlinks acquiring*), a bilo koja tehnika čiji je to cilj, po definiciji je kandidat za off-page SEO tehniku. Da bi off-page SEO optimizacija sajta bila uspešna, potrebno je dosta truda i vremena i ove tehnike se primenjuju nakon on-page optimizacije. Off-Page optimizacija je podeljena u dve velike komponente:

1. **linkovi koji vode ka veb sajtu (građenje linkova i promocija sadržaja):** kvalitet linkova koji upućuju na veb sajt (backlinks), PageRank i relevantnost veb sajta koji upućuje na veb sajt, anchor tekst, postepena izgradnja linkova, kreiranje zajednice na društvenim mrežama, RSS feed, bloging, postovanje na forumima, dostava sajta javnim direktorijumima i veb pretraživačima.
2. **istorija i reputacija veb sajta:** poverenje u veb sajt, autoritet domena i stranice.

3.3. WordPress dodaci

WordPress platforma omogućuje instalaciju dodatnih softverskih modula (*plugin-ova*). Ovi dodaci omogućuju lakšu primenu SEO tehnika i pravila, i poboljšavaju korisničko iskustvo. WordPress dodaci koji su korišćeni prilikom optimizacije veb sajta su: SEO by Yoast, All-in-One SEO Pack, W3 Total Cache, Google XML Sitemaps, Google Analytics by Yoast, SEO Friendly Images, Contact Form 7, Akismet i Redirection.

4. REZULTATI

U ovom poglavlju je data analiza rezultata SEO procesa za vremenski period od tri meseca koliko je trajalo praćenje rezultata. Sam eksperiment je trajao četiri meseca s tim da je prvih mesec dana razvijana WordPress tema i OpenDLT veb sajt. U decembru je rađeno na primeni on-page seo tehnika i tada se krenulo sa praćenjem analitičkih podataka. Dok se u januaru i februaru radilo na kreiranju profila na društvenim mrežama i off-page optimizaciji.

4.1. Pregled izmena

Novembar – Početak meseca novembra je iskorišćen za upoznavanje sa wordpress CMS sistemom i njegovim mogućnostima. Kreirana je custom tema koja je korišćena za izradu OpenDLT veb sajta. Tema je optimizovana za korišćenje na mobilnim uređajima i kada je dizajn završen, kreirane su stranice i sajt je postavljen na <http://opendlt.uns.ac.rs/domen>.

Decembar – U decembru je sajt bio potpuno funkcionalan i povezan je sa Google Webmaster, Google Analytics i Bing Webmaster Tools. Instaliran je wordpress dodatak Google XML sitemaps pomoću kog je kreirana XML sitemap i zatim dostavljena na Google Webmaster-u tako da je sajt ubrzo indeksiran. Iako je u isto vreme XML sitemap dodata i preko Bing Webmaster-a, sajt je na ovom veb pretraživaču još uvek sve stranice veb sajta nisu indeksirane. U drugoj polovini meseca počela je primena on-page SEO tehnika. Izvršena je analiza ključnih reči. Najbitnije ključne reči su sledeće: CRIS, University of Novi Sad, digital library software, theses and phd dissertations, institutional repository, Dragan Ivanović. Ovo podrazumeva i njihovu međusobnu kombinaciju u *long-tailed* keyword, kao npr: "Does digital library software exists in Novi Sad?" Na osnovu ključnih reči prilagođen je alt tag na slikama, title tag, značajniji meta tag-ovi (kao što su description i keywords) i sam sadržaj je prilagođen da se ključne reči pojavljuju odgovarajući broj puta. Kako bi se sajt što bolje optimizovao korišćeni su prethodno spomenuti WordPress dodaci. U ovu svrhu su korišćeni Yoast SEO i All in One SEO Pack. Struktura URL adresa je promenjena tako se umesto linkova tipa <http://opendlt.uns.ac.rs/?p=123> koriste linkovi koji u sebi sadrže naziv stranice tj. ključne reči kao što je <http://opendlt.uns.ac.rs/download-digital-library-software>.

Anchor tekstovi su prilagođeni da nose semantiku i da sadrže ključne reči. Interna struktura linkova je optimizovana tako da crawler može svakoj stranici da pristupi. Napravljena je custom 404 stranica koja je korišćena za eventualne 404 page not found greske.

Januar – U januaru je počeo rad na off-page optimizaciji. Kreirani su profili na društvenim mrežama Facebook, Twitter, LinkedIn i Google+ i periodično je objavljivana sadržaj na njima vodeći računa o frekvenciji ažuriranja sadržaja. Profili su povezani sa opendlt.uns.ac.rs veb sajtom i preko ovih profila došlo se u kontakt sa sajtovima i ljudima koji se bave temama iz domena digitalnih arhiva što je imalo uticaj na broj poseta na sajtu. Izvršeno je testiranje brzine korišćenjem alata Google page speed insights, te optimizacija brzine uz pomoć WordPress dodataka: W3 total cache, Leverage Browser Caching Ninja i Remove query strings from static resources. Robots.txt fajl je prilagođen sa novim pravilima. Uz pomoć alata Google link checker provereni su linkovi i prilagođeni da ima manje redirekcija i popravljani su neki neispravni linkovi. Takođe, preko HTML checker-a, prilagođen je kod i ispravljene su greške.

Februar – U ovom mesecu nastavljeno je sa objavljivanjem sadržaja na profilima na društvenim mrežama. Linkovi ka sajtu su postavljeni na sajtu informatike Fakulteta tehničkih nauka i na DOSIRD [13] veb sajtu. Uključeni su alati Hubspot i AuthorityLabs, i napredak u pozicioniranju ključnih reči je praćen i pomoću ovih alata.

4.2. Pozicija ključnih reči

Za praćenje pozicije ključnih reči korišćen je veb pregleđač sa obrisanom istorijom i sa anonimnim profilom (korisnik nije ulogovan, nema kolačića) da bi rezultati bili što objektivniji. Kasnije su u istu svrhu uključeni i HubSpot i AuthorityLabs alati.

Za Google veb pretraživač (tabela 1) i za Yahoo (tabela 2) merenje je vršeno na svakih 15 dana. I Google i Yahoo veb pretraživači prikazuju 10 rezultata po jednoj SERP stranici.

Tabela 1. Rangiranja ključnih reči za Google

Ključna reč/datum	15.12.	01.01.	15.01.	01.02.	10.02.	20.02.
digital library software novi sad	2	2	1	1	1	1
digital library software university of novi sad	2	2	1	1	1	1
digital library software uns	2	2	2	1	1	2
digital library novi sad	5	5	2	1	1	1
digital library software serbia	26	26	6	5	5	3
institutional repository software novi sad	24	9	6	4	4	4
theses and phd dissertations novi sad	22	2	1	1	1	2
theses and phd dissertations digital library software	/	/	/	56	37	42
marc 21 format novi sad	/	25	19	21	9	9
dragan ivanović digital library	28	28	5	5	3	3
digital library software dragan ivanović	27	27	25	9	7	6
theses and phd dissertations dragan ivanović	23	23	21	4	3	1
professor dragan ivanović digital library	5	3	1	1	1	1
download digital library software uns	3	3	2	2	2	2
download digital library software novi sad	2	2	1	1	1	1
cris uns digital library	/	/	/	7	6	3
digital library software cris	28	28	9	9	5	2

Pošto je u novembru i početkom decembra sajt bio u fazi izrade i tek je započeto SEO prilagođavanje, rangiranje je bilo loše, čak i za *long-tailed* ključne reči, koje se nisu pojavljivale čak ni u prvih 4-5 SERP stranica. Početkom januara primećena su blaga poboljšanja za rangiranje a tek u februaru se primećuje bolje rangiranje. Iz tabela se može zaključiti da se rang naglo poboljšao početkom februara kada je SEO optimizacija počela da daje vidljivije rezultate. Lakše je bilo da se sajt bolje rangira za *long-tailed* ključne reči jer je manja konkurencija.

Treba napomenuti da je za neke od ovih ključnih fraza rangiranje bilo i bolje nego što tabela prikazuje ali ti linkovi su vodili ka profilima sa društvenih mreža pa ti rezultati nisu uzeti u obzir u prethodnoj tabeli.

Rangiranje na Yahoo veb pretraživaču je malo drugačije za iste ključne reči. Ovo se može obrazložiti time što na Google postoje više veb sajtova koji se nadmeću za ove ključne reči nego na Yahoo veb pretraživaču i to što ovi veb pretraživači koriste različite algoritme pri rangiranju rezultata

Takođe, Bing pretraživač koga koristi Yahoo, još uvek nije indeksirao sve stranice sajta pa za neke ključne reči za koje je sajt vrlo dobro rangiran na Google-u, Yahoo ne prikazuje zavidne rezultate ili čak i ne rangira sajt. Uzrok ovoga može biti broj linkova sa drugih sajtova, kojih do ovog trenutka još nema dovoljno, i na čemu treba poraditi.

Tabela 2. Rangiranja ključnih reči za Yahoo!

Ključna reč / Datum	20.12.	20.01.	20.02.
digital library software novi sad	3	2	1
digital library software university of novi sad	2	2	1
digital library software uns	3	3	1
digital library novi sad	/	5	1
digital library software serbia	/	9	2
institutional repository software novi sad	/	2	1
theses and phd dissertations novi sad	/	2	1
marc 21 format novi sad	/	13	9
download digital library software uns	2	2	1
download digital library software novi sad	3	2	1
digital library software cris	/	/	3
digital library university of novi sad	/	/	3
cris uns digital library	/	/	6

U februaru su u svrhe analize pozicije ključnih reči na pretraživačima uključeni alati Hubspot i AuthorityLab. Rezultati dobijeni pomoću ovih alata se u većini slučajeva poklapaju sa rezultatima iz prethodnih tabela.

4.3. Podaci dobijeni od SEO alata

Broj posetilaca predstavlja ukupan broj korisnika koji su posetili veb sajt i najčešće se ova mera koristi da se odredi efektivnost SEO optimizacije. Još jedna metrika koja je analizirana je broj pregledanih stranica. Ova mera je jak indikator dobrog korisničkog iskustva na sajtu, što je jedan od ključnih faktora koje Google uzima u obzir u svom algoritmu za računanje pozicije pri pretrazi. Vrednosti ovih mera za period od decembra 2015. god. do februara 2016. godine koje supraćene na nedeljnom nivou prikazane su na slici 1. Za obe mere, prvi porast je zabeležen početkom januara kad je započeta aktivnost na društvenim mrežama. Dok je drugi vidljivi porast u broju korisnika i pregledanih stranica zabeležen u februaru kada je nastavljena aktivnost na društvenim mrežama, kada off-page optimizacija i organska pretraga počinju da daju rezultate.



Slika 1. Broj korisnika/pregledanih stranica

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je da se veb sajt što bolje rangira na vodećim veb pretraživačima upotrebom ključnih reči koje pripadaju domenu softverskog proizvoda. U osnovi veb pretraživača stoje algoritmi koji su u stanju da organizuju sve informacije dostupne na vebu, da daju rezultate za postavljeni upit, i da ih rangiraju u cilju pružanja relevantnog rezultata korisniku. Algoritmi su osnova SEO procesa i kako se oni menjaju i usavršavaju, SEO inženjeri se moraju prilagoditi i konstantno učiti nova pravila i strategije. SEO proces je dugotrajan i zahteva mnogo truda da bi njegova implementacija bila efikasna.

Dalji rad na poboljšanju veb sajta bi obuhvatalo sledeće korake:

1. Pay per click (PPC [14]) oglašavanje koje je najlakši način da se dovedu posetioци na sajt pre nego što se počne rangirati za nove ključne reči na pretraživačima. Ili da se poveća promet za konkurentnije ključne reči za koje je sajt već rangiran na pretraživaču. Novim sajtovima je potrebno najmanje 6 meseci da se vide značajniji rezultati za glavne ključne reči, dok dobro urađena PPC kampanja može to uraditi za vrlo kratko vreme. Ovaj tip oglašavanja dugoročno nije najbolje rešenje ali je najbrže rešenje za promociju veb strane, proizvoda ili usluge i treba izbegavati veća ulaganja u ovakve kampanje. Trenutno najveće platforme za PPC oglašavanje su Google AdWords i Bing Ads, a slična promocija se takođe može vršiti i na društvenim mrežama (Facebook i LinkedIn).

2. Neophodno je uložiti dodatni napor na off-page optimizaciji. Pogotovo da se akcenat stavi na građenje linkova od relevantnih izvora. Registrovanje na sajtove slične tematike i aktivno učestvovanje u diskusijama gde se mogu ponuditi kvalitetne informacije i OpenDLT softver kao rešenje za potencijalne potrebe drugih učesnika diskusije.

3. Kreiranje posebnog bloga gde bi se pisao nov i zanimljiv sadržaj, koji bi privukao veći broj posetilaca.

4. Kada bi se kreirao kvalitetan blog, njegov sadržaj bi se mogao deliti na socijalnim mrežama što bi poboljšalo aspekt socijalnih medija na kojem je takođe neophodno dodatno angažovanje. Takođe, povezivanje preko socijalnih mreža sa potencijalnim korisnicima softvera je jedna od stvari na kojima bi se trebalo više poraditi.

5. Bilo bi korisno da se doda i forum na OpenDLT veb sajt gde bi ljudi mogli da raspravljaju o različitim temama iz domena softvera. Ovo bi omogućilo stvaranje jedne zajednice korisnika, a prvenstveno razmenu znanja i iskustava.

6. LITERATURA

- [1] Dragan Ivanović, Branko Milosavljević, "Upravljanje digitalnim dokumentima", Univerzitet u Novom Sadu, 2015.
- [2] Google Webmasters, <https://www.google.com/webmasters/>
- [3] Google Analytics, <https://www.google.com/analytics/>
- [4] Bing Webmaster Tools, <http://www.bing.com/toolbox/webmaster>
- [5] AuthorityLabs, <https://authoritylabs.com/>
- [6] HubSpot, <http://www.hubspot.com/>
- [7] OpenDLT veb sajt, <http://opendlt.uns.ac.rs/>
- [8] WordPress, <https://wordpress.org/>
- [9] MySQL, <https://www.mysql.com/>
- [10] Apache, <https://httpd.apache.org/>
- [11] PHP, <https://secure.php.net/>
- [12] Bootstrap, <http://getbootstrap.com/>
- [13] DOSIRD veb sajt, <http://dosird.uns.ac.rs/>
- [14] PPC, https://en.wikipedia.org/wiki/Pay_per_click

Kratka biografija:



Sanel Selmanović rođen je u Tutinu 1985. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranio je 2016.god.

INSTALACIJA I KONFIGURACIJA ACTIVE DIRECTORY OKRUŽENJA**INSTALLATION AND CONFIGURATION OF ACTIVE DIRECTORY**

Mirko Mecing, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisane su mogućnosti i karakteristike **Active Directory** okruženja, kao i mogućnosti i karakteristike servisa i protokola na kojima se ovo okruženje zasniva. Pored ovog rad opisuje način implementacije i funkcionisanja aplikacije koja automatizuje proces instalacije i konfiguracije ovog okruženja.

Abstract – This paper describes capability and characteristics of Active Directory service, and capability and characteristics of services and protocols on which Active Directory relies. Besides that, this paper describes implementation and functioning of application that automates process of installation and configuration of Active Directory service.

Cljučne reči: Active Directory, instalacija, konfiguracija.

1. UVOD

Zadatak ovog rada je da predstavi **Active Directory** okruženje, kao i način funkcionisanja i implementacije aplikacije kojoj je osnovni zadatak automatizacija procesa instalacije i konfigurisanja **Active Directory** okruženja. Kroz ovaj rad razmatraju se operativni sistemi **Windows Server 2008** i **Windows Server 2012** na serverskim računarima, i **Windows 7** operativni sistem na klijentskim računarima.

Active Directory (AD) predstavlja **Microsoft**-ov servis direktorijuma. AD omogućuje efikasno upravljanje informacijama, koje su strukturirane u **Enterprise** organizaciju, sa centralnog repozitorijuma. Kada se informacije o korisnicima, grupama, štampačima, aplikacijama i servisima dodaju u AD, one postaju dostupne kroz ceo **Enterprise**. Struktura informacija može da odgovara strukturi organizacije, i korisnik može da pravi upite nad AD-om. Kada se aktiviraju organizacione jedinice, moguće je dodeljivanje prava pristupa i upravljanje podacima, kako god korisniku odgovara.

Ovaj rad se, osim uvodnog i zaključnog dela, sastoji od tri poglavlja. U drugom poglavlju dat je opis **Active Directory** okruženja, gde je prioritet dat pojmovima od značaja za aplikaciju koja predstavlja praktični deo rada. U trećem poglavlju dat je opis procesa instalacije i konfiguracije samog okruženja. U četvrtom poglavlju opisana je aplikacija zadužena za instalaciju i konfiguraciju **Active Directory** okruženja.

NAPOMENA:

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

2. OPIS ACTIVE DIRECTORY OKRUŽENJA

Active Directory predstavlja servis direktorijuma koji pruža veliki broj različitih usluga u vezi organizacije skladišta mrežnih resursa [1]. Glavne karakteristike **Active Directory**-a su :

- Organizovan pristup – AD uređuje mrežu tako što organizuje mrežne resurse. Uz pomoć AD-a, korisnik lako može da dođe do informacija koje su mu od interesa.
- Laka administracija – Korišćenjem domen kontrolera obezbeđuje se jednostavna administracija i odlična otpornost na greške.
- Skrivanje topologije od korisnika – AD pomaže u sklanjanju znanja o topologiji mreže od krajnjeg korisnika. AD sadrži mogućnost zadavanja upita preko kojih korisnici mogu da nađu resurse koji su im potrebni.
- Mogućnost rasta – Skalabilnost i mogućnost proširivanja predstavlja ključne karakteristike AD-a.
- Standardizacija – AD je u potpunosti zasnovan na mrežama i protokolima koje se trenutno koriste i postoje. AD je sagrađen na TCP/IP mreži, i kompletno je integrisan sa **Domain Name System**-om (DNS) i **Lightweight Directory Access Protocol**-om (LDAP).
- Kontrola mreže – AD nam nudi dobar nivo upravljanja mrežom.
- Lakše WAN upravljanje – Kada se AD pravilno konfiguriše, on sam upravlja replikacijom topologije. AD sadrži interne servise koji pomažu u upravljanju i kontroli svojih procesa, uključujući replikaciju.

Podaci koji se čuvaju unutar AD-a, predstavljaju se korisniku u hijerarhijskoj formi. Svaki unos predstavlja jedan objekat. Postoje dva tipa objekta: kontejnerski i nekontejnerski. Iako se podaci unutar AD-a predstavljaju u hijerarhijskoj strukturi, oni su zapravo uskladišteni kao **flat** baza podataka sa redovima i kolonama.

AD ima mogućnost skladištenja miliona objekata. Iz tog razloga potrebno je da svaki objekat na jedinstven način bude identifikovan i lociran. Objekti imaju globalno jedinstveni identifikator (GUID), koje objektima dodeljuje sistem prilikom njihovog kreiranja. GUID je 128-bitni broj i predstavlja **Microsoft**-ovu implementaciju univerzalnog jedinstvenog identifikatora (UUID), koncepta kreiranog od strane **Digital Equipment Corporation**-a [1]. Životni vek GUID-a traje sve dok se objekat ne obriše, bez obzira da li objekat promeni ime ili se čak premesti između domena u višedomenskom okruženju. Iako je objektov GUID jedinstven, on ne može lako da se pamti i nije zasnovan na hijerarhiji

direktorijuma. Iz ovih razloga postoji i drugi način za referenciranje objekata koji se naziva **distinguished name** (DN), i koji je češće u upotrebi. **Distinguished names** (DN) predstavlja hijerarhijski put u AD-u, i pomoću njega mogu da se referenciraju objekti [2]. DN je definisan unutar LDAP standarada kao referenca na bilo koji objekat unutar direktorijuma. DN se reprezentuje koristeći sintaksu i pravila definisana LDAP standardom. **Relative distinguished name** (RDN) predstavlja ime koje se koristi kao jedinstvena referenca na objekat unutar roditeljskog kontejnera u direktorijumu [2]. RDN uvek mora biti jedinstven unutar kontejnera u kojem postoji.

Domen predstavlja koncept oko koga je sagrađena logička struktura AD-a. **Active Directory domain** je kreiran od sledećih komponenti: hijerarhijske strukture kontejnera i objekata zasnovanim na X.500 standardu, DNS domen-skog imena kao jedinstvenog identifikatora, sigurnosnih servisa i polisa koje diktiraju pristup funkcionalnosima od strane korisnika ili mašine unutar domena. **Domain controller** (DC) predstavlja server koji daje odgovor na zahtev za sigurnom autentifikacijom unutar **Windows** domenskog servera [4]. DC predstavlja autoreitet samo za jedan domen. Nije moguće hostovati više domena na jednom DC-u. Kada se posmatra unutrašnjost AD domena, može se videti hijerarhijska struktura objekata. **Organizational Unit** (OU) predstavlja tip kontejnera koji će se kreirati, da bi se smestili objekti. Pored OU-a postoje i drugi tip kontejnera, koji se zapravo i zove **container**. Po instalaciji AD domena, automatski se kreiraju pojedini OU, među kojima su: **Users and Computers** kontejneri i **Domain Controllers OU**. **Forest** predstavlja kolekciju jednog ili više domenskih stabala. Ova stabla dele zajedničku šemu i konfiguracioni kontejner, a stabla su međusobno povezana preko tranzitivnog **trust**-a. **Forest** dobija ime po prvom domenu koji je kreiran, koji se još naziva i **forest root domain**. **Global Catalog** (GC) predstavlja bitan deo AD-a pomoću kojeg se vrše pretrage po **forest**-u. GC je katalog svih objekata u **forest**-u, koji sadrži i skup svih atributa objekata.

Iako AD predstavlja multi-master direktorijum, postoje određene situacije gde je poželjno imati jedan domen kontroler, koji će se ponašati kao master za određene funkcije. Server, koji je master za određenu funkciju ili rolu, naziva se **Flexible Single Master Operator** (FSMO) vlasnik role. Postoje sledeće FSMO role: šema master, **domain naming master**, PDC (**primary domain controller**) emulator, RID (relativni identifikator) master i infrastruktura master.

Unutar AD-a postoji potreba da svi domen kontroleri i članovi domena imaju sinhronizovane satove. Kerberos (koji predstavlja protokol za autentifikaciju za AD klijente) koristi sistemski sat da verifikuje autentifikaciju Kerberos paketa. AD podržava toleranciju na plus/minus 5 minuta za sat. Ukoliko vremenska varijacija pređe ovu vrednost, postoji mogućnost da klijent ne može da se autentifikuje, a domen kontroler ne može da odradi replikaciju. AD i **Windows** zajedno implementiraju sistem koji je zasnovan na **Network Time** protokolu (NTP), koji omogućuje da svaka mašina u **forest**-u ima sinhronizovan sat.

AD topologija sajtova predstavlja mapu koja opisuje konektivnost mreže, AD replikacione smernice, i lokaciju resursa koji se odnose na AD **forest**. Najbitnije komponente u ovoj vrsti topologije predstavljaju: sajtovi, **subnets**, sajt linkovi, **site link bridges**, i konekcioni objekti. **Subnet** predstavlja deo IP prostora mreže. **Subnet** se predstavlja kao IP mrežna adresa u kombinaciji sa **subnet** maskom, izraženom u bitima. Ukoliko podaci o **subnet**-ima nisu precizni, moguće je da se generiše nepotreban WAN saobraćaj. Jedna od strategija za adresiranje **subnet**-a, koji nedostaje, je korišćenje **supernets**-a. **Supernets** je izraz koji se koristi za opisivanje **subnet**-a, koji obuhvata jedan, ili više **subnet**-a.

Jedna od osnovnih prednosti AD-a nad svojim prethodnicima je njegovo oslanjanje na **Domain Name System** (DNS). DNS predstavlja sveprisutan servis za imenovanje, zasnovan na standardima koji se koriste na Internetu. DNS je hijerarhijski sistem za razrešavanje imena. Postoje tri bitna DNS koncepta koje treba da se razumeju: Zone predstavljaju delegirane delove DNS prostora imena, resurs **record** sadrži informacije o **name-resolution**-u, a dinamički DNS omogućuje klijentima da dinamički dodaju i brišu resurs **record**-e.

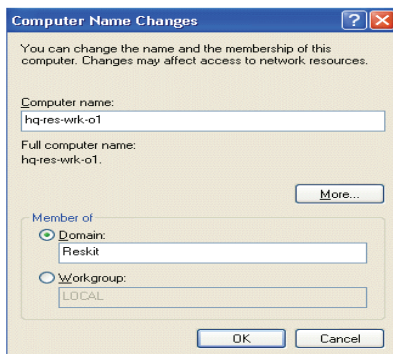
Komunikacija između domena obavlja se preko **trust**-a. **Trust** predstavlja autentifikacioni kanal, koji mora biti prisutan, da bi korisnici iz jednog domena imali pristup resursu u drugom domenu. Kada se novi domen doda u domensko drvo ili u domenski koren **forest**-a, podrazumevano se automatski kreiraju dvosmerni, tranzitivni **trust**-ovi. Za kreiranje **trust**-a potrebno je imati određene administrativne dozvole.

3. PROCES INSTALACIJE I KONFIGURACIJE OKRUŽENJA

Za potrebe instaliranja **Active Directory** okruženja potreban je skup virtualnih ili fizičkih računara na kojima će se instalirati i konfigurisati okruženje. Razlikuju se tri role, koje računar može da ima: primaran domen kontroler za AD domen, sekundarni domen kontroler za AD domen, i server ili radna stanica.

Jedan od prvih koraka, kada se isporučuje AD okružnje je kreiranje domen kontrolera. Proces konvertovanja serverskog računara u domen kontroler naziva se promocija domen kontrolera. Računar može da se promovise u domen kontroler na dva načina: na operativnim sistemima do **Windows Server 2012** koristi se alat **dcpromo**, ili korišćenjem **Server Manager**-a za operativne sisteme posle **Windows Server 2012**. Promovisanje domen kontrolera korišćenjem **Server Manager**-a, obavlja se dodavanjem role **Active Directory Domain Services** i odabirmo opcije **"Promote this server to a domain controller"**. Ova opcija pokreće **wizard** koji obavlja isti posao koji je na ranijim operativnim sistemima obavljao **dcpromo**. Kroz ovaj **wizard** podešavaju se parametri DC-a kao što su: korisničko ime i šifra korisnika koji će biti promovisan u domen kontrolera, ime sajta (proizvoljna vrednost je **Default-First-Site-Name**), puno i BIOS ime domena, podešavanje opcija za instaliranje DNS-a i druge opcije, vezane za instalaciju DC-a.

Dodavanje računara u domen obavlja se tako što se u opcijama **MyComputer**-a, odabere opcija **Computer Name Changes**. Da bi se računar dodao u domen, potrebno je da se odabere opcija **Domain** i da se upiše ime domena u koji želimo da dodamo računar (slika 1.)

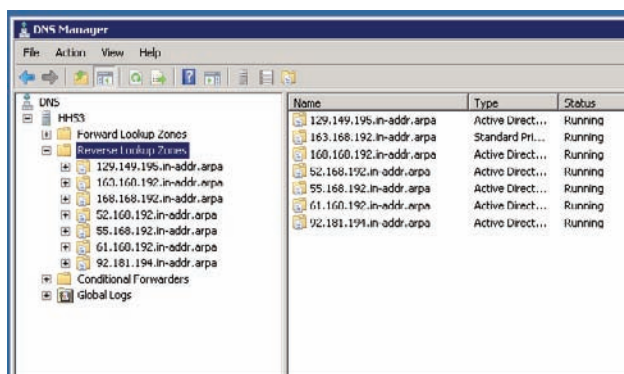


Slika 1. Prikaz prozora za dodavanje računara u domen

Posle kreiranja domen kontrolera i dodavanje server i radnih stanica u domen, potrebno je konfigurisati AD okruženje. Prvi korak konfiguracije predstavlja konfigurisanje AD sajtova i servisa za AD domen. Konfigurisanje AD sajtova i servisa izvršava se pomoću administrativnog alata **Active Directory Sites and Services**. U ovom delu potrebno je dodati novi sajt ukoliko je to potrebno, kao i dodavanja odgovarajućih **subnet**-a. **Subnet** identifikuje raspon IP adresa unutar sajta.

Nakon konfigurisanja sajtova i **subnet**-a, potrebno je pravilno konfigurisati DNS zone. DNS se konfigurise pomoću administrativnog alata za DNS (slika 2.). Parametri koji se konfigurisu su:

- “**Reverse lookup zone**” koji se koristi na DNS serveru (u ovom slučaju primarnom domen kontroleru) za kreiranje reverzne zone. Ime reverzne zone počinje sa 255.255.255. Ova zona se koristi za definisanje maske DNS **record**-a.
- “**Zone transfer**” koji se koristi za konfigurisanje DNS transfer zone za svaku DNS zonu. Kreira se DNS server (na PDC mašini), da bi se DNS **record**-i preneli na sve IP adrese PDC i DC računara na svim AD domenima u sistemu.
- “**Conditional forwarding**” koji se koristi da se kreira i konfigurise DNS **conditional forwarding** ka drugim DNS serverima sa drugih AD domena u sistemu.
- “**Second zone**” koji se koristi da se kreira i konfigurise sekundarna DNS zona sa drugih AD domena u sistemu.



Slika 2. Prikaz prozora za upravljanje DNS-om

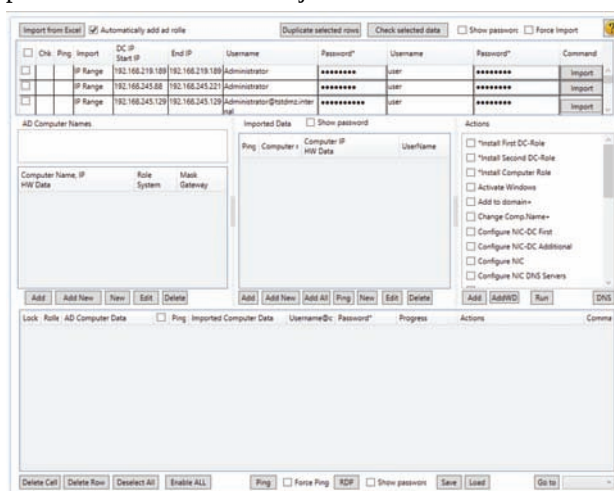
Da bi se u potpunosti konfigurisao AD potrebno je konfigurisati **trust** između domena. Konfigurisanje **trust**-a se obavlja kada su PDC-i u svim AD domenima instalirani i DNS konfigurisan. Svi PDC i DC serveri, trebalo bi da razreše imena AD domena i IP adrese PDC i DC računara. **Trust** između domena kreira se pomoću alata **Active Directory Domains and Trusts**, pokretanjem **wizard**-a za kreiranje novog **trust**-a (slika 3.). Za kreiranje **trust**-a između domena A i domena B, ukoliko je pokrenut **wizard** na domenu A, treba da se upiše DNS domen ime od domena B. Opcije **wizard**-a nude izbor tipa **trust**-a (najčešće **two-way**, **forest trust**). Za kompletiranje **trust**-a između ova dva domena potrebno je autentifikovati se na domenu B, sa admin dozvolama.



Slika 3. Prikaz wizard-a za kreiranje domen trust-a

4. APLIKACIJA ZA AUTOMATIZACIJU PROCESA INSTALACIJE I KONFIGURACIJE AD OKRUŽENJA

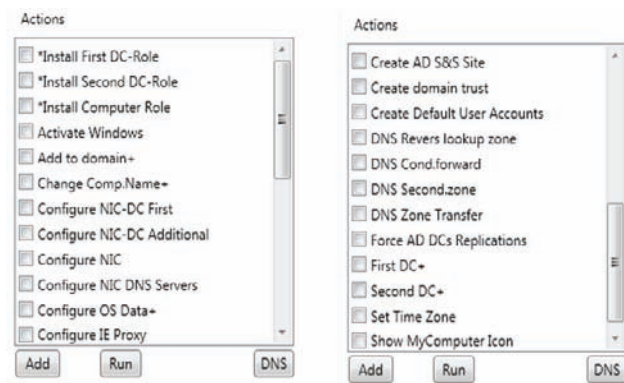
Praktični deo rada predstavlja aplikacija, kojoj je osnovni zadatak automatizacija procesa instalacije i konfiguracije AD okruženja (slika 4). Aplikacija nudi efikasan način instalacije i konfiguracije, pošto se većina akcija obavlja u paraleli na više računara odjednom.



Slika 4. Prikaz glavne forme aplikacije za instalaciju i konfiguraciju AD-a

Aplikacija je kreirana tako da kao ulazni parametar prima zahtev u obliku **Microsoft Excel** dokumenta. **Excel** dokument sadrži podatke o fizičkim ili virtuelnim računarima na kojima će se instalirati i konfigurisati AD okruženje. Podaci preuzeti iz **Excel** dokumenta uparaju se sa podacima o virtualnim ili fizičkim mašinama u tabeli koja se nalazi u donjem delu glavne forme sa slike 4.

U zavisnosti od uloge koja se dodeli računaru, određeni set akcija je potrebno izvršiti na svakom računaru (slika 5.). Pojedine akcije nisu obavezne (npr. **Configure OS Data**), ali njihovim izvršavanjem postižu se bolje performanse okruženja. Da bi se uspešno sprovela instalacija i konfiguracija AD okruženja akcije treba izvršavati po redosledu propisanom u uputstvu. Akcije koje na kraju svog naziva imaju znak '+', su akcije koje nakon svog izvršavanja zahtevaju restartovanje računara na kome su se izvršile.



Slika 5. Prikaz akcija za instalaciju i konfiguraciju okruženja

Sama implemetacija akcija je urađena tako da se akcije izvršavaju na udaljenom računaru. Za rad na udaljenom računaru potrebni su administratorski kredencijali tog računara, koji dolaze sa **Excel** dokumentom. Po uspostavljanju autentifikacije sa udaljenim računarom, moguće je izvršiti akciju, koja je najčešće u obliku komande, koja se izvrši u komandnom prozoru udaljenog računara.

Glavna pogodnost aplikacije predstavlja uštedu vremena. Ona se ogleda u tome da akcija, koja treba da se izvrši na više računara, može da se izvrši odjednom na svim računarima. Pored ovog, aplikacija umnogome smanjuje šansu pojave greške.

5. ZAKLJUČAK

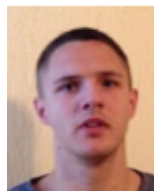
Zadatak ovog rada bio je da se opiše način instalacije i konfiguracije **Active Directory** okruženja, kao i softversko rešenje aplikacije koja obavlja automatsko postavljanje AD okruženja na postojeći sistem fizičkih ili virtuelnih mašina. Kroz tekst rada opisane su glavne karakteristike AD okruženja, način instalacije i konfiguracije okruženja, tehnologije koje su korištene za konstrukciju aplikacije, kao i način funkcionisanja aplikacije i implementacija akcija koje se koriste u aplikaciji za automatsku instalaciju i konfiguraciju.

Aplikacija pruža efikasan i brz način za instalaciju. Izvršavanje akcija u paraleli umnogome smanjuje vreme instalacije i konfiguracije AD okruženja. Loša strana aplikacije predstavlja neintuitivan način korišćenja aplikacije. Jedan od načina unapređenja aplikacije bi bilo smanjenje broja manualnih akcija, koje korisnik mora da uradi da bih izvršio instalaciju, kao i pojednostavljenje korisničkog interfejsa.

6. LITERATURA

- [1] Active Directory, Brian Desmond, Joe Richards, Robbie Allen & Alistair G. Lowe-Norris, 5th Edition
- [2] [http://mohandasmohandas.com/african9/IDG%20Books%20-%20Active%20Directory%20Bible%20\(2001\).pdf](http://mohandasmohandas.com/african9/IDG%20Books%20-%20Active%20Directory%20Bible%20(2001).pdf)
- [3] <http://www.ietf.org/rfc/rfc2253.txt>
- [4] <https://www.mapilab.com/blog/does-the-iphone-beat-microsoft-outlook-in-the-e-mail-clients-market/>
- [5] <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/z1zx9t92.aspx>
- [6] [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa970268\(v=vs.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa970268(v=vs.100).aspx)

Kratka biografija:



Mirko Macing rođen je 06.08.1990. godine u Novom Sadu. Završio je gimnaziju "Svetozar Marković" u Novom Sadu 2009. godine. Osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2009. godine i završio 2013 godine. Ispunio je sve obaveze i položio sve ispite predviđene master studijskim programom Elektroenergetski softverski inženjering.

**PRIMENLJIVOST OPC UA U MODELIRANJU ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
APPLICABILITY OF OPC UA IN POWER SYSTEM MODELING**

Nikola Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je predstavljena izgradnja OPC UA informacionog modela na osnovu definisanog CIM profila. Za testni primer je uzet CIM profil korišćen na integracionom testu ENTSO-E iz 2014. godine. Implementirane su OPC UA klijentska i serverska aplikacija, pri čemu server nudi informacioni model klijentu, a klijent vrši operacije čitanja, pisanja i praćenja nad podacima informacionog modela. OPC UA server i klijent su implementirani korišćenjem C# programskog jezika.

Abstract – Building of OPC UA information model based on defined CIM profile is presented in this paper. Integration test profile ENTSO-E from 2014 is used as a test sample. OPC UA server and client applications are implemented, where server is used to expose information model to client. Client can read, write or monitor exposed data. OPC UA server and client applications are implemented using C# programming language.

Ključne reči: OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture), ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity), EMS (Energy Management System), DMS (Distribution Management System), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), CIM (Common Information Model), XML (Extensible Markup Language), OMS (Outage Management System).

1. UVOD

U današnje vreme, realizacija smart grid-a uključuje gomilu izazova za ljude koji se bave elektroenergetikom. Jedan od izazova predstavlja komunikacija između EMS, DMS, OMS i SCADA sistema. Jedan od većih problema je sintaksna i semantička interoperabilnost. Korišćenje standardizovanih komponenti kao što su interfejsi, protokoli i modeli podataka je neophodno da bi se savladao problem neprestanog povećanja broja učesnika u sistemu, kao i same kompleksnosti sistema. ETSO (European Transmission System Operators) je udruženje osnovano 1999. godine [1], (aktuelno ime ENTSO), koje je uvidelo potrebu za razmenom podataka o mreži i raspoloživim resursima širom Evrope. Ciljevi su bili unapređenje upravljanja prenosnom mrežom, održavanje sigurnosti prenosnih sistema, unapređenje unutrašnjeg evropskog tržišta električnom energijom, kao i komunikacija i saradnja između organizacija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Milan Gavrić.

Da bi komunikacija između organizacija bila moguća, morao se definisati standard na osnovu koga će se komunikacija odvijati. Za svoje potrebe ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) je definisao model zasnovan na CIM (Common Information Model) koji predstavlja standardni model podataka za evropsko tržište električnom energijom. OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) [2] je industrijski standard za komunikaciju koji je prvi put objavljen od strane OPC organizacije 2006. godine. Omogućuje povezivanje uređaja, mašina i sistema od različitih proizvođača. Definiše klijent-server komunikaciju i standardni informacioni model koji nad kojim se može kreirati domenski specifičan model. Kombinacijom ENTSO podataka i UA komunikacione arhitekture pruža visoko interoperabilnu infrastrukturu koja zadovoljava sintaksne i semantičke zahteve. UA je zasnovana na modelu apstraktnih podataka i informacionom modelu.

Cilj ovog rada je kreirati OPC UA informacioni model po uzoru na ENTSO-E profil, gde je potrebno određene klase, atribute, tipove podataka i veze između klasa modelovati pomoću standardom definisanih elemenata OPC objedinjene arhitekture (Unified Architecture). Takođe jedan od ciljeva je obezbediti klijent-server komunikaciju, u kojoj klijent pristupa, prati ili menja smart grid podatke pružene od serverske strane. Dodatan izazov predstavlja implementacija kompletnog servera u smislu da klijent ne mora da ima ikakvo znanje kakvi se podaci ili model nalazi na serveru. Takođe klijent ne mora da sadrži podatke o modelu kom pristupa. Ovo omogućava da bilo koji klijent implementiran po OPC UA standardu može da pristupi podacima na serveru.

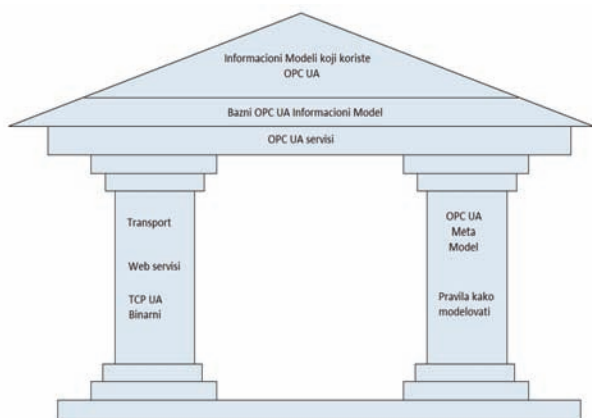
ENTSO OPC UA server je implementiran u Visual Studio 2013 programskom okruženju. Programski jezik u kom je rađena aplikacija je C#, korišćenjem .NET Framework-a 4.5.1.

2. OPC UA

OPC UA [2,3] je standard nezavisan od platforme kroz koji razne vrste sistema i uređaja mogu da komuniciraju tako što razmenjuju poruke između klijenata i servera preko raznih tipova mreža. Pruža sigurnu komunikaciju koja garantuje identitet klijenata i servera i koja je otporna na napade. Definiše skup servisa koje server pruža i na serveru je da odluči koje će servise ponuditi klijentu. OPC UA takođe pruža ugrađen adresni prostor kom se pristupa preko određenih servisa. Serveri sadrže objekte kao i njihove tipove do kojih klijent može da dođe tako što pristupa adresnom prostoru.

2.1 Osnove OPC objedinjene arhitekture

OPC UA se sastoji iz različitih slojeva prikazanih na slici 1.



Slika 1. Osnova OPC UA [2]

Osnovne komponente OPC objedinjene arhitekture su transportni mehanizmi i modelovanje podataka. Transport opisuje komunikacioni model zasnovan na razmeni poruka. Komunikacioni model ne zavisi od pojedinačnog protokola, te omogućuje da se dodaju novi u budućnosti. Modelovanje podataka definiše pravila i skup komponenti neophodnih za opis informacionog modela preko OPC UA standarda. Takođe opisuje ulazne podatke koji su potrebni da bi se napravili adresni prostor i bazni tipovi od kojih se gradi hijerarhija. UA servisi omogućuju komunikaciju između servera kao dostavljača informacionog modela i klijenata kao korisnika tog informacionog modela. Koriste se transportni mehanizmi za razmenu informacija između servera i klijenta. Osnovni koncept OPC UA omogućava klijentu da pristupi podacima bez ikakvog poznavanja strukture modela.

2.2 Adresni prostor i informacioni model

Adresni prostor je kolekcija informacija koje OPC UA [2,4,5] server omogućava svojim klijentima da vidi. Koncept adresnog prostora se zasniva na čvorovima, a čvorovi se definišu čvornim klasama (NodeClass). Različite čvorne klase imaju različitu ulogu. Svaka čvorna klasa ima fiksiran skup atributa, dok reference nemaju atributa. Postoji skup atributa zajednički za sve čvorne klase, a neki od osnovnih su: `NodeId` (Jedinstveno identifikuje čvor u OPC UA serveru), `NodeClass` (Enumeracija koja pokazuje kojoj čvornoj klasi pripada čvor) `BrowseName` (identifikuje čvor na klijentu), `DisplayName` (tekst koji bi trebalo da se koristi kao ime čvora). Osnovna čvorna klasa u adresnom prostoru je objekat (Object) i on sadrži promenljive (variables), događaje (events) i metode (methods). Referenca opisuje relaciju između dva čvora. Reference se dele na simetrične i nesimetrične. Nesimetrične reference imaju smisla samo u jednom smeru, gde je, npr. jedan čvor dete drugog čvora, dok simetrične reference imaju istu semantiku u oba smera i usmerenje nije bitno. Takođe, reference mogu biti jednosmerne ako samo jedan čvor pokazuje ka drugom ili dvosmerne ako i drugi pokazuje na prvog. Pored objekata definišu se i sledeće čvorne klase: tipovi objekata (ObjectType), tipovi referenci (ReferenceType), tipovi promenljivih (VariableType),

same promenljive (Variable), pogledi (View) i metode (Method). Proširivanjem i definisanjem novih tipova objekata, promenljivih i njihovih međusobnih veza kreira se domenski specifičan model ili informacioni model.

ReferenceType služi da se definiše dodatna semantika referenci. OPC UA specifikacija definiše skup tipova referenci, koji je proširiv. OPC UA server može da definiše neki novi tip reference, koji ima specifičnu semantiku. Tipovi referenci su predstavljeni kao čvorovi u adresnom prostoru. Bazni informacioni model sadrži dva osnovna tipa reference: `HierarchicalReference` i `NonHierarchicalReference`. Hijerarhijske reference bi trebalo da se koriste prilikom modelovanja hijerarhije dok ne-hijerarhijske za povezanost različitih hijerarhija. Višestruko nasleđivanje u ovom modelu nije podržano. Sledeći tipovi referenci spadaju u hijerarhijske tipove referenci:

- ♦ `HasChild` služi da pokaže koje reference ovog tipa spadaju u hijerarhiju bez petlje.
- ♦ `Aggregates` služi da pokaže pripadnost jednog čvora u drugom.
- ♦ `HasComponent` služi za predstavu celina-deo odnosa. Ovaj tip reference se koristi da poveže Object-e ili ObjectType-ove sa objektima, varijablama ili metodama koje sadrže. Isto važi i za kompleksne Variable ili VariableType-ove sa njihovim DataVariables.
- ♦ `HasSubtype` je konkretni tip reference i može se direktno koristiti. Služi da bi se definisalo nasleđivanje. Samo ObjectType, DataType, VariableType ili ReferenceType mogu imati podtipove.
- ♦ `Organizes` je konkretni tip Reference. Svrha mu je da organizuje čvorove u adresnom prostoru. Može se koristiti da ujedini više nezavisnih hijerarhija kreiranih pomoću ne cikličnih Aggregate referenci.

Tipovi referenci koji spadaju u ne-hijerarhijske:

- ♦ `HasTypeDefinition` je konkretni tip reference. Svrha mu je da poveže objekat i promenljivu.

Variable predstavlja promenljivu. Za promenljivu se definiše tip podatka i vrednost koja zavisi od ovog tipa. Klijenti mogu čitati ili menjati ove vrednosti, ako je to dopušteno. Takođe, da bi lakše pratili vrednosti mogu se pretplatiti na njihove promene.

Method kao i u objektom programiranju predstavlja metodu. Klijenti mogu da pozivaju metode, a metoda im vraća neku vrednost. Svaka metoda definiše ulazne argumente koje klijent treba da koristi i izlazne argumente koje klijent treba da očekuje kao rezultat.

Object se koristi kao struktura adresnog prostora. Ne sadrže konkretne podatke, nego samo attribute za opis čvora. Vrednosti objekata su dostupne kroz promenljive. Objekti se koriste za grupisanje promenljivih, metoda i drugih objekata. Metode se uvek pozivaju u kontekstu objekta.

ObjectType može biti jednostavan ili kompleksan. Kompleksni tipovi pružaju neku strukturu za čvorove koji ih nasleđuju, dok jednostavni tipovi definišu semantiku samo za objekat. Svaki objekat može da ima tačno jedan tip.

VariableType može biti jednostavan ili kompleksan. Kompleksni definišu strukturu čvora koji ih nasleđuje, dok jednostavan tip definiše samo semantiku varijable ili restrikciju tipa podatka koji se koristi za vrednost.

DataType se koristi da bi se opisala vrednost Variable i njenog VariableType.

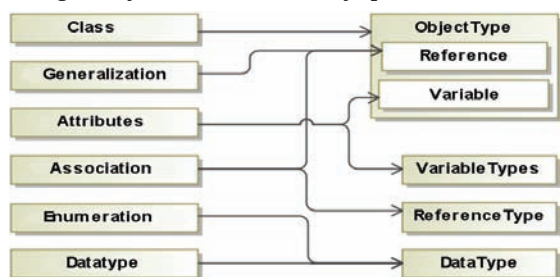
View se koristi da bi se definisala restrikcija vidljivih čvorova i referenci u adresnom prostoru.

3. ENTSO-E

ENTSO predstavlja Evropsku mrežu operatora prenosnih sistema [1]. Osnovan je 2009. godine sa ciljem vršenja dalje liberalizacije tržišta električnom energijom u Evropi. Planovi ENTSO-E članova su stvaranje zajedničkog energetskog tržišta koje predstavlja centralnu tačku ostvarivanja nižih cena, održivosti i sigurnosti snabdevanja. Dijagram klasa je statička predstava modela i definiše sve klase, njihove attribute, metode i međusobne veze između klasa u sistemu. On modeluje, odnosno definiše, strukturu posmatranog sistema. Dijagram klasa je modelovan upotrebom apstraktnog UML (Unified Modeling Language) po ugledu na CIM (Common Information Model) kojim su predstavljeni svi standardom definisani elementi posmatranog elektroenergetskog sistema. Svi modelovani elementi pripadaju IEC 61970 standardu koji propisuje pravila i standarde modelovanja elektroenergetske mreže. CIM je definisan kao skup paketa, koji predstavljaju način za objedinjavanje međusobno povezanih i zavisnih klasa. Na ovaj način se znatno olakšava shvatanje i primena modela.

4. DIZAJN

OPC UA bazni informacioni model je korišćen kao osnova za razvoj drugih domenski-specifičnih modela. Tokom životnog ciklusa CIM zasnovanog softverskog proizvoda, informacioni model se stalno menja. Za potrebe realizacije ovog konkretnog zadatka kreiran je ENTSO informacioni UA model koji je izveden iz standardnog OPC UA informacionog modela. OPC UA informacioni model se definiše pomoću sledećih standardnih čvornih klasa: Base, View, Object, Variable, Method, ObjectType, DataType, ReferenceType i VariableType. ENTSO-E klase, atributi, veze, tipovi podataka se mapiraju na ove OPC UA čvorne klase i na ovaj način se kreira domenski-specifičan informacioni model. Svaka klasa, atribut ili tip podatka predstavlja jedinstven čvor u adresnom prostoru. Mapiranje ENTSO-E na odgovarajuće OPC UA klase je prikazano na slici 2.



Slika 2. Mapiranje ENTSO-E na OPC UA

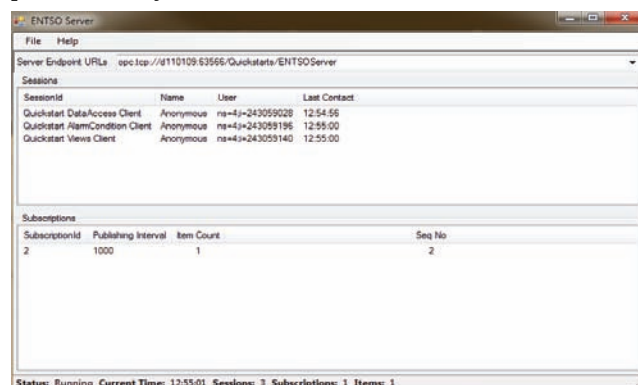
Pravila po kojima je kreiran OPC UA ENTSO-E informacioni model su:

- ♦ OPC UA tipovi koji odgovaraju određenim ENTSO-E elementima su:
 - ReferenceType čvorovi odgovaraju ENTSO-E asocijacijama;
 - ObjectType čvorovi odgovaraju određenim ENTSO-E klasama;
 - VariableType čvorovi odgovaraju ENTSO-E property-ima od klasa;
 - DataType čvorovi odgovaraju određenim ENTSO-E tipovima podataka.
- ♦ Svaka veza nasleđivanja je implementirana korišćenjem HasSubType reference između ObjectType čvorova natklasa i njima odgovarajućih potklasa.
- ♦ Svaka asocijacija je implementirana korišćenjem jednosmerne HasComponent reference. Detaljnije, pošto referenca HasComponent spada u grupu hijerarhijskih referenci, znači da će određeni ObjectType čvor sadržati drugi u zavisnosti ko koga referencira. Pošto je veza i jednostrana, samo jedan čvor od dva koja su u relaciji će sadržati drugi.

5. OPIS SOFTVERSKOG REŠENJA

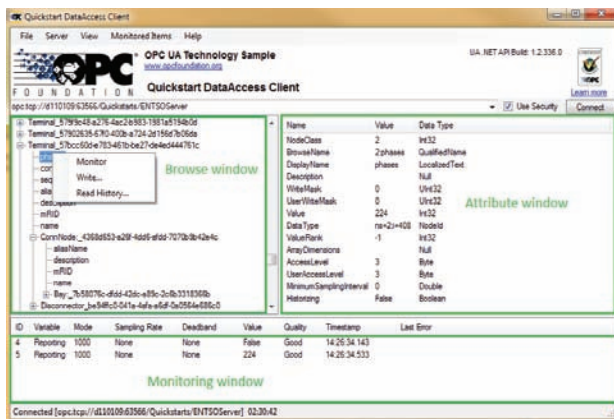
OPC UA koristi obrazac za komunikaciju klijent – server [2]. Postoje dve uloge u ovom scenariju: server koji nudi servis i klijent koji rešava određene zadatke pomoću tog servisa. Komunikacija između njih je definisana ugovorom koji su potvrdile obe strane. Ovo znači da OPC UA klijent šalje zahtev u vidu poruke OPC UA serveru, koji odgovara na ovaj zahtev odgovarajućom porukom. OPC UA klijentska aplikacija je generički pretraživač koji se koristi za istraživanje i manipulaciju adresnog prostora koji je obezbedio server. Glavni zadatak klijenta je da prikaže podatke koje je dobio od servera. Za imeplementaciju OPC UA servera korišćene su opc.ua.core i opc.ua.server biblioteke koje sadrže funkcionalnosti za konfiguraciju i imeplementaciju celokupnog servera. Server podržava sinhronu komunikaciju ka više klijenata istovremeno.

Na slici 3. je prikazana serverska aplikacija u radu sa više povezanih klijenata.



Slika 3. Serverska aplikacija

Osnovni klijent pruža bogat skup različitih servisa i mogućnosti OPC UA. Svaki klijent mora da poseduje mogućnost povezivanja na odgovarajući sever. Pored konekcije na server, treba da podrži neke osnovne operacije nad podacima kao što su čitanje, pisanje i praćenje. Na slici 4. je prikazan izgled korisničkog interfejsa klijentske aplikacije.



Slika 4. Klijentska aplikacija

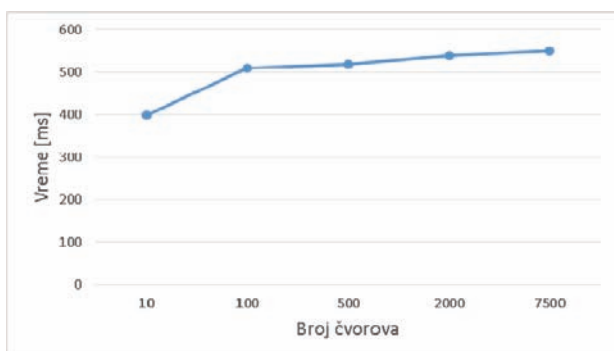
Klijentsku aplikaciju čine tri osnovna dela:

- ♦ Prozor za pretragu (Browse window)
- ♦ Prozor sa atributima (Attribute window)
- ♦ Prozor za praćenje (Monitoring window)

Prozor za pretragu sadrži učitani model adresnog prostora i predstavljen je pomoću stabla. Klikom na željeni čvor prikazuju se njegovi atributi u prozoru sa atributima. Praćenje izmena vrednosti se prikazuje u donjem prozoru.

6. PERFORMANSE

Analiza performansi projektnog rešenja se zasniva na brzini koja je potrebna serveru da se pokrene i koliko brzo klijent čita podatke sa servera. Resursi se na serveru importuju iz xml fajla. Za testove performansi OPC UA servera korišćen je računar sa konfiguracijom procesor Intel Core i3-540 (4M Cache, 3.06 GHz) i 8GB DDR3 RAM memorije. Prilikom pokretanja servera za svaki resurs neophodno je kreirati i dodati čvor u adresni prostor, zato se pokretanje servera odvija sporo. Da bi se server sa oko 7500 čvorova pokrenuo na Windows 7 mašini sa datom konfiguracijom potrebno je 30 sekundi. Ovo vreme može biti problematično prilikom nestanka napajanja ili nekog drugog problema koji zahteva restartovanje servera. Prednost OPC objedinjene arhitekture je brzina pristupa podacima na klijentskoj strani. Klijent i server su bili pokrenuti na različitim mašinama i komunicirali su u 100 Mbit/s lokalnoj mreži. Vreme izmereno na klijentu da očitava zadati broj čvorova je prikazano na slici 5.



Slika 5. Vreme pristupa klijenta serveru u odnosu na veličinu adresnog prostora

7. ZAKLJUČAK

ENTSO-E informacioni model je sagrađen nad baznim OPC UA informacionim modelom, a za njegovu strukturu korišćen je CIM profil sa integracionog testa ENTSO-E iz 2014. godine. Implementirana je klijent-server aplikacija, gde se informacioni model nalazi na serverskoj strani. Informacioni model je definisan tako da klijent nema nikakvu zavisnost od njegove strukture. Ovakav dizajn omogućava da bilo koji OPC UA klijent koji podržava osnovne funkcionalnosti može da pristupi adresnom prostoru i da pročita, menja i/ili prati podatke sa OPC UA servera. Modelovanje podataka pomoću OPC UA je znatno komplikovanije od modelovanja u UML-u (Unified Modeling Language), jer sadrži kompleksnija pravila i veći izbor elemenata. Zbog složenije strukture OPC UA omogućuje kreiranje modela za kompleksnije sisteme i ovo je jedna od glavnih prednosti objedinjene arhitekture. Pristup podacima na OPC UA serveru sa klijentske strane je dovoljno brz za većinu industrijskih aplikacija. Povećanje količine podataka neznatno utiče na performanse pristupa podacima. Ovo je još jedna od glavnih prednosti OPC UA i razlog zašto je pogodna za realizaciju kompleksnih sistema.

Neki od mogućih smerova razvoja su:

- ♦ Implementacija kompleksnijeg OPC UA klijenta
- ♦ Čuvanje izmena modela.
- ♦ Podrška složenim tipovima podataka na OPC UA serveru.
- ♦ Pregled istorije izmena podataka.

8. LITERATURA

- [1] European Network of Transmission System Operators for Electricity, <https://www.entsoe.eu> [Pristupljeno: 2.02.2016.]
- [2] Wolfgang Mahnke, Stefan-Helmut Leitner, Matthias Damm: "OPC Unified Architecture", Springer, 2009.
- [3] CommServer, <http://www.commsvr.com/UAModelDesigner/Index.aspx> [Pristupljeno: 22.02.2016.]
- [4] OPC Foundation, <https://opcfoundation.org/developer-tools/specifications-unified-architecture/part-3-address-space-model> [Pristupljeno: 25.02.2016.]
- [5] OPC Foundation, <https://opcfoundation.org/developer-tools/specifications-unified-architecture/part-5-information-model> [Pristupljeno: 25.02.2016.]

Kratka biografija:



Nikola Katić rođen je 1991. godine u Novom Sadu. Školske 2010/2011. godine se upisao na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Računarstvo i automatika. Školske 2014/2015. godine je upisao master akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Elektroenergetski softverski inženjering.

MOBILNA KOMPONENTA PROCESNO-INFORMACIONOG SISTEMA HE „ĐERDAP 2“**MOBILE COMPONENT OF HE ĐERDAP 2 PROCESS-INFORMATION SYSTEM**

Zvonko Živković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana mobilna aplikacija za praćenje parametara hidroelektrane. Analiziran je jedan savremen SDU sistem i data mogućnost njegovog proširenja. Rešenje je implementirano na Android platformi, a aplikacija je testirana u realnom SDU HE Đerdap 2.

Abstract – The paper describes the mobile application for monitoring parameters of hydro-electric power plant. It analyzes modern supervisor and control system and suggests a possible extension. The solution is implemented for Android platform and the application is tested in real supervisory and control system of HPP Đerdap 2.

Ključne reči: sistemi daljinskog upravljanja, Android aplikacija, Google Cloud Masseging

1. UVOD

Hidroelektrana „Đerdap 2“ je jedna od četiri elektrane u sastavu Ogranka HE Đerdap, najvećeg proizvođača hidroelektrične energije u jugoistočnoj Evropi. Sastoji se od osnovne i dodatne elektrane, prelivne brane, brodske prevodnice i razvodnog postrojenja 110kV. S obzirom na kompleksnost objekta, pred sistem za daljinski nadzor i upravljanje (SDU) se postavlja niz složenih zahteva u pogledu funkcionalnosti, operativnosti, pouzdanosti, raspoloživosti i fleksibilnosti.

Ovaj rad predstavlja pokušaj proširenja postojećeg sistema i pokušava da postojećem SDU doda nove funkcionalnosti. Postojeći sistem već poseduje SMS servis (SMS service) koji pruža uvid u proizvodne parametre elektrane preko GSM mreže odnosno SMS servisa. Ova funkcionalnost zaposlenima HE „Đerdap 2“ omogućava uvid u proizvodne parametre elektrane i pomaže u donošenju odluka vezanih za što bolji rad elektrane.

Razvojem Android aplikacije bi trebalo omogućiti online praćenje parametara elektrane, uvid u dešavanja na hidroelektrani kroz izveštaj dežurnog inženjera smene kao i obaveštenja putem *notification* mehanizma o svim neplaniranim zaustavljanjima agregata. Ovim proširivanjem procesno-informacioni sistem HE „Đerdap 2“ dobija još jednu dimenziju i postaje upotrebljiviji i funkcionalniji.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Gostojić, docent.

2. PROCESNO-INFORMACIONI SISTEM HE „ĐERDAP 2“

Sistem upravljanja i nadzora centralne komande na elektrani realizuje se korišćenjem standardnih industrijskih komponenti za daljinski nadzor i upravljanje u elektroprivredi, kako u oblasti hardvera, tako i u oblasti softvera. U funkcionalnom smislu, sistem čine sledeći podsistemi:

Podsistem za prikupljanje stanja akumulacije

Sistem se sastoji od mreže malih mernih mesta koja su postavljena na strateškim lokacijama duž toka Dunava. Podaci su važni kako bi se imao uvid u trenutno stanje i kako bi se predvidelo buduće stanje akumulacije, a sve sa ciljem planiranja proizvodnje.

Podsistemi za sopstvenu potrošnju

Sistem čine komandne table sa pikoATLAS uređajima i AtlasRTL uređajem. Komunikacija sa pikoATLAS-om se ostvaruje preko RTL uređaja, koji između ostalog, podatke prosleđuje SCADA sistemu. Komunikacija se takođe ostvaruje preko komunikacionog podsistema, optičkim kablovima i odgovarajućom aktivnom mrežnom opremom.

Podsistem opšte signalizacije dodatne elektrane

Sistem se sastoji iz dve celine: (1) opreme zasnovane na ATLASMax kontroleru, proizvodnje IMP i (2) ormana sa SCADA VIEW6000 sistemom, redundantnim Vatech PLC kontrolerom, HMI operatorskom stanicom sa jednim monitorom (touch-panel). Osnovna funkcija ovog podsistema je da prikupi podatke opšte signalizacije dodatne elektrane.

Podsistem opšte signalizacije osnovne elektrane

Sistem je zasnovan na SCADA VIEW6000 sistemu, redundantnom Atlas RTL procesnom računararu i jednom HMI operatorskom stanicom sa jednim monitorom (touch-panel) za interfejs čovek-mašina. Osnovna funkcija ovog podsistema je da prikupi podatke opšte signalizacije osnovne elektrane.

Podsistem upravljanja agregatom

Osnovni elementi ovog sistema su redundantni PLC-ovi (Programmable Logic Controller) i SCADA VIEW6000 računar. Centralni VIEW4 SCADA sistem podatke sa komandnih tabli preuzima direktno u komunikaciji sa PLC-ovima IEC protokolom.

Komunikacioni podsistem

Zadužen je za vezu nadređenog SCADA sistema i ostalih podsistema. Okosnicu sistema čini mreža optičkih

kablova koja povezuje sve ključne tačke procesne mreže i dva komunikaciona čvora sa aktivnom mrežnom opremom. Opremu čine modularni svičevi, proizvođača Phoenix Contact.

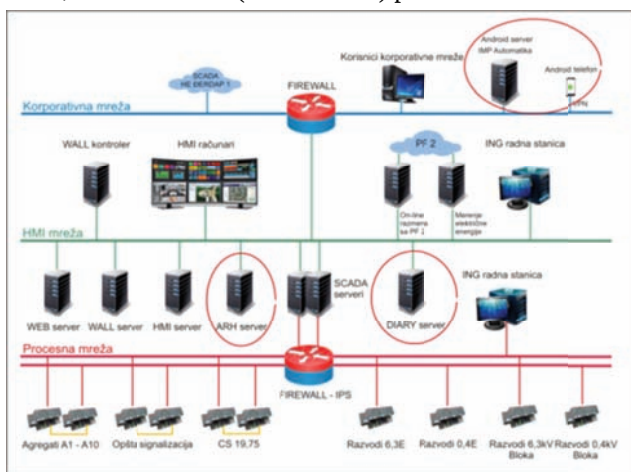
Scada sistem elektrane

Zasnovan je na VIEW4 platformi, proizvodnje IMP, i čine ga: udvojeni SCADA serveri, arhivski server, web server, HMI server, HMI operatorske stanice, sinoptički server (VNC server za video zid). Svi navedeni delovi sistema su realizovani kao industrijski računari sa Linux operativnim sistemom, distribucije CentOS.

Za vizuelizaciju procesa je instaliran video zid, koji je sastavljen od osam video panela u LED tehnologiji (proizvodnje Mitsubishi Electric) i kontroler video zida (Windows računar). Takođe, sastavni deo ovog podsistema je komandni pult. Funkcije vizuelizacije prilagođene osoblju obezbeđuju lak monitoring svih procesnih parametara proizvodnog procesa u realnom vremenu, kako samih agregata, tako i ostalih pogonskih elemenata.

2.1 Koncept sistema daljinskog nadzora i upravljanja

Sistem upravljanja procesom je podeljen na više podsistema koji su međusobno povezani procesnom računarskom mrežom. Nadređeni SCADA sistem komunikaciju sa kontrolerima ostvaruje direktno, putem procesne računarske mreže, preko više nivoa svičeva koji se nalaze na komunikacionom putu. Komunikacija sa kontrolerima se ostvaruje korišćenjem Atlas IEC, IEC 60870-5-101 i IEC 60870-5-104 protokola. Za administratorski pristup, iz HMI mreže, kontrolerima i lokalnim SCADA sistemima (VIEW 6000) u procesnoj mreži, koristi se SSH (Secure Shell) protokol.



Slika 1 - Arhitektura SDU sistema

Korisnicima SDU sve funkcije SCADA sistema su dostupne preko HMI mreže, i to: (1) direktno na HMI računarima i sistemu video zida, ili (2) indirektno, preko niza aplikacija na klijentima korporativne mreže. Korisnicima iz korporativne mreže su dostupni podaci u realnom vremenu korišćenjem VNC (Virtual Network Computing) protokola i/ili web aplikacije – NetView, kao i pregled arhiva i izveštaja.

Ovo je omogućeno ostvarenom vezom sa korporativnom mrežom PD „Hidroelektrane Đerdap“. Na slici 1 je prikazana blok šema sistema.

3. ANDROID OS I GCM

3.1. Android OS

Android je mobilni operativni sistem kompanije Gugl (Google) zasnovan na Linuks jezgru, prvenstveno dizajniran za mobilne uređaje sa ekranom osetljivim na dodir, kao što su pametni telefoni i tablet uređaji [1].

Korisnički interfejs Androida je zasnovan na direktnoj manipulaciji objektima na ekranu, korišćenjem ulaza u vidu dodira koji odgovaraju pokretima u realnom svetu. Dodatni hardver, kao što su akcelerometar, žiroskop i senzor blizine, se koristi za dodatne zahteve korisnika, kao na primer podešavanje orijentacije ekrana u zavisnosti od položaja uređaja. Android dozvoljava korisnicima slobodno uređivanje početnih ekrana prečicama do aplikacija, što omogućava prikazivanje sadržaja uživo, kao što su informacije vezane za elektronsku poštu ili vremensku prognozu. Aplikacije mogu dalje slati obaveštenja korisniku, sa relevantnim informacijama o na primer pristigloj SMS poruci ili elektronskoj pošti [1].

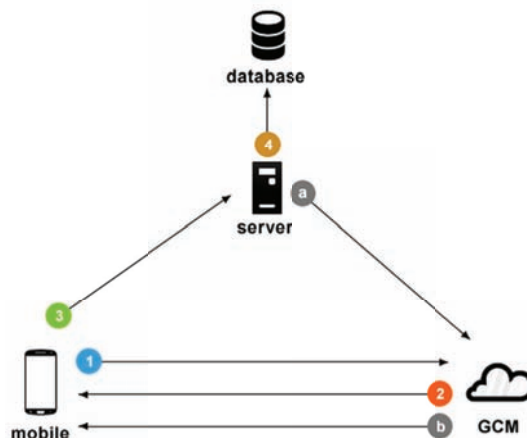
Android je operativni sistem otvorenog koda dostupan pod Apači licencom (Apache License). Ona dopušta slobodnu izmenu i distribuciju softvera od strane proizvođača uređaja, telekomunikacionih operatera i programera entuzijasta [1].

Android je trenutno najrasprostranjeniji operativni sistem za pametne telefone. Android je popularan među tehnološkim kompanijama koje zahtevaju gotove, jeftine, prilagodljive i lake operativne sisteme za svoje visokotehnološke uređaje. I pored toga što je prvenstveno namenjen pametnim telefonima i tablet uređajima, Android nalazi primenu i kod televizora, igračkih konzola, digitalnih kamera, pametnih satova i druge elektronike [1].

3.2. GCM (Google cloud messaging)

GCM (Google Cloud Messaging) poruke su servis koju je razvio Gugl. GCM omogućava programerima da šalju podatke, obaveštenja ili informacije između servera i klijentskih aplikacija. To uključuje downstream poruke od servera ka klijentima, i upstream poruke od klijenata do servera.

Aplikacija koristi downstream uslugu Google Cloud Messaging-a (sl. 2). Prvo aplikacija sa Android uređaja pošalje sender ID i application ID GCM servisu (1), zatim GCM servis prima i zahtev i dodeljuje uređaju GCM registration ID (2), jedinstveni identifikator koji programer kasnije koristi za slanje obaveštenja individualnom uređaju [2].



Slika 2 - Način funkcionisanja GCM servisa [3]

Identifikator se šalje našem aplikativnom serveru, koji ga čuva u svojoj bazi za kasniju upotrebu (3). Registration ID je slučajno generisani identifikator koji ne sadrži nikakvu ličnu ili informacije o uređaju koji može dozvoliti programeru da otkrije identitet korisnika. Kada postoji potreba da se pošalje notifikacija, naš server šalje poruku (message) zajedno sa registration ID koji je ranije sačuvao, GCM servisu (a). Na osnovu registration ID GCM servis isporučuje poruku Android uređaju (b).

4. SPECIFIKACIJA ZAHTEVA

4. 1. Upotreba aplikacije

Sama Android aplikacija, nastala je kao potreba da se uvid u najbitnije parametre omogući online, sa udaljene lokacije, na Android uređaju. Aplikacija obuhvata sve prikaze na koje su korisnici navikli. Ekranski prikazi su svesno rađeni po uzoru na već postojeće HMI prikaze na računarima, odstupajući od Android dizajnerskih pravila i „duha“ Android aplikacija. Ovim je pokušano da se korisnicima, kojima je aplikacija i namenjena, što više približi i pojednostavi njena upotreba.

4. 2. Korisnici aplikacije

Korisnici aplikacije bi se grubo mogli podeliti na dve celine: eksploatacija elektrane i održavanje elektrane. Eksploatacija se sastoji od dispečarske službe zadužene za planiranje proizvodnje i smenskog osoblja zaduženog da taj plan sprovede u delo, dok se celina održavanja sastoji od više službi od kojih su u ovom kontekstu najbitnije tehnička služba i služba izvršenja.

Kako hidroelektrana radi 24h, 365 dana u godini, jasno je da online pristup informacijama koje mogu biti od pomoći kod donošenja odluka u procesu proizvodnje i održavanja, može biti od velike koristi.

Korisnici aplikacije bi trebalo da budu svi zaposleni koji neposredno ili posredno učestvuju u procesu donošenja odluka. Prvi nivo korisnika je direktorski, drugi nivo su rukovodioci pomenutih službi, a treći nivo inženjeri odgovorni za planiranje proizvodnje i sprovođenje procesa održavanja.

5. DIZAJN I IMPLEMENTACIJA

Za dizajn aplikacije su korišćene standardne Android softverske komponente. Android aplikacija koristi sve osnovne komponente operativnog sistema Android: aktivnost (activity), servis (intent service), prijemnik poruka (broadcast receiver), dobavljač sadržaja (content provider).

5.1 Model podataka

Sa serverske strane bazu podataka čine sedam tabela. Tabele nisu međusobno povezane jer svaka za sebe predstavlja nezavisni celinu, tačnije, svaka aktivnost Android aplikacije prikazuje ili koristi podatke jedne od tabela.

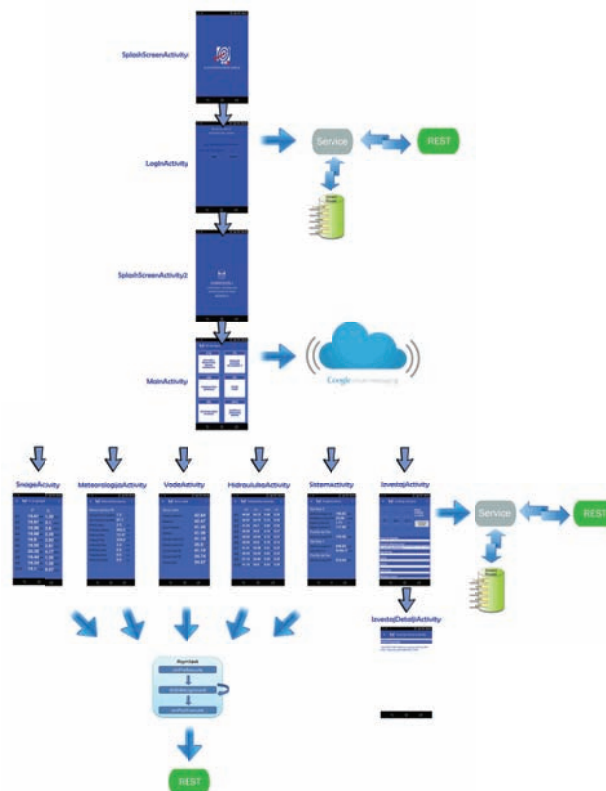
Tabela **Korisnici** definiše spisak korisnika koji imaju dozvolu za pristup sistemu. Tabela **PiQ** sadrži vrednosti merene aktivne i reaktivne snage sa svih deset agregata HE „Đerdap 2“. Tabela **HidrauličkaMerenja** sadrži vrednosti merenja hidrauličkih parametara sa svih deset agregata. Vrednosti su gornja voda (ispred ulazne rešetke), donja voda, pad (razlika nivoa gonje i donje

vode umanjene za vrednost začepjenosti rešetke), začepjenost rešetke. Tabela **NivoiVode** sadrži vrednosti merenja nivoa vode na potezu HE „Đerdap 1“ – HE „Đerdap 2“. U pitanju su vrednosti sa mernih stanica na sledećim lokacijama: HE „Đerdap 1“ (donja voda), Kladovo, Brza Palanka, Slatina, HE „Đerdap 2“ (gornja i donja voda osnovne i dodatne elektrane) i Kosno Grlo. Tabela **PregledSistema** sadrži vrednosti ukupne proizvodnje HE „Đerdap 2“, napona u sistemu, ukupne proizvodnje HE „Đerdap 1“, isticanja vode sa HE „Đerdap 1“, kao i podatke o ukupnoj proizvodnji sa rumunskih delova elektrane Portile de fier 1 i 2.

Tabela **MeteorološkaStanica** sadrži vrednosti sa meteorološke stanica postavljena na prelivnoj brani HE „Đerdap 2“. Sadrži vrednosti o temperaturi vazduha, brzini vetra, atmosferskom pritisku, relativnoj vlažnosti vazduha, količini, trajanju i intenzitetu padavina. Tabela **IzvestajInženjeraSmene** sadrži podatke o dešavanjima na objektu važnih za nesmetano funkcionisanje elektrane. U pitanju su: pogonski događaji na hidroelektrani, promena uklopnog stanja rasklopne opreme, signalizacija uočena od strane smenskog osoblja, delovanje neke od električnih zaštita, kvarovi na nekoj od agregatnih ili pomoćnih oprema, intervencije službi održavanja, otklonjeni kvarovi na nekoj od agregatnih ili pomoćnih oprema i ostali događaji.

5.2 Softverska arhitektura Sndroid aplikacije

Softverska arhitektura Android aplikacije prati gore pomenuti model podataka. SQLite baza je korišćena za podatke koji bi mogli biti korisni i kada je aplikacija offline. Za manipulacije bazom su korišćeni dobavljači sadržaja (ContentProvider). Aplikacija se sastoji od 11 aktivnosti i fregmentskih prikaza prikazanih na slici 3.



Slika 3 - Arhitektura Android aplikacije

Prikazi u aktivnosti IzvestajDetaljiActivity se smenjuju korišćenjem fragmenata. Aktivnosti LoginActivity i IzvestajActivity pozivaju IntentService (slika 3) kojima se posredstvom HTTP protokola vrši sinhronizacija klijentske baze podataka sa serverskom odnosno SQLite baza na Android uređaju se sinhronizuje sa bazom podataka na serveru.

Ostale aktivnosti za online prikaz podataka ne koriste klijentsku bazu podataka. Podaci se, koristeći AsyncTask i njene mogućnosti, parsiraju i prikazuju korisniku dok je aktivnost u fokusu.

5.3 Tehnologije

AsyncTask klasa

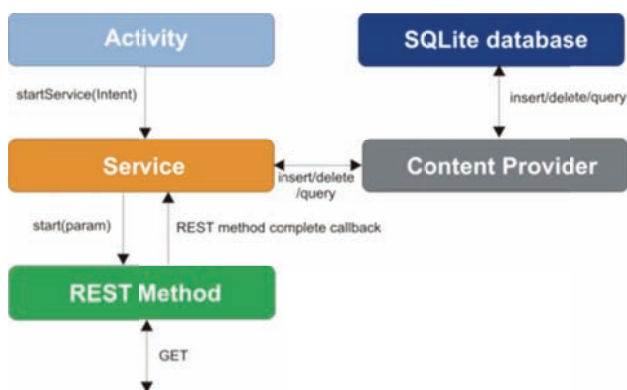
Osim standardnih komponenti, aktivnosti koje direktno prikazuju korisniku podatke koriste AsyncTask klasu. Asinhroni zadatak (AsyncTask) olakšava asinhrono izvršavanje operacija, automatski izvršava blokirajuću operaciju u pozadinskoj niti, vraća rezultat UI niti i nudi dodatne funkcije (kao što je obaveštavanje o progresu operacije).

Svi asinhroni zadaci jedne aplikacije izvršavaju se u jednoj niti (oni se serijalizuju) [4].

REST

Representational State Transfer (REST, [5]) opisuje skup principa pomoću kojih se podaci mogu preneti standardnim internet protokolom (HTTP). Klijent je Android aplikacija koja komunicira sa serverom slanjem i primanjem poruka u JSON ili XML formatu preko HTTP protokola. REST zahteva od programera da eksplicitno koriste HTTP metode i to u skladu sa specifikacijom protokola. Ovaj osnovni princip REST dizajna uspostavlja mapiranje jedan-na-jedan između create, read, update i delete (CRUD) operacija i HTTP metoda.

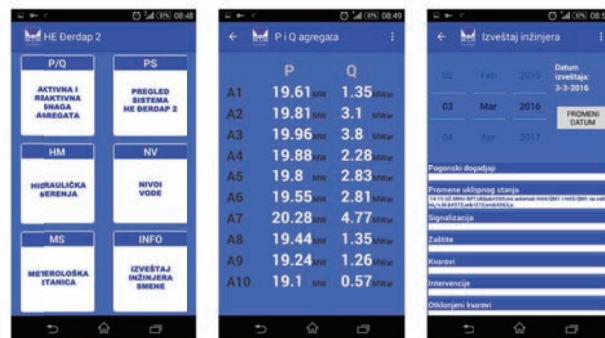
Sama aplikacija REST servis koristi kroz GET i POST metode. Aktivnosti aplikacije LoginActivity i IzvestajActivity GET metodom, koristeći servise i dobavljače sadržaja, vrše sinhronizaciju baze na način prikazan na slici 4:



Slika 4 - Prikaz implementacije REST servisa

6. IZGLED APLIKACIJE

Izgled nekih od aktivnosti prikazan je na slici 5. Na slici 5 levo prikazana je aktivnost MainActivity, u sredini aktivnost SnageActivity, dok je sa desne strane aktivnost koja se koristi za prikaz izveštaja dežurnog inženjera smene IzvestajActivity.



Slika 5 – Prikaz Android aplikacije

7. ZAKLJUČAK

Tehničko-tehnološki razvoj u oblasti elektronike, računarstva, telekomunikacija i informatike SDU HE „Đerdapa 2“ omogućava dobro planiranje i maksimalno iskorišćenje energetskeg potencijala, upravljanje proizvodnjom, kvalitetno održavanje na osnovu pravovremenih informacija, što se u velikoj meri odražava i na sigurnost priobalja poštovanjem limitiranih kota u akumulacijama i kontrolu uslova plovidbe.

Android aplikacija, kao deo jednog modernog i savremenog SDU sistema, predstavlja korak ka daljem unapređenju i razvoju SDU sistema HE „Đerdapa 2“. Kroz olakšano praćenje bitnih parametara sistema, odnosno pristupa sistemu bilo kada i sa bilo koje lokacije gde postoji internet konekcija, olakšava se donošenje važnih odluka neophodnih za nesmetano funkcionisanje sistema.

Iako trend razvoja SDU donosi benefite sa aspekta upravljanja proizvodnim procesom i efikasnijeg planiranja, uvek postoji i negativna strana. Negativna strana evolucije arhitekture savremenih SDU sistema je smanjena informaciona bezbednost i potencijalna izloženost različitim vrstama cyber napada. Iako je procesno-informacioni sistem HE „Đerdapa 2“ i u pogledu bezbednosti pratio razvoj i razvijao se, opasnost od cyber napada nikada nije isključena.

8. LITERATURA

- [1] Wikipedia, „Android“, <https://goo.gl/IddXtH> Pristupljeno 20.02.2016
- [2] PubNub, „Getting Started with GCM“, <https://goo.gl/p439ak>, Pristupljeno 21.12.2015
- [3] AndroidHive, „Android Push Notifications“, <http://goo.gl/iMSXoF>, Pristupljeno 03.03.2016
- [4] S. Gostijić, „Programiranje mobilnih aplikacija, „Servisi i prijemnici poruka“, <https://goo.gl/7jTZ1j>
- [5] Programmer Guru, „Android Restful Tutorial“, <http://goo.gl/kqm7Al>, Pristupljeno 11.10.2015

Kratka biografija:



Zvonko Živković je rođen 18.12.1974. godine u Zaječaru. 2003. godine upisao se na Tehnički Fakultet „Mihajlo Pupin“, smer diplomirani inženjer informatike, diplomirao 2008 sa prosečnom ocenom 8,21. Trenutno zaposlen na HE „Đerdapa 2“. Školske 2014/15 godine upisao se na smer Računarske nauke i informatika Fakulteta Tehničkih Nauka.

**NAPREDNI SCADA SISTEM ZA UPRAVLJANJE BRZINOM ASINHRONOG MOTORA
PRIMENJENOG U REGULACIJI PROTOKA VAZDUHA****ADVANCED SCADA SYSTEM FOR IM SPEED CONTROL APPLIED TO AIRFLOW
REGULATION**

Nemanja Stančić, Vlado Porobić, Marko Vekić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratik sadržaj – Ovaj rad opisuje dva SCADA sistema nastala kao rezultat rešavanja dva zadatka. Prvi zadatak predstavlja upravljanje brzinom asinhronog motora, a drugi regulaciju protoka vazduha. Kratko su opisani korišćena maketa, električne šeme, kao i načini rada pogona. Prikazan je izgled grafičkog interfejsa za oba rešenja i objašnjen proces automatskog određivanja parametara PI regulatora (implementiranog u program PLC-a) iz drugog zadatka.

Abstract – This paper describes two SCADA system solutions resulted from two tasks. The first task is to manage IM speed and the other is airflow regulation. The paper briefly describes used model, electrical schematics, and functioning of the drives. It shows the layout of graphical user interfaces for both solutions and describes the process of automatically determining parameters of PI controller (implemented in the PLC program) from the second task.

Ključne reči: PLC, SCADA, regulacija

1. UVOD

Automatika i automatizovani sistemi se uvode u industriju zbog povećanja pouzdanosti i sigurnosti proizvodnog procesa, zatim zbog smanjenja troškova proizvodnje (manja potrošnja energije i sirovina po jedinici proizvoda kao i smanjenje troškova za radnu snagu) uz obezbeđivanje visokog kvaliteta proizvoda, mogućnosti brze preorijentacije proizvodnje prema zahtevima tržišta, itd. Jedan vid automatizovanih sistema koji se primenjuje u industriji su SCADA sistemi. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) sistemi služe za nadzor i kontrolu industrijskih (ili nekih drugih) procesa. SCADA, u najširem smislu, uključuje potrebnu mernu, reglacionu i izvršnu opremu sa svim pratećim elementima: energetikom, komunikacionim sistemima, upravljačkim platformama (komandni pult, ekran koji reaguje na dodir, itd.), zatim računarske sisteme koji vrše prikupljanje, obradu i prezentovanje podataka, itd. Kontrola i nadzor procesa se mogu vršiti sa jednog ili više mesta, ali obično postoji jedna centralna jedinica sa koje se može pratiti rad čitavog sistema. Rad sistema prati operater (ili više njih) i po potrebi preduzima odgovarajuće akcije u cilju održavanja pravilnog funkcionisanja sistema i proizvodnog procesa. Ovaj rad se bavi upravo opisom:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vlado Porobić, docent.

- 1) upravljanje brzinom obrtanja asinhronog motora, kontrola i praćenje pojedinih veličina pomoću računara;
- 2) regulacija brzine protoka vazduha, praćenje i kontrola datog procesa pomoću računara.

Oba zadatka obuhvataju rad sa: frekventnim regulatorom, programabilnim logičkim kontrolerom (dalje: PLC) i odgovarajućim softverom za programiranje istog, kao i softverom za kontrolu i nadzor sa računara; koristi se i električni motor kao glavni izvršni organ, kao i anemometar za merenje brzine protoka vazduha u drugom zadatku.

2. OPIS KORIŠĆENE MAKETE

Fotografija korišćene makete data je na slici 1.

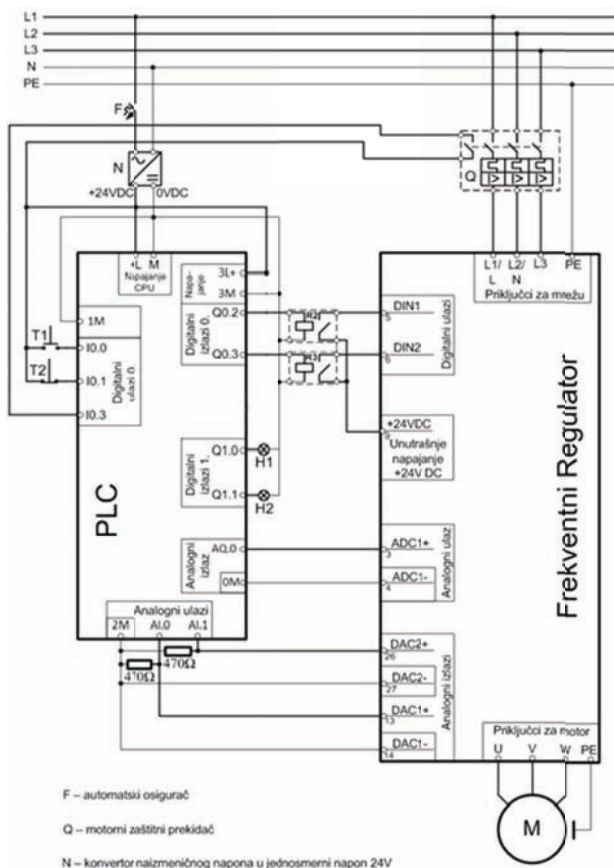


Slika 1. Izgled korišćene makete

Počevši od gornjeg levog ugla ka desnoj strani makete poređani su PLC (firme Siemens, serija S7-1200, oznaka 214C) [1], napajanje 24V DC, automatski osigurač napajanja na visokonaponskoj strani i motorni zaštitni prekidač koji štiti frekventni regulator. Dole desno iznad reda klemni nalazi se frekventni regulator (firme Siemens, serija Micromaster 440, veličina kućišta A [2, 3]), a sa njegove leve strane releji, dok su dole levo postavljeni tasteri i lampice za signalizaciju. U oba zadatka frekventnim regulatorom se upravlja pomoću terminala (digitalnih i analognih), a podešavan je tako što je prvo izvršen reset, zatim podešavanje parametara za postizanje željenog načina rada i na kraju automatska adaptacija parametara motora [2, 3]. PLC je programiran pomoću programskog paketa TiaPortal v13 [1]. Komunikacija sa računarom se ostvaruje pomoću Ethernet vezom.

3. ZADATAK I - UPRAVLJANJE BRZINOM ASINHRONOG MOTORA

Električna šema pogona korišćenog za upravljanje brzinom indukcionog motora data je na slici 2.



Slika 2. Električna šema pogona korišćenog u prvom zadatku

3.1 Rad pogona bez SCADA programa

Pritiskom tastera *Start* (zeleni taster) počinje rad pogona, nakon čega sledi pauza od 2 sekunde, posle koje PLC signalizira frekventnom regulatoru da startuje motor i zadaje mu referentnu vrednost brzine u iznosu od 50% maksimalne dozvoljene, pomoću naponskog analognog izlaza [1].

Nakon 10 sekundi PLC zadaje novu referencu frekventnom regulatoru u iznosu od 100% maksimalne dozvoljene brzine motora. Po isteku 10 sekundi od promene referentne vrednosti brzine PLC šalje signal frekventnom regulatoru da promeni smer obrtanja motora, ali ne menja referentnu vrednost brzine motora. Ovo stanje traje 20 sekundi, nakon koga sledi zaustavljanje po rampi koju zadaje PLC, takvoj da se od maksimalne brzine do brzine 0 motor zaustavi za 15 sekundi, čime je ciklus završen.

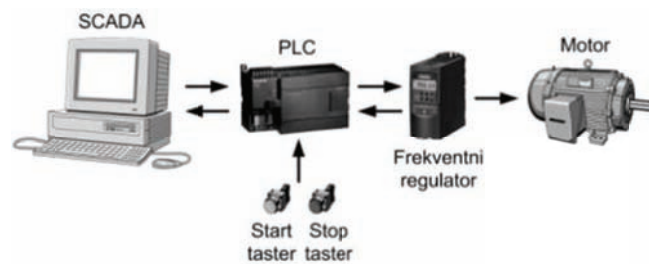
Nakon zaustavljanja pogona ciklus se može ponoviti proizvoljan broj puta uz pomoć *Start* tastera (zeleni taster), dok je prekidanje ciklusa u svakom momentu obezbeđeno tasterom *Stop* (crveni taster). Obezbeđena je i signalizacija uz pomoć zelene i crvene lampice. Zelena lampica svetli kada pogon radi, a crvena kada je pogon na čekanju. Šematski prikaz pogona dat je na slici 3.



Slika 3. Šematski prikaz pogona koji radi bez HMI programa [4]

3.2 Rad pogona sa SCADA programom

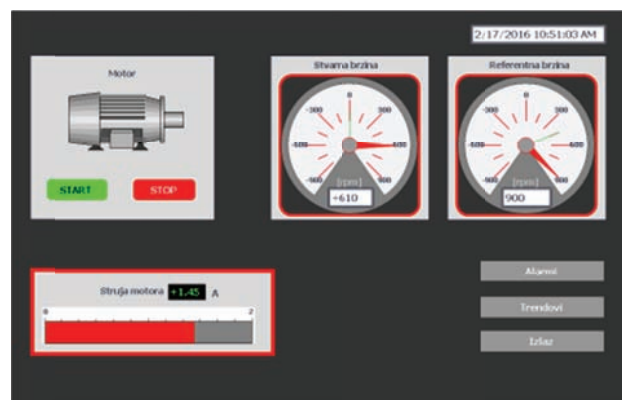
Maketa radi isto kao što je opisano u paragrafu 3.1, s tim što je nadograđen SCADA program za kontrolu i praćenje veličina. SCADA program se izvršava na personalnom računaru i grafički prikazuje: brzinu motora i referentnu brzinu; trendove brzine i struje; alarmna stanja usled prevelike brzine, struje i isključenja motornog zaštitnog prekidača. Omogućeno je pokretanje i zaustavljanje pogona uz pomoć programa, kao i arhiviranje podataka i alarmnih stanja. Informacije o brzini i struji motora frekventni regulator šalje pomoću analognih strujnih izlaza [2, 3] koji se na analognim naponskim ulazima PLC-a [1] preko otpornika konvertuju u napon. Šematski prikaz pogona dat je na slici 4.



Slika 4. Šematski prikaz pogona sa SCADA programom [4]

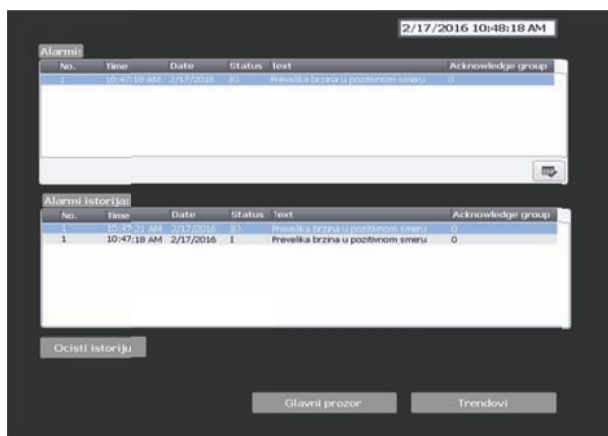
3.3 Grafički interfejs za upravljanje brzinom asinhronog motora

Grafički interfejs SCADA programa za upravljanje brzinom asinhronog motora sastoji se od tri prozora: *Glavni prozor*, *Alarmi*, *Trendovi*, a svaki od njih sadrži dugmad (grafičke elemente tipa *Button*) za prebacivanje na ostala dva. Izgled prozora *Glavni prozor* prikazan je na slici 5.



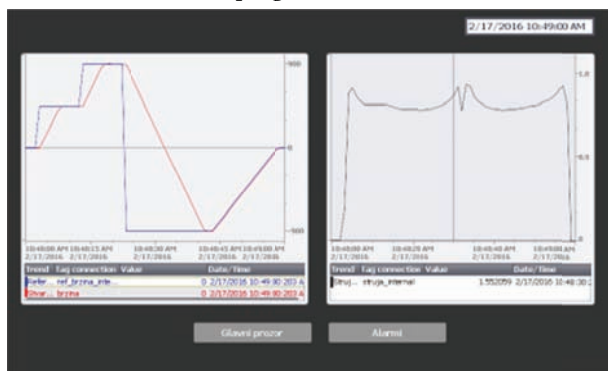
Slika 5. Izgled prozora Glavni prozor

Glavni prozor elementima *Gauge* prikazuje vrednosti stvarne i referentne brzine, dok element *Bar* prikazuje vrednost struje. Tu su dugmad za startovanje i prekidanje rada pogona, kao i dugme za izlazak iz programa. Na slici 6. je prikazan prozor *Alarmi*.



Slika 6. Izgled prozora Alarmi iz prvog zadatka

Ključni delovi prozora *Alarmi* su dva elementa tipa *Alarm View* kojima se prikazuju alarmna stanja. Gornji element prikazuje alarme koji su u toku i zahtevaju potvrđivanje od strane operatera, dok donji prikazuje sadržaj fajla u kome se alarmi arhiviraju. Pored ovih elemenata su dugmad za potvrđivanje alarma i brisanje alarm loga. Izgled prozora *Trendovi* prikazan je na slici 7 sa trendovima brzine i struje nakon završetka demo programa.



Slika 7. Izgled prozora Trendovi

Glavni elementi prozora *Trendovi* su grafički elementi *Trend View* i ima ih dva - jedan prikazuje trend stvarne i referentne brzine, a drugi prikazuje trend struje.

4. ZADATAK II - REGULACIJA BRZINE PROTOKA VAZDUHA

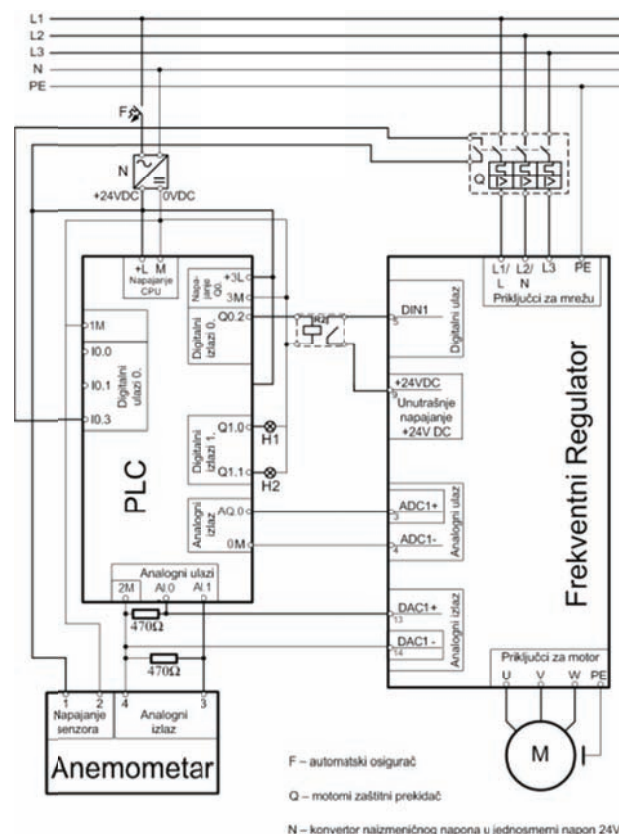
Zadatak pogona je da održava brzinu protoka vazduha na zadatoj vrednosti. Brzina vetra se meri anemometrom, dok je aktuator motor sa ventilatorom na osovini što je prikazano na slici 8. Strujni signal sa anemometra se preko otpornika dovodi na jedan analogni naponski ulaz PLC-a i daje informaciju o brzini protoka vazduha, dok se analognim naponskim izlazom PLC-a zadaje referentna vrednost brzine motora frekventnom regulatoru. Referentna vrednost brzine protoka vazduha zadaje se iz SCADA programa.

U PLC programu je implementiran PI regulator na čije se ulaze dovode referentna i stvarna vrednost regulisane veličine - na osnovu njih i svojih parametara regulator generiše odgovarajući izlaz. Pogon se startuje i prekida iz SCADA programa. Obezbeđena je i signalizacija uz pomoć zelene i crvene signalizacione lampice. Zelena lampica svetli kada pogon radi, a crvena kada je pogon na čekanju.



Slika 8. Senzor (anemometar) i actuator (motor sa ventilatorom)

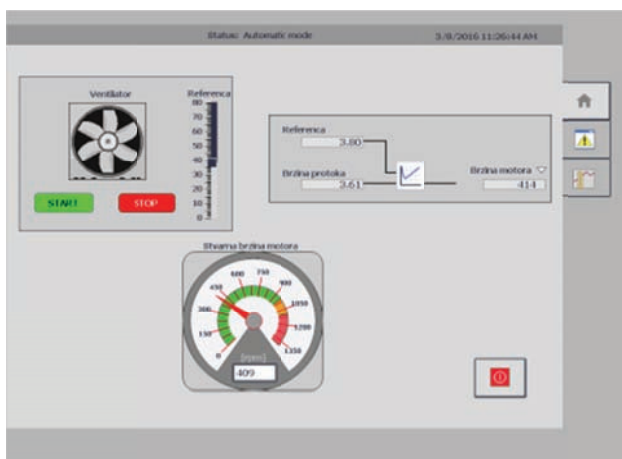
Frekventni regulator šalje informaciju PLC-u o stvarnoj brzini motora, radi grafičkog prikazivanja pomoću SCADA programa, strujnim analognim izlazom koji se preko otpornika dovodi na drugi analogni naponski ulaz PLC-a. Iz SCADA programa omogućeno je pokretanje i zaustavljanje pogona kao i zadavanje reference, zatim grafički prikaz trendova: reference, brzine protoka vazduha i brzine motora. Takođe je omogućeno arhiviranje podataka i alarmnih stanja usled prevelike brzine i isključenja motornog zaštitnog prekidača. Prikaz električne šeme pogona dat je na slici 9.



Slika 9. Električna šema pogona korišćenog u drugom zadatku

4.1. Grafički interfejs za regulaciju brzine protoka vazduha

Grafički interfejs SCADA programa sastoji se od tri prozora: *Glavni prozor*, *Trendovi* i *Alarmi*. Okvir ovih prozora je isti i u zaglavlju sadrži datum/vreme i indicaciju stanja PI regulatora dok u desnom donjem uglu dugme omogućava izlazak iz SCADA programa. Izgled prozora *Glavni prozor* prikazan je na slici 10.



Slika 10. Izgled prozora Glavni prozor interfejsa iz drugog zadatka

U prozoru Glavni prozor ključni element je *Slider* kojim se omogućava zadavanje referentne vrednosti brzine protoka vazduha. Dugmadima *Start* i *Stop* omogućuje se pokretanje i zaustavljanje pogona. *Gauge* prikazuje vrednost stvarne brzine motora, dok gornji grafik pokazuje stanje ulaza i izlaza PI regulatora. Ostala dva prozora su slična kao u prethodnom zadatku i opisana su u paragrafu 3.3.

4.2. Podešavanje PI regulatora

Kreirani regulator u TiaPortal v13 jeste regulator opšte namene PID_Compact. Konfiguracija i optimizacija njegovih parametara se vrše u dva prozora, Configuration i Comissioning, respektivno.

U Configuration prozoru vršimo odabir tipa kontrolera, veličine koja je kontrolisana, vršimo skaliranje i limitiranje ulaza samog regulatora.

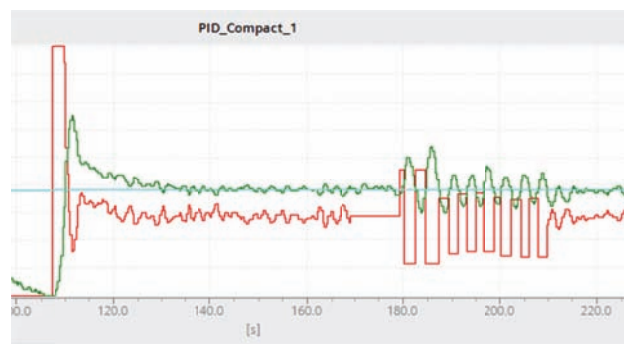
U Comissioning prozoru vršimo optimizaciju parametara regulatora, nadgledanje ulazno-izlaznih veličina regulatora, kao i testiranje sistema na osnovu njegovih izlaza. Funkcije ovog prozora su:

- Pretuning i Fine tuning opcije optimiziranja parametara,
- nadgledanje zatvorene petlje sistema gde su ulazi i izlaz regulatora grafički prikazane,
- testiranje kontrolisanog sistema postavljajući ručno vrednost izlaza.[5]

Pretuning funkcija utvrđuje odziv sistema na osnovu postavljene referentne tačke i skenira sistem na moguće poremećaje. To ispituje tako što postavlja maksimalni izlaz regulatora u vidu step funkcije koja traje sve dok procesna veličina ne dostigne referentnu, tada sa proračunatim parametrima regulator ulazi u automatski režim.

Fine tuning generiše konstantu, pa zatim limitirane oscilacije procesne veličine. Parametri regulatora su optimizirani iz amplitude i frekvencije ovih oscilacija. Obično parametri izračunati ovom funkcijom imaju bolje ponašanje pri poremećajima i upravljanju.

Snimanje parametara se vrši na dugme Upload PID parameters, gde se oni trenutno i trajno smeštaju u PLC. Trendovi prilikom Pretuning- a, Fine tuning- a iz Comissioning prozora je prikazana na slici 12.



Slika 11. Trendovi veličina regulatora

11. ZAKLJUČAK

U ovom radu su opisana dva problema kao i postupci korišćeni pri njihovom rešavanju. Postavljeni zadaci su veoma aktuelni odnosno njihova rešenja primenljiva i lako se mogu sresti u industrijskim pogonima. Prvi zadatak, koji se odnosi na vremenski programirano upravljanje brzinom obrtanja asinhronog motora, bi se mogao sresti kod nekih alatnih mašina koje se koriste u procesu pravljenja nekog proizvoda. Najočiglednija primena rešenja zadatka koji se odnosi na regulaciju brzine protoka vazduha bi bila u tunelima za vetar. Radi se o istoj vrsti problema - brzinu vetra (protoka vazduha) je potrebno održavati na zadatoj vrednosti u cilju ispitivanja uticaja vetra određene brzine na makete objekata (ili objekte u svojoj prirodnoj veličini), njihove aerodinamičnosti, itd. Predstavljena rešenja postavljenih zadataka obuhvataju i SCADA programe za nadgledanje i kontrolu sa računara, pa čine dva mala i jednostavna SCADA sistema koja obavljaju različite poslove.

12. LITERATURA

- [1] Siemens, „SIMATIC S7-1200 Programmable controller - System Manual“, Edition 2015
- [2] Siemens, „MICROMASTER 440 Operating Instructions“,
- [3] Siemens, „MICROMASTER 440 Parameter List“
- [4] Master rad, „SCADA sistem za upravljanje brzinom asinhronog motora primenjen u regulaciji protoka vazduha“ Darko Perović
- [5] Siemens, „WinCC Advanced V13.0 SP1 - System Manual“

Kratka biografija:



Nemanja Stančić je rođen 1989. god. u Užicu. Diplomski - Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, iz oblasti Elektrotehnike i računarstva, na smeru Energetska elektronika i mašine, odbranio je 2016. god.

Vlado Porobić je doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka 2012. god., gde radi kao profesor. Oblast interesovanja su energetska elektronika i elektromotorni pogoni.

Marko Vekić je doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka 2013. god., gde radi kao profesor. Oblast interesovanja su energetska elektronika, elektromotorni pogoni, obnovljivi izvori energije i FACTS uređaji.

RAZVOJ APLIKACIJE ZA KREIRANJE I KONFIGURISANJE SISTEMA VIRTUELNIH MAŠINA**DEVELOPING AN APPLICATION FOR CREATION AND CONFIGURATION SYSTEM OF VIRTUAL MACHINES**

Dejan Sofranin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je predstavljena desktop aplikacija za automatsko kreiranje i konfigurisanje sistema virtuelnih mašina sa Windows operativnim sistemima. Sistem kontroliše jedan domenski kontroler sa aktivnim direktorijumom, a broj klijentskih mašina je proizvoljan i zavisi od performansi računara. U aplikaciju je implementirano i generisanje i prikaz sadržaja konfiguracionog XML dokumenta, koji sadrži osnovne informacije o svakoj mašini u kreiranom sistemu. Generisanje dokumenta može da se vrši na osnovu ulaznih Excel ili XML dokumenata ili na osnovu očitavanja podataka sa sistema.

Abstract – This paper presents a Desktop application for automatic creation and configuration system of virtual machines, with Windows operating systems. Control of System is supervised by Domain Controller with Active Directory. Number of Client machines is arbitrary. Also, the application has implemented a Configuration XML file Generator, and display of its content. Configuration XML contains basic information about every machine in distributed system. Generation may be made on the basis of input Excel or XML documents, or of reading certain data from the system.

Cljučne reči: Sistem virtuelnih mašina, konfiguracija sistema, XML

1. UVOD

Povećanjem broja mrežnih sistema, kao i samih veličina sistema u velikim kompanijama, drastično su se povećali i administratorski poslovi postavljanja i konfiguracije sistema. Automatizacijom ovih radnji značajno se smanjuju: verovatnoća greške, vreme potrebno za izvršavanje poslova, kao i količinu radne snage.

U radu je prezentovana Desktop aplikacija koja kreira sistem virtuelnih Hyper-V računara, povezanih u jedan domen. Nakon konfigurisanja aplikacije, automatski se pokreće proces koji instalira Windows operativne sisteme, odradi njihovu neophodnu konfiguraciju, a zatim kreira mrežu uvezivanjem računara u domen. Po završetku rada korisniku samo preostaje da se uloguje na računar pod domenskim nalogom.

Nakon kreiranja sistema i instalacije određenog softvera na njega, aplikacija poseduje generator konfiguracione

datoteke, koja sadrži osnovne informacije o sistemu, tj. pojedinačne informacije o svakom računaru i načinu međusobne povezanosti. Na osnovu ovog dokumenta, moguća je manipulacija čitavim sistemom sa udaljenog računara.

Konfiguracionu datoteku je moguće generisati tako što se vrši skeniranje celog sistema, iščitavaju vrednosti određenih registara, proveravaju neke fascikle ili datoteke, njihov sadržaj, i na osnovu toga se formira XML dokument. Ovaj dokument je moguće kreirati i na osnovu ulaznih Excel ili XML datoteka, u kojima se nalazi spisak mašina u određenom formatu.

Implementacija aplikacije je realizovana u Visual Studio 2013 programskom okruženju, u .NET Framework-u 4.5.1 kao WPF desktop aplikacija.

2. TEHNIČKI DETALJI**2.1. Aktivni direktorijum**

Aktivni direktorijum predstavlja zajednički repozitorijum informacija o objektima koji se nalaze u mreži. To su korisnici, grupe korisnika, računari, štampači, aplikacije i datoteke. Uobičajena šema aktivnog direktorijuma podržava brojne attribute za svaki objekat klase, koji mogu da se koriste za skladištenje raznovrsnih informacija [1].

2.2. PowerShell

Administratori Unix i Linux sistema oduvek su imali luksuz u kreiranju administratorskih skripti i automatizacije. U suštini, veći broj ovi operativnih sistema je zasnovan na interfejsu iz komandne linije, što znači da su ovi sistemi potpuno funkcionalni bez grafičkog interfejsa [2]. Microsoft Windows operativni sistemi su prvenstveno bili zasnovani na grafičkom interfejsu, što otežava održavanje administrativnih poslova. Microsoft-ovo rešenje za održavanje ovakvih poslova jeste PowerShell. PowerShell predstavlja konzolni interfejs upravljanja Windows operativnim sistemima i oslanja se na .NET. Danas, bilo koji način administratorskog upravljanja, uključujući i grafičke konzole, koristi funkcionalnost PowerShell-a.

2.3. Windows Registry

Windows Registry (registar) predstavlja bazu podataka koja sadrži obilje informacija o podešavanjima operativnog sistema i korisničkog okruženja, podataka o instaliranim programima, računarskoj opremi... Funkcionisanje Windows operativnih sistema zasnovano je na registarskoj bazi podataka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Čapko, docent.

2.4. Hyper-V

Realizacijom Windows Server-a 2008, Microsoft je uključio i ugrađeno rešenje za virtualizaciju – Hyper-V. Hyper-V obezbeđuje dodatnu ulogu operativnim sistemima, počevši od Servera 2008, koja dopušta administratorima da kreira mnoštvo virtuelnih mašina. Virtuelna mašina predstavlja odvojeno okruženje koje pokreće svoj operativni sistem i aplikacije [3].

2.5. Extensible Markup Language – XML

XML predstavlja jezik koji je dizajniran da skladišti i transportuje podatke, a da je razumljiv i čoveku i mašini. XML je načinio revoluciju u razmišljanju o struktuiranju, opisu i razmeni podataka. Postoje mnogi putevi u softverskoj industriji gde se XML koristi, i neprekidno se proširuju, kao što se i sam format XML dokumenta menja i razvija [4].

3. ZADACI PROJEKTOG REŠENJA

Projektna realizacija predstavljena ovim radom je aplikacija koja je podeljena u dve celine. Prvi deo aplikacije, koji je vezan za kreiranje mreže virtuelnih mašina rešava sledeće zadatke:

- Kreira server virtuelnu mašinu sa određenim performansama,
- Postavi Windows Server operativni sistem,
- Kreira korisničke naloge u različitim grupama,
- Postavi aktivni direktorijum,
- Postavi statičku IP adresu,
- Na sličan način napravi i postavi proizvoljan broj klijentskih mašina.

Druga celina vrši manipulaciju konfiguracionim datotekama, i to na sledeći način:

- Generisanje XML-a na osnovu ulaznog Excel ili XML fajla određenog formata,
- Generisanje XML-a na osnovu skeniranja podešenog sistema,
- Grafički prikaz sistema,
- Tekstualni prikaz konfiguracionog dokumenta.

4. KREIRANJE SISTEMA VIRTUELNIH MAŠINA

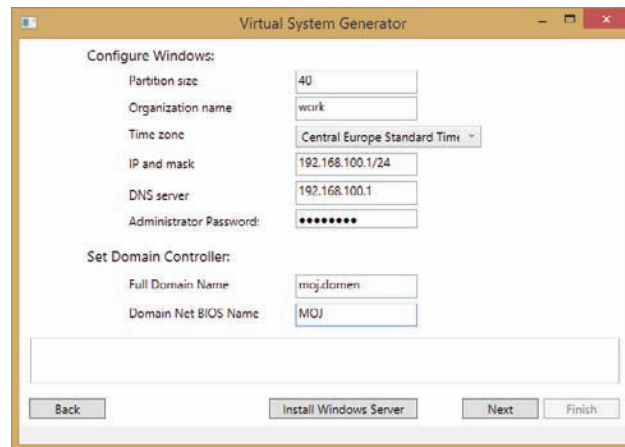
Pokretanjem aplikacije pojavljuje se ekran dobrodošlice, a potom se vrši odabir željenog Windows Server operativnog sistema, koji će predstavljati domenski kontroler. U zavisnosti od izabranog operativnog sistema, u narednom delu se vrši konfiguracija virtuelne mašine, a zatim i operativnog sistema. Konfiguraciju ograničavaju fizičke performanse računara, koje će biti napomene ukoliko neki parametar bude pogrešno naveden.

Vrste operativnih sistema, koje mogu biti odabrane u zavisnosti od uloge koju računar predstavlja u sistemu, navedene su u sledećoj tabeli:

Tabela 1. Vrste operativnih sistema u zavisnosti od uloge

	Operativni sistem
Server (DC)	Windows Server 2008 R2
	Windows Server 2012 R2
Klijent	Windows 7
	Windows 8

U slučaju greške u konfiguraciji ili u procesu kreiranja virtuelne mašine, greške će biti ispisane u donjem polju sa *Slika 1*. U suprotnom, pokrenuće se instalacija novog operativnog sistema i u novom prozoru se može pratiti njen proces.



Slika 1. Konfigurisanje operativnog sistema

Pošto je instalacija servera uspešno pokrenuta, može se pristupiti konfiguraciji klijenata. Klijenti se konfigurisu jedan po jedan i mogu da sadrže različite operativne sisteme. Popunjavanje polja se vrši na isti način kao za server, bez popunjavanja polja koja su vezana za domen, jer se ona podudaraju sa serverom. Nakon konfiguracije, paralelno se pokreću instalacije klijentskih računara u novim prozorima.

Ukoliko su sve željene virtualne mašine pokrenute, kao i instalacija operativnih sistema, kompletno konfigurisanje operativnih sistema će se automatski izvršiti, a aplikacija se može zatvoriti.

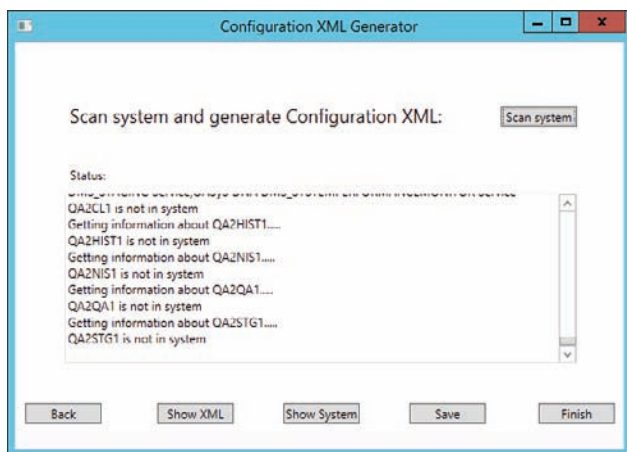
5. UPRAVLJANJE KONFIGURACIONIM XML-OM

Pokretanjem drugog alata koji aplikacija poseduje, otvara se prozor u kojem se odabira način manipulisanja konfiguracionim XML dokumentima. Vrste manipulisanja su generisanje i prikaz sadržaja.

Generisanje XML datoteke može biti izvršeno parsiranjem Excel tabele ili drugog XML dokumenta, u kojima je, u određenom formatu, naveden spisak mašina u celom sistemu, sa svojim glavnim osobinama. Te osobine predstavljaju pripadnost određenom domenu, podsistemu, uloge softvera koji je na mašini instaliran, određeni softverski dodaci, kao i spisak aktivnih servisa.

Drugi način generisanja konfiguracionog dokumenta predstavlja očitavanje potrebnih informacija sa svakog računara u sistemu. Očitavanje se izvršava sa jednog računara, a potreban preduslov je da sistem bude dobro iskonfigurisan, kako bi svaki računar imao pristup određenim resursima drugih računara. Potrebne informacije za generisanje su sve one navedene u primeru parsiranja ulaznih dokumenata, ali i dodatne koje nisu zapisane u njima.

U toku skeniranja sistema, ispisuju se poruke o trenutnim aktivnostima na glavnom prozoru (*Slika 2*). A skeniranje se vrši paralelno na svim računarima.

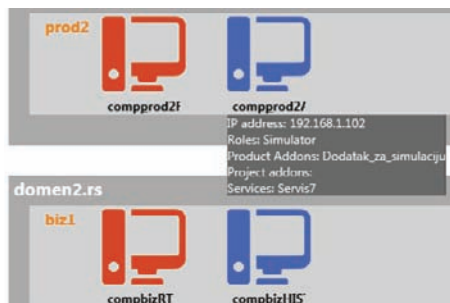


Slika 2. Konfigurisanje XML dokumenta skeniranjem sistema

Ukoliko neka mašina nije dobro konfigurisana ili su ostali neki podaci o mašini koja je uklonjena, mašina će biti izuzeta u razmatranju.

Po završenju skeniranja sistema ili parsiranja dokumenata, formira se konfiguraciona datoteka, a dugmad za dalju manipulaciju ovim dokumentom postaju aktivna i ona se može biti sačuvana na željanu lokaciju.

Sadržaj XML datoteke, pored klasičnog tekstualnog prikaza sa markiranim tekstom u bojama, može biti prikazan i grafički. Na grafičkom prikazu se jasno može videti kompletna slika sistema, prisustvo računara u određenim podsistemima, uloge koje predstavljaju u sistemu, a postavljanjem kursora preko neke ikonice otvaraju se detalji računara koji ikonica prezentuje.



Slika 3. Ispis detalja računara

Kompletna aplikacija ispisuje sve svoje aktivnosti, kako uspešne, tako i poruke u slučaju greške u log dokumentu. Log dokument se generiše sa trenutnim datumom u imenu, a aktivnosti zapisane u njemu zabeležene su zajedno sa trenutkom generisanja.

6. IMPLEMENTACIJA PROJEKTOG REŠENJA

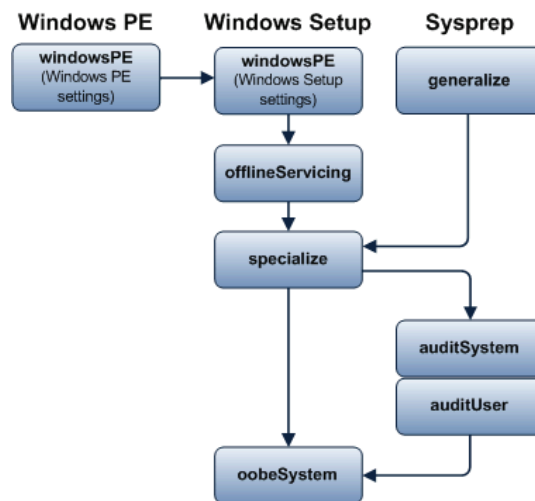
Imajući u vidu da postoji međukorak između dve glavne funkcionalnosti rada, a to je instalacija određenog softvera, implementacija će biti objašnjena u dva dela, po celinama.

6.1. Realizacija kreiranja sistema

Pre početka instalacije i konfiguracije Hyper-V mašina, postoje preduslovi koji moraju biti ispunjeni: korisnički nalog mora imati administratorske privilegije i mora da postoji dovoljno slobodne RAM na serveru za pokretanje novih virtuelnih mašina [5].

Popunjavanjem polja za konfigurisanje virtuelne mašine, formira se PowerShell skripta za kreiranje nove mašine sa zadatim parametrima. A aktivacija skripte sledi tek nakon konfiguracije operativnog sistema.

Da bi se mogla izvršiti automatska instalacija Windows operativnog sistema, Microsoft je razvio XML dokument koji sadrži sva potrebna podešavanja za instalaciju. XML mora imati naziv „AutoUnattend.xml“, i biti smešten na određenoj lokaciji, kako bi bio razmotren prilikom instalacije. Izmene koje se popunjavaju u aplikaciji, menjaju potrebna polja u šablonskom XML dokumentu, a zatim formiraju novi dokument sa traženim nazivom.



Slika 4. Proces automatske instalacije Windows-a

Postavljanje instalacije koje ne zahteva prisustvo čoveka predstavlja praktičan metod automatskog „Deployment-a“ kada postoji veliki broj klijentskih računara. Naročito ako sadrže različite hardvere i zahtevaju različitu konfiguraciju softvera [6].

Pored „AutoUnattend.xml“ formira se i sličan „Unattend.txt“ dokument u slučaju serverskog Windows-a, ili PowerShell skripta za dodavanje u domen, u slučaju klijentskog operativnog sistema.

„Unattend.txt“, sadrži podešavanja za instalaciju uloge aktivnog direktorijuma, a popunjava se na sličan način kao i XML. Skripta koja priključuje klijentski računar u domen pokreće se nakon instalacije OS, zatim proverava aktivnost servera na svakih 20 sekundi. Ukoliko su servisi na serverskom računaru aktivirani, skripta poziva komandu za dodavanje u domen, sa domenskim kredencijalima.

Nakon kreiranja ovih dokumenata, čuvaju se u posebnim folderima za svaki Windows. Zatim se od njih formira novi .iso fajl, koji se učitava na drugi disk virtuelne mašine pored diska na kojem je učitana Windows .iso fajl.

Ovim su predstavljeni svi konfiguracioni koraci za kreiranje virtuelne mašine. Nakon navedenih koraka potrebno je sačekati automatsku konfiguraciju mrežnog sistema, a korisniku jedino preostaje da se uloguje na domenski nalog.

6.2. Realizacija generisanja XML-a

Pošto je ulazni XML, koji sadrži podatke o sistemu, kreiran u obliku starog Excel dokumenta, parsiranje dokumenta se vrši na sličan način. Naime u prvom redu se

definišu imena kolona i ona uvek moraju biti ista. Redosled kolona nije bitan. Zatim se popunjavaju mašine jedna po jedna u zavisnosti od vrednosti kolone, za ceo sistem. Poželjno je da se podaci o računarima popunjavaju po redosledu u kojem želimo da konfiguracioni XML bude kreiran, jer se ne vrši sortiranje. Podaci iz svakog reda formiraju poseban „Dictionary“ element, u kojem je „Key“ vrednost ćelije prvog reda za datu kolonu, a „Value“ vrednost polja u trenutnom redu. Na kraju se svi „Dictionary“ elementi vezuju u jednu listu. Parser će prepoznati domen i podsistem u kojem se nalazi, ali redosled unutar sistema će biti po rasporedu u tabeli.

Generisanje konfiguracionog dokumenta sa sistema prikuplja informacije o svakom računaru u sistemu, pokretanjem samo na jednom. Ove informacije se prikupljaju očitavanjem vrednosti određenih registara, iščitavanjem određenih parametara iz baze aktivnog direktorijuma, parsiranjem određenih .ini dokumenata, proveravanja postojanja određenih putanji na disku, praćenje postojećih fascikli... Nakon prikupljanja, ovi podaci se upoređuju, sortiraju po vrednosti IP adrese, a zatim se formira lista „Dictionary“ elemenata, kao u primeru sa tablicama.

Ukoliko neki računar nije dobro iskonfigurisan, kao u slučaju da servis za pristup registrima sa udaljenog računara nije aktivan, aplikacija pokreće metodu koja će pokušati da postavi pravilnu konfiguraciju. Ako konfiguracija ne bude uspešna, mašina će biti izuzeta iz daljeg razmatranja.

Pošto se iščitavanjem sa sistema dobija nešto više informacija nego iz razmatranih fajlova, postoje različite metode kreiranja konfiguracionog dokumenta. Na početku, u metodi iščitavanja postoji sortiranje zbog toga što se informacije sa sistema dobijaju na slučajan način, jer se izvršavaju paralelno, a u fajlu se mogu popuniti mašine u željenom redosledu. Zatim, sa sistema se dobijaju informacije poput međusobne komunikacije između podsistema u okviru distribuiranog sistema, kao i o redosledu komunikacije.

Tekstualno prikazivanje dokumenta je prikazano kroz *WPF TreeView* element, u kojem je moguće proširivati i skupljati svaku granu, ukoliko ona ima svoje podelemente. Prikazivanje XML teksta je prikazano u bojama, u zavisnosti da li je element teksta ime, ime atributa, vrednost atributa ili vrednostni deo nekog elementa.

Grafički prikaz, pored jasne slike koju pokazuje o sistemu, dinamički formira sliku u zavisnosti od menjanja veličine ekrana. Pozicije ikonice se automatski ponovo računaju nakon svakog menjanja veličine, a zatim se iscrtavaju. Na levoj polovini su prikazani računari sa serverskim operativnim sistemom, a na desnoj sa klijentskom.

7. ZAKLJUČAK

Projektna aplikacija, predstavljena ovim radom, pokazala se kao veoma uspešna u svojoj realizaciji. Potpuno uspešno se startuju svi operativni sistemi, podesi se domenski kontroler sa aktivnim direktorijumom, dodele se statičke IP adrese, klijentske mašine se uvežu u domen... Korisniku preostaje samo da se uloguje na domenski nalog.

Generisanje konfiguracionog XML dokumenta uspešno se izvršava, kako iz određene (Excel ili XML) tabele, tako i prikupljanjem podataka o određenom softveru sa bilo kog računara u sistemu. U njemu se beleže sve informacije potrebne za upravljanjem sistemom sa udaljenog računara.

Omogućen je tekstualni i grafički prikaz sistema, na kojima se jasno vidi raspored računara, kao i njihove uloge razvrstane po zonama i obeleženi su različitim bojama.

Ideja razvoja aplikacije se odnosi na postavljanje softverskog rešenja na distribuirani sistem virtuelnih mašina, kreiranje korisničkih naloga i grupa korisnika sa različitim autorskim pravima, aktivacija DHCP servera, dodatna konfiguracija operativnog sistema i softvera i dr.

8. LITERATURA

- [1] Brian Desmond, Joe Richards, Robbie Allen & Alistar G. Lowe-Norris, „Active Directory“, 5th edition, 2013.
- [2] Jason Helmick, Mike F Robbins, „Windows PowerShell: TFM“, 4th edition, 2013.
- [3] John Kelbley, Mike Sterling, „Windows Server 2008 R2 Hyper-V: Insiders Guide to Microsoft's Hypervisor“, 2010.
- [4] Steve Graham, Doug Davis, Simeon Simeonov, „Building Web Services with Java“, Second edition, 2005.
- [5] Vinith Menon, „Microsoft Hyper-V PowerShell Automation“, 2015.
- [6] William Panek, Taylor Wentworth, „Mastering Microsoft Windows 7 Administration“, Chapter 3: Automating Windows 7 Installation, 2010, pp 48-70.

Kratka biografija:



Dejan Sofranin rođen je u Vrbasu 1991. god. Školske 2010./2011. godine se upisao na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odseka Elektrotehnika i računarstvo, na smeru Računarstvo i automatika. Školske 2014./2015. je upisao master akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u novom sadu, smer Automatika i upravljanje sistemima.

PRIMENA DIGITALNIH FILTARA U ELEKTROMOTORNIM POGONIMA**APPLICATIONS OF DIGITAL FILTERS IN MOTOR DRIVES**Radoslav Ivanović, Vladimir Popović, Darko Marčetić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj - U ovom radu je prikazana analiza rada IIR digitalnih filtara u okviru sensorless pogona sa sinhronom mašinom sa stalnim magnetima utisnutim u rotor zasnovanog na utiskivanju visokofrekventnog test signala. Detaljno je opisan postupak izvođenja jednačina za proračun koeficijenata filtra propusnika niskih učestanosti i filtra propusnika opsega učestanosti, drugog reda. Implementirana je mikroprocesorska realizacija pomenutih filtara na 16-bitnom mikroprocesoru. Verifikacija celokupnog filterarskog sistema data je kroz simulacione i eksperimentalne rezultate rada digitalnih filtara u okviru već pomenutog sensorless pogona sa sinhronom mašinom.

Abstract - In this paper implementation of digital IIR filter system used in interior permanent magnet synchronous motor drive based on high frequency injection method is presented. Detailed procedure for calculation of low pass and band pass second order filter coefficients is given. Verification of filter performances is given through simulation and experimental tests within previously mentioned 16-bit microprocessor based electrical drive.

Ključne reči: Digitalni filtri, Sensorless pogon, Sinhrona mašina

1. UVOD

Pojavom jeftinih i brzih mikroprocesora i uređaja energetske elektronike doprinosi sve većem udelu elektromotornih pogona u globalnom energetskom bilansu. Rad sistema za prenos informacija, regulaciju i upravljanje zasniva se na obradi i prenosu signala. To su samo neki od mnogobrojnih razloga za primenu digitalnih signal procesora (DSP). Javlja se potreba za obradom raznih vrsta signala, kako mernih tako i kontrolnih. Frekvencijski spektar ovih signala je širok i informacija koju ti signali nose uglavnom sadrži merni i/ili sistemski šum. Iz tog razloga raste potreba za razvojem modernih algoritama za digitalnu obradu signala u realnom vremenu. Neizostavnu ulogu u tome imaju digitalni filtri signala. Glavni razlog njihove velike popularnosti se ogleda u superiornim performansama i velikoj robusnosti u odnosu na njihove analogne ekvivalente. Osnovna uloga im se ogleda u poboljšanju frekvencijskog spektra raznih upravljačkih signala uklanjajući ili zadržavajući pojedine delove spektra od interesa. Direktna posledica je smanjenje ili potpuno uklanjanje mernog/sistemskog šuma čineći celokupan sistem upravljanja kvalitetnijim.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Marčetić, vanr. prof.

U ovom radu su analizirane dve osnovne vrste digitalnih filtara, filtri konačnog impulsnog odziva (eng. *Finite Impulse Response* - FIR) i filtri beskonačnog impulsnog odziva (eng. *Infinite Impulse Response* - IIR).

Detaljno je opisan postupak izvođenja jednačina za proračun koeficijenata za obe vrste filtara. Izvršena je njihova uporedna analiza gde su navedene osnovne prednosti i mane pristupa upotrebe pojedinih vrsta. Verifikacija razmatranog sistema je izvršena kroz simulacione i eksperimentalne rezultate rada digitalnih filtara na 16-bitnom mikroprocesoru.

2. DIGITALNI FILTRI TIP A IIR

Velika prednost IIR filtara u odnosu na FIR filtre je mogućnost da se željeni oblik amplitudske karakteristike dobro aproksimira sa filtrom relativno niskog reda. Međutim, IIR filtar za razliku od FIR filtra ne može imati potpuno linearnu faznu karakteristiku, što u izvesnim primenama može predstavljati nedostatak [1].

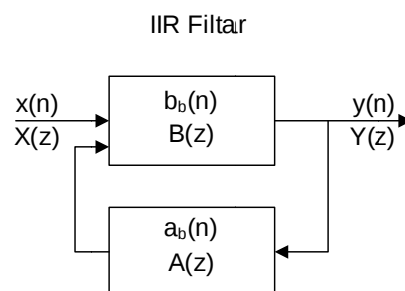
Upravo ove osobine, IIR filtar čine boljim izborom za realizaciju i primenu u okviru većeg elektromotornog pogona.

IIR filtri su digitalni filtri sa beskonačnim impulsnim odzivom. Za razliku od FIR filtara, oni imaju povratnu informaciju, pa su stoga poznati i kao rekurzivni digitalni filtri. Termin rekurzivni odnosi se na činjenicu da ovaj tip filtra za izračunavanje tekućeg odbirka na izlazu iz sistema koristi prethodne odbirke izlaznog signala. Funkcija prenosa IIR filtra predstavlja odnos dva polinoma kompleksne promenljive z^{-1} . U brojiocu figuriše položaj nula, dok u imeniocu figuriše položaj polova rezultujuće funkcije prenosa IIR filtra. Funkcija prenosa digitalnog IIR filtra se definiše izrazom:

$$H(z) = \frac{\sum_{k=0}^N a_k z^{-k}}{1 + \sum_{k=1}^N b_k z^{-k}} \quad (1)$$

gde su a_k , $k = 0, 1, 2, \dots, N$, i b_k , $k = 0, 1, 2, \dots, N$, konstante koje definišu karakteristike sistema, tj a_k i b_k , koeficijenti filtra, N red filtra.

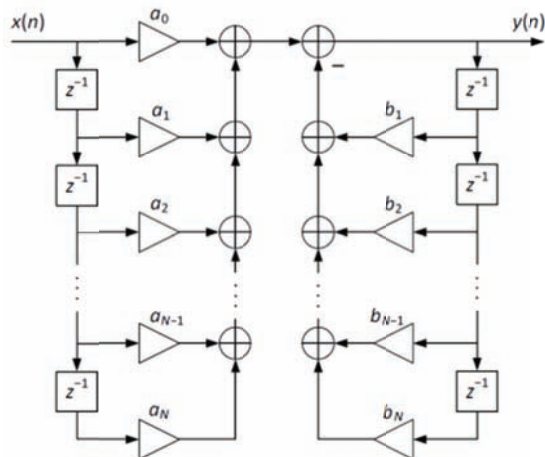
Blok dijagram digitalnog filtra tipa IIR koji odgovara jednačini 1. prikazan je na slici 1.



Slika 1. Blok dijagram digitalnog filtra tipa IIR

Potencijalna nestabilnost koja je tipična za IIR filtre treba posebno proveriti nakon projektovanja filtra.

Na slici 2. je prikazana strukturna realizacija koja odgovara rekurzivnoj funkciji prenosa, kakav je i IIR filter.



Slika 2. Direktna struktura realizacije funkcije diskretnog prenosa IIR filtra N-tog reda

3. POSTUPAK PROJEKTOVANJA DIGITALNIH FILTARA TIPA IIR

Neke od najpoznatijih metoda za projektovanje IIR fitara su: metoda zasnovana na analognom prototip filteru, direktna metoda (za nestandardne frekvencijske karakteristike), algoritmi za direktnu sintezu funkcije prenosa u z ravni i druge.

Svakako najpopularnija metoda je metoda zasnovana na analognom prototip filteru. Ona se zasniva na transformaciji funkcije prenosa referentnog analognog prototip filtra u analogni filter, a zatim iz analognog u digitalni filter. Ova metoda pokazala se kao najbolja u projektovanju standardnih tipova filtera, propusnika niskih učestanosti (NP), propusnika visokih učestanosti (VP), propusnika opsega učestanosti (PO) i nepropusnika opsega učestanosti (NO).

Projektovanje funkcije digitalnog filtra započinje od specifikacija filtra. Definisanjem dozvoljene tolerancije u određenim frekvencijskim opsezima specificiraju se amplitudne karakteristike filtra. Cilj projektovanja funkcije prenosa filtra je obezbediti što niži red funkcije prenosa. U tabeli 1. su date funkcije prenosa najpoznatijih tipova analognih prototipova filtera.

Svi analogni prototip filteri, bez obzira na vrstu, imaju umanjena u frekvencijskom području, tako da u propusnom opsegu učestanost odsecanja iznosi $\Omega = 1$. Iz tog razloga, potrebno je izvršiti skaliranje filtra tokom procesa projektovanja, tako da u propusnom opsegu i nepropusnom opsegu frekvencija odsecanja ima odgovarajuću vrednost. Transformacija iz analognog prototip filtra u odgovarajući analogni filter se obavlja pomoću transformacija prikazanih u tabeli 2. S obzirom da je analogni prototip filter već sam po sebi niskopropusnik vrši se njegova transformacija u analogni niskopropusnik. Transformacija u neki od preostalih tipova propusnika filtera obavlja se uvrštanjem preostalih transformacija u funkciju prenosa analognog niskopro-pusnog filtra. Posebu pažnju treba voditi prilikom transformacije NP u PO ili NO. Naime, ovom transfor-macijom dolazi do dupliranja reda filtra i tu činjenicu je nemoguće izbeći.

Tabela 1. Funkcije prenosa najpoznatijih analognih prototip filtera

Tip filtra	Funkcija prenosa referentnog analognog prototip filtra
Butterworth	$H_a(s) = \frac{1}{\prod_{k=0}^{N-1}(s - s_k)}$
Chebyshev	$H_a(s) = \frac{A_0}{\prod_{k=1}^N (s - s_k)}$, gde je: $A_0 = \begin{cases} 10^{-0,05a_p} \prod_{p=1}^N (-s_p), & N \text{ neparno} \\ \prod_{p=1}^N (-s_p), & N \text{ parno} \end{cases}$
Inverzni Chebyshev	$H_a(s) = \frac{\prod_{k=1,3,5\dots}^N (s^2 + \Omega_k^2)}{\prod_{k=1}^N (s - s_k)}$, gde je: $H_0 = \frac{\prod_{k=1}^N (-s_k)}{\prod_{k=1,3,5\dots}^N \Omega_k^2}$

Napomena: Više o prenosnim funkcijama prikazanim u tabeli može se pronaći u [1].

Tabela 2. Frekvencijske transformacije analognih filtera

Tip transformacije	Transformacija
NP → <u>NP</u>	$s \rightarrow \frac{s}{\Omega_c}$
<u>NP</u> → VP	$s \rightarrow \frac{1}{s}$
<u>NP</u> → PO	$s \rightarrow \frac{s^2 + \Omega_0^2}{s}$
<u>NP</u> → No	$s \rightarrow \frac{s}{s^2 + \Omega_0^2}$

Napomena: Podvučena NP predstavlja niskopropusni analogni filter.

Za transformaciju iz analognog filtra u digitalni u ovom radu je korišćena bilinearna transformacija. Ovom transformacijom se izbegava frekvencijsko preklapanje (eng. *aliasing*) i obezbeđuje da se stabilan analogni filter preslika u stabilan digitalni filter (leva poluravan s ravni se preslikava u jedinični krug). Bilinearana transformacija predstavlja algebarsku transformaciju između promenljivih z i s , i ona glasi:

$$s = \frac{2}{T} \left(\frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}} \right), \quad (2)$$

gde je T perioda PWM signala, i preslikava funkciju prenosa analognog filtra $H_a(s)$ u funkciju prenosa digitalnog filtra $H(z)$.

Relacija između frekvencije analognog prototip filtra Ω i frekvencije digitalnog filtra ω ne može biti linearna i ona glasi:

$$\Omega = \frac{2}{T} \tan\left(\frac{\omega}{2}\right). \quad (3)$$

gde je T perioda PWM signala.

Dobijena funkcija prenosa digitalnog filtra odgovara funkciji prenosa prikazanoj jednačinom 1.

4. PROJEKTOVANI DIGITALNIH FILTRI TIP A IIR

Rad digitalnog filtra zasniva se na proračunu njegovih koeficijenata, na osnovu definisane granične učestanosti filtra. U radu su isprojektovani filter propusnik niskih učestanosti i filter propusnik opsega učestanosti, drugog reda sa varijabilnim koeficijentima. Korišćen je *Butterworth*-ov tip referentnog analognog prototip filter, tačnije njegova funkcija prenosa drugog reda za NP filter odnosno prvog reda za filter PO zbog činjenice da mu se red duplira [2]. Jednačine za proračun varijabilnih koeficijenata filtra propusnika niskih učestanosti su:

$$a_0 = \frac{\Omega_c^2}{1 + \sqrt{2}\Omega_c + \Omega_c^2}, \quad (4)$$

$$a_1 = 2 \cdot a_0, \quad (5)$$

$$a_1 = a_0, \quad (6)$$

$$b_1 = 4 \cdot \left(\frac{0,25}{1 + \sqrt{2}\Omega_c + \Omega_c^2} - \frac{a_0}{2} \right), \quad (7)$$

$$b_2 = 1 - b_1 - a_0 - a_1 - a_2, \quad (8)$$

gde je Ω_c granična učestanost analognog filtra koja se dobija na osnovu definisane frekvencije digitalnog filtra jednačinom 3.

Zbir svih koeficijenata filtra propusnika niskih učestanosti mora biti jednak jedinici. Zato se koeficijent b_2 filtra proračunava oduzimanjem zbira svih ostalih koeficijenata od jedinice [3].

Jednačine za proračun varijabilnih koeficijenata filtra propusnika opsega učestanosti drugog reda su:

$$a_0 = \frac{\Omega_c}{1 + \Omega_o^2 + \Omega_c}, \quad (9)$$

$$a_1 = 0, \quad (10)$$

$$a_1 = -a_0, \quad (11)$$

$$b_1 = 1 - \frac{4\Omega_o^2}{1 + \Omega_o^2 + \Omega_c} + b_2, \quad (12)$$

$$b_2 = 1 - 2a_0. \quad (13)$$

U jednačinama za proračun koeficijenata figurišu učestanosti Ω_c i Ω_o^2 koje se dobijaju pomoću graničnih učestanosti propusnog opsega filtra Ω_{p1} i Ω_{p2} . Ove jednačine glase:

$$\Omega_o^2 = \Omega_{p1}\Omega_{p2} \quad (14)$$

$$\Omega_c = \Omega_{p1} - \Omega_{p2} \quad (15)$$

5. MIKROPROCESORSKA REALIZACIJA DIGITALNIH FILTARA

Koncept digitalnih filtara zahteva isključivo mikroprocesorsku realizaciju zbog činjenice da ih nije moguće

fizički realizovati. Aplikacije koje rade u realnom vremenu zahtevaju upotrebu proračuna u matematici sa nepokretnim zarezom. Zato je neophodno izvršiti normalizaciju veličina koje ulaze u proračun koeficijenata digitalnog filtra, tj potrebno je izvršiti normalizaciju graničnih učestanosti digitalnog filtra. Nakon normalizacije jednačina za proračun granične učestanosti analognog filtra na osnovu frekvencije digitalnog filtra izgleda:

$$\Omega_c = \tan\left(\pi \cdot \frac{f_c^*}{f_s} \cdot f_{MAX}\right) \quad (16)$$

gde je f_c^* normalizovana granična frekvencija digitalnog filtra, f_s frekvencija odabiranja (PWM frekvencija) i f_{MAX} bazna frekvencija [4].

Sistem skaliranja veličina u svrhu korišćenja *fixed point* proračuna u okviru DSP jedinice se bira tako da se za vrednosti osnovnih baznih veličina uzimaju njihove maksimalne vrednosti da bi se izbegao problem prekoračenja pri proračunu u okviru registara DSP-a. Za baznu vrednost broja π uzet je broj 32767, a za baznu vrednost frekvencije 546.11Hz dobijene na osnovu jednačine:

$$f_{MAX} = \frac{32767[\text{rpm}] \cdot p}{60} \quad (17)$$

gde je p broj pari polova.

Algoritam digitalnog filtra sastoji se iz dva dela. Prvi deo odnosi se na proračun koeficijenata filtra na osnovu zadate granične frekvencije, dok se drugi deo odnosi na poziv filtra i on predstavlja mikroprocesorsku realizaciju funkcije prenosa filtra drugog reda. Ona je data jednačinom:

$$y(z) = a_0x(z) + a_1x(z)z^{-1} + a_2x(z)z^{-2} - b_1y(z)z^{-1} - b_2y(z)z^{-2} \quad (18)$$

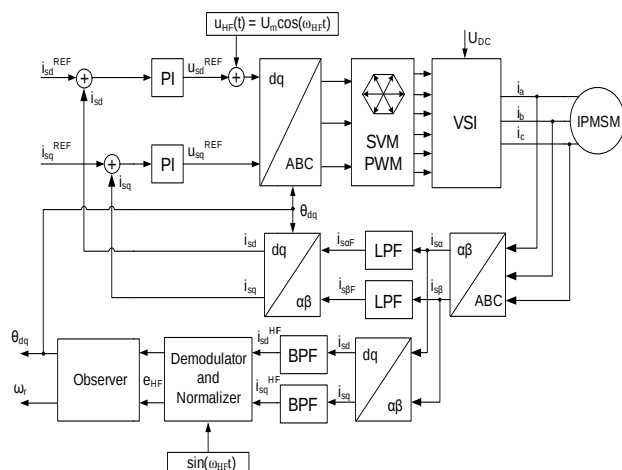
Pozivanje ovog dela funkcije filtra obavlja se u svakom PWM prekidu. Deo funkcije za proračun koeficijenata poziva se samo usled promene granične frekvencije filtra.

6. OPIS DIGITALNOG SENSORLESS POGONA SA SINHRONOM MAŠINOM

Korišćena je trofazna SM sa stalnim magnetima utisnutim u rotor, kojom se upravlja preko mikroprocesora proizvođača FreeScale MC56F8245 koji generiše impulse prema energetsom bloku koji upravlja mašinom. U okviru razmatranog DSP-a je implementirana vektorska kontrola IPMSM.

Osnov vektorske kontrole IPMSM je poznavanje početnog položaja rotora. Ovo je karakteristično samo za sinhronu mašinu. Apsolutni položaj rotora kod IPMSM je onaj koji određuje apsolutni položaj vektora fluksa rotora. Ukoliko nije moguće odrediti početni položaj rotora nije moguće izvršiti optimalno upravljanje IPMSM. Utiskivanjem visokofrekventnog naponskog test signala koji ne ostvaruje moment i analizom visoko frekventnog (VF) strujnog odziva može se zaključiti gde je rotor i na taj ugao pomeramo naš θ_{dq} .

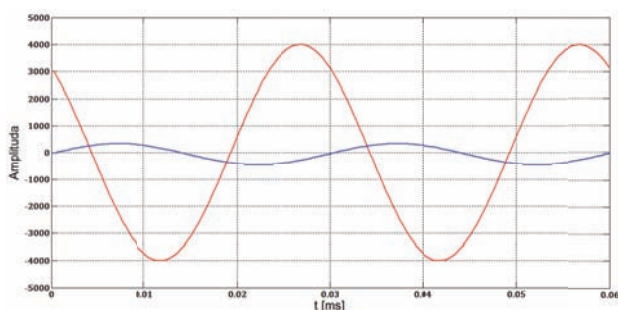
Na slici 3. je prikazan tipičan blok dijagram *sensless* pogona, zasnovan na utiskivanju test signala. U okviru ovog blok dijagrama prikazan je i blok dijagram koji se odnosi na pronalaženje početnog položaja rotora. Prisutnos NP i PO u okviru *sensless* pogona doprinosi kvalitetnijem radu samog pogona i obezbeđivanju informacije potrebne za ostvarivanje vektorske kontrole IPMSM.



Slika 3. Blok dijagram digitalnog VU pogona sa IPMSM

7. PREGLED REZULTATA

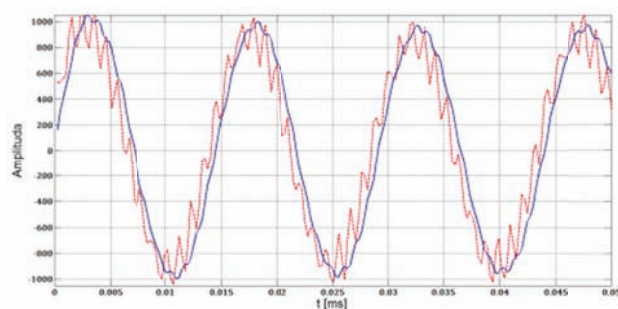
U ovom poglavlju dati su rezultati primene gore projektovanih filtara u pogonu datom na slici 3.



Slika 4. Ulazni i izlazni signal ($f = 32\text{Hz}$) filtar propusnika niskih učestanosti sa $f_c = 32\text{Hz}$

Rezultat rada filtra na malim vrednostima učestanosti prikazan je na slici 4.

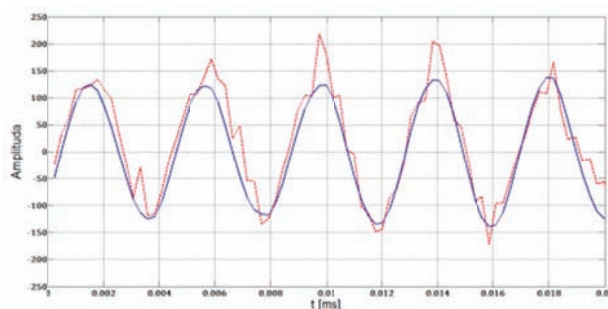
Na slici 5. prikazan je rezultat filtriranja NP filtra granične učestanosti tri puta veće od učestanosti ulaznog signala alpha komponente struje motora, PWM frekvencije 8kHz.



Slika 5. Rezultat filtriranja alpha komponente struje NP filtrom granične učestanosti 40 Hz (brzina 1500o/min)

Rezultat primene PO filtra u cilju pronalaženja magneta rotora sihrone mašine prikazan je na slici 5.

Frekvencije ulaznog signala 250Hz uzeta je za centralnu učestanost propusnog opsega filtra. Širina propusnog opsega filtra je $\pm 50\text{Hz}$.



Slika 6. Rezultat filtriranja pojasnim filtrom d komponente struje centralne učestanosti 250Hz i propusnog opsega $\pm 50\text{Hz}$

8. ZAKLJUČAK

Analizom filtra propusnika niskih učestanosti i filtra propusnika opsega učestanosti na 16-bitnom mikrokontroleru utvrđeno je da usled nedovoljne preciznosti prilikom proračuna koeficijenata filtra na niskim učestanostima nije moguće obezbediti dobar rad filtra.

Primena filtra propusnika opsega učestanosti i propusnika niskih učestanosti ima smisla u okviru algoritma za procenu položaja magneta sinhronne mašine i pored nedostataka sa proračunom koeficijenata na niskim učestanostima. Naime, filtar propusnik opsega učestanosti se primenjuje za filtriranje signala struje relativno velikih vrednosti frekvencija na kojima on ostvaruje dobre rezultate. Sa druge strane primena filtra propusnika niskih učestanosti ostvaruje se na frekvencijama ulaznog signala struje koje se kreću od relativno malih sve do velikih vrednosti frekvencija. Kako ovaj deo algoritma radi na frekvenciji 8kHz (poziva se u svakom drugom PWM prekidu) i uled činjenice da se granična frekvencija filtra postavlja na tri puta veću vrednost od vrđnosti frekvencije ulaznog signala ostvaruje se mogućnost primene ove vrste filtra u okviru razmatranog *sensorless* pogona sa sinhronom mašinom.

Nedostatak preciznosti prilikom proračuna koeficijenta može se preduprediti korišćenjem 32-bitnog mikroprocesora koji obezbeđuje duplo veću preciznost.

9. LITERATURA

- [1] Lj. Milić, Z. Dobrosavljević, "Uvod u digitalnu obradu signala", Akademska misao, Beograd, 1999.
- [2] Z. Milivojević, "Digital Filter Design", mikroElektronika, Beograd, 2009.
- [2] S. Winder, "Analog and Digital filter design, second edition", Newnes, London, 2002.
- [4] D. Marčetić, "Mikroprocesorsko upravljanje energetskim pretvaračima", Novi Sad, FTN, 2012.

Kratka biografija:



Radoslav Ivanović rođen je u Šapcu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2016.god.

GENERISANJE DJANGO WEB APLIKACIJE U OKVIRU KROKI ALATA**GENERATION OF DJANGO WEB APPLICATIONS USING KROKI TOOL**

Tihomir Turzai, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana implementacija generatora koda za okvir za razvoj Django, baziranog na skicama za poslovne aplikacije. Rešenje je integrisano u aplikaciju za skiciranje poslovnih aplikacija Kroki.

Abstract – This paper describes the implementation of a code generator for Django framework based on sketches for business applications. The solution is integrated to an application for making sketches for business applications – Kroki.

Ključne reči: *Kroki, Django framework, Python, generator, Model driven engineering, EUIS DSL*

1. UVOD

U današnjem poslovnom svetu skoro svaka operacija podrazumeva da se koristi neki softver. Počevši od sitnih stvari kao što je plaćanje računa, preko knjigovodstva ili optimizacije naručivanja leka u apotekama, do nekih kompleksnih algoritama koji kupuju ili prodaju akcije umesto čoveka na berzi - svugde se koriste računari sa softverom prilagođenim datoj nameni. Možemo doći do zaključka da uspeh ili propast poslovanja kompanije u velikoj meri zavisi i od kvaliteta softverskog rešenja.

Sa povećanjem konkurencije, zbog neočekivanih promena na tržištu i zbog brzog napredovanja tehnologije, od IT timova se očekuje da sa manje resursa urade što više u što manjem vremenskom roku. Pod ovim se podrazumeva održavanje već postojećih poslovnih sistema, implementacija novih sistema za olakšavanje rada, smanjivanje troškova i vremena implementacije i sa povećanjem kvaliteta koda.

Razvoj softvera vođen modelima (MDE – Model Driven Engineering) izučava metodologije, tehnike i alate koji mogu doprineti bržem razvoju kvalitetnog softverskog koda i time pomoći u ostvarenju gore navedenih ciljeva. Omogućava jednostavniju migraciju između različitih platformi zbog višeg nivoa apstrakcije, rani pogled na kostur softverskog rešenja i veću fleksibilnost jer developeri brzo mogu da redizajniraju kod pomoću promene sadržaja konfiguracionih fajlova ili promenom modela korišćenih u generatorima koda. Ovaj način rada znatno smanjuje vreme razvoja i minimizira broj grešaka.

Sa druge strane, ovakav način razvoja softvera ima i svoje mane. Stariji načini praćenja napretka razvoja ne daju precizne rezultate, a i kod može da bude manje efikasan nego ručno pisani, ako se ovim metodologijama bavi neko ko nema puno iskustva u njihovom korišćenju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Milosavljević.

Zadatak ovog rada jeste generisanje Django [1] poslovnih aplikacija na bazi modela i skica korisničkog interfejsa razvijenih u okviru alata za vizuelno modelovanje poslovnih aplikacija Kroki [2].

Django je okvir za brz razvoj veb aplikacija koji je zasnovan na Python [3] programskom jeziku.

2. OPIS REŠENJA

Za implementaciju rešenja razvijen je podsistem Kroki alata koji se zove KroGen i sastoji se iz tri glavna modula. Prvi modul je odgovoran za čuvanje i parsiranje XML datoteke kreirane od strane Kroki alata. Ta datoteka sadrže sve informacije koje su potrebne za generisanje poslovne aplikacije.

Parser modul tačno preslikava hijerarhiju xml datoteke. Ideja ove modularizacije je da se omogući promena transformatora i generatora koda ako se menja ciljani programski jezik.

Drugi modul se zove DjangoAdapter i povezan je sa parserom i generatorom koda. Služi za transformaciju parsiranih podataka tako da odgovaraju parametrima generatora koda.

Treći modul je generator koda. On koristi podatke iz modula adaptera i izgradnju Django aplikacije pomoću Freemarker šablona.

Proces rada aplikacije se sastoji od četiri glavne operacije: parsiranja sadržaja xml datoteke, pripremanja podataka za django kod generator, generisanja koda i pokretanja aplikacije.

2.1. Parsiranje sadržaja xml datoteke

Pre parsiranja, Kroki generiše XML datoteke zasnovane na pravilima EUIS DSL jezika. Te XML datoteke čuvaju sve informacije za generisanje aplikacije. Ovi podaci su podloga za kreiranje menija, za izgradnju veza između formi, kao i elemenata i operacija u okviru formi. Akcenat je bio stavljen na to da prilikom parsiranja sačuvamo hijerarhiju izvorne datoteke. Ovo je bilo potrebno jer Django razvojni okvir se stalno razvija i sa novim verzijama dešava se da se menja i arhitektura projekta. Parsiranje se vrši sekvencijalno: prvo se parsiraju enumeracije, posle podaci o meniju, zatim o entitetima i na kraju o panelima (formama).

2.2. Pripremanje podataka za django generator koda

Sačuvani parsirani podaci nisu uvek u odgovarajućem ulaznom formatu za generator. Zato podaci moraju proći kroz proces transformacije. U arhitekturi aplikacije generator može samo da pristupi podacima preko adaptera.

2.3. Generisanje koda

Generisanje koda počinje brisanjem datoteka ako su preostale od prethodnog generisanja aplikacije. Nakon toga se kreira struktura direktorijuma generisanog projekta. Posle kreiranja osnovne strukture projekta generišu se pogledi, modeli, forme i url-ovi. Nakon toga se generišu Django html šabloni i na kraju se kopiraju izgenerisani šabloni sa statičkim podacima u određeni direktorijum. Za svaki panel se generišu tri stranice pomoću freemarker šablona: za pregled, unos i izmenu. Ove generisane stranice uzimaju u obzir konfiguracije pročitane iz xml datoteke. Na primer, ako je entitet označen da se ne sme brisati, onda kod za brisanje neće biti izgenerisan na formi pridruženoj tom entitetu.

2.4. Ručno dodavanje koda

U poslovnim aplikacijama često je potrebno implementirati specifične funkcije koji se ne mogu deklarativno specificirati u modelima ili kod kojih bi generisanje bilo sporo ili komplikovano. Neophodno je obezbediti podršku za ručnu izmenu, na način da ih ne ugrozi ponovno generisanje koda.

U generisanom kodu se mogu definisati „zaštićene zone“ koje će osigurati da u okviru tih delova datoteke ne može doći do promene. Ovakvi generatori su komplikovaniji za implementaciju, ali u ovom slučaju nema potrebe za razvijanjem strategije za integraciju ručno pisanog koda i generisanog koda.

Ako su ručne izmene fizički odvojene od generisanog koda, mogu se koristiti više načina integracije kao što su: nasleđivanje, proširivanje (delegacija), parcijalne klase itd. U ovom projektu ručno implementirane funkcije se nalaze u posebnim datotekama. ManualCode.py sadži kod koji se nikad ne menja u toku ponovnog generisanja.

3. IMPLEMENTACIJA

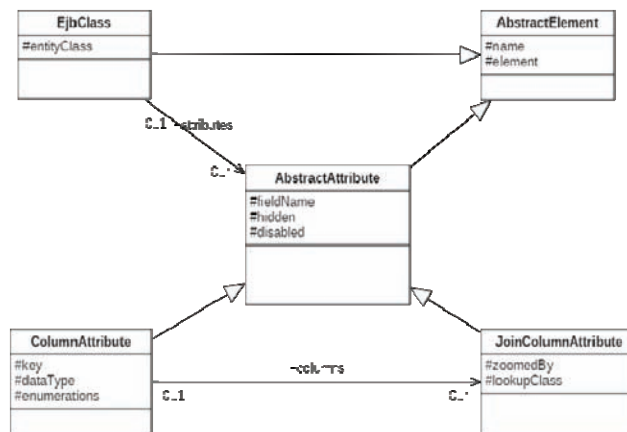
Poglavlje sadrži detaljno objašnjenje implementacije prethodno navedenih modula koja su prikazani na slici 9. Kao što je gore navedeno, KroGen prima na ulazu XML datoteku i vraća na izlazu generisanu Django veb aplikaciju.

3.1. Parsiranje XML datoteka

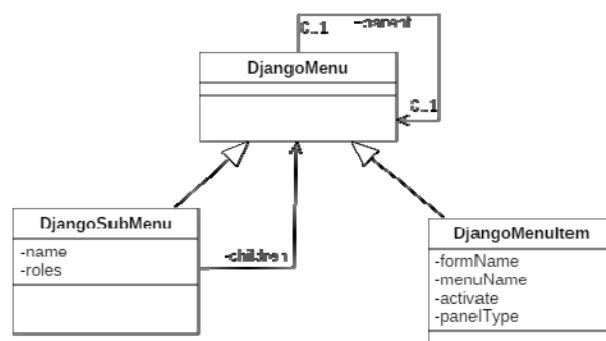
Parsiranje se vrši pomoću DOM java biblioteke. Kao što je pomenuto u prethodnom poglavlju, parsiranje je implementirano sekvencijalnim pristupom. Prvo se parsiraju enumeracije pa tek posle toga meniji, entiteti i na kraju paneli.

Parsiranje podataka počinje učitavanjem datoteka, nakon toga sa DOM bibliotekom transformiše u DOM stablo, a zatim za svaki element stabla se generiše jedna enumeracija. Parsiranje ostalih resursa se vrši na sličan način. Bitno je napomenuti da se prilikom parsiranja panela prvenstveno moraju izparsirati entiteti jer paneli koriste podatke iz entiteta. Ako neki panel u XML fajlu nije povezan sa entitetom onda se taj panel ignoriše.

Prilikom parsiranja entiteta može da se desi da sistem naide na strani ključ. U tom slučaju, parsiranje entiteta koji sadrži strani ključ se zaustavlja i prelazi se na parsiranje elementa kome je to primarni ključ. Tek nakon parsiranja drugog elementa se nastavlja sa parsiranjem prvog. Parsirani entiteti se čuvaju u strukturi pokazanoj na slici 1, dok se parsirani meniji čuvaju u strukturi prikazanoj na slici 2.



Slika 1. Struktura za čuvanje podataka o entitetima



Slika 2. Struktura menija

Kada parser naiđe na meni definisan od strane korisnika, sistem će ignorisati predefinisani meni i uzeće definiciju korisničkog menija. Posle uspešnog parsiranja svi podaci će biti smešteni u DataModel kontejner klasu.

3.2. Generator Koda

Centralni deo projekta predstavlja generator koda. U daljem tekstu je detaljno objašnjeno kako generator funkcioniše i na koji način je implementiran.

Generisanje se sastoji iz više delova. Prvi zadatak generatora koda jeste da kreira neophodne mape i njihovu strukturu. Zatim se počinje sa generisanjem same Django aplikacije.

3.2.1. Skladištenje generisanog koda

Pre generisanja koda sistem briše sve datoteke koje su preostale od prethodnog generisanja. Nakon toga se generiše osnovna struktura projekta u vidu mape. Za brisanje se koristi Apache commons biblioteka, koja omogućava brisanje podmape i podataka koji su bili smešteni u datim mapama.

3.2.2. Generisanje models.py datoteka

Modul models.py sadrži podatke o entitetima i o enumeracijama. Kod se generiše pomoću freemarker šablona. Pre obrađivanja šablona postavlja se globalna promenljiva sa nazivom „context“ koja je kontejner podataka iz kojeg šablon uzima sve što mu je potrebno.

3.2.3. Generisanje forms.py datoteka

Na sličan način se generiše i modul forms.py. Postavljaju se podaci u context koja se potom koristi za generisanje datoteka uz pomoć freemarkera. U šablonu za forms.py posebno treba obratiti pažnju da entiteti i enumeracije budu importovani iz prethodno generisanog models.py modula. Forms.py sadrži elemente atributa entita. Za svaki panel se generišu dve klase. Prva je forma koja služi za unos i izmenu podataka, a druga je forma koja se koristi samo za prikaz.

3.2.4. Generisanje settings.py datoteka

Modul settings.py služi za podešavanje Django aplikacije. Datoteka sadrži podešavanja za bazu podataka, uključanje veb strana projekta i konfiguraciju istih. U settings.py datoteci se podešavaju direktorijumi sa statičkim fajlovima kao što je na primer direktorijum sa Django html šablonima.

3.2.5. Generisanje views.py datoteka

Poslovna logika Django projekta se nalazi u views.py datoteci. Modul sadrži funkcije za prikaz, pretragu, unos, brisanje i promenu entiteta koji su izgenerisani u modelu. Datoteka sadrži i osnovne instrukcije za prijavu korisnika (login), podešavanje prava pristupa, i test funkcije za kreiranje izveštaja i pozivanje uskladištenih procedura. Takođe, tu se određuje koja stranica treba da bude renderovana kojim podacima.

3.2.6. Generisanje urls.py datoteka

Datoteka urls.py služi za povezivanje url šablona sa Python funkcijama. Pomoću modula podešavaju se linkovi za specijalne operacije, npr: link na login stranicu, kreiranje izveštaja, pozivanje uskladištenih procedura i sl. Ova datoteka se generiše na isti način korišćenjem freemarker šablona. Svi linkovi u Django sistemu potrebno je da imaju jedinstveno ime. Pozivanjem imena linka iz html šablona Django će pretražiti link umesto korišćenja običnog teksta. Ovim se mogu izbeći greške poput izmene putanje linkova.

3.2.7. Generisanje HTML Stranica

U ovom projektu su nalaze dve vrste dinamičkih HTML stranica, koje su zasnovane na mehanizmu nasleđivanja. Prva vrsta koristi freemarker šablon, koji se posle obrađivanja prevede u Django šablon sa Django direktivama. Druga vrsta stranice od početka koristi Django šablon sa Django direktivama.

Napravljena je takozvana roditeljska stranica u kojoj su označena mesta za potencijalno redefinisavanje, kao što su uključeni i moduli za navigaciju i fajlovi za dizajn. Mesto za redefinisavanje ili proširavanje se zove block. Kad se nasledi roditeljska stranica, sadržaj bloka se može redefinisati, i na taj način je obezbeđeno ponovno korišćenje stranice na različitim mestima i sa različitim sadržajem.

Modul za navigaciju na web strani je implementiran u navbar.html stranici. Generisanje konkretnog modula za navigaciju se vrši pomoću parsiranih podataka. Modul za navigaciju je uključen u roditeljsku stranicu sa `{% include "navbar.html" %}`. Uzimajući u obzir da svaka html strana nasleđuje roditeljsku stranicu, obezbeđen je prikaz navigacije na svakoj veb stranici.

Na login stranici korisnik može da se prijavi u aplikaciju. Za slanje podataka korišćen je POST request.

Naslovna stranica sadrži samo navigaciju i logout dugme koje je nasleđeno od osnovne stranice base.html. Za svaki entitet se generiše stranica za prikaz, stranica za unos i stranica za pregled pomoću freemarker šablona. Stranica za prikaz sastoji se od tri bitna dela. Prvi deo je namenjen za prikaz entiteta, drugi služi za izcrtavanje dugmadi kojima se pokreću komande, a treći deo je kontejner za dugmad specijalnih operacija.

Stranice za unos i pregled entiteta su slične, na obe stranice je iskorišćena forma iz forms.py datoteke za prikaziv polja za podatke.

3.3. Ručno dodavanje koda

U ovom projektu je predviđeno da se ručno implementirane funkcije nalaze u posebnim datotekama. Datoteka manualCode.py sadrži kod koji se nikad ne menja u toku generisanja.

Pogledi (views) iz ManualCode.py fajla su povezani sa ostalim pogledima preko urls.py datoteke. Elementi statičke prirode su dati u šablonima i mogu se samo ručno menjati, dok se ostali elementi svaki put ponovo generišu. Pored pogleda, mogu se implementirati i posebne funkcije, stranice ili usluge na sličan način ali potpuno nezavisno od generisanog koda. Datoteke statičke prirode su smeštene u direktorijum nazvan customcode.

3.4. Specifične operacije

Specifične operacije u Kroki alatu su: generisanje izveštaja i poziv složenih poslovnih transakcija. Dugme za navedene operacije se dodaje na kroki panel u fazi skiciranja projekta. Pored prethodnog podešavanja može se podesiti i vidljivost specifične operacije.

3.4.1 Izveštaji

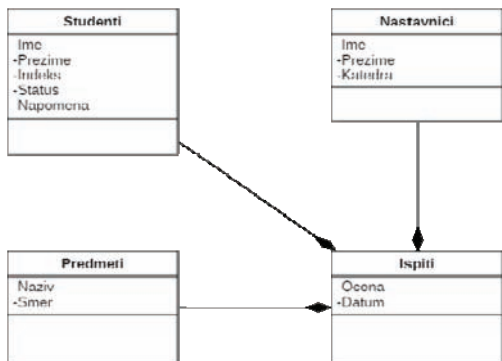
Poslovni izveštaji su svi izveštaji koji su potrebni prilikom operacije kompanije. Komponent koji omogućava generisanje izveštaja u ovoj aplikaciji se zove ReportLab.ReportLab ima svoj api za crtanje. Na izveštaj mogu i da se dodaju specijalni grafički elementi, na primer logo firme. Za pozivanje izveštaja mora da se doda u kroki model Method - Report sa nazivom izveštaja koji je manualno dodeljen.

3.4.2. Poslovne transakcije

Poslovne transakcije su složene operacije nad podacima koje izvršavaju neku složenu poslovnu obradu, obično nad sadržajem više tabela (knjiženje, obračun zarada i sl.). Često se zbog brzine izvršavanja implementiraju kao uskladištene procedure u bazi podataka. Mogu imati parametre koje mogu biti izlazni (Output), ulazno-izlazni (InputOutput) i ulazni (Input).

4. PRIMER TEST APLIKACIJE

U ovom poglavlju je prikazano generisanje aplikacije pomoću dela modela sa tipičnim elementima poslovnog softvera. Primer aplikacije je deo informacionog sistema jednog fakulteta koji prati izlaznost studenata na ispite. Dijagram klasa aplikacije se može videti na slici 12 sa klasama Studenti, Nastavnici, Predmeti i Ispiti.



Slika 3 Dijagram klase test aplikacije

Ovaj model se može skicirati pomoću Kroki alata. Kroki ima svoj UML editor za crtanje dijagrama klasa kao i editor za crtanje formi. Oba editora mogu da obezbede povezivanje i dodavanje atributa skiciranih entiteta. Na donjoj slici se vidi skica entiteta Student, sa osnovnim izgledom i funkcijama.



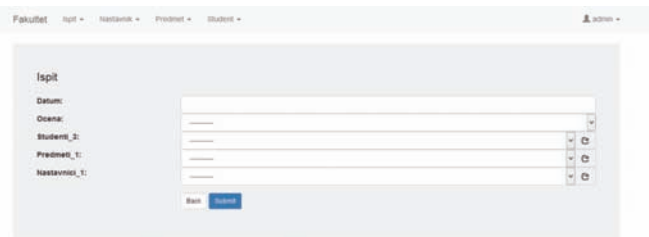
Slika 4 Kroki editor za crtanje formi

Kad korisnik završi crtanje skica ili želi da vidi tekući rezultat razvoja aplikacije, pokreće generisanje pomoću dugmeta na meniju. Pokretanje generisanog aplikacije se vrši automatski, neposredno posle generisanja. Posle logovanja (slika 5) dolazimo do prozora sa menijom. Iz menija možemo doći do prikaza unetih podataka. Ovde mogu da se brišu podaci, vrši pretraživanje po nekom parametru, da osvežimo prikaz ili da unesemo nove podatke. Na desnoj strani forme se vidi dugmad za navigaciju kroz liste koje su povezane sa studentom, za kreiranje izveštaja, za pozivanje uskladištene procedure i za pokretanje ručno kreirane funkcije.

Forma za dodavanje ispita je prikazana na slici 6. Ispit koristi podatke iz druge tabele koje se biraju pomoću combobox-a. Ako ne postoji željeni podatak u combobox-u, korisniku je ponuđeno kreiranje novog podatka pomoću klika na željeno dugme pored polja.



Slika 5 Login stranica



Slika 6 Stranica za unos ispita

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je implementiran generator koda za Django okvir za razvoj u okviru Kroki alata za brz razvoj poslovnih aplikacija. Generator je implementiran korišćenjem java programskog jezika i freemarker biblioteke. Sastoji se od tri glavne komponente. U prvoj komponenti se obrađuju i učitavaju skice napravljene Kroki alatom i sačuvane u XML datotekama. U drugoj komponenti se transformišu učitani podaci u format pogodan za generator koda, a u trećoj se generiše aplikacija pomoću prethodno pripremljenih podataka. Ovim generatorom dobili smo alat kojim se znatno ubrzava razvoj poslovnih sistema. Izgenerisana veb aplikacija sadrži osnovne funkcije kao što su: unos, izmena, brisanje, prikaz i pretraga podataka iz tabela u bazi, kreiranje izveštaja i pozivanje uskladištenih procedura.

6. LITERATURA

- [1] Django razvojni okvir - <https://www.djangoproject.com>
- [2] Kroki - <http://www.kroki-mde.net/>
- [3] Programski jezik Python - <https://www.python.org/>

Kratka biografija



Tihomir Turzai je rođen 22.09.1987. godine u Subotici, Srbija. 2006. godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odeljenje Računarstvo i automatika. Osnovne akademske studije je završio 2010. godine i iste godine upisao diplomatske akademske studije na istom odeljku. Položio je sve ispite predviđene planom i programom sa prosekom ocena 9,83.

ANALIZA UGAONE STABILNOSTI ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA PRI MALIM POREMEĆAJIMA

SMALL SIGNAL STABILITY ANALYSIS OF POWER SYSTEM

Milan Vuković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada opisan je postupak za analizu ugaone stabilnosti elektroenergetskog sistema pri malim poremećajima. Definisan je odgovarajući model, te dat numerički opis pojmova i veličina koje se koriste za analizu ugaone stabilnosti pri malim poremećajima. Na kraju rada su prikazani rezultati analize ugaone stabilnosti pri malim poremećajima za 2 test sistema.

Abstract – The present work describes a method for the small signal stability analysis of power system. After the appropriate model is defined, numerical description of basic concepts and quantities used for small signal stability analysis is given. At the end, results of small signal stability analysis for 2 test systems are presented.

Ključne reči – Ugaona stabilnost, Elektroenergetski sistem, Sopstvena vrednost, Sopstveni vektor, Faktor učešća

1. UVOD

Analiza stabilnosti elektroenergetskih sistema (EES) je deo analize EES-a koji se bavi ponašanjem sistema u uslovima u kojima je došlo do promene proizvodnje ili potrošnje u sistemu ili do pojave kvarova na elementima sistema. Stabilnost elektroenergetskog sistema se može definisati kao svojstvo sistema koje mu omogućava da ostane u ravnoteži u normalnim pogonskim uslovima ili dostigne prihvatljivo stacionarno stanje kada se desi neki od mogućih poremećaja u sistemu [1].

Ugaona stabilnost se bavi sposobnošću povezanih sinhronih mašina u EES da ostanu u sinhronizmu i u normalnim radnim uslovima i nakon što je sistem podvrgnut poremećaju, odnosno sposobnošću svake sinhronizirane mašine u sistemu da održi stanje ravnoteže između elektromagnetnog i mehaničkog obrtnog momenta. Problem ugaone stabilnosti podrazumeva proučavanje elektromehaničkih oscilacija svojstvenih EES-ima [2].

Ugaona stabilnost pri malim poremećajima se bavi sposobnošću EES-a da održi sinhronizam pri malim poremećajima. Smatra se da su smetnje dovoljno male da se može izvršiti linearizacija sistema jednačina u cilju analize. Takvi poremećaji se stalno javljaju u normalnom radu sistema, kao što su male promene u opterećenju [2]. Ugaona stabilnost pri malim poremećajima zavisi od početnog radnog stanja sistema i može imati dva oblika [2]:

- povećanje ugla rotora kroz neoscilatorne ili aperiodične module zbog nedostatka sinhronizacionog momenta, ili
- oscilacije rotora sa povećanjem amplitude zbog nedostatka prigušnog momenta.

2. ANALIZA UGAONE STABILNOSTI PRI MALIM POREMEĆAJIMA

Sistem koji se koristi za analizu ugaone stabilnosti pri malim poremećajima je skup diferencijalno-algebarskih jednačina koje imaju sledeći oblik [3]:

$$\frac{\partial \mathbf{x}}{\partial t} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{y}, t), \quad (1)$$

$$\mathbf{0} = \mathbf{g}(\mathbf{x}, \mathbf{y}, t), \quad (2)$$

gde su:

- $\mathbf{x}$ – vektor promenljivih stanja,
- $\mathbf{y}$ – vektor algebarskih promenljivih,
- $\mathbf{f}$ – vektor diferencijalnih jednačina,
- $\mathbf{g}$ – vektor algebarskih jednačina.

Analiza stabilnosti pri malim poremećajima proučava svojstva stacionarne tačke $(\mathbf{x}_0, \mathbf{y}_0)$ koja zadovoljava sledeći uslov [3]:

$$\mathbf{0} = \mathbf{f}(\mathbf{x}_0, \mathbf{y}_0), \quad (3)$$

$$\mathbf{0} = \mathbf{g}(\mathbf{x}_0, \mathbf{y}_0), \quad (4)$$

kroz analizu sopstvenih vrednosti matrice stanja sistema ($\mathbf{A}_S$). Ova matrica se dobija od kompletne Jacobian-ove matrice ($\mathbf{A}_C$), koja je definisana linearizacijom skupa diferencijalnih i algebarskih jednačina u stacionarnoj tački [3]:

$$\begin{bmatrix} \Delta \dot{\mathbf{x}} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{f}_x & \mathbf{f}_y \\ \mathbf{g}_x & \mathbf{g}_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \mathbf{x} \\ \Delta \mathbf{y} \end{bmatrix} = \mathbf{A}_C \begin{bmatrix} \Delta \mathbf{x} \\ \Delta \mathbf{y} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Matrica stanja $\mathbf{A}_S$ se dobija eliminacijom algebarskih promenljivih pod implicitnom pretpostavkom da $\mathbf{g}_y$ nije singularna, te se dobija [3]:

$$\mathbf{A}_S = \mathbf{f}_x - \mathbf{f}_y \mathbf{g}_y^{-1} \mathbf{g}_x, \quad (6)$$

$$\Delta \dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}_S \Delta \mathbf{x}. \quad (7)$$

2.1. Sopstvene vrednosti i sopstveni vektori

Broj λ_i se označava kao sopstvena vrednost kvadratne matrice $\mathbf{A}$ ako postoji ne-nulti vektor kolona $\mathbf{w}_i$, koji zadovoljava sledeće [3]:

$$\mathbf{A} \mathbf{w}_i = \mathbf{w}_i \lambda_i. \quad (8)$$

Svaki takav vektor $\mathbf{w}_i$ predstavlja desni sopstveni vektor asociiran sopstvenoj vrednosti λ_i [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Savo Đukić, docent.

2.2. Dijagonalizacija kvadratnih realnih matrica

Neka su λ_i i w_i sopstvena vrednost i desni sopstveni vektor kvadratne matrice A . Tada, za svaki par sopstvene vrednosti i sopstvenog vektora važi jednačina (8), odnosno [3]:

$$AW = WA, \quad (9)$$

gde je $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ kvadratna matrica čije su kolone desni sopstveni vektori matrice A , a $A = \text{diag} \lambda_i$ dijagonalna matrica odgovarajućih sopstvenih vrednosti. Ako su sve sopstvene vrednosti λ_i različite, onda su odgovarajući sopstveni vektori linearno nezavisni [3].

Ako su vektori w_i linearno nezavisni onda je matrica W koja je sastavljena od tih vektora neregularna i postoji inverzna matrica U [3]:

$$U = W^{-1} = [w_1, w_2, \dots, w_n]^{-1} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}, \quad (10)$$

gde su u_i redovi matrice U i levi sopstveni vektori matrice A :

$$u_i A = \lambda_i u_i. \quad (11)$$

Množenjem obe strane jednačine (9) sa W^{-1} dobija se:

$$A = \text{diag} \lambda_i = W^{-1} A W = U A W. \quad (12)$$

2.3. Rešenje matričnih diferencijalnih jednačina

Dokazano je da se osnovno rešenje linearnih jednačina sastoji od eksponencijalnih funkcija. U slučaju diferencijalnih homogenih jednačina prvog reda [3]:

$$\frac{\partial x}{\partial t} = ax, \quad (13)$$

fundamentalni sistem rešenja se sastoji od samo jedne eksponencijalne funkcije e^{at} . Partikularno rešenje je oblika [3]:

$$x(t) = e^{at} x_0, \quad (14)$$

gde je $x_0 = x(t_0)$ početni uslov. Matrična forma linearnih homogenih diferencijalnih jednačina je sledeća [3]:

$$\dot{x} = Ax, \quad (15)$$

gde je A kvadratna realna matrica stanja. Jednačina stanja (15) ima rešenje oblika [3]:

$$x(t) = e^{At} x_0, \quad (16)$$

gde su $x(t)$ i x_0 kolone matrice dok je e^{At} kvadratna matrica [3].

Da bi se iskoristila dijagonalizacija matrice za rešavanje jednačine stanja (15), vektor stanja x se transformiše u novi vektor stanja z koristeći sledeću linearnu transformaciju [3]:

$$x = Wz, \quad (17)$$

gde je vektor z kompleksan vektor. Koristeći jednačinu (10), iz jednačine (17) dobija se [3]:

$$z = W^{-1} x = Ux. \quad (18)$$

Koristeći jednačinu (17), iz jednačine (15) dobija se modalna forma jednačine stanja [3]:

$$W \dot{z} = A W z, \quad (19)$$

odnosno [3]:

$$\dot{z} = W^{-1} A W z = \Lambda z. \quad (20)$$

Pošto je matrica Λ dijagonalna, matrična jednačina (20) opisuje skup razdvojenih skalarnih diferencijalnih jednačina [3]:

$$\frac{\partial z_i}{\partial t} = \lambda_i z_i \quad \text{za} \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (21)$$

Svaka od prethodnih jednačina je prvog reda i ima rešenje sledećeg oblika [3]:

$$z_i(t) = e^{\lambda_i t} z_{i0} \quad \text{za} \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (22)$$

gde je z_{i0} početni uslov za modalne promenljive $z_i(t)$.

Skup ovih skalarnih rešenja se može izraziti kao sledeći vektor kolona [3]:

$$z(t) = e^{\Lambda t} z_0, \quad (23)$$

gde je:

$$e^{\Lambda t} = \begin{bmatrix} e^{\lambda_1 t} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{\lambda_2 t} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & e^{\lambda_n t} \end{bmatrix} = \text{diag}[e^{\lambda_i t}]. \quad (24)$$

Jednačine (17) i (23) daju [3]:

$$x = W e^{\Lambda t} z_0, \quad (25)$$

gdje je $z_0 = z(t_0)$ kolona početnih uslova za modalnu promenljivu $z(t)$. Ovi početni uslovi se mogu dobiti koristeći jednačinu (17) kao [3]:

$$z_0 = U x_0. \quad (26)$$

Zamenom (26) u (25) se dobija [3]:

$$x = W e^{\Lambda t} U x_0. \quad (27)$$

Detaljnou matematičkom analizom, dobija se da je vrednost k -te promenljive stanja jednaka [3]:

$$x_k(t) = \sum_{\lambda_i \in \text{real}} c_{ki} \cdot e^{\alpha_i t} + \sum_{\lambda_i \in \text{complex}} 2|c_{ki}| \cdot e^{\alpha_i t} \cdot \cos(\Omega_i t + \phi_{ki}). \quad (28)$$

Analizom jednačine (28) se dolazi do sledećih zaključaka [3]:

- 1) Realne sopstvene vrednosti $\lambda_i = \alpha_i$ predstavljaju odziv $x_k(t)$ aperioidičnog moda koji su proporcionalni $e^{\alpha_i t}$. Ako je $\alpha_i < 0$ onda je odgovarajući aperioidični mod stabilan, a $(-1/\alpha_i)$ je vremenska konstanta eksponencijalnog pada moda. Ako je $\alpha_i > 0$ onda je odgovarajući aperioidični mod nestabilan i eksponencijalno raste.
- 2) Svaki konjugovani par kompleksnih sopstvenih vrednosti $\lambda_i = \alpha_i \pm j\Omega_i$ predstavlja odziv $x_k(t)$ oscilatornog moda proporcionalnog sa $e^{\alpha_i t} \cdot \cos(\Omega_i t + \phi_{ki})$. Ako je $\alpha_i < 0$ onda je odgovarajući oscilatorni mod stabilan. Ako je $\alpha_i > 0$ onda je odgovarajući oscilatorni mod nestabilan. Ω_i predstavlja frekvenciju oscilovanja oscilatornog moda u rad/s. Ugao ϕ_{ki} je

fazni ugao oscilatornog moda i njegova vrednost zavisi od početnih uslova.

- 3) Rešenje $x_k(t)$ neke diferencijalne jednačine je linearna kombinacija modova, a koeficijenti proporcionalnosti zavise od početnih uslova. Odziv dinamičkog modela višeg reda pri malim poremećajima predstavlja linearnu kombinaciju odziva prvog i drugog reda sistema.

- 4) Dinamički sistem opisan jednačinom (15) je nestabilan ako je bilo koji mod nestabilan [3].

S obzirom da je $c_{ki} = w_{ki} z_{i0}$ u jednačini (28) i da zavisi od početnih uslova z_{i0} date modalne promenljive $z_i(t)$. Ako ta modalna promenljiva ima nulte početne uslove onda je $c_{ki} = 0$ i ovaj mod nema uticaja na vrednost $x_k(t)$. Mod ili modalna promenljiva $z_i(t)$ je pobuđena ako je $c_{ki} \neq 0$. Jednačina (28) pokazuje da je trajektorija $x_k(t)$ pod uticajem samo pobuđenih modalnih promenljivih. Ti modovi i modalne promenljive koje imaju najveće vrednosti c_{ki} se nazivaju dominantni modovi ili dominantne modalne promenljive [3].

2.4. Modalna analiza i analiza osetljivosti

Iz jednačine (18) dobijamo sledeću jednačinu [3]:

$$z_i(t) = u_{i1}x_1(t) + u_{i2}x_2(t) + \dots + u_{ij}x_j(t) + \dots + u_{in}x_n(t). \quad (29)$$

Ako su sopstveni vektori normalizovani onda u_{ij} određuje veličinu i fazu učešća date promenljive $x_j(t)$ u aktivnosti datog moda $z_i(t)$. Jednačina (29) pokazuje da levi sopstveni vektor nosi informacije o mogućnosti kontrole pojedinačnih modalnih promenljivih od strane pojedinačnih modalnih promenljivih stanja. Kontrolisanje $x_j(t)$ utiče na datu modalnu promenljivu $z_i(t)$ samo ako element u_{ij} ima veliku vrednost. Ako u_{ij} ima malu vrednost onda kontrolisanje $x_j(t)$ ne može uticati na modalnu promenljivu $z_i(t)$ [3].

Sledeća jednačina pokazuje da desni sopstveni vektor daje informaciju o observabilnosti pojedinačnih modalnih promenljivih u pojedinačnim modalnim stanjima [3]:

$$x_k(t) = w_{k1}z_1(t) + w_{k2}z_2(t) + \dots + w_{kj}z_j(t) + \dots + w_{kn}z_n(t). \quad (30)$$

Ako je sopstveni vektor normalizovan onda w_{kj} određuje veličinu i fazu učešća modalnih promenljivih $z_j(t)$ u aktivnosti promenljive stanja $x_k(t)$. Ovo se naziva modalna forma. Modalna forma predstavlja inherentno svojstvo linearnog dinamičkog sistema i ne zavise od toga gde i kako se primenjuje poremećaj. Modalna forma igra važnu ulogu u analizi stabilnosti EES-a, posebno za utvrđivanje uticaja pojedinih oscilatornih modova na njihanje rotora pojedinih generatora [3].

Neka je λ_i sopstvena vrednost matrice A , a w_i i u_i desni i levi sopstveni vektori te sopstvene vrednosti. Množenjem obe strane jednačine (11) sa w_i dobija se [3]:

$$u_i A w_i = \lambda_i u_i w_i. \quad (31)$$

Zamenom $u_i w_i = 1$ u desnoj strani jednačine (31) dobija se [3]:

$$\lambda_i = u_i A w_i. \quad (32)$$

Neka je β sistemski parametar. Kada se uradi izvod po β prethodne jednačine, dobija se [3]:

$$\frac{\partial \lambda_i}{\partial \beta} = u_i \frac{\partial A}{\partial \beta} w_i. \quad (33)$$

Pretpostavljajući da je $\beta = A_{kk}$, dobija se [3]:

$$\frac{\partial A}{\partial \beta} = \frac{\partial A}{\partial A_{kk}} = \begin{bmatrix} 0 & \dots & 0 & \dots \\ \vdots & \ddots & \vdots & \\ 0 & \dots & 1 & \\ \vdots & & \vdots & \ddots \end{bmatrix}, \quad (34)$$

$$\frac{\partial \lambda_i}{\partial A_{kk}} = u_i \frac{\partial A}{\partial A_{kk}} w_i = \begin{bmatrix} u_{i1} & \dots & u_{ik} & \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & \dots & 0 & \dots \\ \vdots & \ddots & \vdots & \\ 0 & \dots & 1 & \\ \vdots & & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_{1i} \\ \vdots \\ w_{ki} \\ \vdots \end{bmatrix}, \quad (35)$$

Množenjem tri matrice u prethodnoj jednačini, dobija se [3]:

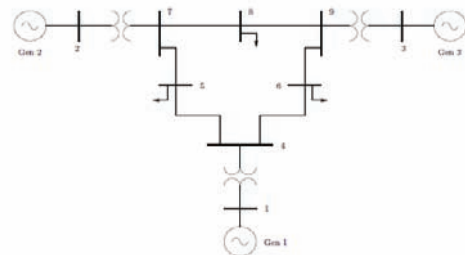
$$\frac{\partial \lambda_i}{\partial A_{kk}} = u_{ik} w_{ki} = p_{ki}. \quad (36)$$

Koeficijenti $p_{ki} = u_{ik} w_{ki}$ se nazivaju faktori učešća. Svaki faktor učešća je proizvod k -tog elementa i -tog levog i desnog sopstvenog vektora. On kvantifikuje osetljivost i -te sopstvene vrednosti na k -ti dijagonalni element matrice stanja. Element w_{ki} sadrži informacije o observabilnosti i -te modalne promenljive u k -toj promenljivoj stanja, dok u_{ik} sadrži informacije o mogućnosti kontrole i -te modalne promenljive koristeći k -tu promenljivu stanja. Otuda proizvod $p_{ki} = u_{ik} w_{ki}$ sadrži informacije o observabilnosti i mogućnosti kontrole. Prema tome, faktor učešća $p_{ki} = u_{ik} w_{ki}$ je dobra mera korelacije između i -te modalne promenljive i k -te promenljive stanja [3].

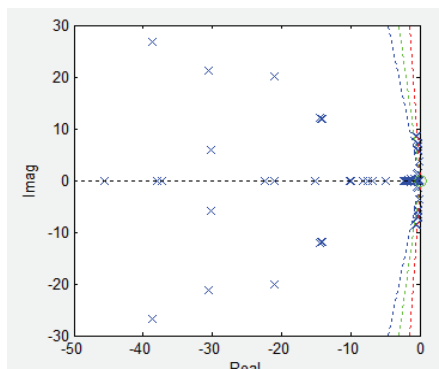
3. ANALIZA UGAONE STABILNOSTI TEST SISTEMA PRI MALIM POREMEĆAJIMA

3.1 Test sistem sa 9 čvorova

Ovaj sistem se sastoji od 3 generatorske jedinice i 9 čvorova. Na slici 1. je data jednodopolna šema test sistema sa 9 čvorova [4]. Na slici 2. su prikazane sopstvene vrednosti u kompleksnoj ravni. U tabeli 1. su prikazane vrednosti najvećih faktora učešća za najkritičnije sopstvene vrednosti.



Slika 1. Jednodopolna šema mreže sa 9 čvorova



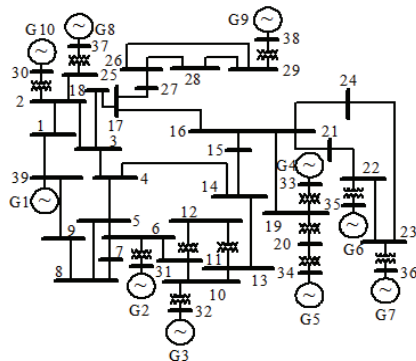
Slika 2. Sopstvene vrednosti mreže sa 9 čvorova

Tabela 1. Vrednosti najvećih faktora učešća za najkritičnije sopstvene vrednosti za test sistem sa 9 čvorova

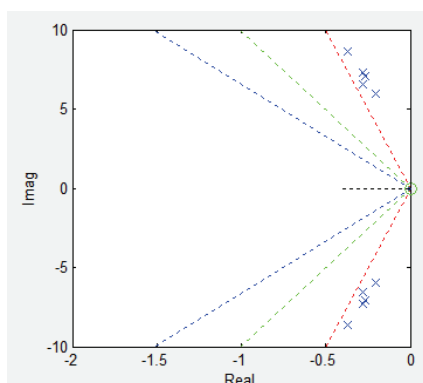
Promenljiva stanja / Sopstvena vrednost	δ_1	ω_1	E_{d1}	E_{d3}
-0.71+j11.60	0.38	0.38	0.03	0.005
-0.71-j11.60	0.38	0.38	0.03	0.005
-5.19	0.01	0.01	0.44	0.48

3.2 New England test sistem

Na slici 3. je data jednopolna šema New England test sistema [5]. Ovaj sistem se sastoji od 10 generatorskih jedinica i 39 čvorova. Na slici 4. su prikazane sopstvene vrednosti u kompleksnoj ravni. U tabeli 2. su prikazane vrednosti najvećih faktora učešća za najkritičnije sopstvene vrednosti.



Slika 3. Jednopolna šema New England test sistema



Slika 4. Sopstvene vrednosti New England test sistema

Tabela 2. Vrednosti najvećih faktora učešća za najkritičnije sopstvene vrednosti New England test sistema

Promenljiva stanja / Sopstvena vrednost	E_{1q_1}	δ_3	t_{g3-Tg_1}	t_{g3-Tg_3}
-0.28+j0.43	0.4	0	0	0
-0.26+j7.1	1e-05	0.27	8e-05	0
-0.019	1e-05	0	0	0.47
-0.02	0	0	0.78	0

4. ZAKLJUČAK

Elektroenergetski sistem je kontinuirano izložen raznim vrstama poremećaja (promene opterećenja, kvarovi, ispadi proizvodnih jedinica i ostalih elemenata sistema). Sposobnost sistema da održi stabilnost prilikom pojave poremećaja je od vrlo bitnog značaja za celokupan rad elektroenergetskog sistema.

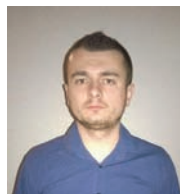
U ovom radu je opisan postupak za utvrđivanje ugaone stabilnosti elektroenergetskog sistema pri malim poremećajima i definisane su sve veličine bitne za analizu ugaone stabilnosti.

Na kraju rada su dati rezultati analize 2 test sistema, date su tabele u kojima su prikazane vrednosti najvećih faktora učešća za najkritičnije sopstvene vrednosti i prikazane su sopstvene vrednosti u kompleksnoj ravni.

5. LITERATURA

- [1] Dragan Popović, Veran Vasić, Zvonko Gorečan, Jugoslav Dujić, *Modelovanje u elektroenergetici*, FTN, Srbija, 2009.
- [2] P. Kundur: *Power System Stability and Control*, New York, New York, USA: McGraw-Hill, 1994.
- [3] J. Machowski, J. Bialek, J. Bumby: *Power System Dynamics: Stability and Control*, Chichester, UK: John Wiley and Sons, 2008.
- [4] Federico Milano, *Power System Modelling and Scripting*, ETSII, University of Castilla – La Mancha, 13071, Ciudad Real, Spain, 2010.
- [5] P.W. Sauer, M.A. Pai: *Power System Dynamics and Stability*, Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall, 1998.

Kratka Biografija:



Milan Vuković rođen je 1990. godine u Travniku. Master rad odbranio je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva–Elektroenergetski sistemi.

**АНАЛИЗА РАЗЛИЧИТИХ ПРИСТУПА МУЛТИФАКТОРНОЈ АУТЕНТИКАЦИЈИ У
WEB АПЛИКАЦИЈАМА****ANALYSIS OF DIFFERENT MULTIFACTOR AUTHENTICATION APPROACHES IN
WEB APPLICATIONS**

Милош Милошевић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У оквиру овог рада приказана је анализа различитих приступа аутентикацији у web апликацијама. Рад даје преглед решења мултифакторне аутентикације која су једноставна за имплементацију, не захјевају додатни хардвер и која се могу лако интегрисати са asp.net технологијом.

Abstract – This paper describes analysis of different approaches of authentication in web applications. The paper gives an overview of multifactor authentication solutions that are simple to implement, does not require additional hardware and which can be easily integrated with the asp.net technology.

Кључне речи: Web апликација, мултифактор аутентикација, шифра, софтверски токен, TAN таблица

1. УВОД

У данашње вријеме, web апликације су јако распрострањене и користе се у различите сврхе (нпр. продаја, интерни информациони системи у фирмама, банкама, разне игре, уређивање слика и видео садржаја, итд.). Неке од ових апликација захтијевају идентификацију и верификацију корисника. Аутентикација корисника доприноси додатној сигурности система.

Постоје разни начини аутентикације приликом пријављивања, као што су шифре, паметне картице или отисак прста. Комбиновање ових појединачних аутентикација представља мултифактор аутентикацију и пружа већу сигурност приликом пријављивања, него ли њихово појединачно коришћење. Анализа различитих приступа мултифакторној аутентикацији у web апликацијама је приказана у даљем тексту.

Овај рад се састоји од 5 поглавља. У другом поглављу приказана је подјела аутентикационих фактора као и њихове предности и мане. У трећем поглављу приказана је имплементација три web апликације, у којима су реализоване три различите мултифакторне аутентикације: SMSApp, AuthenticatorApp и TANTable. Закључак је дат у четвртном поглављу, док пето поглавље наводи литературу, коришћену приликом израде овог рада.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Мирослав Хајдуковић, ред. проф.

2. ТИПОВИ АУТЕНТИКАЦИЈЕ

Аутентикација се може дефинисати као процес валидације, односно провјере идентитета неког ентитета у оквиру одређеног система, којим се дати ентитет представља систему. Успјешна аутентикација омогућује легалан приступ систему, односно онемогућује приступ малициозним корисницима или програмима. Подаци којима се корисници представљају систему, а затим и доказују идентитет називају се креденцијали (енг. *credentials*). Типови креденцијала, односно фактори аутентикације, се могу подијелити у три категорије, у зависности од начина на који се доказује идентитет. Уопштено, креденцијали се могу базирати на нечему што корисник зна, нечему што корисник посједује и нечему што корисник јесте [1].

2.1. Аутентикација по знању

Најједноставније методе аутентикације су методе које се заснивају на нечему што корисник зна (енг. *something you know*), односно подразумева знање одређене информације које само власник креденцијала треба да зна. Примјери оваквог типа креденцијала су шифре [2], PIN кодови [3], *Grid on screen* [4] или неке личне информације [5] (име кућног љубимца, мајчино дјевојачко презиме, итд.). Личне информације до којих се врло једноставно долази никада не треба користити за аутентикацију. Да би успјешно извршио напад, односно приступио систему користећи креденцијале другог корисника, нападач мора да открије информацију која се чува у тајности. Генерално, шифре представљају најслабији механизам аутентикације, који је и најподложнији нападима, али истовремено и најчешће коришћену методу, пре свега због ниске цијене имплементације и једноставности коришћења.

2.2. Аутентикација по посједовању

Аутентикација по посједовању (енг. *something you have*) је аутентикација која се заснива на коришћењу одређеног аутентикационог токена кога корисник посједује и којим он потврђује свој идентитет. Примјери токена су паметне картице (енг. *smart card*), TAN (енг. *Transaction Authentication Number*) таблица [6], хардверски токени (RSA токени) или софтверски токени. Да би успјешно извршио напад, нападач треба физички да дође до токена или да га фалсификује, и управо из тог разлога овај тип аутентикације се никад не користи самостално, већ у комбинацији са још неком методом и служи како би се појачао механизам аутентикације.

2.3. Аутентикација по особинама

Аутентикација по особинама (енг. *something you are*) је метода која се заснива на верификацији идентитета провјером физичких карактеристика (отисак прста, препознавање лица, мрежњача ока) или понашања карактеристичног за корисника који се аутентичује (динамика куцања, препознавање потписа [7]).

Овакви подаци се називају биометријски подаци и корисник може да докаже идентитет само уколико се његова одређена физичка карактеристика подудара са претходно снимљеном вриједношћу у некој бази података.

Предност аутентикације, која се заснива на нечему што корисник јесте, је што је такве креденцијале тешко украсти или фалсификовати.

Са друге стране, биометријски уређаји за провјеру валидности оваквих креденцијала су подложни грешкама, које утичу на квалитет и тачност аутентикације. Биометријске факторе не можемо заборавити или изгубити. Биометријски фактори, када се једном компромитују, остају трајно компромитовани.

Препознавање помоћу биометријских фактора није 100% прецизно и захтијева додатни хардвер.

2.4. Мултифактор аутентикација

Колико год неки механизам заштите био јак, увијек постоји могућност успјешног напада и компромитовања повјерљивих информација, у овом случају креденцијала. Како би се отежали напади на аутентикацију, а тиме и смањено ризик од нежељених приступа систему, често се примјењује више од једног типа аутентикације. Било која комбинација фактора аутентикације назива се мултифактор аутентикација, као што је на примјер:

- шифра (нешто што знамо) и хардверски токен (нешто што посједујемо)
- шифра (нешто што знамо) и отисак прста (нешто што јесмо)
- паметна картица (нешто што посједујемо) и PIN (нешто што знамо).

3. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА МУЛТИФАКТОР АУТЕНТИКАЦИЈЕ

У оквиру рада имплементирани су три веб апликације: *SMSApp*, *AuthenticatorApp* и *TANTable*, како би се демонстрирала мултифактор аутентикација. Коришћена су два фактора аутентикације: први је исти за све три апликације, док се други разликује. За први фактор аутентикације је коришћена шифра за пријављивање (нешто што знамо). Као други фактор аутентикације, у *SMSApp* апликацији је коришћен телефон (нешто што посједујемо), у *AuthenticatorApp* апликацији је коришћен софтверски токен (нешто што посједујемо), док у *TANTable* апликацији је коришћена TAN таблица [6] (нешто што посједујемо). Ове три веб апликације су имплементирани само за демонстрацију мултифактор аутентикације.

Поменути фактори аутентикације су изабрани зато што су једноставни за имплементацију и коришћење, а и бесплатни су за корисника (једино код *SMSApp* апликације онај ко пружа услуге у обавези је да плаћа SMS поруку).

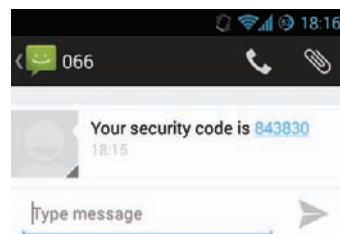
Такође, није им потребан посебан хардвер. За *SMSApp* и *AuthenticatorApp* апликације потребан је мобилни телефон, који у данашње вријеме скоро сви имају. У наредном тексту описане су поменуте три апликације и начин њихове реализације.

3.1. SMSApp

SMSApp апликација је веб апликација која користи два фактора аутентикације: шифру (нешто што знамо) и телефон (нешто што посједујемо).

Приликом регистрације на *SMSApp* апликацију корисник уноси корисничко име, шифру и број телефона.

На серверу се алгоритмом *TOTP* (дефинисаним у RFC 6238 [8]) генерише једнократна шифра. Сервер прослеђује Twilio сервису [9] садржај SMS поруке у облику „Your security code is 843830” као и број телефона корисника на који ће бити послата SMS порука. Корисник добија SMS поруку (слика 3.1) у којој се налази једнократна шифра и потом једнократну шифру уноси у апликацију и тако верификује свој број телефона.



Слика 3.1 SMS порука

Ако је унесена шифра иста као и она коју је сервер генерисао, корисник је успјешно регистрован, а ако није, појавиће му се поново поље да унесе једнократну шифру. Једнократна шифра важи до следећег пријављивања на веб апликацију.

У бази података се налазе следеће информације о кориснику:

- Корисничко име,
- Шифра,
- Број телефона корисника,
- *Timestamp*,
- *Secret* (дијељена тајна),
- *AccessFailedCounter* и
- *LockoutEndDate*.

Корисничко име мора да буде јединствено. Шифра се у бази података не чува у изворном облику. Помоћу *SHA* алгоритма израчунамо хеш вриједност шифре и ту вриједност чувамо у бази података. Број телефона се уноси у интернационалном облику +381... . *Timestamp* је временски тренутак када је сервер генерисано једнократну шифру. *Secret* је низ од 20 знакова, на основу кога се генерише једнократна шифра. *AccessFailedCounter* показује нам колико пута је корисник унио погрешну једнократну шифру. *LockoutEndDate* показује нам до ког временског тренутка је закључан кориснички налог.

Приликом пријављивања на *SMSApp* апликацију корисник уноси корисничко име и шифру. Ако је корисник унио исправно корисничко име и шифру,

сервер генерише једнократну шифру и шаље је кориснику преко SMS поруке користећи Twilio сервис. Корисник добија једнократну шифру SMS поруком и уноси је у поље предвиђено за то. Ако је једнократна шифра иста као и она коју је сервер генерисао, корисник је успјешно пријављен на web апликацију, а ако није, кориснику се нуди да поново унесе једнократну шифру.

Ако корисник унесе три пута погрешну шифру, кориснички налог ће бити закључан наредних 5 минута.

Кориснику ће бити приказана одговарајућа порука. Када је кориснички налог закључан, корисник неће моћи да се пријави на апликацију. Тек након истека 5 минута корисник може поново да покуша да се пријави.

Потребно је да поново унесе корисничко име и шифру, а потом и једнократну шифру.

3.2. AuthenticatorApp

AuthenticatorApp је web апликација која користи два фактора аутентикације: шифру (нешто што знамо) и софтверски токен (нешто што посједујемо).

Приликом регистрације на AuthenticatorApp апликацију корисник уноси корисничко име и шифру. Корисничко име и шифра треба да задовољавају одређене критеријуме.

Корисничко име треба да буде јединствено, а шифра да има минимум 8 знакова, који укључују велико слово, мало слово, број и специјални знак.

Сервер приказује страницу са QR кодом. Корисник треба да на телефону има инсталирану Google Authenticator апликацију [10]. У Google Authenticator апликацији треба да дода кориснички налог тако што ће скенирати QR код. QR код садржи текст у следећем формату:

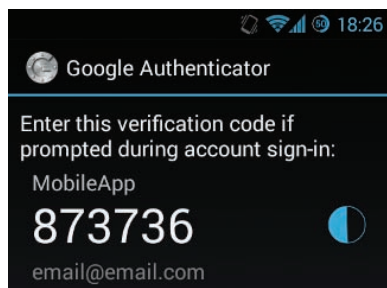
`otpauth://TYPE/LABEL?PARAMETER`

Примјер текста QR кода у AuthenticatorApp апликацији:

`otpauth://totp/AuthenticatorApp:email@email.com?secret=MY2WINTEMQ4GCOBYHA4DIYRSHBRDGM3F&issuer=AuthenticatorApp`

Из текста QR кода види се да користимо „TOTP“ алгоритам, корисничко име је „email@email.com“, secret (дијељена тајна) је приказана у Base32 формату „MY2WINTEMQ4GCOBYHA4DIYRSHBRDGM3F“, а издавач је „AuthenticatorApp“.

Након што скенира QR, код Google Authenticator апликација прави налог за корисника на основу дијељене тајне. Google Authenticator апликација генерише једнократну шифру (слика 3.2).



Слика 3.2 Google Authenticator апликација

Нова шифра се генерише на сваких 30 секунди. На серверу је могуће подесити колико ће да важи једнократна шифра. На примјер: у AuthenticatorApp апликацији на серверу је подешено да једнократна шифра важи 90 секунди. Корисник прочита једнократну шифру из Google Authenticator апликације и уноси је у AuthenticatorApp web апликацију. Ако је једнократна шифра валидна, Google Authenticator је успјешно подешен и корисник је регистрован, а ако није, корисник треба да поново подеси налог у Google Authenticator апликацији и покуша поново да унесе једнократну шифру.

У бази података се налазе следеће информације о кориснику:

- Корисничко име,
- Шифра,
- Secret (дијељена тајна),
- AccessFailedCounter и
- LockoutEndDate.

Корисничко име мора да буде јединствено. Шифра се у бази података не чува у изворном облику. Помоћу SHA алгоритма се израчунава хеш вриједност шифре и та вриједност се чува у бази података. Secret (дијељена тајна) је низ од 20 знакова на основу кога се генерише једнократна шифра. Дијељена тајна се прослијеђује кориснику у облику QR кода. AccessFailedCounter показује колико је пута корисник унио погрешну једнократну шифру. LockoutEndDate показује до ког временског тренутка је закључан кориснички налог.

Приликом пријављивања на AuthenticatorApp апликацију корисник уноси корисничко име и шифру. Ако је валидно корисничко име и шифра, корисник треба да унесе једнократну шифру. Корисник прочита једнократну шифру из Google Authenticator апликације и уноси је у предвиђено поље у AuthenticatorApp web апликацији. Ако је једнократна шифра валидна, корисник је успјешно пријављен, а ако није потребно је да поново унесе једнократну шифру. Ако корисник три пута погрешно унесе једнократне шифре, кориснички налог ће бити закључан. Кориснику ће бити приказана одговарајућа порука. Када је кориснички налог закључан, корисник неће моћи да се пријави. Кориснички налог је закључан наредних 5 минута. После 5 минута корисник треба да поново унесе корисничко име и шифру, а потом и једнократну шифру.

3.3. TANTable

TANTable је web апликација која користи два фактора аутентикације: шифру (нешто што знамо) и TAN таблицу (нешто што посједујемо). У TANTable апликацији постоје два типа корисника: администратор и корисник.

Приликом регистрације корисника на web апликацију TANTable корисник уноси корисничко име и шифру. После тога администратор генерише TAN таблицу за корисника и доставља је кориснику. Када корисник добије TAN таблицу, тек онда може да се пријави на апликацију.

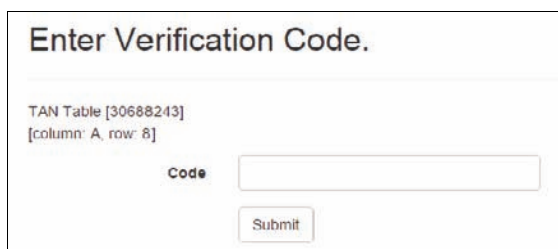
У бази података се налазе следеће информације о кориснику:

- Корисничко име,
- Шифра,
- *TANTableNumber*,
- *AccessFailedCounter*,
- *LockoutEndDate* и
- *TANTable*.

Корисничко име мора да буде јединствено. Шифра се не чува у изворном облику, него се чува њен хеш. *TANTableNumber* је идентификациони број *TAN* таблице. *AccessFailedCounter* показује колико је пута корисник унио погрешну једнократну шифру. *LockoutEndDate* показује до ког временског тренутка је закључан кориснички налог. *TANTable* садржи једнократне шифре, распоређене у редове и колоне.

Свака *TAN* таблица [6] има свој идентификациони број *TANTableNumber*. *TAN* таблица садржи 32 различита псеудо случајна броја. Има 4 колоне и 8 редова. Сваки број садржи 8 цифара.

Приликом пријављивања на *TANTable* апликацију корисник уноси корисничко име и шифру. Ако је валидно корисничко име и шифра, корисник треба да унесе одређени број (једнократну шифру) из *TAN* таблице (слика 3.3).



Слика 3.3 Дијалог за верификацију једнократне шифре

Корисник треба да има код себе *TAN* таблицу и да прочита број из одређеног реда и одређене колоне и унесе га у апликацију. Сервер код себе има копију *TAN* таблице. Ако корисник унесе исправну једнократну шифру, корисник је успјешно пријављен у апликацију, а ако је унио погрешну једнократну шифру, може поново да унесе једнократну шифру из *TAN* таблице. Ако унесе погрешну једнократну шифру три пута, кориснички налог ће бити закључан на 24 сата. Тек после истека 24 сата корисник може да се

поново пријави. Корисник поново треба да унесе корисничко име и шифру, као и једнократну шифру из *TAN* таблице. Приликом сваког пријављивања на апликацију од корисника ће се тражити да унесе једнократну шифру из насумично одабраног реда и колоне.

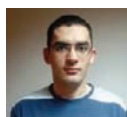
4. ЗАКЉУЧАК

У оквиру овог рада приказана је анализа различитих приступа аутентикацији у *web* апликацијама. Рад даје преглед рјешења мултифакторне аутентикације која су једноставна за имплементацију, не захтијевају додатни хардвер и која се могу лако интегрисати са *asp.net* технологијом.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] D. Rosić, I. Lendak, Bezbednost u smart grid sistemima, 2014
- [2] Strong passwords,
<http://windows.microsoft.com/en-us/windows7/tips-for-creating-strong-passwords-and-passphrases>
- [3] PIN (Personal Identification Number),
<http://banking.about.com/od/checkingaccounts/g/pinnumber2.htm>
- [4] Grid token,
<http://www2.gemalto.com/sas/grid-tokens.html>
- [5] M. Burnett, D. Kleiman, Perfect Passwords. Selection, Protection, Authentication, 2006
- [6] Roger Meyer, Secure Authentication on the Internet, 2007
- [7] J. J. Stapleton, Security without Obscurity, A Guide to Confidentiality, Authentication and Integrity, 2014
- [8] Time-Based One-Time Password Algorithm,
<https://tools.ietf.org/html/rfc6238>
- [9] Twilio Api,
<https://www.twilio.com/api>
- [10] Google Authenticator,
<https://github.com/google/google-authenticator>

Кратка биографија:



Милош Милошевић рођен је у Гацку 1991. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Електротехнике и рачунарства одбранио је 2016. год.

UPOREDNA ANALIZA MODULACIONIH TEHNIKA ZA PRETVARAČ POVEZAN NA MREŽU S OBZIROM NA KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE

COMPARATIVE ANALYSIS OF MODULATION TECHNIQUES FOR GRID CONNECTED CONVERTER IN RESPECT TO POWER QUALITY

Ivana Deković, Boris Dumnić, Bane Popadić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Tema ovog rada je ispitivanje uticaja tehnika modulacije na kvalitet isporučene električne energije. Dve najčešće korišćene tehnike modulacije su poređene, kako bi se pokazao njihov uticaj na harmonijsko izobličenje injektiranih struja. Upporedna analiza je pokazala osnovne karakteristike obe tehnike, naglašavajući njihov uticaj na kvalitet električne energije. Eksperimentalna provera rezultata je urađena korišćenjem naprednog laboratorijskog prototipa na Fakultetu Tehničkih Nauka.

Abstract – The topic of this paper is the influence of modulation techniques on the power quality of the system. Two most common modulation techniques are compared, in order to show their influence on the injected current harmonic distortion. Comparative analysis showed basic control characteristics of both techniques, while emphasizing their contribution to the power quality issues. The experimental verification is made using advanced laboratory prototype developed at the Faculty of Technical Sciences.

Ključne reči: Energetski pretvarač, Modulacione tehnike, Upravljanje pretvaračem, Kvalitet električne energije

1. UVOD

U poslednjoj deceniji došlo je do značajnog povećanja instaliranih kapaciteta distribuiranih energetskih resursa širom sveta. To je dovelo do značajnog povećanja broja pretvarača povezanih na mrežu, integrisanih u distributivne i prenosne sisteme. Sa takvim porastom, kod pretvarača povezanih na mrežu javljaju se problemi vezani za kvalitet električne energije. Razvoj upravljačke strukture pretvarača, koja može otkloniti ove nedostatke, će pozicionirati pretvarač povezan na mrežu kao osnovni element budućih pametnih mreža [1].

Uz razvoj energetskog tržišta zahtevi za kvalitetom energije su porasli i sve su strožiji. U budućnosti, svaki sastavni element elektroenergetskog sistema će morati da se pridržava pravila sa veoma malo prostora za toleranciju. Da bi se smanjio negativan uticaj pretvarača povezanih na mrežu na kvalitet električne energije distributivnih mreža, predloženo je nekoliko metoda. Iako im je primarni cilj isti, ove metode imaju drugačiji pristup.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Boris Dumnić, doc.

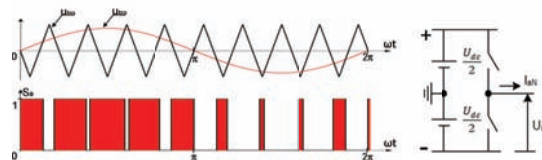
2. MODULACIONE TEHNIKE ZA UPRAVLJANJE PRETVARAČIMA

Savremeno upravljanje uređajima energetske elektronike vrši se primenom neke od tehnika impulsno širinske modulacije (eng. *Pulse Width Modulation – PWM*). PWM je tehnika kojom se analogni signal predstavlja serijom impulsa jednake i konstantne amplitude pri čemu je amplituda željenog signala određena širinom (trajanjem) impulsa. Izbor PWM metode zavisi od zahteva koji se stavljaju pred konkretan pretvarač (minimalni gubici snage, maksimalno iskorišćenje ulaznog napona, izlazni oblici napona i struje s niskim sadržajem harmonika, dobre dinamičke karakteristike, jednostavnost za primenu itd) [2,3].

2.1. Sinusna PWM tehnika sa trougaonim nosiocem

Kod ove modulacione tehnike vrši se poređenje referentnog signala i signala nosioca kako bi se dobili izlazni PWM signali. Referentni signal predstavlja željeni oblik izlaznog napona. Izgled PWM signala zavisi od amplitude i frekvencije referentnog signala pa se ovaj signal naziva i modulišući signal. Noseći signal je signal testerastog ili trougaonog oblika i frekvencije višestruko veće od frekvencije modulišućeg signala. Njegova frekvencija predstavlja prekidačku frekvenciju pretvarača. Kod monofaznih i trofaznih invertora koristi se trougaoni noseći signal jer se pokazalo da su kod ovako generisanih PWM signala nepoželjni viši harmonici udaljeniji od osnovnog harmonika nego što je slučaj kod modulacije s testerastim nosećim signalom [2].

Prekidačka funkcija jedne grane invertora S_a određena je poređenjem sinusnog referentnog signala i trougaonog nosioca kao što je prikazano na slici 1.

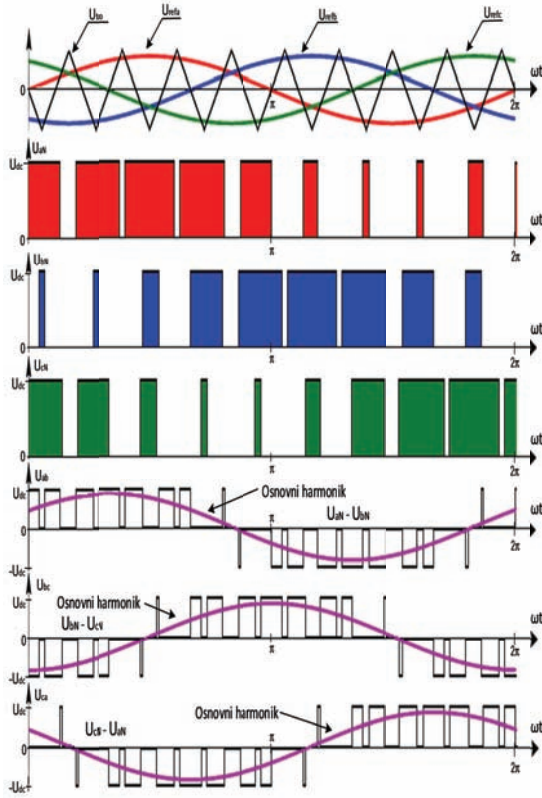


Slika 1. Princip generisanja PWM signala

Za $S_a = 1$ zatvoren je gornji prekidač u grani, a za $S_a = 0$ zatvoren je donji prekidač u grani. Napon na izlazu invertora prema negativnom polu jednosmernog kola je diskretan i ima vrednost V_{dc} kada vodi gornji prekidač, odnosno 0 kada vodi donji prekidač.

Kod trofazne implementacije SPWM modulacione tehnike tri modulišuća signala porede se sa zajedničkim trougaonim nosiocem kako bi se generisali PWM signali

za tri faze. Na slici 2 prikazano je poređenje sva tri modulišuća signala s trougaonim nosiocem kao i sva tri fazna i sva tri međufazna (linijska) napona.



Slika 2. Talasni oblici trofaznog napona dobijeni sinusnom modulacijom

Kod sinusne modulacije potrebno je definisati dve veličine: indeks frekventne modulacije i indeks amplitudske modulacije date izrazima 1 i 2, respektivno.

$$m_f = \frac{f_{tro}}{f_{mod}} \quad (1)$$

$$m_a = \frac{U_{tro}}{U_{mod}} \quad (2)$$

pri čemu je:

f_{tro} – frekvencija trougaonog nosioca,
 f_{mod} – frekvencija modulišućeg (referentnog) signala,
 U_{tro} – amplituda trougaonog nosioca,
 U_{mod} – amplituda modulišućeg (referentnog) signala.

Rad impulsno širinskog modulatora može se podeliti u linearni i nelinearni mod.

U linearnom modu vrh modulišućeg signala je manji ili jednak od vrha nosećeg signala. Kada je frekvencija nosećeg signala barem 20 puta veća od frekvencije modulišućeg signala, pojačanje impulsno širinskog modulatora je jedan pri čemu ovo pojačanje predstavlja odnos izlaznog napona PWM i referentnog napona.

U nelinearnom modu vrh modulišućeg signala je veći od vrha nosećeg signala, a pojačanje PWM je manje od jedan. Harmonijska distorzija izlaznih napona invertora u nelinearnom modu je veća od distorzije napona u linearnom modu.

Opšta predstava modulišućih signala $u_i(t)$ (za pojedine grane $i = a, b, c$) trofaznog PWM modulatora s trougaonim nosiocem je:

$$u_i(t) = u_i^*(t) + e_i(t) \quad (3)$$

gde su $e_i(t)$ utisnuti harmonici, a $u_i^*(t)$ osnovne komponente trofaznog sinusnog napona u odnosu na srednju tačku jednosmernog kola date izrazima 4 - 6.

$$u_a^*(t) = \frac{U_{dc}}{2} \cdot m_a \cdot \sin(\omega t) \quad (4)$$

$$u_a^*(t) = \frac{U_{dc}}{2} \cdot m_a \cdot \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \quad (5)$$

$$u_a^*(t) = \frac{U_{dc}}{2} \cdot m_a \cdot \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right) \quad (6)$$

Za referentne trofazne napone $u_i^*(t)$ važi da je:

$$u_a^* + u_b^* + u_c^* = 0 \quad (7)$$

Izlazni linjski naponi u_{ab} , u_{bc} i u_{ca} dati su izrazima 8 - 10.

$$u_{ab}(t) = \sqrt{3} \cdot \frac{U_{dc}}{2} \cdot m_a \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right) \quad (8)$$

$$u_{bc}(t) = \sqrt{3} \cdot \frac{U_{dc}}{2} \cdot m_a \cdot \sin\left(\omega t - \frac{3\pi}{6}\right) \quad (9)$$

$$u_{ca}(t) = \sqrt{3} \cdot \frac{U_{dc}}{2} \cdot m_a \cdot \sin\left(\omega t + \frac{5\pi}{6}\right) \quad (10)$$

Na granici linearnog oblasti, kada je indeks amplitudske modulacije $m_a = 1$ ima se maksimalno moguća vrednost linjskog napona:

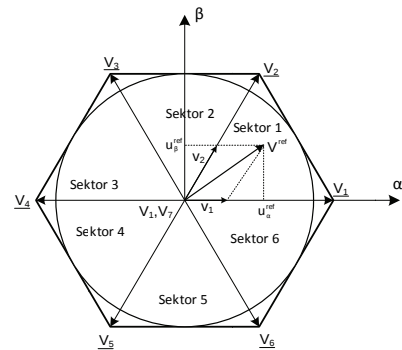
$$U_{lmax} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{U_{dc}}{2} \approx 0,612 \cdot U_{dc} \quad (11)$$

2.2. Tehnika modulacije prostornim vektorom – SVPWM tehnika

Savremeno upravljanje uređajima energetske elektronike vrši se primenom neke od tehnika impulsno širinske modulacije (eng. *Pulse Width Modulation – PWM*). Po značaju za temu ovog rada izdvaja se tehnika modulacije prostornim vektorom (SVPWM tehnika) pa će osnove ove tehnike biti objašnjene u nastavku [2].

Postoji ukupno 8 (2^3) prostornih vektora (fazora), odnosno mogućih potpuno kontrolisanih stanja trofaznog pretvarača. SVPWM tehnika tokom PWM periode kombinuje te vektore tako da se dobije željena srednja vrednost napona na izlazu pretvarača.

Dva nulta vektora $\underline{V}_0$ i $\underline{V}_7$ nalaze se u koordinatnom početku $\alpha\beta$ koordinatnog sistema. Preostalih 6 vektora $\underline{V}_1 - \underline{V}_6$ obrazuju šestougao s centrom u koordinatnom početku, slika 3.



Slika 3. Dijagram prostornih vektora

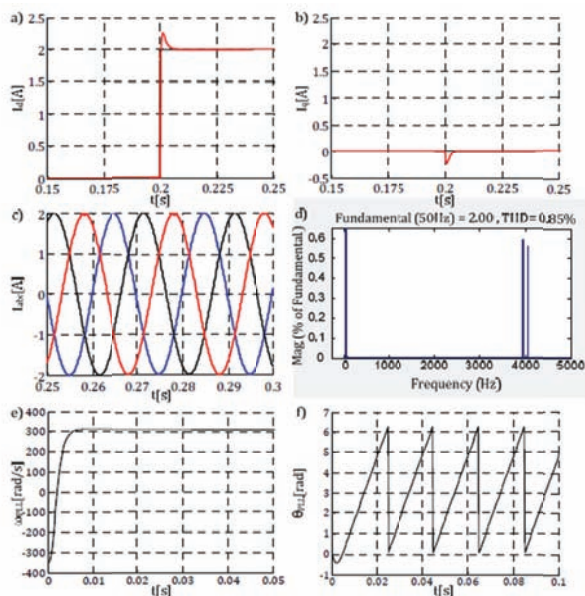
Za referencu se ima prostorni vektor $\underline{V}^{ref}$ koji se dobija kao kombinacija 8 raspoloživih prostornih vektora.

Maksimalna vrednost linijskog napona koja se može ostvariti bez izobličenja postiže se kad je referentni prostorni vektor jednak poluprečniku upisanog kruga. Ova vrednost data je izrazom 12:

$$U_{lmax} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{U_{dc}}{\sqrt{3}} \approx 0,707 \cdot U_{dc} \quad (12)$$

3. REZULTATI SIMULACIJE

U cilju ispitivanja uticaja modulacionih tehnika razvijen je Matlab/Simulink model pretvarača povezanog na mrežu. Model je prilagođen tako da u potpunosti odgovara laboratorijskoj postavci za testiranje ponašanja pretvarača povezanog na mrežu. Upotrebljen je prekidački model pretvarača, mreža je modelovana Thevenenovim ekvivalentnim kolom, a algoritam upravljanja je prilagođen za implementaciju na eksperimentalnoj postavci [4]. Strujna regulacija se izvršava na 4 kHz a merenje na 8 kHz. Da bi se verifikovala implementirana upravljačka strategija, odziv prikazan na slici 4, predstavlja rezultate pretvarača povezanog na mrežu sa d-komponentom struje postavljenom na 2 A. Mogu se uočiti očekivani strujni harmonici dok su talasni oblici sinusoidalni.

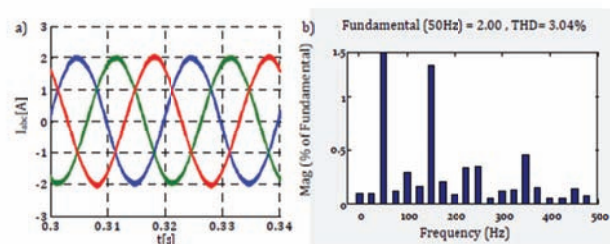


Slika 4. Verifikacija upravljačke strukture

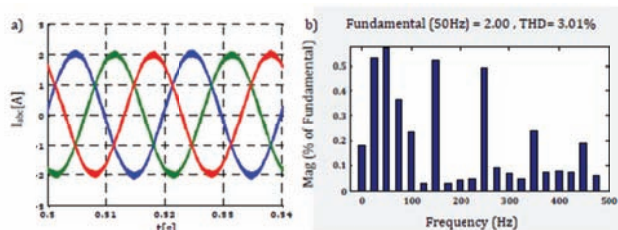
Stoga, može se zaključiti da je postignuto razdvojeno upravljanje struje po d i q osi pretvarača povezanog na mrežu. Dalje, ponašanje pretvarača povezanim na mrežu sa obe tehnike modulacije je testirano.

Nakon toga, implementirana je upravljačka strategija prostornim vektorom na prekidačkom modelu pretvarača povezanog na mrežu, sa idealnim naponima mreže. Idealni naponi su izabrani pošto nesimetrija i izobličenja napona izazvaju izobličenje injektiranih struja. Referentna vrednost struje nije promenjena u odnosu na prethodni test. Na slici 5. su prikazani talasni oblici i spektar struje. Očigledno je da postoji izobličenje injektiranih struja, sa 3. harmonikom vrednosti 1,29 %, koji je posledica modulacije prostornim vektorom. U zavisnosti od snage mreže, u tački povezivanja vrednost distorzije se može razlikovati, jer je za jake mreže napon definisan od strane mreže. Prelaskom sa modulacije prostornim vektorom na sinusnu PWM modulaciju, zbog iskorišćavanja napona DC

među-kola, zahteva se pažljiviji pristup. Ipak referentni naponi u sinusnoj PWM ne bi trebalo da uvedu veće vrednosti harmonika jer one predstavljaju simetrične trofazne idealno sinusne signale. Talasni oblici struje i harmonijska distorzija prikazani su na slici 6. Može se zapaziti da je vrednost 3. harmonika značajno smanjena, što potvrđuje pretpostavku da modulacija prostornim vektorom uvodi 3. harmonik u napon. Nova vrednost harmonika je oko 0,5 %, sa drugim harmonicima koji nisu značajno promenjeni. Ovo nesumnjivo dokazuje da postoji uticaj generisanog napona prostornim vektorom na izlaznu struju.



Slika 5. Talasni oblici struje i distorzija modulacijom prostornog vektora



Slika 6. Talasni oblici struje i distorzija PWM modulacijom

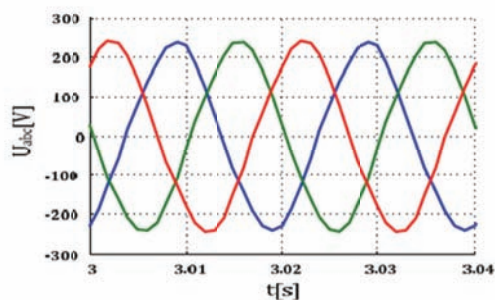
4. EKSPERIMENTALNA VERIFIKACIJA

Predložene modulacione tehnike su implementirane i testirane u laboratoriji na Fakultetu tehničkih nauka. Laboratorijska oprema se sastoji od najsavremenije tehnologije u oblasti elektromotornih pogona i energetskih pretvarača. Osnov stanice predstavlja napredni dSPACE modularni sistem za testiranje aplikacija u realnom vremenu [5]. Izgled istraživačke stanice je prikazan na sl 7.



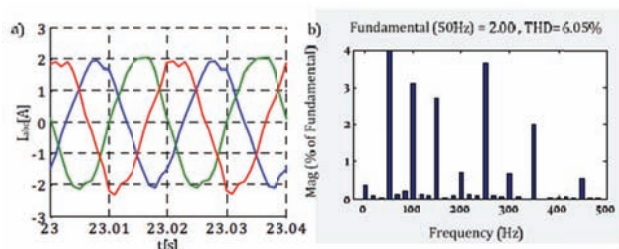
Slika 7. Izgled istraživačke stanice

Ovaj sistem je spojen sa emulatorom električne mreže GE15. Koristeći laboratorijsku opremu prikazanu na slici, testirano je ponašanje pretvarača povezanog na mrežu sa predstavljenim modulacionim tehnikama. Koristeći emulator mreže, skoro idealno sinusni napon, sa THD manje od 0,5 %, je uspostavljen na mestu priključenja. Na slici 8 prikazani su talasni oblici napona na izlazu emulatora.



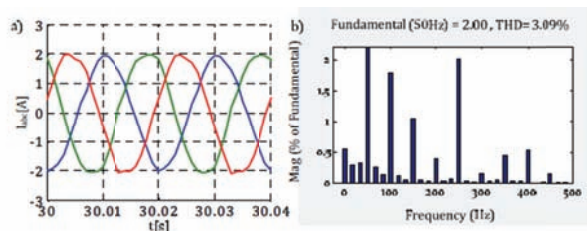
Slika 8. Talasni oblici napona na izlazu emulatora

Sa bliskim nivoima snage invertora i emulatora mreže, možemo smatrati da mreža nije naročito jaka u tački priključenja. U zavisnosti od iznosa i prirode snage (aktivna ili reaktivna) uticaj modulacionih tehnika se u određenoj meri može razlikovati. Na slici 9 je moguće videti ponašanje struja injektiranih u elektroenergetski sistem, za modulaciju prostornim vektorom. Vidljiv je uticaj 3. harmonika, sa amplitudom koja iznosi 2.72 % osnovnog harmonika. Ukupno harmonijsko izobličenje iznosi 6.05 %, dok su ostali dominantni harmonici 5. i 7.



Slika 9. Talasni oblici struja i harmonijski spektar-modulacija prostornim vektorom

Struja za sinusnu PWM tehniku je prikazana na slici 10. Talasni oblici, prikazani pod (a), ukazuju na niži sadržaj 3. harmonika, dok furijeova analiza pokazuje vrednost od 1,07 % osnovnog harmonika. Ovo značajno poboljšanje vrednosti 3. harmonika ostvareno je uz upotrebu jednostavnije modulacione tehnike. Ukupno harmonijsko izobličenje je takođe smanjeno na vrednost 3,09%. Međutim, vrednosti ostalih dominantnih harmonika su na sličnom nivou.



Slika 10. Talasni oblici struja i harmonijski spektar-PWM modulacija

5. ZAKLJUČAK

Dve najčešće korišćene tehnike modulacije su sinusna PWM i modulacija prostornim vektorom. Kao što je prikazano, svaka metoda ima određene prednosti u odnosu na drugu. Međutim, one mogu imati negativne efekte na kvalitet električne energije, s obzirom na uslove rada.

Pokazano je da modulacija prostornim vektorom može uvesti 3. harmonik u napon mreže, samim tim i u struje.

Sinusna PWM, s druge strane ima povoljan spektar struja, sa nižim nivoom 3. harmonika. Međutim, ograničenje maksimalne vrednosti napona može zahtevati da pretvarač povezan na mrežu radi u nelinearnom režimu. Sinusna PWM je lakša za implementaciju, i računski je manje zahtevna od modulacije prostornim vektorom i stoga se preferira kada pretvarač radi sa većim naponima DC među-kola.

6. LITERATURA

- [1] Remus Teodorescu, Marco Liserre, Pedro Rodríguez, „Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems“, John Wiley and Sons, Ltd., 2011.
- [2] J. Holtz, „Pulsewidth Modulation for Electronic Power Conversion“, Proceedings of the IEEE, Vol. 82, No. 8, August 1994, pp. 1194-1214
- [3] V. Katić, I. Kapetanović, V. Fušić, „Obnovljivi izvori električne energije“, Novi Sad, Jun 2007.
- [4] B. Dumnić, B. Popadić, D. Milićević, „Influence of Modulation Technique on Power Quality Issues for Grid Connected Converter“, International Conference on Electrical Drives and Power Electronics, 21-23 Sep., 2015.
- [5] Boris Dumnic, Dragan Milicevic, Bane Popadic, Vladimir Katic, Zoltan Corba, „Advanced laboratory setup for control of electrical drives as an educational and developmental tool“, The IEEE Eurocon 2013, 1- 4 July, Zagreb, Croatia

Kratke biografije:



Ivana Đeković rođena je u Novom Kneževcu, 1991. godine. Diplomirala je 2015. god na Fakultetu tehničkih nauka. Na istom fakultetu master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranila je 2016. god.



Boris Dumnić rođen je u Bileći, R. Srpska, 1976. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. god. Oblast interesovanja su elektromotorni pogoni, energetska elektronika i obnovljivi izvori električne energije.



Bane Popadić rođen je u Doboju 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2012. god.

STATISTIČKA OBRADA PARAMETARA FN ELEKTRANE**STATISTICAL ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF SOLAR PV POWER PLANT**Zdravko Marković, Vladimir Katić, Zoltan Čorba, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Prikupljanje dnevnih podataka o radu fotonaponske elektrane (FNE) je od ključne važnosti za njen uspešan rad. Pokazani su parametri monitoringa FNE po standardu IEC 61724. Kao primer urađena je obrada parametara krovne FNE „FTN Novi Sad“.

Abstract – Photo-voltaic power plant (PVPP) data monitoring is essential for its safe operation. The parameters for monitoring at a PVPP according to standard IEC 61274 are listed. As a case study, data analysis of the roof-top PVPP “FTN Novi Sad” was performed and characteristic results are presented.

Ključne reči: Fotonaponska elektrana, Praćenje parametara, Obrada podataka.

1. UVOD

Fotonaponska elektrana (FNE) direktno transformiše sunčevu energiju u električnu energiju i predstavlja jedan od najjednostavnijih načina korišćenja energije Sunca. Da bi FNE funkcionisala u skladu sa preporukama javne električne mreže potrebno je konstantno proveravati rad sistema u realnim uslovima [1]. U radu su prikazani parametri monitoringa FNE priključene na mrežu po standardu IEC 61274. Kao primer, obrađeni su parametri FNE instalisane na krovu Fakulteta tehničkih nauka (FTN) i izvršena njihova statistička obrada.

2. PARAMETRI MONITORINGA

Kod priključenja male FNE potrebno je obezbediti da su parametri u skladu sa zahtevima datim u TP 16 [1]. Time se omogućuje nesmetan rad i sprečavaju eventualni negativni uticaji na druge potrošače ili generatore. Adekvatan sistem monitoringa omogućuje i pravovremeno otkrivanje operativnih problema, čime se obezbeđuje veći prinos električne energije. U tabeli 1 je prikazan minimalni skup parametara FNE po standardu IEC 61724 [2] za FNE priključenu na mrežu.

Interval uzorkovanja zavisi od parametra, koji se obrađuje i njihove dinamike. Za zračenje Sunca interval uzorkovanja bi trebalo biti 1 min ili manje, a za parametre sa većom vremenskom konstantom između 1 min i 10 min. Ovi podaci se koriste u softveru za monitoring. Snimanje podatka u fajlove podobne za dalju obradu može se vršiti svakih sat vremena ili manje. Za svako merenje i memorisanje podatka upisuje se datum i vreme merenja, a podaci treba da budu u formatima podobnim za dalju obradu FNE.

NAPOMENA:

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

Tabela 1. Parametri FNE koji se mere u realnom vremenu

Parametar	Simbol	Jedinica mere
Zračenje Sunca	G_i	W/m^2
Temperatura ambijenta	T_a	$^{\circ}C$
Temperatura modula	T_m	$^{\circ}C$
Brzina vetra	S_w	m/s
Izlazni napon FN niza	V_{dc}	V
Izlazna struja FN niza	I_{dc}	A
Izlazna snaga FN niza	P_{dc}	kW
Izlazni napon prema mreži	U_{ac}	V
Izlazna struja prema mreži	I_{ac}	A
Izlazna snaga prema mreži	P_{ac}	kW
Trajanje ispada sistema sa mreže	T_{out}	sec
Odnos ostvarenja PR (Performance ratio)	PR	%

Glavni ciljevi sistema za praćenja su merenje iskorišćenja energije, kao i ocena efikasnosti FN sistema i brzo prepozna nedostatke u dizajnu kao i kvarove sistema. Mnogi veliki FN sistemi koriste analitičko praćenje, kako bi se sprečili ekonomski gubici zbog operativnih problema. Zahtevi za analitičko ili detaljno praćenje sistema uključuje automatski sistem, koji namenski prikuplja podatke sistema sa minimalnim skupom parametara koji se prate [3]. Efikasnost jedne FNE može se izraziti različitim parametrima [4], a zbog velikog broja podataka pogodna je i statistička obrada.

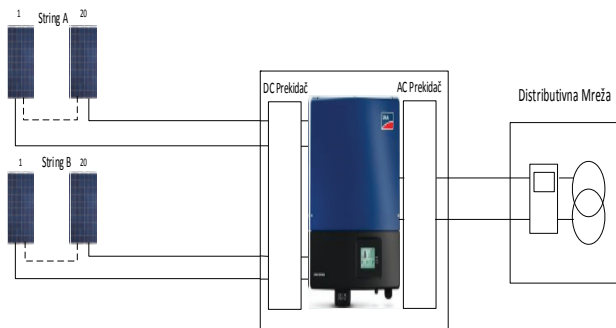
Studija koja je rađena u Nemačkoj za kvarove sistema od 1 do 5 kWp, koji su povezani na mrežu, utvrdila je da se statistički kvar desi svakih 4,5 godine po elektrani. Od toga najčešće kvarovi su se dešavali na invertoru u 63 % slučajeva, u 15 % slučajeva su bili na FN modulima, a u 22 % slučajeva na ostalim komponentama sistema [3].

3. FNE INSTALIRANA NA KROVU FTN-a

FNE "FTN Novi Sad" izvedena je na krovu zgrade FTN-a. Sastoji se od 40 FN panela poređanih u dva niza ("A" niz i "B" niz) firme Jinko Solar model JKM245P-60 EU (polikristalni), pojedinačne snage 240 Wp. Ukupna snaga FNE je 9,6 kWp. FN paneli su povezani preko zaštitne opreme na Invertor Sunny Tripower 8000TL-10. Invertor je smešten u razvodni orman u sklopu kog su i neophodna sklopna i zaštitna oprema i to: ručni DC i AC prekidači, motorni prekidač, vremenski rele i rele namenjen malim FNE za sprečavanje ostrvskog režima rada.

Pored energetskog dela u FNE postoje komunikaciono-nadzorni i merni uređaji, koji se sastoje iz: Integrisanog komunikacionog uređaja u invertoru, uređaja za komunikaciju putem interneta (WebBox), mernog uređaja (Sensor-Box) i računara. WebBox sa integrisanim webserverom, omogućava zapis najbitnijih parametara sistema u internu

memoriju i na računar. SensorBox je mini meteorološka stanica, koja meri sunčevo zračenje, brzinu vetra, temperaturu FN panela i temperaturu vazduha. Ovi uređaji omogućavaju nadzor elektrane na licu mesta, ali i daljinski putem interneta. Kompletan rad ove FNE može se pratiti preko web sajta <https://www.sunnyportal.com>. Na slici 1 dat je organizacioni prikaz krovne FNE "FTN Novi Sad".



Slika 1. Struktura krovne FNE "FTN Novi Sad".

4. OBRADA PODATAKA

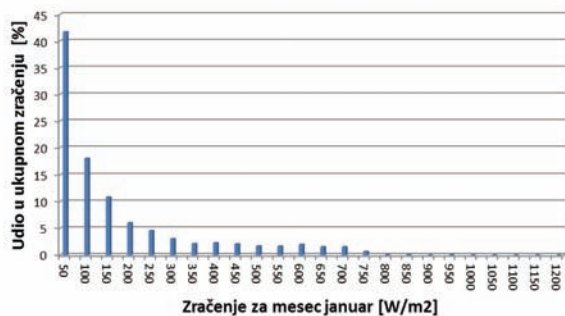
Prikupljanje podataka urađeno je pomoću Sunny WebBox-a, koji je podatke šalje direktno na računar. Pored toga što prikuplja i dokumentuje podatke sa svih povezanih uređaja, ovaj uređaj vrši i nadzor nad elektranom. Podaci se upisuju su na nivou 5 min, a dobijeni su pri normalnom radu sistema priključenom na mrežu. Ipak, postoji mogućnost ispada sistema sa mreže. Takođe, u zimskim mesecima postoji mogućnost da su paneli bili zatrpani snegom, kada nije bilo odgovarajućih podataka.

4.1. Obrada podataka o sunčevom zračenju

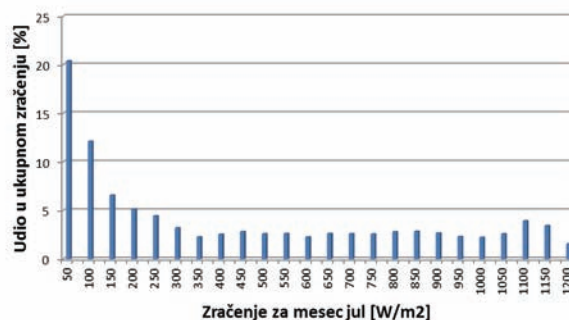
Prvo će biti predstavljeni i obrađeni podaci o sunčevom zračenju. Data je raspodela zračenja po snazi u procentima za januar i jul 2014. godine, kao i godišnja raspodela po snazi u [%]. Za mesec januar i jul prikazane su i struje, naponi i snage "A" niza FN panela.

Na slici 2 je dat grafički prikaz raspodele zračenja po snazi u [%] za mesec januar 2014. godine. Vidi se da je najveći procenat zračenja u januaru slabog intenziteta, što je i za očekivati za ovaj mesec. Veće zračenje Sunca od 750 W/m^2 nije izmereno. Od 25.01. pa do 30.01. na FN panelima se nalazio sneg, tako je da nije bilo generisane energije u mrežu, pa i očitavanja u nekim trenucima.

Na slici 3 dat je grafički prikaz raspodele zračenja Sunca po snazi u procentima za mesec jul 2014. godine. Za razliku od januara, vidi se znatna širi dijapazon raspodele. Slabije zračenje se smanjilo upola, a jače povećalo, tako da se može uočiti da je raspodela ravnomerna.

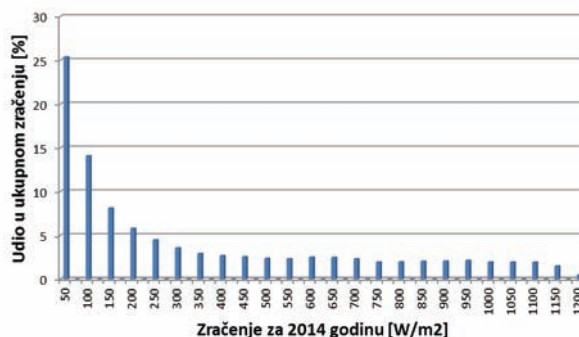


Slika 2. Grafički prikaz raspodele zračenja Sunca po snazi u procentima za mesec januar 2014. godine

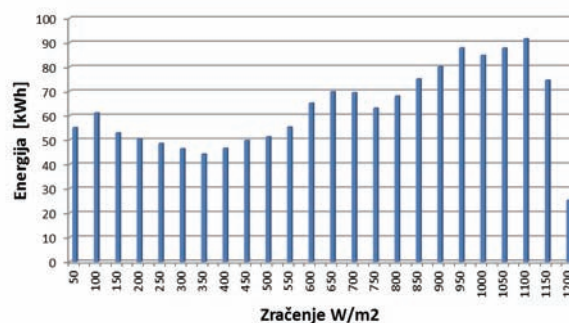


Slika 3. Grafički prikaz raspodele zračenja Sunca po snazi u procentima za mesec jul 2014. godine

Na slici 4 je dat grafički prikaz raspodele zračenja Sunca po snazi u procentima za kompletnu 2014. godinu. Sa slike se vidi da je najzastupljenije zračenje slabog intenziteta, dok su ostali nivoi ujednačeni. Na slici 5 se vidi raspodela energije po intenzitetu zračenja.



Slika 4. Grafički prikaz raspodele zračenja Sunca po snazi u procentima za 2014. godinu



Slika 5. Grafički prikaz raspodele energije po intenzitetu zračenja na godišnjem nivou 2014. godine

Sa slike 4 i 5 vidi se da iako imaju mali udeo, zračenja od 300 W/m^2 do 1200 W/m^2 daju više energije. Najviše energije daje zračenje od 1100 W/m^2 i to 91.57 kWh godišnje. Ovaj grafik je bitan za proizvođače invertora i određivanje njegove efikasnosti.

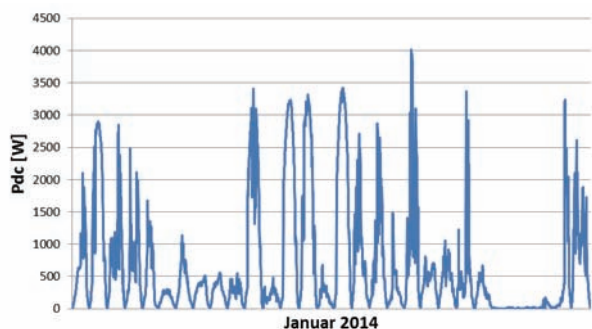
4.2 Obrada snage, struje, napona, PR za jan. 2014. god

U ovom delu rada biće obrađeni podaci za snagu, struju, napon i odnos ostvarenja (PR) zabeleženi u mesecu januaru 2014. god. Uzet je ovaj mesec, jer daje primer kako se FNE ponaša zimi, kada je zračenje Sunca dosta manje zbog položaja Sunca i samog vremena.

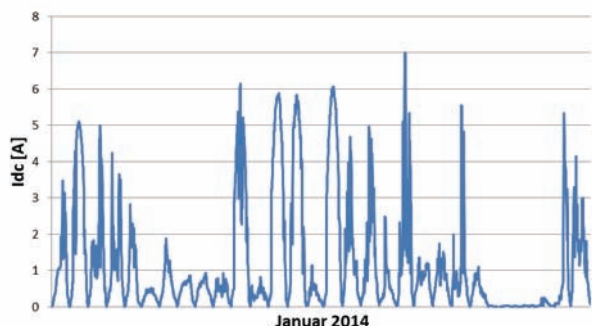
Pošto su snaga, struja i napon oba niza od po 20 FN panela identični, prikazani su samo grafici za "A" niz. Na slikama 6 - 8 dati su grafici snage, struje i napona "A"

niza FN panela na DC strani. Može se uočiti da su od 25.01. do 30.01.2014. god. snaga, napon i struja malih vrednosti ili čak nula.

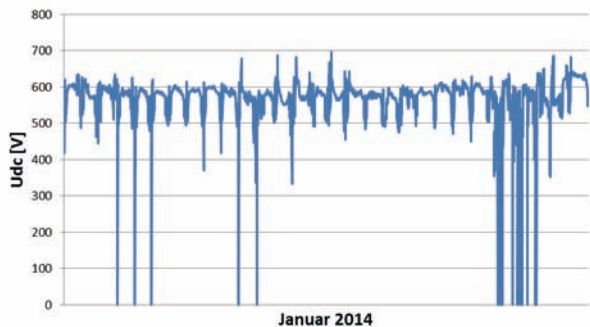
To je posledica što su tih dana FN paneli bili prekriveni snegom, pa i nije bilo moguće da proizvode električnu energiju.



Slika 6. Grafički prikaz snage "A" niza FN panela na DC strani za mesec januar 2014. godine



Slika 7. Grafički prikaz struje "A" niza FN panela na DC strani za mesec januar 2014. godine

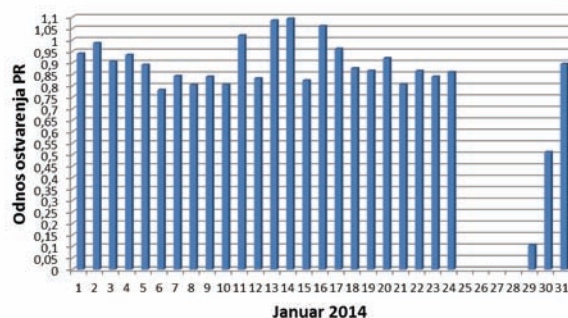


Slika 8. Grafički prikaz napona "A" niza FN panela na DC strani za mesec januar 2014. godine

Napon, koji je prikazan na slici 8, zabeležen je tokom dana i odnosi se na "A" niz FN panela. U normalnom radu vidi se da se kreće oko 600 V.

Takođe, može se primetiti da je padao na nulu tokom snežnih dana, odnosno u pomenutom periodu krajem meseca januara. Ipak, nekoliko puta se pojavljuje vrednost nula i zbog greške u upisu Sunny WebBox-a.

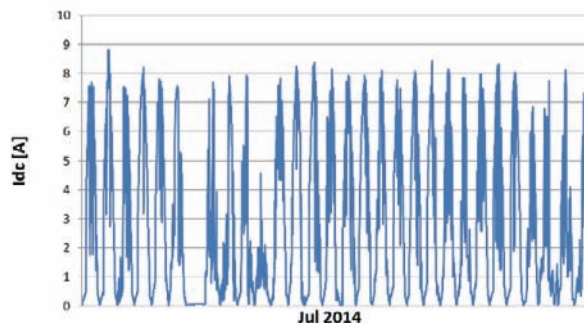
Na slici 9 prikazan je grafik odnosa ostvarenja PR za mesec januar 2014. godine. Sa se vidi da je PR dosta visok, a na dva mesta prelazi 100% odnosno pokazuje grešku. Primenom korektivnog postupka, kako je objašnjeno u [4], dobijaju se očekivane vrednosti između 60% i 90%.



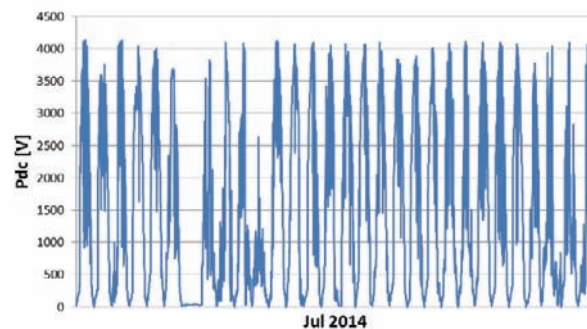
Slika 9. Grafički prikaz odnosa ostvarenja PR za mesec januar 2014. godine

4.3. Obrada snage, struje, napona, PR za jul 2014. god

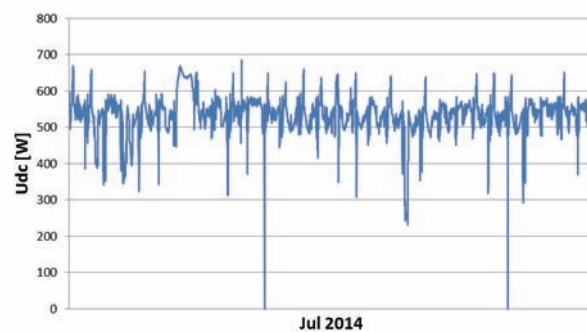
Podaci za mesec jul, so pogodan primer ponašanja FNE tokom leta, kada je sunčevo zračenje, ali i temperature najveće. Na slikama 10, 11 i 12 dati su grafici struje, snage i napona "A" niza FN panela na DC strani.



Slika 10. Grafički prikaz struje "A" niza FN panela na DC strani za mesec jul 2014. godine



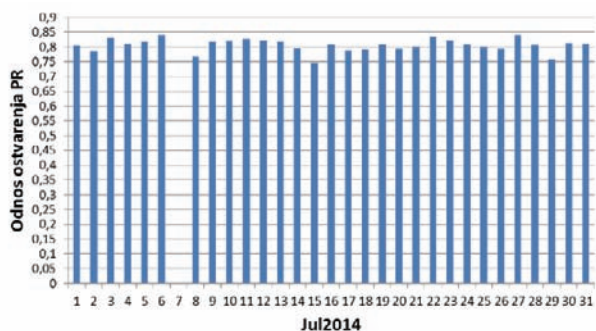
Slika 11. Grafički prikaz snage "A" niza FN panela na DC strani za mesec jul 2014. godine



Slika 12. Grafički prikaz napona "A" niza FN panela na DC strani za mesec jul 2014. godine

Sa ovih grafika vidi se da su 07.07.2014. god. struja i snaga približno nula, jer je inverter bio odspojen od mreže radi kontrole. Tada je u stvari radio u praznom hodu, što se vidi i na grafiku napona (slika 12), gde je napon tog dana porastao u odnosu na druge dane. Za razliku od januara struja, snaga, pa i napon kreću se podjednako svaki dan. Vrednosti za sva tri grafika su očekivane.

Na slici 13 dat je grafik odnosa ostvarenja PR za mesec jul 2014. godine. Sa grafika je lako uočljivo da je odnos ostvarenja manji nego za mesec januar što možemo pripisati temperaturnoj zavisnosti FN panela. Takođe, vidi da se PR kreće od 0,74 do 0,84.



Slika 13. Grafički prikaz odnosa ostvarenja PR za mesec jul 2014. godine

5. ZAKLJUČAK

U radu je urađena obrada podataka FNE „FTN Novi Sad“, koja je instalirana na krovu zgradi FTN-a. Korišćeni su podaci prikupljeni u 2014. godini pomoću spoljnih mernih uređaja same elektrane i unutrašnjeg monitoring sistema ugrađenog u inverteru.

Urađena je raspodela zračenja za mesec januar 2014. i jul 2014., kao i na godišnjem nivou (za 2014. god.). Iz priloženih grafika može se videti da raspodela odgovara vremenskom periodu u kom je rađeno, odnosno očekivanim vrednostima karakterističnim za to godišnje doba. Grafici pokazuju da senzor zračenja, koji poseduje Sunny SensorBox dobro očitavaju podatke.

Od podataka dobijenih očitavanjem iz invertora obrađeni su struja, snaga i napon jednog od dva niza FN panela. Vidi se da su struja, napon, kao i snaga u granicama određenim karakteristikama invertora. Oba podataka su za januar i jul 2014.god. Ova dva meseca su uzeta zbog izrazite razlike ovih veličina vezano za različita godišnja doba (vreme insolacije, položaj Sunca, količina zračenja, upadni ugao sunčevih zraka, temperatura i sl.). Sa grafika se vidi da su odstupanja za ova dva meseca očigledna. U julu, gledajući sva tri grafika struje, napona i snage, vidi se konstantnost u vrednostima ovih parametara i u proizvodnji energije.

Pored ovih parametara, posebno je obrađen odnos ostvarenja (PR), koji je važan za utvrđivanje efikasnosti celokupnog sistema. Pokazano je da su dobijene vrednosti veoma visoke (oko 80%), što ukazuje na dobro projektovanje same elektrane.

Temperaturna zavisnost karakteristike fotonaponskih panela glavni je uzročnik manjeg PR tokom letnjih meseci u odnosu na zimske, što može biti podsticaj da se razmatra primena hibridnih verzija panela (FN/Thermal) u odnosu na polikristalne koji su instalirani na zgradi FTN u sledećim projektima.

Može se zaključiti da se svi parametri FNE „FTN Novi Sad“ ponašaju u skladu sa očekivanjem. Naponi, struje i snage na AC strane nisu prikazani, jer njih diktira sama mreža i ne zavise od same elektrane.

6. LITERATURA

- [1] Tehnički savet EPS-a, "Tehnička preporuka br.16 - Osnovni tehnički zahtevi za priključenje malih elektrana na distributivni sistem", II izdanje, JP EPS Direkcija za distribuciju elekt. energ., Beograd, 2011.
- [2] Photovoltaic system performance monitoring – Guidelines for measurement, data exchange and analysis IEC 61724
- [3] U. Jahn and W. Nasse, "Operational performance of grid-connected PV systems on buildings in Germany," Prog. Photovolt. Res. Appl., vol. 12, no. 6, pp. 441–448, 2004.
- [4] V.A. Katić, Z. Čorba, B. Dumnić, D. Milićević, B. Popadić, I. Kovačević, "Energetska efikasnost mrežnih foto-naponskih elektrana – Primer FNE "FTN Novi Sad"", Naučno-stručni simpozijum Energetska efikasnost - ENEF 2015, Banja Luka, 25-26. 09. 2015., pp.20-25.

Kratka biografija:



Zdravko Marković rođen je u Osijeku 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je maja 2016.god.



Dr Vladimir Katić rođen je u Novom Sadu 1954. Doktorirao je na Univerzitetu u Beogradu - ETF 1991. god., a od 2002. je zvanju redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Oblast interesovanja su energetska elektronika, obnovljivi izvori električne energije, električna vozila i kvalitet električne energije.



Dr Zoltan Čorba doktorirao je na Univerzitetu u Novom Sadu - FTN 2016. god. Radio je u razvojnom timu Novkabela, a od 1992. je na FTN, kao šef Laboratorije za energetska elektroniku. Od 2008. je i šef Laboratorije za obnovljive i distribuirane izvore energije.

MERENJE EFEKTIVNE VREDNOSTI**RMS VALUE MEASUREMENT**Bojan Karanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast– ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj– U radu je dat pregled metoda za određivanje efektivne vrednosti periodičnih signala. Praktičan rezultat rada je maketa koja treba da posluži kao učilo na laboratorijskim vežbama. Namena makete je olakšavanje razumevanja pojmova kao što su jednostrani i dvostrani ispravljač, srednja i efektivna vrednost, faktor oblika. Na kraju su dati rezultati merenja na realizovanoj maketi.

Abstract– This paper gives an overview of the methods used for determining the effective value of periodic signals. The practical result of the paper is a model that should serve as a learning tool in laboratory exercises. The purpose of the model is to facilitate understanding of concepts such as single-sided and double-sided rectifier, mean and effective value, crest factor. Given in the end, are the results of measurements on the realized model.

Ključne reči: jednostrani i dvostrani ispravljač, srednja i efektivna vrednost, faktor oblika.

1. UVOD

Uprkos vrlo brzom razvoju digitalne merne tehnike, i dalje je većina pokaznih mernih uređaja u trafostanicama analognog tipa. U pitanju su, najčešće, instrumenti sa kretnim kalemom i instrumenti sa mekim gvožđem. Instrument sa kretnim kalemom, je inicijalno namenjen za rad u jednosmernom režimu. Ako se koristi u naizmeničnom režimu, onda skreće srazmerno srednjoj vrednosti signala.

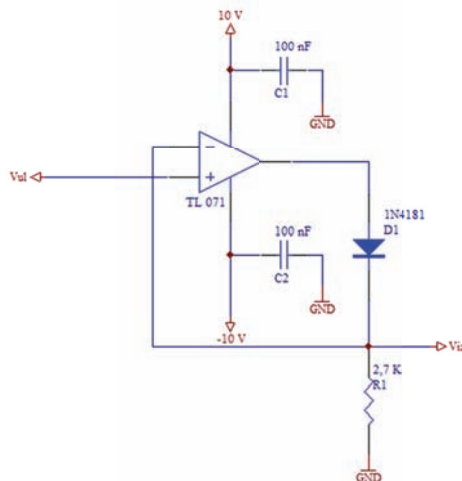
U prostoperiodičnom režimu, srednja vrednost signala je skoro uvek nula, pošto kroz transformator ne "prolazi" jednosmerna komponenta napona i struje. Zato se instrumenti sa kretnim kalemom koriste u prostoperiodičnom režimu zajedno sa ispravljačem, jednostranim ili dvostranim, pošto onda srednja vrednost nije nula, nego je srazmerna amplitudi signala. Ovi instrumenti mogu biti kalibrisani da pokazuju efektivnu vrednost prostoperiodične veličine, tako što vrše množenje izmerene srednje vrednosti faktorom oblika [1]. Ovako kalibrisani uređaji rade dobro u prostoperiodičnom režimu, dok u složenoperiodičnom režimu prave sistematsku grešku usled talasnog oblika. Druga vrsta instrumenata - instrumenti sa mekim gvožđem, mere i pokazuju efektivnu vrednost i njihovo pokazivanje ne zavisi od talasnog oblika merene veličine.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Pejić.

2. ISPRAVLJAČI**2.1 Jednostrani ispravljač**

Najjednostavniji jednostrani ispravljač je dioda. Proticanjem struje, na diodi se javlja pad napona oko 0.6 V do čak 1.0 V, zavisno od intenziteta struje i vrste diode. Pad napona na diodi često nije prihvatljiv, jer izaziva nelinearnu grešku kod merila, pa se jednostrani ispravljač u iole ozbiljnijim merilima izvodi složenijom šemom, koja je nazvana idealna dioda. Na slici 2.1 je prikazana šema idealne diode. Ulazni napon se dovodi na neinvertujući ulaz (ulaz vrlo visoke impedanse) operacionog pojačavača. Operacioni pojačavač, zbog negativne povratne sprege, pokušava da izjednači potencijale svojih ulaza. To će se postići samo u slučaju pozitivnog ulaznog napona, jer tada postoji povratna sprega, pošto je dioda na izlazu direktno polarisana. Napon na izlazu pojačavača će biti veći od ulaznog napona baš za iznos pada napona na diodi. U slučaju negativnog ulaznog napona, dioda ne može da provodi, pa nema povratne sprege, i na izlazu se dobija nulti napon.

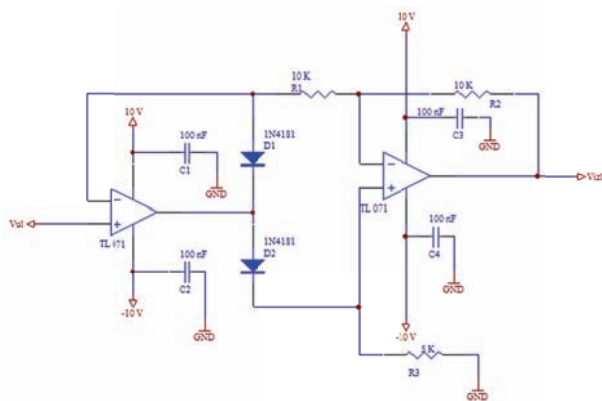


Slika 2.1 Električna šema idealne diode

Funkcionisanje idealne diode se može ukratko opisati na sledeći način: kada je ulazni napon pozitivan, na izlazu idealne diode se dobija napon iste vrednosti; za negativan napon na ulazu, na izlazu se dobija nulti napon.

2.2 Dvostrani ispravljač

Najjednostavniji primer dvostranog ispravljača je poznati Grečov spoj. Budući da u svakom trenutku struja protiče kroz dve, od ukupno četiri, diode koje čine Grečov spoj, ovde imamo veći pad napona, a time i veće probleme sa greškama merila. Umesto Grečovog spoja, u merilima se koristi elektronski blok prikazan na slici 2.2. Šema se sastoji od dva operaciona pojačavača, dve diode i tri otpornika.



Slika 2.2 Električna šema dvostranog ispravljača

Pri pozitivnom ulaznom naponu provodi dioda D_2 , a dioda D_1 je zakočena. Drugi operacioni pojačavač se ponaša kao bafer, sa jediničnim pojačanjem, tako da se za pozitivne napone na ulazu, na izlazu dobija isti taj napon, odnosno imamo jedinično pojačanje.

Kada je ulazni napon negativan, provodi dioda D_1 , a D_2 je zakočena. Drugi operacioni se ponaša kao invertujući pojačavač jediničnog pojačanja, pa se na izlazu dobija invertovan negativan ulazni napon, odnosno pozitivan napon.

Prenosna funkcija dvostranog ispravljača se može opisati, matematičkom terminologijom rečeno, funkcijom koja daje apsolutnu vrednost.

3. RMS MERENJA

3.1 Efektivna i srednja vrednost periodičnih veličina

Izraz za efektivnu vrednost periodičnog napona $u(t)$ periode T je dat jednačinom 3.1.

$$U_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) \cdot dt} \quad (3.1)$$

Srednja vrednost periodičnog napona $u(t)$ je definisana izrazom 3.2.

$$U_{sr} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) \cdot dt \quad (3.2)$$

Definisanje ovih pojmova je bitno pošto instrument sa kretnim kalemom skreće srazmerno srednjoj vrednosti, a instrument sa mekim gvožđem srazmerno efektivnoj vrednosti signala.

3.2 Koeficijenti naizmeničnih veličina

Faktor oblika za prostoperiodični napon (amplitude U_m) i jednostrani ispravljač predstavlja konstantu kojom je potrebno pomnožiti izmerenu srednju vrednost jednostrano ispravljenog napona (U_{sr}) da bi se dobila efektivna vrednost (U_{ef}). Vrednost faktora oblika je data u izrazu 3.3.

$$k = \frac{U_{ef}}{U_{sr}} = \frac{\frac{U_m}{\sqrt{2}}}{\frac{U_m}{\pi}} = \frac{\pi}{\sqrt{2}} = 2.22 \quad (3.3)$$

Za prostoperiodični napon i dvostrani ispravljač vrednost faktora oblika je data izrazom 3.4.

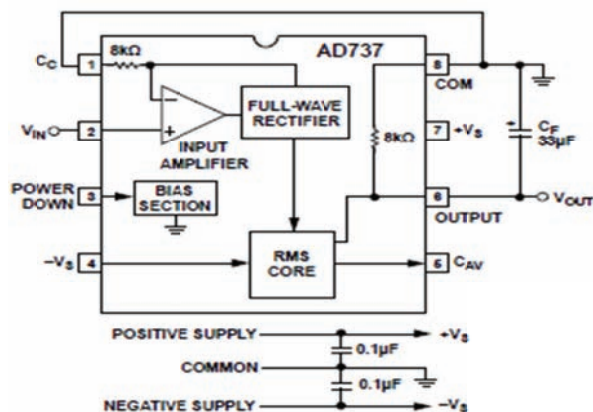
$$k = \frac{U_{ef}}{U_{sr}} = \frac{\frac{U_m}{\sqrt{2}}}{\frac{2U_m}{\pi}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11 \quad (3.4)$$

Pored faktora oblika, koji je bitan za razumevanje funkcionisanja merila, u literaturi se često pominje krest faktor. Krest faktor je definisan kao količnik maksimalne vrednosti signala i njegove efektivne vrednosti. Ovaj podatak je operativno važniji korisniku merila (koji se ne udubljuje u princip rada), jer definiše maksimalnu vrednost merene veličine koja se sme dovesti na merilo.

4. OPIS MAKETE

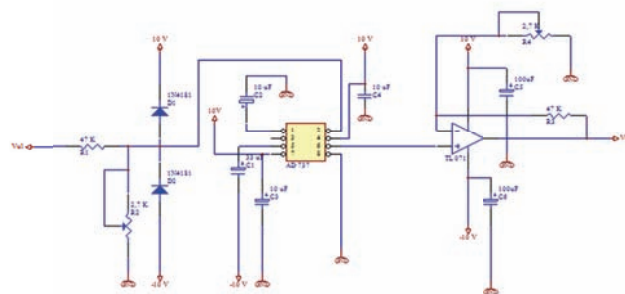
4.1 Integrirano kolo AD737

Integrirano kolo AD737 je korišćeno zbog pristupačne cene, malih gabarita (standardno plastično kućište DIP8), ima relativno malu grešku (tipično $\pm 3\%$ od očitane vrednosti), može meriti ulazne signale sa krest faktorom do 5. Takođe, ovo kolo odlikuje mala potrošnja 0.72 mW (što ga čini pogodnim za aplikacije sa baterijskim napajanjem), mali broj komponenti u spoljnoj konfiguraciji. Na slici 4.1 je prikazana blok šema integrirano kolo AD737.



Slika 4.1 Integrirano kolo AD737

Ono što karakteriše integrirano kolo AD737 jeste da proračunava pravu efektivnu vrednost (eng. Root Mean Square to DC - RMS to DC), srednju ispravljenju vrednost i apsolutnu vrednost. Ima ulazni opseg 200 mV, preciznost ± 0.2 mV i opseg napajanja ± 2.5 V do ± 16.5 V, mala potrošnja 160 μ A, mala ulazna struja polarizacije 25 pA i veliku ulaznu impedansu $10^{12} \Omega$.



Slika 4.2 Električna šema okruženja integriranog kola AD737

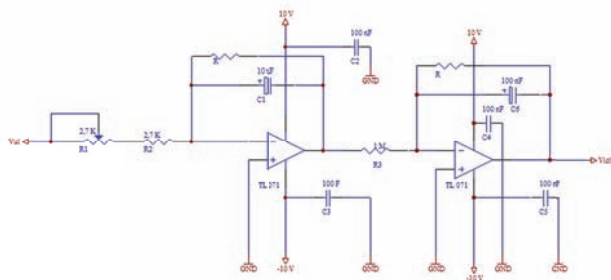
Na slici 4.2 je prikazano okruženje integriranog kola AD737. Potencijometar R_2 služi za podešavanje napona na ulazu na opseg od 200 mV. Dioda D_1 i D_2 su zaštitne

diode od prenapona koji se može pojaviti na ulazu integrisanog kola.

Potencijometar R_4 kod neinvertujućeg pojačavača služi za podešavanje željenog pojačanja.

4.2 NF filter

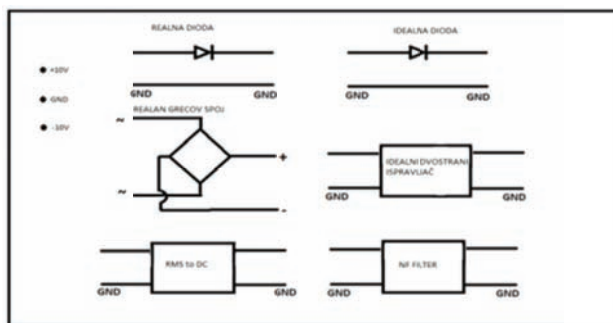
Na slici 4.3 je prikazano kolo NF filtera. NF filter u okviru makete, obavlja jednu od funkcija instrumenta sa kretnim kalemom, a to je usrednjavanje u vremenu, odnosno ekstrakcija jednosmerne komponente. Rednom vezom dva integratora dobija se bolje izdvajanje jednosmerne komponente, odnosno veće potiskivanje naizmenične komponente napona. Potencijetrom kod prvog integratora se definiše ukupno pojačanje integratora.



Slika 4.3 Električna šema NF filtera

5. REALIZACIJA MAKETE

Realizovana maketa je podeljena na šest osnovnih funkcionalnih blokova: realna i idealna dioda, Grecov spoj i idealni dvostrani ispravljač, RMS to DC blok i NF filter. Izgled makete je prikazan na slici 5.1.

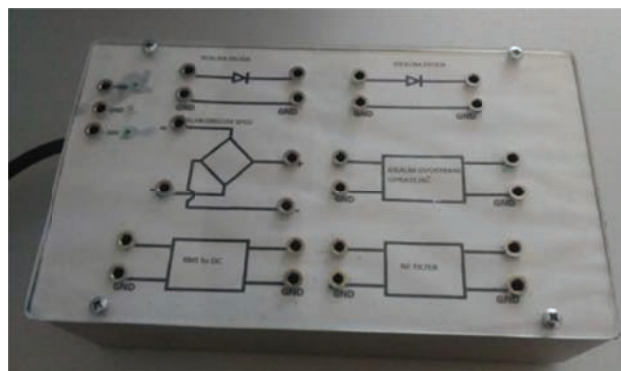


Slika 5.1 Izgled gornje ploče realizovane makete

Maketa se napaja mrežnim naponom i poseduje sopstveno napajanje ± 10 V, čiji su priključci izvedeni na panel, radi merenja i eventualnog korišćenja. Korisnik može ostvarivati razne veze među blokovima radi simuliranja rada analognih merila.

Recimo, ukoliko se želi simulirati rad instrumenta sa kretnim kalemom i jednostranim ispravljačem, potrebno je povezati blokove: jednostrani ispravljač (realna ili idealna dioda) i NF filter (usrednjavanje, odnosno izdvajanje jednosmerne komponente). Priključivanjem osciloskopa na ulaze i izlaze pobrojanih blokova mogu se posmatrati karakteristični talasni oblici napona.

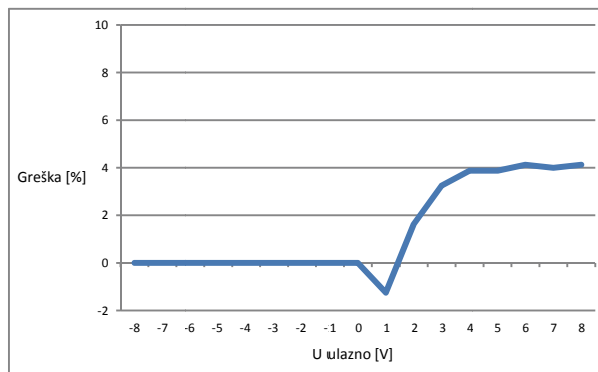
Na slici 5.2 prikazan je izgled realizovane makete.



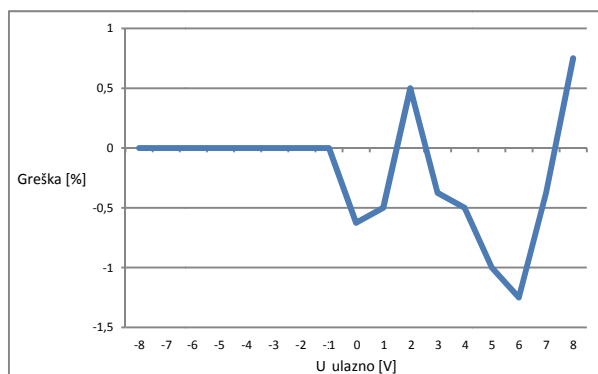
Slika 5.2 Izgled realizovane makete

6. REZULTATI MERENJA

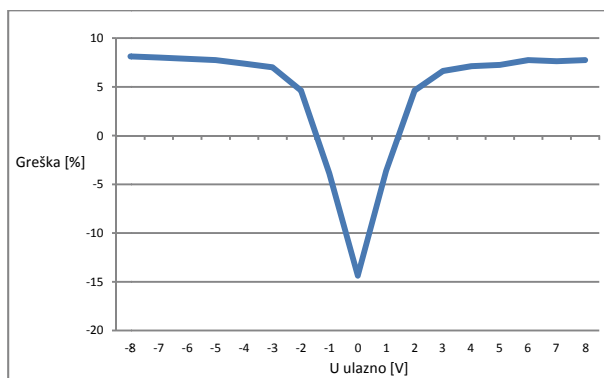
Na realizovanoj maketi su obavljena merenja u kalibracionoj laboratoriji Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Ispitano je funkcionisanje realne i idealne diode, Grecovog spoja i idealnog dvostranog ispravljača, kao i integrisanog kola AD737. Na ulaz svakog od blokova je doveden napon, izmeren je napon na izlazu bloka i izračunata je greška u odnosu na očekivanu vrednost napona na izlazu. Na slikama od 6.1 do 6.5 su prikazani grafici grešaka.



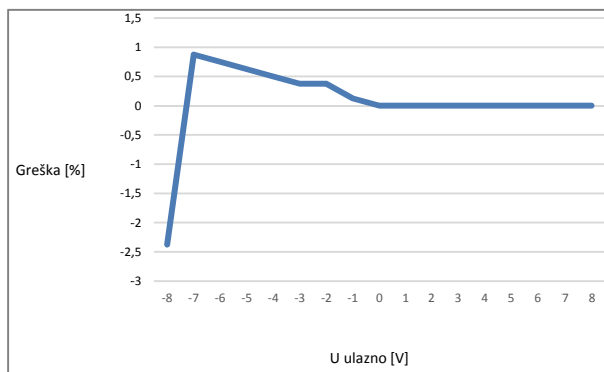
Slika 6.1 Relativna greška realne diode



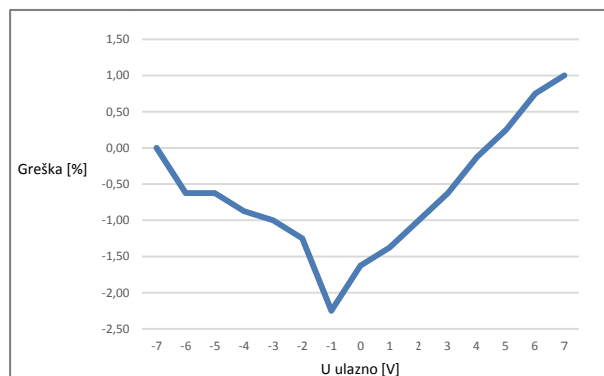
Slika 6.2 Relativna greška idealne diode



Slika 6.3 Relativna greška Grecovog spoja



Slika 6.4 Relativna greška idealnog dvostranog ispravljača



Slika 6.5 Relativna greška integrisanog kola AD737

6. ZAKLJUČAK

U radu je dat prikaz različitih mogućnosti merenja efektivne vrednosti napona. Obradeni su elementi koji su uobičajeni u ovoj materiji: jednostrani i dvostrani ispravljač, integrisano merilo efektivne vrednosti i NF filter. Glavni rezultat rada je maketa, predviđena da se koristi kao nastavno sredstvo u okviru laboratorijskih vežbi.

Analizom dobijenih grešaka ugrađenih blokova može se videti poboljšanje koje se dobija kod elektronskih rešenja. Kod realne diode je dobijena greška od 4 %, dok se kod "idealne" dobija bar tri puta manja greška. Slično, kod klasičnog Grecovog ispravljača je dobijena greška u iznosu od čak 15 %, dok je kod elektronskog rešenja greška bar šest puta manja.

U oba slučaja, greška kod elektronskih rešenja se može još smanjivati. Prvenstveno je potrebno obratiti pažnju na korišćenje uparenih otpornika. Reč je o otpornicima koji imaju što približnije vrednosti. U realizaciji se o tome nije vodilo računa, korišćeni su otpornici tolerancije 1 %.

Čak i u ovom slučaju, kod elektronskih rešenja je dobijeno primetno poboljšanje. Procena je da se, u slučaju korišćenja uparenih otpornika, lako može dobiti greška i deset puta manja.

Prilikom ispitivanja integrisanog merila efektivne vrednosti, dobijena je greška koja leži u granicama koje je proizvođač kola deklarirao.

Autor se nada da će realizovana maketa budućim studentima olakšati razumevanje pojmova oko merenja efektivne vrednosti napona.

7. LITERATURA

- [1] Dr Radojle Radetić, Operacioni pojačavač (*odabrana poglavlja*), Bor, 2013.
- [2] LM7810 *Positive voltage regulator*, Datasheet, STMicroelectronics, Mart 2014.
- [3] LM7910 *Negative voltage regulator*, Datasheet, STMicroelectronics, Jun 2014.
- [4] TL071 Low noise J-fet single operational amplifiers, Datasheet, STMicroelectronics, Decembar 1998.
- [5] www.wikipedia.org
- [6] www.analog.com
- [7] Uputstvo za laboratorijske vežbe iz električnih merenja, FTN Novi Sad
- [8] www.google.com

Kratka biografija:



Bojan Karanović rođen je u Bačkoj Palanci 1986. godine. Srednju elektrotehničku školu je završio u Bačkoj Palanci 2005. godine. Od školske 2005/06. je student Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. 2012. godine završio je osnovne akademske studije-bachelor iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Instrumentacija i merenje.

VIRTUELNE LABORATORIJE U TELEMEDICINI**VIRTUAL LABORATORIES IN TELEMEDICINE**

Jovan Mitrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad opisuje problematiku virtuelnih laboratorija u telemedicini, upotrebu celokupnog telemedicinskog sistema kao i upotrebu virtuelnih laboratorija u medicinskoj edukaciji. Kao rezultat ovog rada, na Vojnomedicinskoj akademiji u Beogradu je postavljena virtuelna laboratorija namenjena za obrazovanje, studenata specijalističkih studija iz oblasti bioinženjeringa i medicinske informatike.

Abstract – This paper describes virtual laboratories in telemedicine, the usage of the telemedical system and the usage of virtual laboratories in medical education. As a result of this paper, at Military Medical Academy in Belgrade a virtual laboratory, mainly made for education of students of specialist studies in the sphere of bioengineering and medical informatics has been set up.

Glavne reči: telemedicina, virtuelna laboratorija, edukacija, medicinska edukacija.

1. UVOD

Telemedicina je poseban vid dijagnostičke medicine nastao kao produkt tehnološkog napretka, prvenstveno u oblasti telekomunikacionih i informacionih tehnologija, u cilju poboljšanja dijagnostike, pa samim tim i mogućnosti lečenja i izlečenja pacijenta.

„Tele“ (τῆλε) je prefiks iz grčkog jezika i označava „nešto na daljinu“, pa se i telemedicina može shvatiti kao medicina na daljinu. Ovakav vid medicine omogućava vrlo efikasno premošćavanje prostornih barijera između dijagnostičkih eksperata i drugih lekara.

U današnjem smislu, reč telemedicina se koristi za oblast razmene medicinskih slika u svim granama medicine, kao i u video-konferencijama u medicini.

2. PRIMENA TELEMEDICINE

Kao što je medicina velika oblast i deli se na patologiju, radiologiju, psihijatriju itd., tako je i telemedicina sama po sebi velika oblast, s obzirom na to da se oslanja na medicinu.

Upravo zbog toga postoje različite upotrebe ovih daljinskih sistema u različitim granama medicine.

Kako je gotovo nemoguće navesti sve oblasti kojima se telemedicina bavi, a to i nije tema ovog rada, neke od oblasti koje su od najvećeg interesa za ovaj rad su:

- Teleendokrinologija,
- Teleradiologija,
- Telepatologija,

- Teledermatologija,
- Telepsihijatrija,
- Telekardiologija,
- Teleedukacija itd.

Većina ovih oblasti telemedicine se zasniva na istim tehničkim principima i ima slične potrebe, a to je trenutni prenos slike i zvuka (prenos u „realnom“ vremenu) na jednom ili više kanala odjednom. Primera radi, teleradiologija se zasniva na daljinskom prenosu slike između dva (ili više) aparata uz opcionu video vezu, kako bi se dobila trenutna povratna informacija. Telepsihijatrija se, sa druge strane, zasniva isključivo na prenosu slike i zvuka, jer je u ovom slučaju bitna komunikacija između doktora i pacijenta. Sličan je slučaj i sa teleedukacijom.

Posebno ime ove oblasti su zaslužile jer se za neke od njih razvijaju određeni protokoli i poštuju određeni standardi, dok je za druge dovoljno koristiti opremu koju u današnje vreme poseduje skoro svaki računar (internet konekciju, kameru i mikrofoni). Ipak, sve navedeno se jednim imenom zove *telemedicina*. U daljem tekstu će se pod pojmom telemedicina podrazumevati prvenstveno teleradiologija i teleedukacija, s obzirom na to da je teleradiologija tehnički najzahtevnija, a i tema ovog rada jeste implementacija teleedukativnog sistema u fakultet-sku nastavu kroz sistem virtuelnih laboratorija.

2.1. Teleedukacija

Iako nije stara koliko i sama telemedicina, teleedukacija se poprilično ukorenila u današnjem svetu. Ovo se najpre ogleda u činjenici da sve više postaje apsurdno uopšte i govoriti o posebnom vidu edukacije, s obzirom na to da se danas ovakav vid razmene podataka i informacija može naći u bilo kom domenu života. Ipak, nije na odmet spomenuti nekoliko bitnih činjenica i medijuma na kojima ovakva edukacija počiva.

Bitno je spomenuti da se protok informacija može podeliti na sinhroni i asinhroni. Sinhroni protok podataka je najlakše objasniti kao video poziv; odgovor na informaciju sa jedne strane može da dođe u istom momentu, uslovljen samo kvalitetom veze. Asinhroni protok informacija podrazumeva sav štampani i snimljeni materijal koji je moguće pregledati bilo kada, bez mogućnosti direktnog odgovora. Teleedukacija poznaje oba načina protoka informacija, što je zavisno od medijuma i potreba slušaoca, odnosno učenika.

Korišćeni medijumi u teleedukaciji su zvuk, video i internet [1]. Naravno, pod zvukom se podrazumeva telefonski poziv, audiokonferencija ili audio kasete, odnosno drugi medijumi na koje je snimljen zvuk. Ukratko, u današnjem svetu se zvuk koristi u slučajevima kad je ili video nedostupan, ili kad je jednostavnije i brže korišćenje

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Vesna Spasić Jokić, red. prof.

isključivo audio tehnike. Video je daleko efikasniji medijum i daleko je korišćeniji, prvenstveno u pogledu video konferencija, koje spadaju u sinhroni prenos podataka, a zatim i preko video zapisa, koji su asinhroni, ali od krucijalne važnosti za obrazovanje. Zapravo, pojavom video zapisa i njegovim širenjem, medicinska edukacija je dobila globalni karakter i omogućila širenje visokokvalitetnog zdravstva širom sveta.

Najkorišćeniji medijum je svakako internet, kako zbog količine, tako i zbog lakoće dostupnosti informacija. U jednom istraživanju 2002. godine koje je obuhvatalo 2200 [2] lekara zabeleženo je da gotovo svi lekari imaju pristup internetu, da znaju da ga koriste i da u njemu pretežno nalaze upotrebu za dijagnostiku i rešavanje težih slučajeva kod svojih pacijenata. Takođe je zabeleženo da internet igra najveću ulogu kad je u pitanju kontinualno učenje [3]. Uprkos ovolikom broju pozitivnih strana, negativna strana interneta je što je gotovo svakom omogućeno da napravi svoju web prezentaciju, pa je samim time više nego neophodno voditi računa o izvorima na kojima se nalaze informacije i o njihovom kredibilitetu. Na slici 1 se nalazi sajt WebMD za koji se smatra da je jedan od sistema sa najvećim poverenjem u kvalitet podataka u oblasti medicine.



Slika 1. Prikaz sajta WebMD.com

2.2. Virtuelne laboratorije

Virtuelne laboratorije predstavljaju posebne vidove telemedicine koji se koriste kako u edukativne, tako i u dijagnostičke svrhe. Kako je sama laboratorija u pitanju, dijagnostička svrha je gotovo jasna: sve potrebne slike sa laboratorijskih aparata i uređaja se ovim putem mogu preneti na daljinu i time omogućiti lekarima pristup pacijentovim podacima unapred, skraćujući potrebno vreme kod lekara i omogućavajući lekaru da se posveti dijagnostici bez prisustva pacijenta, što može da doprinese skraćivanju trajanja dijagnostičkog procesa. U današnje vreme, sve više laboratorija omogućava slanje svojih rezultata putem interneta i time u punom svetlu obezbeđuje ovaj vid telemedicine. Kako je većina laboratorijskih instrumenata danas automatizovana, u skorijoj budućnosti će se videti sve veća eliminacija ljudskog faktora u laboratorijskom poslu, što će virtuelnim laboratorijama dati još veći značaj.

Kada je edukativna sfera u pitanju, virtuelne laboratorije takođe imaju veliku ulogu u tome što omogućavaju pristup većem broju informacija i obezbeđuju stvarne, aktuelne i zanimljive slučajeve koje studenti, odnosno polaznici kurseva, mogu da razmatraju. Takođe, na

nekoliko univerziteta je napravljen niz virtuelnih laboratorija u sferama van medicine, npr. kao laboratorija za ispitivanje osciloskopom u Singapuru [4] ili malo naprednija laboratorija za frekventijsku modulaciju [5] u istoj državi.

Kad je reč o obrazovanju u medicini, uz malu tehničku modifikaciju klasičnog telemedicinskog sistema, virtuelna laboratorija može da se implementira i kao sredstvo ispitivanja, u kojem bi ispitanik mogao da prosleđuje svoje dijagnoze koje bi stizale ocenjivaču na uvid, kao i da se odvija diskusija oko određenog slučaja.

2.3. Razlika između edukativne virtuelne laboratorije i potpunog telemedicinskog sistema.

Iz svega navedenog se vidi neophodnost sistema virtuelnih laboratorija u svakodnevnom funkcionisanju zdravstvenih i obrazovnih ustanova.

Naravno, ukoliko je virtuelna laboratorija izolovan sistem (uglavnom u edukativnim primenama), tj. ako nije povezan sa ostatkom telemedicinskog odeljka, nije neophodno omogućiti sve funkcionalnosti punog telemedicinskog sistema.

Iz tog razloga dolazi do namernih i smislenih razlika između edukativne virtuelne laboratorije i potpunog telemedicinskog sistema.

Prva i najveća razlika je u samoj veličini sistema; telemedicinski sistem je glomazan, neophodno je poštovati veliki broj standarda, i, kao što je rečeno, služi za medicinu u praksi. Naravno, edukacija je moguća i na ovakvim sistemima.

Najbitnija redukcija telemedicinskog sistema za upotrebu u edukaciji je sakrivanje identiteta pacijenata čiji snimci su u pitanju, s obzirom na to da je identitet zaštićen lekarskom etikom. Nadalje, nije neophodno imati nove slike u bazi podataka kad je edukacija u pitanju; većina slika je sa stanovišta edukacije nezanimljiva i nepoučna. U edukativnim sistemima se slike i snimci biraju tako da imaju najvećeg efekta na obrazovanje pojedinca.

Ovakvim izmenama, zajedno sa omogućavanjem pravljenja beleški po slikama i čuvanjem tako izmenjenih slika, telemedicinski sistem postaje edukativni sistem virtuelne laboratorije. Izrada ovakvog sistema predstavlja temu ovog rada.

Naravno, savremeni zahtev je da se ovakav sistem nalazi na internetu, tj. u "cloud"-u, kako bi pristup bio omogućen sa bilo kog mesta na svetu uz pristup internetu i odgovarajuću lozinku. Drugi mediji imaju daleko manju funkcionalnost u edukativnim sistemima virtuelne laboratorije i moguće ih je dodavati, ali nije neophodno. Jedan ovako prilagođen sistem ispunjava najveći broj obrazovnih zahteva.

3. STANDARDI U TELEMEDICINI

Primena različitih programa telemedicine i raznih metoda umrežavanja može da dovede do problema usled nekompatibilnosti opreme i softvera. Sa druge strane, instrumenti povezani na telemedicinski sistem bi trebalo da budu kompatibilni jedni sa drugima kada je reč o transferu podataka. Upravo iz ovog razloga su stvoreni standardi u telemedicini, među kojima su najbitniji DICOM i HL7 koji su svojstveni samo za medicinu.

3.1 Standard DICOM

Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) je prvi i na neki način najbitniji standard kad je reč o telemedicini. Suštinski gledano, ovaj standard definiše tip, kvalitet i format slike za upotrebu u medicini. Naravno, ovaj standard je najviše zastupljen u teleradiologiji i telepatologiji.

Ono što sliku prema DICOM standardu izdvaja od klasičnih slika je, na prvom mestu, viša rezolucija. Za ovaj standard su karakteristične takozvane lossless slike (bez gubitaka) koje u sirovom obliku nemaju nikakvu kompresiju, čime se omogućava maksimalna moguća rezolucija.

Ovo je bitno da bi se dijagnostika obavila kako treba i da ne bi došlo do smetnji na slikama ili pogrešne interpretacije slike.

DICOM slike na okupu čuvaju takozvani PACS sistemi (Picture Archiving and Documentation System) i poenta ovih sistema jeste da se sve DICOM slike vezane za jednog pacijenta objedine kako bi se napravio pacijentov dosije, da su svi podaci o pacijentu i njegovim slikama dostupni na istom mestu i da su pregledači slika dostupni. Globalno gledano, PACS sistem se sastoji iz četiri dela, a to su: modul za pregled slika, mrežni sistem preko koga su podaci zaštićeni, radne stanice preko kojih može da se pristupi slikama i arhiva podataka gde se slike skladište.

Ukoliko postoji potreba da se dokument koji nije u DICOM formatu stavi na PACS sistem, to se radi u jednom od klasičnih formata (PDF, JPG) ali ih PACS sam pretvori u DICOM.

3.2 Standard HL7

HL7 (Health Level Seven) je osnovana 1987 kao neprofitabilna organizacija za sprovođenje standarda. Ona je ANSI (American National Standards Institute) akreditovana i stoji iza istoimenog seta standarda za upotrebu u medicini. Ovaj set standarda se odnosi na razmenu, integraciju, deljenje i pretragu elektronskih informacija u zdravstvu.

HL7 omogućava razmenu podataka između različitih informacionih sistema u jednom zdravstvenom sistemu (kardioloških, radioloških, laboratorijskih...) bez obzira na to u kom programskom jeziku su napisani ili na kakvoj platformi se izvršavaju.

Značajnost ovog standarda se ogleda kada se pri nabavci opreme poruči nekoliko uređaja od jednog proizvođača, a nekoliko od drugog; da bi njihova komunikacija protekla kako treba, korišćen je HL7 standard i ovakav sistem, iako sastavljen od uređaja različitih proizvođača, može da funkcioniše kao jedinstvena celina.

Tipovi poruka u HL7 standardu su:

- ORM O01 –Order message (poruka o broju),
- ADT-Admissions, Discharge, and Transfer (prijem, otpust, transfer),
- ORU-Observation Result (rezultat pregleda)

U HL7 poruci se mogu još videti podaci o ustanovi, pacijentu, lekaru, aparatu i tipu analize.

4. PRIMENA VIRTUELNIH LABORATORIJA NA SPECIJALISTIČKIM STUDIJAMA

U okviru TEMPUS projekta kojim je ustanovljen novi program specijalističkih studija na Medicinskom fakultetu Univerziteta odbrane u Beogradu pod nazivom „Bioinženjering i medicinska informatika“, bilo je neophodno kupiti i odgovarajuću opremu kako bi se nastava izvodila na najvišem mogućem nivou. Kako je studijski program okrenut ka medicini, bilo je neophodno upoznati se sa radom medicinskih standarda i aparature, pa je iz tog razloga i doneta odluka da se realizuje jedan telemedicinski sistem, za striktnu upotrebu u obrazovanju kako bi studenti mogli da se upoznaju sa rukovanjem savremenom opremom.

4.1. Opis potrebne virtualne laboratorije

Pošto je u pitanju sistem vezan isključivo za obrazovanje, nije bilo neophodno realizovati punu funkcionalnost telemedicinskog sistema. U pitanju je sistem virtualne laboratorije u obrazovanju, o čemu je već bilo reči. Ovakav sistem se sastoji iz PACS sistema, koji naravno podržava DICOM standard, ali nije neophodno dalje povezivanje ovog sistema na ostalu medicinsku aparaturu, jer je cilj upoznavanje samo sa telemedicinskim sistemom.

Zbog interne politike Univerziteta odbrane, sistemu nije omogućeno pristupanje sa interneta, odnosno nalazi se u zatvorenom sistemu (intranet-u) i iz tog razlog mu je moguć pristup jedino sa računara koji su u direktnoj vezi sa glavnim serverima Univerziteta odbrane. Ovo, naravno, ima svoje mane kao što je nedostatak pristupa sa bilo kog računara povezanog na internet, ali je urađeno iz bezbednosnih razloga i sa te tačke gledišta je potpuno opravdano. Kad je u pitanju program telemedicine, ovde je očigledno u upotrebi point to point program, jer je pristup centralizovanom sistemu koji se ne grana, odnosno postoji samo jedan uređaj, a to je računarski server.

Bilo je neophodno omogućiti savremen i potpuni PACS sistem koji bi imao mogućnost pregleda i manipulacije pacijentima (u ovom slučaju fiktivnim) kao i mogućnost pregleda i manipulacije slikama u DICOM formatu. Slike koje se nalaze u ovom sistemu je trebalo uzeti iz baza podataka realnih pacijenata, ali bez pravih identiteta.

4.2. Opis opreme

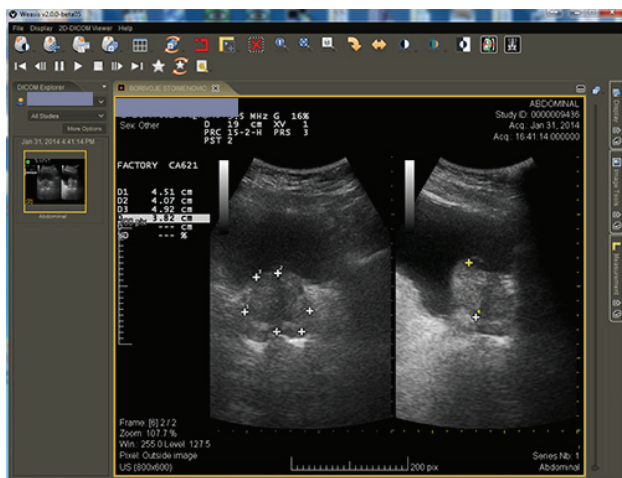
Korišćeni PACS sistem je program pod nazivom „Astreos PACS“, modularno softversko i hardversko rešenje za arhiviranje, pretaživanje, analiziranje i rutiranje medicinskih snimaka. Proizveden i integrisan je od strane firme Servisinženjering – IMP doo, iz Beograda. Baziran je na Web platformi i omogućava jednostavan i zaštićen pristup serveru unutar ustanove ili spoljnog sveta. Ima kompatibilnost sa DICOM 3.0 standardom i samim tim je interoperabilan sa svim PACS sistemima ili modalitetima koji poštuju DICOM standard.

ASTREOS PACS obezbeđuje snažan i savremen dualni DICOM serverski klaster, velike procesorske snage, skladišnih kapaciteta, velike otpornosti na otkaz, sa visokim stepenom zaštite podataka i omogućava olakšano upravljanje i razmenu medicinskih podataka u radiološkoj mreži. Sastoji se od računarskog klastera, hardverskih watch-dog timer, hot swap diskova, poseduje redundantnu komunikaciju, neprekidno napajanje, antivirusnu zaštitu i kontrolu pristupa, odnosno tunneling.

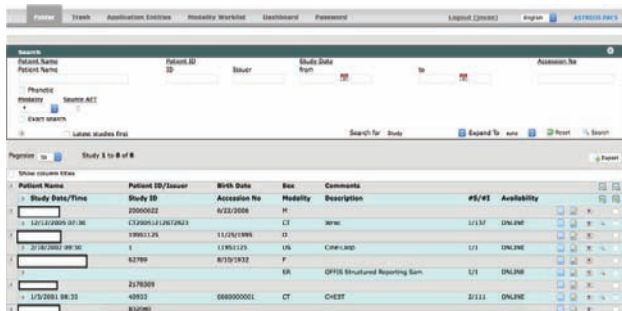
ASTREOS PACS podržava savremene funkcije DICOM servera sa podrškom za HL7 familiju protokola, omogućavajući razmenu i obradu medicinskih podataka sa bolničkim, radiološkim i drugim informacionim sistemima u zdravstvu.

Ovaj sistem je registrovan kao medicinsko sredstvo u Ministarstvu zdravlja Republike Srbije, a poseduje i licencu od Agencije za lekove i medicinska sredstva Republike Srbije, čime je omogućena zvanična upotreba ovog sistema u medicinske svrhe. Ovaj sistem je već u upotrebi na Onkološkom institutu u Beogradu i na Vojnomedicinskoj akademiji, na odeljenju za radiologiju.

Instalirana su dva servera u okviru ovog sistema, međusobno povezanih LAN kablovima, koji su dalje povezani na centralne servere Univerziteta odbrane, kako bi bio moguć pristup sa bilo kog mesta u okviru Univerziteta. Ceo sistem se može videti na slikama 2 i 3.



Slika 2 Izgled DICOM slike



Slika 3 Izgled ASTREOS PACS softvera

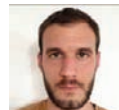
5. ZAKLJUČAK

ASTREOS PACS je samo jedan u nizu PACS sistema za koje se moglo opredeliti prilikom odabira ovih sistema za upotrebu u konkretnom studijskom programu. Ipak, sva druga rešenja su predstavljala daleko skuplju alternativu. Takođe, razlog zbog koga je ovaj sistem izabran je pristup firmi koja ga je napravila, kako bi ovaj rad bio moguć. Naravno, ovako integrisan sistem uz jako male nadogradnje u vidu nekoliko računara i prava pristupa može da se transformiše u potpuno funkcionalan telemedicinski sistem.

6. LITERATURA

- [1] Curran, Vernon R. "Tele-education." Journal of telemedicine and telecare 12.2 (2006): 57-63.
- [2] Casebeer, Linda, et al. "Physician internet medical information seeking and on line continuing education use patterns." Journal of Continuing Education in the Health Professions 22.1 (2002): 33-42.
- [3] Barnes, Barbara E. "Creating the practice-learning environment: using information technology to support a new model of continuing medical education." Academic Medicine 73.3 (1998): 278-81.
- [4] Ko, Chi Chung, et al. "A large-scale web-based virtual oscilloscope laboratory experiment." Engineering Science and Education Journal 9.2 (2000): 69-76.
- [5] Ko, Chi Chung, et al. "A web-based virtual laboratory on a frequency modulation experiment." Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on 31.3 (2001): 295-303.

Kratka biografija:



Jovan Mitrović rođen je u Novom Sadu 1992. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je 2016. godine iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – merni sistemi.:

RAZVOJ KOMUNIKACIONOG PROTOKOLA IEC 61850 U OKVIRU DMS SISTEMA DEVELOPMENT OF COMMUNICATION PROTOCOL IEC 61850 WITHIN THE DMS SYSTEM

Darko Nikić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada je implementacija komunikacionog protokola IEC 61850 u okviru CIM modela. Opisane su osnove IEC 61850 standarda, osnove CIM modela, kao i mapiranje između modela. Predstavljeno je arhitekturno rješenje problema sa svim izmjenama koje su urađene na postojećem modelu u cilju implementacije protokola.

Abstract – The objective of the paper is to implement an IEC 61850 communication protocol within a CIM model. The fundamentals of the IEC 61850 standard, the CIM model as well as the realization of the mapping between the models are described. An architectural problem solution with all its changes affected on the already existing model, in order to achieve the implementation of the abovementioned protocol, is proposed.

Ključne reči- IEC61850, mapiranje, CIM model

1. UVOD

IEC 61850 standardnom određeni su komunikacioni protokoli za jedinstvenu komunikaciju između uređaja u automatizovanim postrojenjima elektroenergetskog sistema nezavisno od proizvođača opreme.

Nastao je kao rezultat standardizacije komunikacione i softverske arhitekture na nivou transformatorskih stanica. Jedan od glavnih osobina zbog koje je protokol tako brzo prihvaćen od strane vodećih proizvođača opreme za automatizaciju trafostanica je interoperabilnost. Postoji niz prednosti koje ovaj protokol donosi sa sobom (GOOSE poruke, automatizacija po nivoima trafostanice) ali one nisu razmatrane u ovom radu.

2. OSNOVE IEC 61850 PROTOKOLA

IEC 61850 je komunikacioni standard koji se odnosi na funkcije u domenu postrojenja. Osnovni zadatak protokola je da obezbijedi interoperabilnost unutar postrojenja između raznih vrsta IED-a (Intelligent Electronic Device).[1]

IEC 61850 razlikuje dva vida procesnih informacija, podatke u realnom vremenu i podatke za konfiguraciju. Procesni podaci u realnom vremenu se razmjenjuju između krajnjih tačaka koje komuniciraju.

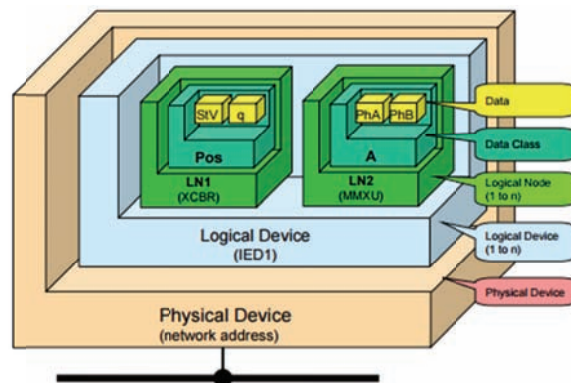
Podaci za konfiguraciju su zapisani u obliku XML šeme pomoću SCL (Substation Configuration Language) jezika.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Čapko, docent.

Modelovanje podataka se zasniva na raščlanjenju fizičkog uređaja (Physical Device) na logičke uređaje (Logical Device - LD). Svaki LD sadrži jedan ili više logičkih čvorova (Logical Node - LN) koji dalje sadrži klase podataka (Data Class) u kojima se nalaze podaci (Data) (Slika 1.). Ako se prati putanja od najvišeg do najnižeg nivoa strukture, dolazimo do standardizovanog imena signala (*Functional Name*). Na primjer, prekidač je modelovan sa jednim LN-om XCBR tipa. Ako je ime LN-a XCBR3, XCBR3.Pos.StVal je podatak za čitanje.

On predstavlja vrijednost signala koji opisuje položaj prekidača, dok je XCBR3.Pos.ctlVal upravljački signal samo za pisanje koji omogućava promjenu položaja prekidača. Iz navedenog primjera se vidi da podaci koji su sadržani u LN-u nisu samo operativni nego i konfiguracioni. Standardizovana imena koja nose semantiku domena omogućavaju standardan način za opis i adresiranje podataka. Ukoliko se podaci prikazuju prema IEC 61850 modelu dolazi se do interoperabilnosti uređaja različitih proizvođača što je napomenuto kao jedna od važnijih osobina protokola.



Slika 1. IEC 61850 modelovanje podataka

SCL (Substation Configuration Language) je opisni jezik koji je uveden sa ciljem da obezbijedi format za razmjenu konfiguracionih podataka u vidu XML dokumenta. Standardom su definisane četiri vrste SCL fajlova:

- ICD (IED Capability Description) opisuje sve mogućnosti inteligentnih elektronskih uređaja.
- CID (Configured IED description) opisuje samu konfiguraciju IED-a, kao i sve potrebne ulazne podatke.
- SSD (System Specification Description) opisuje jednopolnu šemu postrojenja.
- SCD (System Configuration Description) opisuje konfiguracionu šemu kao i funkcijsku konfiguraciju logičkih čvorova.

2.1 IEC 61850 Object model

U radu je korišćena Triangle MicroWorks biblioteka sa podrškom za .NET komponente. Triangle nudi Client/Server aplikaciju za potrebe testiranja protokola.[2] Object model je definisan SCL fajlovima. Client i Server koriste model kao osnovu za sve operacije (čitajte, pisanje...). Server (u ovom slučaju RTU) u toku inicijalizacije koristi SCL fajlove kako bi izgradio model. Object model na klijentskoj strani može takođe da se izgradi uz pomoć SCL fajlova, ili da se tokom konekcije uradi discovery proces, tj. da Server pošalje model Client-u.

2.2 Funkcionalno ime

Functional name je veoma značajan atribut jer jednoznačno identifikuje signal, a prikazan je strukturno na slici 3.

Primer: AA1E1Q3P2KA1/Q0XCBR2.Pos.StVal

Substation: AA1

Voltage level: E1

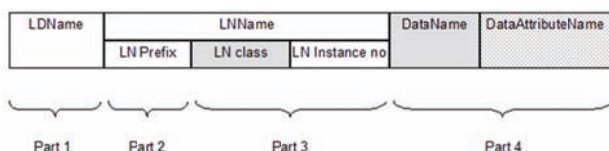
Bay: Q3

LDName: P2KA1

LNName (Class) : Q0XCBR2

DataName: Pos

DataAttributeName: stVal



Slika 3. Konstrukcija funkcionalnog imena

Iz prethodnog primjera vidimo da se signal identifikuje na nivou podstanice (Substation) navodeći na kom naponskom nivou se nalazi (Voltage level) i kom Bay-u pripada. U drugom dijelu imena, navode se uređaj (LDName) i čvorište (LNName) kojima signal pripada. Na kraju imamo ime podatka (DataName) i konkretnu vrijednost (DataAttributeName).

3. CIM MODEL

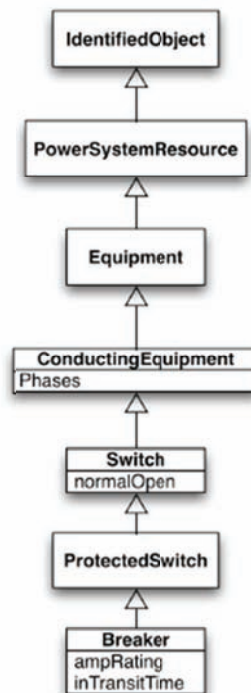
Jedan od najčešće korišćenih standarda za predstavljanje DMS modela je CIM (Common Information Model).

CIM je standard za opisivanje komponenti unutar elektroenergetskog sistema, a razvijen je od strane Electric Power Research Institute (EPRI) u Severnoj Americi. Cilj je bio da se obezbedi osnovni model za opisivanje komponentni u elektroenergetskom sistemu, kao i njihove zavisnosti, kako bi razmjena podataka između aplikacija različitih proizvođača bila moguća i što jednostavnija.[3]

Komponente u modelu su predstavljene preko klasa zajedno sa vezama između njih: nasleđivanje, asocijacija i agregacija. Dok nije postojao CIM model koristili su se prevodioci koji su prevodili iz jednog u drugi format, jer je svaka 3rd party kompanija imala svoj format.

Uvođenjem modela razmjena informacija je pojednostavljena, jer ne postoji potreba za dodatnim konvertovanjem.

Na slici 4. prikazana je hijerarhija *Breaker* klase. *PowerSystem resource* se koristi za opisivanje resursa u sistemu, bilo da su logički ili fizički. *Equipment* označava da se radi o fizičkom uređaju (električni ili mehanički). *ConductingEquipment* koristi se za definisanje tipova opereme. *Switch* je generička klasa za sve switch tipove (*Jump, Fuse, Disconnector, Breaker, LoadBreaker*). U ovom primjeru data je hijerarhija *Breaker* klase, tako da ostalih *switch* tipova nema. *Breaker* je poseban *Switch* tip i kao takav je izveden iz *ProtectedSwitch* klase. Pored *Breaker*-a, *ProtectedSwitch* sadrži i *LoadBreaker*.



Slika 4. Hijerarhija breaker klase

3.1. Proširivanje modela

Entiteti postojećeg modela su prošireni sa atributima koji su bili neophodni za uspostavljanje konekcije sa Serverom (RTU/IED) kao i sa atributima koji se koriste za mapiranje signala.

Entiteti koji su prošireni su *Connection* i *RemotePoint*, kao što je prikazano u Tabela 1.

Tabela 1- Modifikovani entiteti

Entitet	Atribut
Connection	IPAddress
	Port
	protocolName
RemotePoint	functionalName
	protocolName

IPAddress i *Port* su atributi koji se koriste prilikom stvaranja nove konekcije sa RTU. *protocolName* se koristi kako bi se identifikovao IEC 61850 (u slučaju da sa polja dobijamo podatke od nekog drugog protokola, npr DNP3). *functionalName* je atribut koji se koristi za mapiranje.

4. OPIS ARHITEKTURE

Osnovni cilj je bio da se obezbedi akvizicija podataka i komandovanje na polju pomoću IEC 61850 protokola. Pored toga, potrebno je uraditi mapiranje signala, zbog specifičnosti samog protokola da poseduje model.

Operateru treba da se obezbijedi komandovanje iz DMD (Dynamic Mimic Diagram) aplikacije. Komandovanje podrazumijeva mijenjanje topološkog stanja mreže. Napravljen je novi DMS servis (DMS_FEP) i na njemu novi proces - FCS (Field Communication Service). Na procesu se nalazi Dynamic Queue Manager koji je wrapper za redove (queues) na koje se smiještaju podaci koji se prikupljaju sa polja. Za mapiranje između IEC 61850 modela i DMS modela zadužen je protokol adapter koji je realizovan kao plugin FCS procesa. Komande koje operater izdaje sa DMD aplikacije se preko NDS Control plugina prosleđuju do dispečera komandi koji se nalazi na FCS procesu. Dispečer zatim prosleđuje komandu do odgovarajućeg adaptera (u ovom slučaju DMS_IEC61850 Protocol Adapter).(Slika 5)

4.1 Komandovanje

Operater komanduje iz DMD aplikacije. Komanda se preko servisa za obradu komandi prosleđuje do NDS koji ima tri plugin-a, za komandovanje (Control), akviziciju (Source) i konfiguraciju (Config), kao i Cache koji služi za čuvanje podataka. (Slika 5)

Komanda se preko plugin-a za komandovanje prosledi do servisa na kome se nalazi IEC 61850 Protocol Adapter. U ovom radu razmatra se samo IEC 61850 protokol, ali rad se može proširiti da podržava i neki drugi protokol (npr DNP3). U tom slučaju bi imali novi protokol adapter koji bi bio zadužen za taj protokol. Pomoću atributa ProtocolName (atribut sa kojim je model proširen) odlučuje se o kom protokolu je riječ (Dispečer komandi), a zatim se podaci prosleđuju odgovarajućem adapteru. Adapter koji sadrži mapu zna na koji RTU izdaje komandu.

4.2 Akvizicija podataka

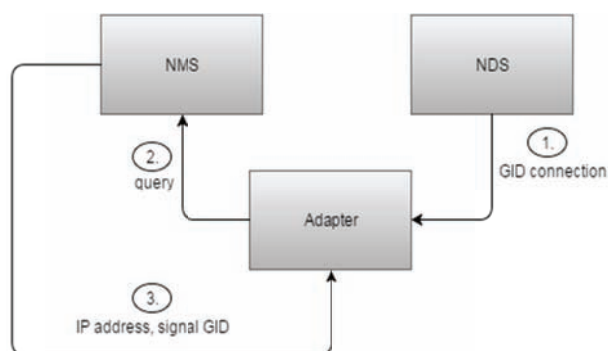
Kada se neka vrednost (npr. stanje breaker-a) na polju promeni, ona se propagira do protokol adaptera koji konvertuje te podatke u određeni format-CRD (Collection Resource Description). Zatim, protokol adapter tako konvertovane podatke u zavisnosti od tipa podatka, šalje na odgovarajući red (queue). Dynamic Queue Manager je wrapper koji je zadužen za tri queue-a: Status, Analog i Custom.

Status i Analog se koriste za čuvanje podataka u zavisnosti od tipa, dok Custom queue sadrži attribute koji daju potrebne informacije o konekciji ukoliko dođe do prekida komunikacije. Svaki queue ima svoj worker thread koji preuzima podatke sa reda i šalje Source pluginu. Podaci se zatim čuvaju u Cashu.

4.3 Konfiguracija

Konfiguracioni plugin dobija globalne jedinstvene identifikatore (GID) konekcija od NDS. Svaka komponenta ima identifikator koji služi za jednoznačnu identifikaciju u celom sistemu. Iz NMS (Network Model Service) na osnovu konekcije protokol adapter dobija informaciju koji Remote Unit-i se nalaze na određenoj konekciji. Remote Unit ima vezu sa Remote Point entitetom koji nam govori koje tačke se nalaze na kom uređaju. Remote Point je zatim veza sa DMS signalom.

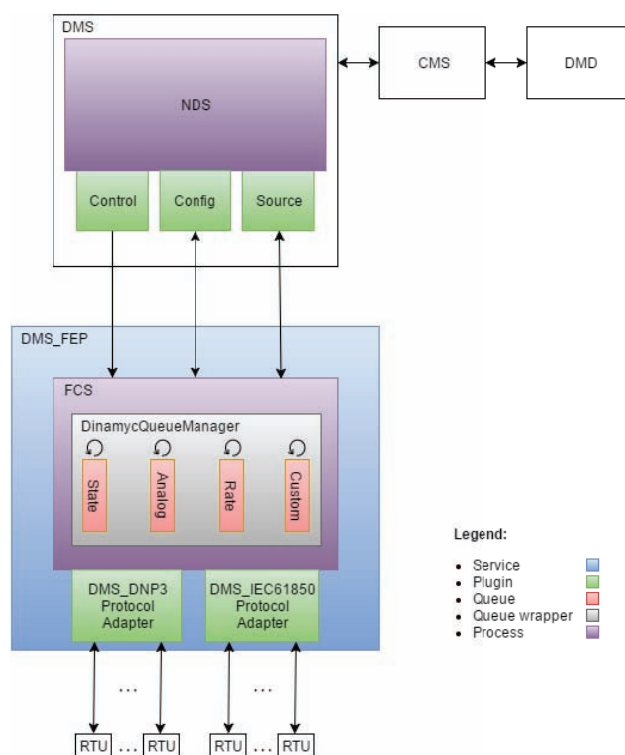
Za potrebe konekcije iz NMS se dobavljaju IP adrese, a zatim se izdvajaju konekcije potrebne za određeni protokol (IEC 61850).



Slika 5. Proces konfiguracije

4.4 IEC 61850 Protocol Adapter

Adapter je realizovan kao plugin čiji je osnovni zadatak da uradi mapiranje. Kada od DMD aplikacije dobije jedinstvene identifikatore, adapter pomoću upita dobija neophodne informacije za mapiranje (koji RTU se nalazi na kojoj konekciji, functionalName). Pored toga što obavlja mapiranje, u adapteru se nalazi IEC 61850 model podataka (u ovom slučaju protokol adapter posmatramo kao server). U komunikaciji i klijentska i serverska strana treba da imaju model, kako bi mogle da se obavljaju operacije. Postojanje modela znači da adapter ne mora da posjeduje dodatnu memoriju za čuvanje podataka.



Slika 6. Arhitektura sistema

5. MAPIRANJE

Podaci koji se prikupljaju sa polja na protokol adapter stižu u formi funkcionalnog imena. Mapiranje se radi i za akviziciju i za komandovanje. GID konekcije na kojoj je primljen podatak i funkcionalno ime (očitanja vrijednost sa polja je u formi funkcionalnog imena) mapiraju se na GID signala koji je jednoznačan u DMS modelu.

Zbog kompleksnosti i velikih razlika u modelima, klase koje su razmatrane su XCBR, XSWI i CSWI. XCBR je klasa koja reprezentuje breaker, a XSWI switch. CSWI je posebna klasa koja izvršava komande i ona je neophodna.

Tabela 2: Klase XCBR, XSWI i CSWI

Logička grupa	Naziv grupe	Broj logičkih čvorišta
A	Automatsko upravljanje	4
C	Nadzor i upravljanje	5
G	Opšte funkcije	3
I	Arhiviranje i istorija	3
L	Logička čvorišta sistema	3
M	Sistem merenja	8
P	Sistem zaštite	28
R	Srodna čvorišta zaštite	10
S	Senzori i nadzor	4
T	Merni transformatori	2
X	Sklopni aparati	2
Y	Energetski transformatori	4
Z	Buduća oprema	15

XCBR, XSWI su klase koje pripadaju logičkoj grupi X (Sklopni aparati), dok CSWI pripada grupi C (Nadzor i upravljanje), što je prikazano u Tabeli 2.

6. DALJI KORACI RAZVOJA

Osnovni zadatak je bio da se sistemu obezbijedi podrška za IEC 61850 protokola. Pored toga velika pažnja je usmerena na skalabilnost sistema. Servis na kom se nalazi adapter za IEC 61850 (servis taj adapter uvlači kao plugin) je dizajniran tako da može u svakom trenutku da se proširi sa novim adapterom koji će da podržava neki drugi protokol.

Moguće je proširiti arhitekturu tako da se obezbijedi podrška za DNP3 protokol (adapter je prikazan na slici 5.) Interfejsi između protokol adaptera i FCS procesa su definisani, adapter koji se dodaje potrebno je da pored stvari koje su specifične za njega implementira samo već postojeće interfejse (za komandovanje, akviziciju i konfiguraciju).

Takođe je moguće odraditi mapiranje i za ostale logičke grupe i tako proširiti skup mogućnosti. Za sada su implementirane samo tri grupe. IEC 61850 standard trenutno ima 13 logičkih grupa u preko 90 logičkih čvorova, gdje se između ostalih nalaze grupe za zaštitu i mjerenje.

Ove grupe imaju značajnu ulogu, ali one nisu namapirane u radu. Potrebno je pronaći njihove ekvivalente u postojećem modelu i proširiti mapiranje kako bi se obezbijedila podrška i za ove grupe.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisane su teorijske osnove IEC 61850 protokola sa akcentom na model i logičku organizaciju podataka. Predstavljena je arhitektura sistema sa neophodnim proširenjima kako bi se omogućilo komandovanje i akvizicija podataka.

IEC 61850 je relativno mlad i protokol koji sa sobom donosi niz novih mogućnosti kako na polju komunikacija, tako i na polju logičke organizacije podataka.

8. LITERATURA

- [1]Ralph Mackiewicz, Sterling Heights, Tehnical Overview and Benefits of the IEC 61850 Standard for Substation Automation
- [2] Triangle MicroWorks, IEC61850 .NET ProtocolComponents User Manul, August 2014
- [3]Dr Alan W. McMorran, An Introduction to IEC 61970-301 & 61968-11: The Common Information Model, January 2007.

Kratka biografija:



Darko Nikić rođen je u Ugljeviku 1991. god. Upisao je smer Računarstvo i Automatika na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu 2010. godine. Diplomirao je 2014. godine. Iste godine upisao je master studije, takođe na Fakultetu tehničkih nauka.

TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA IZVOĐENJA RADOVA NA IZRADI INSTALACIJA VODOVODA I KANALIZACIJE STAMBENE ZGRADE**TECHNOLOGY AND ORGANISATION OF WORKS ON THE DEVELOPMENT OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE OF RESIDENTIAL BUILDING**

Lidija Glavaš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *Predmet rada jeste organizacija i tehnologija izvođenja vodovodne i kanalizacione mreže u stambenoj zgradi. Adekvatnim metodama je napravljen plan radova (tehnika mrežnog planiranja, metoda gantograma).*

Abstract- *The subject of the work is the organization and technology of water and sewage network in the building. Adequate methods are used to design plan works (Network planning techniques, methods Gantt chart).*

Ključne reči: vodovodna i kanalizaciona mreža, mrežni plan, dinamički plan

1. UVOD

Osnovni cilj ovog rada jeste izvođenje vodovodne i kanalizacione mreže. Da bi se ovi radovi uspešno izveli, potrebno je pažljivo analizirati tehnologiju izvođenja radova i organizacijski redosled samih radova. Odnosno pažljivo usmeriti skup aktivnosti na različitim mestima i u određenom vremenskom redosledu, na izgradnju objekta, što predstavlja organizaciju građenja.

Proces radova se sastoji iz velikog broja operacija, koje se odvijaju prema tehnološkim zahtevima, u određenom redosledu i prostorno na različitim mestima-frontovima. Rad na više frontova omogućava paralelizaciju rada.

Metode planiranja u radu su sledeće:

- tehnika mrežnog planiranja i
- metoda gantograma.

2. OPIS OBJEKTA I USLOVI GRAĐENJA

Lokacija objekta je Ruma u ulici Veljka Dugoševića 86, na parceli br. 17 k.o. Ruma, u svemu prema:

- urbanističkim pravilima i uslovima,
- lokacijskoj dozvoli.

Objekat je spratnosti Su+P+4, ukupne bruto građevinske površine 2169.28m², a ukupno korisni prostor je 1775.72m². Čiste visine po etažama su: 2.40m suterenzajednički prostor, 5.0m poslovni prostor sa galerijom i spratovi sa visinom od 2.60m.

2.1. Uslovi građenja

Na osnovu projektnog zadatka investitora, prethodne saglasnosti JP „Vodovod“ Ruma i glavnog arhitektonsko građevinskog projekta, urađen je glavni projekat instalacija vodovoda i kanalizacije za izgradnju stambeno-poslovnog objekta (Su+P+4) u ul. Veljka Dugoševića 86, katastarska parcela br. 17 K.O. Ruma.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Trivunić, red.prof.

2.1.1. Vodovodna mreža

Vodovodna mreža je predviđena od plastičnih cevi PP-R i fazonskih komada, “Peštan” PN10.

Postojeća ulična vodovodna mreža koja se nalazi u ulici Veljka Dugoševića, je prečnika Ø150 mm, sa vladajućim pritiskom od 4 do 5 bara. Sa takvim pritiskom u gradskoj mreži nema potrebe za hidroforima u zgradi. Prema uslovima JP “Vodovod” Ruma, za novoprojektovani objekat predviđeno je uvođenje novog priključka. Pravi se novi priključak sa vodomernim šahtom koji je u nadležnosti JP “Vodovod” Ruma.

2.1.2 Kanalizaciona mreža

Kanalizaciona mreža unutar i izvan objekta predviđena je od PVC kanalizacionih cevi i fazonskih komada, sa potrebnim zaptivnim i spojnim materijalom.

Objekat je potrebno priključiti na postojeću kanalizacionu mrežu Ø300 mm, u ulici Veljka Dugoševića. Prema uslovima od strane nadležnog organa za komunalne poslove neophodno je priključiti objekat na javnu mrežu i uraditi revizionni šaht, koji će biti u njihovoj nadležnosti.

2.1.3. PPH mreža

Protivpožarnu hidrantsku mrežu raditi od pocinkovanih cevi i odgovarajućih fazonskih delova (hidrantskih nastavaka) sa odgovarajućim prečnicima datim u projektu.

U objektu postaviti protivpožarne ormare sa komplet opremom prečnika 2”. Spajanje cevi vršiti pomoću navoja i fine kudjelje koja je natopljena lanenim uljem.

2.1.4. Sanitarni uređaji

Svi sanitarni uređaji predviđeni su od sanitarne keramike i akrila, I klase i veličine po arhitektonskom projektu, inostrane ili domaće proizvodnje. Svi sanitarni uređaji i pribor su odabrani prema projektu enterijera i arhitektonskom projektu ili po želji i dogovoru sa kupcem stana.

3. TEHNOLOGIJA IZGRADNJE

Priključak vodovodne i kanalizacione mreže je u nadležnosti JP “Vodovod” Ruma.

Donji horizontalni razvod vodovodne i kanalizacione mreže se polaže u pripremljen rov širine 60cm, dubine 50cm, u nasipu iznad temeljne ploče.

3.1. Kanalizaciona mreža

Kanalizaciona mreža se postavlja na sloj peska min. debljine 10cm i pod padom 2%. Nivelacija trasa i same kanalizacione cevi se radi pomoću nivelira. Donji horizontalni razvod se radi od PVC cevi i fazonskih komada prečnika Ø160, koje se međusobno spajaju utiskivanjem jedne u drugu pomoću kalijumovog sapuna, pri čemu se gumenim prstenovima obezbeđuje potpuna zaptivenost spoja.

Horizontalni donji razvod postaviti do mesta gde su predviđene usponske cevi. Vertikalne usponske cevi podići na visinu, 0.50 m od gotovog poda lokala, gde treba uraditi revizione otvore. Revizioni otvori omogućavaju čišćenje u slučaju zagušenja. Pre zatrpavanja kanalizacione mreže treba ipitati istu. Početna cev se čepira i mreža napuni vodom, na vertikalnim cevima se obeleži visina vodenog stuba i ostaviti 2 h da odstoji. Nakon provere vodeni stub u cevima mora ostati nepromenjen.

Vertikalni razvod je smešten u instalacionim kanalima, koji su ostavljeni u toku zidanja. Vertikale se pričvršćuju na svaka 2.0 m šelnama. Svaku vertikalu treba završiti sa ventilacionom glavom, 0.50 m iznad krovne ravni, za 50 % većom. Pre zatvaranja šliceva cevi treba obložiti termoizolacijom.

Razvod kanalizacije u sanitarnim čvorovima je u koritima, podu, koja su napravljena u toku betoniranja ploče i po zidu, slika 1.



Slika 1. Razvod kanalizacije u sanitarnim čvorovima

Nakon završene grube instalacije kako vertikalne tako i horizontalne potrebno je iste ispitati. Pregled i ispitivanje po pravilu se vrše u prisustvu nadzornog organa i o tome se sastavlja zapisnik.

3.2. Vodovodna mreža

Vodovodnu mrežu treba raditi od plastičnih cevi PP-R i fazonskih komada. Početni prečnik vodovodne cevi za stanove je Ø90, a za lokale Ø32. Vodovodne cevi i fazonski komadi se međusobno spajaju pomoću aparata za čono varenje, slika 2.



Slika 2. Aparat za čono varenje (preuzeto [7])

Horizontalni vodovodni razvod treba da se uradi do mesta gde su predviđene vertikale usponske cevi. Kada se završi sa montažom horizontalnog razvoda, treba ispitati postavljenu vodovodnu mrežu. Ispitivanje se vrši tako što se sve vertikale zavare odgovarajućim blindama, a na početak vodovodne mreže se postavi vazдушna pumpa. Pomoću vazdušne pumpe mreža se napuni vodom i izloži pritisku od 10 bari u trajanju od 24 h. Ako se ustanovi da je pritisak u mreži ostao nepromenjen, može se pristupiti zatrpavanju rova i treba isprazniti mrežu.

Vertikalne usponske cevi se montiraju u instalacionim kanalima, koji su ostavljeni u toku zidanja. Vertikale je potrebno pričvrstiti na svaka 2.0 m šelnama. Razvod vodovodne instalacije u sanitarnim čvorovima i kuhinjama je vertikalno i horizontalno po zidu. Potrebno je izolovati cevi u zidu odgovarajućom cevnom izolacijom zbog bolje termičke izolacije i zaštite od kondenzacije.

Po završetku vodovodne mreže, a pre nego što se zatvore šlicevi, treba je ispitati na isti način kao i donji horizontalni razvod i napraviti zapisnik o ispitivanju i to sve pod kontrolom nadzornog organa.

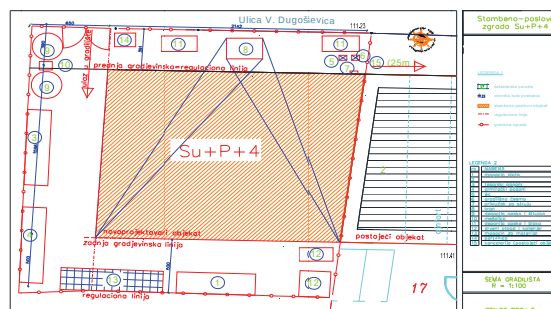
4. ORGANIZACIJA GRADILIŠTA

Elaborat o uređenju gradilišta obezbeđuje rukovodilac radova uz overu predstavnika investitora ili nadzorne službe, nakon čega mogu da otpočnu radovi.

U elaboratu su postavljeni zahtevi za način organizovanja i sprovođenja mera zaštite, odnosno, određen je kriterijum kojeg se gradilište mora pridržavati za sve radove koji se obavljaju na gradilištu, a kod kojih se pojavljuju izvori opasnosti.

4.1. Šema gradilišta

Šema gradilišta, predstavlja grafički prikaz svih planiranih privremenih objekata potrebnih za izvođenje građevinskih radova. Prostor bi trebao biti organizovan ekonomično i sigurno, gde moramo voditi računa o povezivanju radnih mesta sa istim tehnološkim procesima i transportnim uslovima.



Slika 3. Šema gradilišta

Na šemi gradilišta pored objekta koji se radi su prikazani i privremeni objekti, kao i postojeći objekti koji se koriste za potrebe gradilišta.

4.2. Privremeni objekti za kooperante za vodovod i kanalizaciju

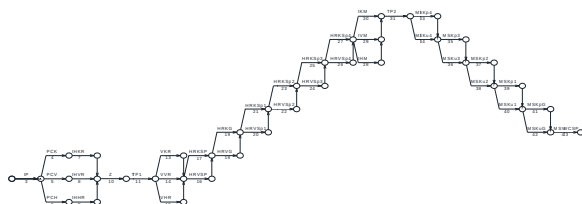
Za potrebe rada na gradilištu, na vodovodnoj i kanalizacionoj mreži kooperanti koriste postojeću kancelariju, koja se nalazi na poziciji 15, zajedno sa šefom gradilišta i ostalim rukovodećim ljudima, a samim tim, tu im je sva potrebna dokumentacija. Radnici koriste pomoćne prostorije koje su na šemi gradilišta pod pozicijom 2. Sav materijal koji je potreban za izradu vodovodne i kanalizacione mreže se doprema kontinualno u zavisnosti od potrebnih količina i smešta se u magacin koji je namenjen za materijal, a na šemi gradilišta je pod pozicijom 13.

5. DINAMIČKI PLAN IZGRADNJE

5.1. Mrežni plan

Mrežni plan (model toka procesa) definisan u okviru ovog projekta tehnologije i organizacije građenja odnosi se na proces izrade svih elemenata instalacija vodovoda i kanalizacije stambeno-poslovnog objekta Su+P+4. Aktivnosti mrežnog plana za izradu instalacija vodovoda i kanalizacije stambeno - poslovnog objekta podeljene su u tri grupe aktivnosti koje su povezane sa dve tehnološke pauze.

U prvu grupu aktivnosti mrežnog plana spada horizontalni razvod u nasipu. Drugu grupu aktivnosti čini grubi vertikalni i horizontalni razvod u zgradi. U treću grupu aktivnosti mrežnog plana spada fina montaža sanitarnih uređaja. Tehnološke pauze su aktivnosti koje povezuju određenu grupu radova.



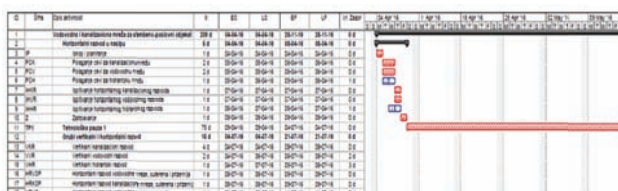
Slika 4. Mrežni plan

5.2. Dinamički plan

Za izradu dinamičkog plana definisano je sledeće:

- Za početak izvršenja radova na izradi instalacija vodovoda i kanalizacije, a na osnovu ukupnog dinamičkog plana građenja usvojen je 04. april 2016. godine.
- Radni kalendar: rad u jednoj smeni sa trajanjem od 10 sati, gde je uključena i jedna pauza za ručak u trajanju od 1 h, tokom šest radnih dana (ponedeljak - subota) u toku nedelje, sa neradnim danima (nedelja i važeći praznici).

Obradom mrežnog plana u programu MS Project dobijen je dinamički plan izvršenja radova na izradi instalacija vodovoda i kanalizacije u stambeno-poslovnom objektu Su+P+4.



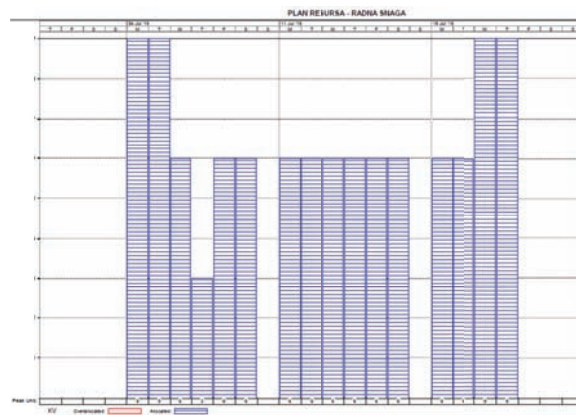
Slika 5. Deo dinamičkog plana (gantogram)

Na osnovu dinamičkog plana smo dobili da je za izgradnju cele vodovodne i kanalizacione mreže za stambeno-poslovni objekat Su+P+4, kada se saberu sve faze radova potrebno 209 radnih dana, gde su uračunate i dve tehnološke pauze u trajanju od 75 dana i 103 dana. Sami radovi na izradi instalacija vodovoda i kanalizacije u stambeno-poslovnom objektu Su+P+4 ukupno traju 31 radni dan.

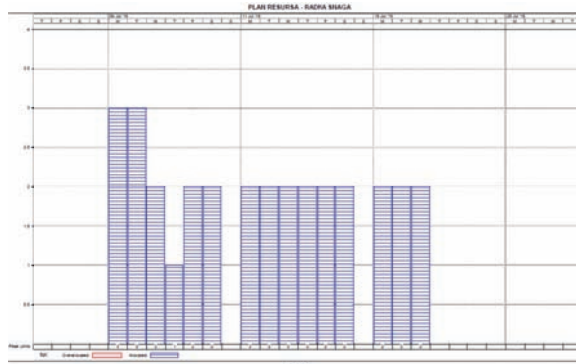
5.3. Plan radne snage

Obradom mrežnog plana, unosom podataka o resursima u program MS Project dobijen je i plan radne snage na izradi instalacija vodovoda i kanalizacije u stambeno - poslovni objekat Su+P+4. Plan radne snage na gradilištu definisan je kao histogram radne snage.

Plan radne snage - histogram radne snage definisan je posebno za svaku klasifikaciju radnika. U ovom slučaju histogram je podeljen u dve grupe prema kvalifikaciji radnika i to na kvalifikovane radnike KV i ne kvalifikovane radnike NK.



Slika 6. Deo plana radne snage KV



Slika 7. Deo plana radne snage NK

6. MERE ZA BEZBEDAN I ZDRAV RAD

Gradilište se uređuje tako da se na njemu može bezbedno obavljati rad i kretanje radnika, oruđa i uređaja za rad i transportnih sredstava. Na gradilištu se moraju primeniti sve mere bezbednosti i zaštite zdravlja radnika, kao i ostale mere propisane pravilnicima i propisima. Na osnovu "Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu", donet je Pravilnik o sadržaju elaborata o uređenju gradilišta, koji kao što smo već rekli sadrži mere za bezbednost i zdravlje na radu.

6.1. Mere sigurnosti na gradilištu

- Obezbeđenje gradilišta od privremenog naselja od spoljnjih uticaja i okoline od uticaja gradilišta se postiže izradom privremenih ograda, postavljanjem znakova obaveštenja, upozorenja, osvetljenjem i signalizacijom.
- Obezbeđenje od požara se postiže preduzimanjem mera zaštite od požara u skladu sa važećim propisima.
- Pravilna izgradnja i obezbeđenje prostora za skladištenje i čuvanje opasnih materija.
- Obeležavanje opasnih mesta i mesta gde se mogu pojaviti štetni gasovi, prašina, para i obezbeđenjem tih mesta.
- Pravilna organizacija spoljnog i unutrašnjeg saobraćaja, prenosa i dizanja materijala i elemenata na samom gradilištu.

- Izgradnja i održavanje svih objekata za rad i život radnika i sprovođenjem sanitarnih mera u toku korišćenja istih.
- Nabavka i pravilno korišćenje opreme za zaštitu zdravlja radnika.
- Propisivanje i sprovođenje odgovarajućih mera prilikom izvođenja svih radova na građevinskom objektu.



Slika 8. Tabla sa upozorenjima (preuzeto [8])

Svaki rad na gradilištu mora biti u skladu sa važećim zakonima. Pri izradi vodovodne i kanalizacione mreže, kooperanti se moraju pridržavati svih mera sigurnosti na gradilištu kako ne bi narušili svoju bezbednost isto tako i ostalih ljudi koji tu rade.

6.2. Lična zaštitna sredstva

Za zaštitu delatnosti u vodovodnoj i kanalizacionoj mreži, zavisno od prirode posla, opasnosti, štetnosti raznih uslova i drugih elemenata štetnosti, treba da se obezbede sledeća sredstva lične zaštitne opreme:

- Za zaštitu glave



Slika 9. Građevinski šlem (preuzeto [6])

- Za zaštitu očiju i lica



Slika 10. Naočare sa providnim staklima i bočnom zaštitom (preuzeto [6])

- Za zaštitu sluha



Slika 11. Ušni štitnik za zaštitu sluha (preuzeto [6])

- Za zaštitu organa za disanje



Slika 12. Respirator za zaštitu organa za disanje (preuzeto [6])

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je dat detaljan prikaz tehnologije izvođenja vodovodne i kanalizacione mreže za stambenu zgradu. Primenom metode mrežnog planiranja dobili smo paralelizaciju radova.

Dinamičkim planom izgradnje obuhvaćeno je detaljno planiranje, a takođe je urađen i generalni mrežni plan (model celokupnog procesa izgradnje).

Kao dan početka radova usvojen je 04.04.2016. godine, a analizom unetih podataka je dobijen završetak radova za 28.11.2016. godine.

Za izgradnju cele vodovodne i kanalizacione mreže, kada se saberu sve faze radova potrebno je 209 radnih dana, a tu su uračunate i dve tehnološke pauze u trajanju od 75 dana i 103 dana. Sami radovi na izradi instalacija vodovoda i kanalizacije ukupno traju 31 radni dan.

8. LITERATURA

- [1] Glavni projekat vodovoda i kanalizacije za zgradu Su+P+4 u Rumi
- [2] Radonjić M., (2003), *Vodovod i kanalizacija u zgradama*, Croatia knjiga, Zagreb.
- [3] Dević M., (1970), *Sanitarne prostorije i uređaji*, Zajednica zavoda za zaštitu na radu, Niš.
- [4] Trivunić M., Matijević Z., (2006), *Tehnologija i organizacija građenja*, Praktikum, FTN Izdavaštvo, br. 126, Novi Sad.
- [5] Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu, *Službeni glasnik RS*, broj 101/2005.
- [6] Zlatković D., (2011), *Bezbednost i zdravlje na radu*, Knjiga 1, Opšti deo, Niš.
- [7] http://www.grijanje-rijeka.hr/Repository/Dokumenti_Proizvodi/vargoterm-katalog.pdf
- [8] http://www.signalizacija.org/opce_informacije3.html

Kratka biografija:



Lidija Glavaš rođena je u Slavonskom Brodu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Organizacija i tehnologija građenja odbranila je 2016. Godine.

**PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE
STAMBENO – POSLOVNE ZGRADE U NOVOM SADU****THE PROJECT OF MULTISTOREY REINFORCED CONCRETE
RESIDENTIAL - OFFICE BUILDING IN NOVI SAD**

Ivana Ristić, Đorđe Ladinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U prvom delu rada prikazan je projekat konstrukcije višespratne armiranobetonske stambeno– poslovne zgrade Po+Pr+M+4+T, a u drugom delu je sprovedena uporedna analiza temeljnih ploča.

Abstract – The first part of the work consists the design of multistorey reinforced concrete residential – business building with basement + ground floor + entresol + 4 + attic storeys, and the second part consists comparative analysis of two types of foundations of the same building.

Ključne reči: armiranobetonska zgrada, skeletni sistem, platna za ukrućenje, statički proračun, dinamički proračun, uporedna analiza temeljnih ploča.

1. UVOD

Analizirati skeletni konstruktivni sistem sa potrebnim armiranobetonskim platnima za ukrućenje. Objekat je stambeno-poslovni, spratnosti podrum + prizemlje + mezanin + četiri sprata + tavan. Spratna visina podruma je 3,15 m, poslovnih etaža je 3,40 m, dok za stambene etaže ona iznosi 2,90 m. Tavan je spratne visine 2,70 m. Osnova objekta je pravougaona dimenzija 33,20 m i 24 m. Objekat je lociran u Novom Sadu, VIII seizmička zona. Objekat je projektovan tako da u predviđenom eksploatacionom veku ispuni sve uslove u pogledu nosivosti, trajnosti i funkcionalnosti. U sklopu održavanja konstrukcije predviđen je periodični pregled svakih 5-10 godina.

2. TEHNIČKI OPIS**2.1. Arhitektonsko rešenje**

U podrumu objekta je predviđena garaža za automobile stanara zgrade. Prizemlje i mezanin (visoko prizemlje) predviđeni su za poslovni prostor. Na svakoj od ove dve etaže nalazi se po osam lokala, kao i sanitarne prostorije. Ove dve etaže spojene su sopstvenim stepeništem. Ostale etaže su projektovane za stanovanje. Na svakom spratu predviđeno je po 12 stanova. Spratna visina podruma je 3.15 m, poslovnih etaža je 3.40 m, dok za stambene etaže ona iznosi 2.90 m. Tavan je spratne visine 2.70 m. Za vertikalnu komunikaciju predviđen je lift i dvokrako stepenište. Podovi objekta su obloženi parketom i keramičkim pločicama. Keramičke pločice se nalaze u sanitarnim prostorijama.

Podovi hodnika se obrađuju cementnom košuljicom i teraco pločicama. Zidovi i plafoni stanova se malterišu i

završno obrađuju poludisperzivnom bojom. Zidovi stepenišnog prostora se obrađuju završnim dekorativnim malterom. Fasadni zidovi izvođe se od ytong blokova debljine 30 cm. Sa spoljašnje strane zida se nanosi malter, a na malter fasada određene boje. Unutrašnji i pregradni zidovi su, od ytong blokova debljine 20 cm i 10 cm.

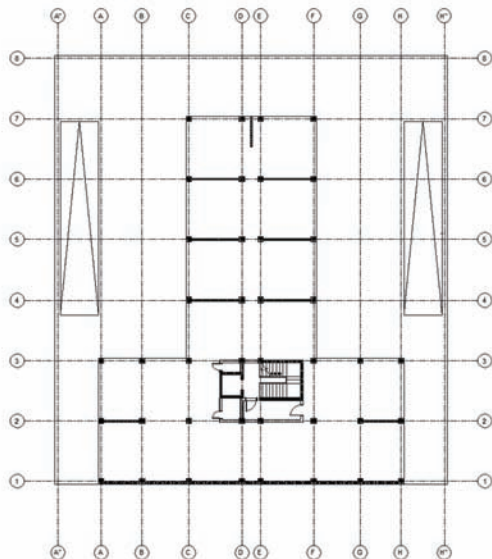
2.2. Konstruktivni sistem objekta

Glavni konstrukcijski sistem zgrade je AB skelet koji se sastoji od armiranobetonskih ramova: 10 podužnih i 8 poprečnih, postavljenih u dva ortogonalna pravca i od armiranobetonskih zidnih platana koji ukružuju konstrukciju. Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca. Debljina ploče je $d = 15$ cm. Međuspratna konstrukcija prima gravitaciono opterećenje jednog sprata i prenosi ga na grede i stubove ramova. Pored toga, ona ukružuje sistem u horizontalnom pravcu i prima horizontalne sile od vetra i seizmike i prenosi ih dalje na verikalne elemente, stubove i platna za ukrućenje. Međuspratne konstrukcije su definisane kao površinski elementi marke betona MB 35. Stepenište se sastoji od dve kose ploče i ravnog međupodesta. Uklješteno je u dve međuspratne tavanice i zidove za ukrućenje. Korišćena marka betona je MB 35. Grede ramova u podužnom pravcu su raspona 5,20 m, dok u poprečnom pravcu iznose 3,76 m, 3,50 m, 4,00 m, 3,60 m i 1,60 m. Dimenzije greda u oba pravca u iste i iznose $b/d = 30/40$ cm, dok su dimenzije greda na koje je naslonjena krovna konstrukcija $b/d = 30/25$ cm. Dimenzije stubova se razlikuju po visini objekta. Stubovi su dimenzija $b/d = 45/45$ cm, stubovi devete etaže, na koje se naslanja krovna konstrukcija su $b/d = 40/40$ cm. Zidovi za ukrućenje postavljeni su u oba pravca i njihova uloga je da prime i prenesu na temelje horizontalno seizmičko opterećenje i doprinesu krutosti objekta. Zidna platna su debljine $d = 15$ cm. Zidovi za ukrućenje su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Korišćena je marka betona MB 35 i armiranje je vršeno armaturom RA 400/500. U podrumu su projektovani AB zidovi $d = 20$ cm. Njihova uloga je da prime opterećenje od tla. Armiranje zidova vršeno je armaturom RA 400/500 i to prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku. Fundiranje objekta vršeno je na temeljnoj ploči debljine $d = 30$ cm. Temeljna ploča je ojačana gredama dimenzije $b/d = 60/90$ cm, koje prate liniju stubova. Na grede se nastavlja plivajuća ploča postavljena preko sloja nasutog šljunka. Temeljna ploča se izvodi od armiranog betona marke MB 35. Ispod nje se nalazi tampon sloj šljunka $d =$

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz -master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Ladinović, red. prof.

10 cm i sloj mršavog betona $d = 5$ cm. Preko sloja mršavog betona postavlja se hidroizolacija koja je sa gornje strane zaštićena slojem nearmiranog betona $d = 5$ cm. Za armiranje je korišćena armatura R 400/500. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen u geomehničkom elaboratu i iznosi $\sigma_{doz} = 300 \text{ kN/m}^2$. Krovna konstrukcija je prosta drvena. Pored uticaja od sopstvene težine konstrukcija je proračunata i na dejstvo vetra i snega. Dimenzionisanje svih elemenata krovne konstrukcije izvršeno je metodom dopuštenih napona. Celokupna krovna konstrukcija izvedena je od četinara II klase.



Slika 1. Osnova prizemlja

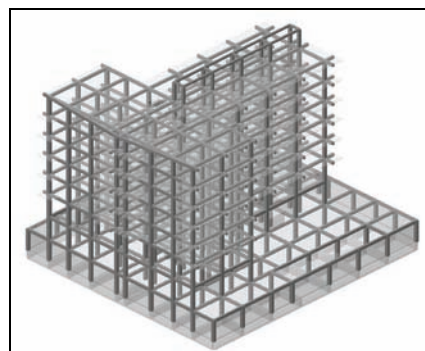
2.3. Analiza opterećenja

Stalno opterećenje čine težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice i stepeništa) i težina neno-sećih elemenata (zidovi ispuhe, podovi, krovne obloge...). Naneto je kao površinsko, linijsko i tačkasto. Automatski je generisano u *Tower*-u. Korisno opterećenje je naneseo preko delova površina međuspratnih konstrukcija, a različitog je intenziteta, zavisno od vrste i namene prostorije. Opterećenje snegom je $0,75 \text{ kN/m}^2$ po osnovi krova. Osim krova, opterećenje snegom je naneto na AB ploču u nivou prizemlja na delu iznad podzemne garaže. Opterećenje vetrom je nanešeno kao dva različita slučaja opterećenja. Nanošeno je kao površinsko opterećenje po spoljašnjim površinama zgrade, a zatim je konvertovano u linijsko koje deluje u nivou tavanica. Dok je na krov naneto kao i opterećenje snegom. Seizmičko opterećenje je dobijeno metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja. Odgovarajuće seizmičko opterećenje *Tower 6.0* je sam generisao nakon što je urađena modalna analiza.

2.4. Statički i dinamički proračun

Proračun statičkih uticaja u elementima AB konstrukcije je sproveden pomoću specijalizovanog softvera za strukturalnu analizu – Radimpex Tower 6.0. Formiran je detaljan prostorni model, koji u potpunosti prati geometriju konstrukcije i kojim su predstavljeni svi njeni elementi, kao i odgovarajuća dejstva. Elementi su modelirani kao linijski (stubovi, grede) ili površinski (ploče, AB platna) sa odgovarajućim geometrijskim karakteristikama poprečnih preseka i mehaničkim karakteri-

stikama materijala. Sve veze između elemenata su modelirane kao krute. Veza objekta i podloge je modelirana pomoću elastičnih opruga po Vinklerovom (Winkler) modelu. Pretpostavljeno je da su tavanice nedeformabilne u svojoj ravni i na osnovu ove pretpostavke urađena je analiza horizontalnog opterećenja kao i modalna analiza. Veličina konačnog elementa u modelu je $40 \times 40 \text{ cm}$. Svi elementi izrađeni su od betona marke MB35 i armature RA 400/500. Pri dimenzionisanju elemenata korišćena je anvelopa graničnih uticaja. U sprovedenoj modalnoj analizi uzeta su tri tona oscilovanja sa sledećim vrednostima perioda: $T_1 = 0.803 \text{ s}$, $T_2 = 0.607 \text{ s}$ i $T_3 = 0.459 \text{ s}$



Slika 2. Prikaz modela konstrukcije

2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Svi elementi su dimenzionisani u skladu sa pravilnikom BAB 87 u odnosu na merodavne granične kombinacije opterećenja. Pravilnik BAB 87 i pravilnik o izgradnji objekata visokogradnje u seizmičkim područjima propisuje minimalni prečnik podužne armature u stubovima $\varnothing 12 \text{ mm}$, kao i da razmak uzengija u stubovima ne sme biti veći od 15 cm , dok se u zoni čvorova taj razmak dvostruko smanjuje. Dužina te zone je najveća od sledeće tri: $1,5$ dužina veće strane stuba, $1/6$ visine stuba ili 50 cm . Armatura se nastavlja van područja plastičnih zglobova i vrši se preklapanjem, pri čemu se nastavlja samo polovina armature stuba, dok se druga polovina propušta, ili se nastavlja zavarivanjem. Nastavljanje armature prečnika većeg od 20 mm vrši se zavarivanjem. Kod AB greda u preseccima u kojima se javljaju ekstremne vrednosti momenata savijanja, minimalni koeficijent armiranja za RA 400/500 treba da bude $0,20 \%$. Za sve elemente korišćen je beton MB 35 i armatura RA 400/500. Prema članu 180 Pravilnika BAB 87, u seizmički aktivnim područjima, nad osloncima kontinualnih greda i u čvorovima skeletnih sistema, minimalna količina pritisnute armature treba da bude 50% količine zategnute armature. Ovi čvorovi treba da budu do petine raspona grede prožeti zatvorenim uzengijama sa preklapom, dvostruko gušćim nego što je konstrukcijski neophodno. Minimalni prečnik armature zidova za ukrućenje prema pravilniku je $\varnothing 8$, a ukoliko se zidovi armiraju zavarenim armaturnim mrežama, minimalni prečnik podužnih šipki treba da bude $\varnothing 5$. Takođe, pravilnikom je propisan minimalni koeficijent armiranja podužnom (vertikalnom) armaturom koji iznosi $\mu = 0,45 \%$, od čega se po trećina ove armature grupiše na svakom kraju zida na dužini od $1/10$ preseka. Za stubove i zidove za ukrućenje sprovedena je kontrola aksijalnog naprezanja. Kod stubova, veličina aksijalnog naprezanja ograničava se na 35% čvrstoće betonske prizme, a kod

zidova za ukrucenje ona se ogranicava na 20 %. Provera aksijalnog naprezanja stubova i zidova za ukrucenje vrši se bez uzimanja u obzir koeficijentata sigurnosti.

3. UPOREDNA ANALIZA TEMELJA PRI TEMELJENJU NA TEMELJNOJ PLOČI I TEMELJNOJ PLOČI OJAČANOJ GREDEMA

Temeljne ploče su „obrnute“ međuspratne konstrukcije, opterećene reaktivnim opterećenjem na kontaktu sa tлом. Fundiranje na temeljnoj ploči vrši se kada su ukupna opterećenja relativno velika, odnosno kada je tlo relativno male nostivosti. Temeljne ploče rasprostiru opterećenje od zidova i stubova građevine na veliku površinu i na taj način smanjuju intenzitet naprezanja na tlo. Temeljna ploča je u isto vreme i podna konstrukcija najniže etaže, a pogodna je i za postavljanje hidroizolacije ispod objekta. Prema statičkom sistemu temeljne ploče mogu da budu 1) pečurkaste ploče, sa ili bez kapitela; 2) ploče ojačane rebrima, u jednom ili u dva pravca.

3.1. Proračun temeljnog roštilja

Proračun temeljne ploče radi se u svemu isto kao i proračun ploča tavanica, stim da je opterećenje ploče jednako količniku svih vertikalnih sila i površine temeljne ploče i deluje suprotno od opterećenja tavanica. Pitanje distribucije reaktivnog opterećenja je od velike važnosti kad se radi o temeljnim pločama. Linearna distribucija se pretpostavlja kod ploča manjih raspona a veće debljine (koje su vrlo krute u horizontalnoj ravni) ili ako je tlo deformabilno. Ipak, preporučuje se korišćenje postupaka koji koriste složenije idealizacije tla (Vinklerova podloga ili homogeni elastični poluprostor).

3.2. Određivanje debljine temeljne ploče iz uslova probijanja

Uslov zadatka je da ploča bude konstantne debljine, pa formiranje kapitela kao mogućnost otpada. Kako debljina ploče utiče i na veličinu smičućeg napona, kao i na količinu armature za savijanje (tj. na veličinu dopuštenih napona smicanja), postupak je iterativan. Debljina ploče se odredi iz maksimalnog smičućeg napona (svesno se usvaja varijanta sa osiguranjem armaturom, kako bi se dobila što manja debljina temeljne ploče), za koji se, barem u prvom koraku, usvoji njegova minimalno moguća vrednost (dobijena za usvojeni kvalitet betona i minimalni procenat armiranja $\mu=0.5\%$):

$$\tau_2 = \frac{G_{max}}{O_{kp} \cdot h_s} \quad (1)$$

- τ_2 - maksimalni računski smičući napon
- G_{max} - najveća transversalna sila pri eksploataciom opterećenju
- O_{kp} - obim preseka oko stuba, ili ojačanja sa prečnikom d_{kp} ,

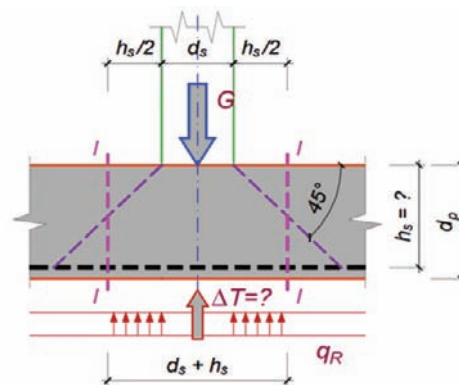
$$O_{kp} = \pi \times d_{kp} \quad (2)$$

- d_{kp} - prečnik kritičnog preseka,

$$d_{kp} = d_s + h_s \quad (3)$$

- h_s - srednja statička visina ploče za dva usvojena pravca armature
- d_s - prečnik zamenjujućeg kružnog preseka, ako je stub pravougaonog preseka $b \times d$, onda se d_s izračunava prema izrazu:

$$d_s = 1.13 \times \sqrt{b \cdot d} \quad (4)$$



Nakon proračuna usvojena debljina ploče je 50 cm.

3.4. Analiza rezultata

Upoređivanje statičkih uticaja u temeljnoj ploči i temeljnoj ploči ojačanoj gredama.

Tabela 1. Maksimalni uticaji M_x i M_y

Opterećenje	Temeljna ploča		Temeljna ploča ojačana gredama	
	M_x [kNm/m]	M_y [kNm/m]	M_x [kNm/m]	M_y [kNm/m]
Stalno	343,59	384,35	100,82	107,80
Korisno	61,68	66,12	16,29	16,30
Sneg	7,28	7,28	1,15	1,25
Vetar X pravac	25,02	23,39	3,51	1,80
Vetar Y pravac	25,81	38,57	7,25	8,45
Seizmika Sx	150,49	146,50	19,37	10,03
Seizmika Sy	81,98	121,77	16,98	8,79

Primećujemo da su uticaji u ploči ojačanoj gredama daleko manji. Razlog za to je povoljniji statički rad temeljne ploče ojačane gredama, tj. činjenica da je statička visina ploče ojačane gredama, $d=120$ cm, veća od statičke visine temeljne ploče bez ojačanja, $d=50$ cm. Budući da je $I=bh^3/12$, krutost na savijanje EI , direktno zavisi od visine. Na osnovu ove analize zaključujemo da je temeljna ploča ojačana gredama povoljniji statički sistem, pored činjenice da ima veću krutost, problem proboja stubova je potpuno eliminisan. U daljem tekstu analiziramo razlike ove dve konstrukcije u ekonomskom smislu, tj. cenu koštanja izvedenih konstrukcija. Praktično, to znači da ćemo upoređivati utrošak betona, armature i oplata u skladu sa jediničnim cenama sva tri uporedna elementa. Rezultate ćemo prikazati tabelarno:

TEMELJNA PLOČA					
r.br.	MATERIJAL	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena (€)	Ukupna cena (€)
1.	BETON	m ³	606,424	60,00	36385,44
2.	ARMATURA	kg	68004,17	0,80	54403,336
3.	OPLATA	m ²	69,72	15,00	1054,8

Ukupno: 91843,576 €

TEMELJNA PLOČA OJAČANA GREDEMA					
r.br.	MATERIJAL	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena (€)	Ukupna cena (€)
1.	BETON	m ³	678,437	60,00	40706,22
2.	ARMATURA	kg	100634,1	0,80	80507,28
3.	OPLATA	m ²	1023,48	15,00	15352,2

Ukupno: 136565,70 €

Razlika u ceni između ovih varijanti, izražena u procentima, iznosi:

$$(136565,70 - 91843,576) / 136565,70 \times 100 = 32,75 \%$$

Nakon analize primećujemo da je potrebna količina materijala veoma različita u zavisnosti od statičkog sistema temeljne konstrukcije. To se naročito ogleda u količini armature. Kod temeljne ploče ojačane gredama, projektovana je nešto veća količina betona, ali je zato količina armature daleko veća. Kada je reč o oplati, upotrebljena količina kod temeljne ploče ojačane gredama je više nego desetostruko veća, tako da je razlika u ceni veoma velika. Približno 33 % je skuplja temeljna ploča ojačana gredama. Naravno, pored cene koštanja, vreme potrebno da se izrade ovi temelji, je jedan od bitnih faktora, ako ne i presudan. U sledećim tabelama prikazani su rezultati analize vremena potrebnog za izradu ovih temelja.

TEMELJNA PLOČA						
r.br.	Materijal	Napomena	Jedinica mere	Količina	Nč/Jedinica mere	Nč
1.	BETON	Spravljanje	m³	606,424	0,3060	185,57
		Ugradnja			4,6560	2823,51
2.	ARMATURA	≤RØ14mm	kg	255,24	0,0472	12,05
		≥RØ14mm		67748,9	0,0334	2262,81
3.	OPLATA	Jednostrana	m²	69,72	1,0400	72,51

Ukupno 5356,45 Nč

TEMELJNA PLOČA OJAČANA GREDAMA						
r.br.	Materijal	Napomena	Jedinica mere	Količina	Nč/Jedinica mere	Nč
1.	BETON	Spravljanje	m³	678,437	0,3060	207,60
		Ugradnja			4,6560	3158,80
2.	ARMATURA	≤RØ14mm	kg	14166,29	0,0472	668,65
		≥RØ14mm		86467,8	0,0334	2888,02
3.	OPLATA	Dvostrana	m²	1023,48	1,0700	1095,12

Ukupno 8018,20 Nč

Razlika u vremenu izvođenja varijantnih rešenja, izražena u procentima, iznosi:

$$(8018,20 - 5356,45) / 8018,20 \times 100 = 33,20\%$$

Zbog komplikovanije oplata i veće količine armature za ugradnju, vreme potrebno za izradu ovih temeljnih konstrukcija veoma se razlikuje. Potrebno je 33 % više vremena za izradu temeljne konstrukcije ojačane gredama.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedene analize cena koštanja ove dve temeljne konstrukcije, zaključujemo da je temeljna ploča isplativija u ekonomskom, ali i u izvođačkom pogledu. Takođe i analiza vremena potrebnog za izvođenje radova, pokazuje da je temeljna ploča optimalno rešenje.

5. LITERATURA

- [1] *Zbirka srpskih pravilnika istandarda za građevinske konstrukcije*: Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988. godine – stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (SRPS U.C7.123) Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988.godine – korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada (SRPS U.C7.121) Srpski standard sa obaveznom primenom od 1992. godine – opterećenje vetrom (SRPS U.C7.110-112) Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata u seizmičkim područjima
- [2] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjige 1 i 2, univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton 3*, građevinska knjiga, Beograd, 2004
- [4] D. Najdanović: *Betonske konstrukcije*, Orion Art, Beograd, 2004.
- [5] M. Gojković, B. Stevanović, M. Komnenović, S. Kuzmanović, D. Stojić: *Drvene konstrukcije*, JUS standardi, Propisi, Evrokod 5, tabele, brojni primeri, Građevinski fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd, 2007.
- [6] S. Stevanović: *Fundiranje I*, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [7] J. Sklena, N. Vujadinović: *Proračun temelja*, Principal metromarketing, Novi Sad, 1998.
- [8] V. Alender: *Projektovanje seizmički otpornih armiranobeonskih konstrukcija kroz pimere*, Građevinski fakultet univerziteta u Beogradu, Institut za materijale i konstrukcije, Beograd, 2004.
- [9] B. Petrović: *Odabrana poglavlja iz zemljotresnog inženjerstva*, Građevinska knjiga, Beograd, 1989.
- [10] Normativi i standardi rada u građevinarstvu, Visokogradnja, knjiga 3, IRO Građevinska knjiga, Beograd 1987.

Kratka biografija:



Ivana Ristić rođena je u Somboru 1978. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – konstrukcije odbra- nila je 2016. god.



Đorđe Ladinović rođen je u Šidu 1956. god. Redovni je profesor za užu naučnu oblast Teorija konstrukcija. Od 2004. god. je šef katedre za konstrukcije, a od 2012. rukovodilac Departmana za građevinarstvo i geodeziju.

IZBOR TIPA FASADNOG ZIDA PRIMJENOM VIŠEKRITERIJUMSKE OPTIMIZACIJE

CHOICE OF THE TYPE OF FACADE WALL APPLICATION WITH MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION

Sanja Narić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada je izbor optimalnog načina izvođenja fasadnog zida. Analiza i vrednovanje tipova faadnih zidova obuhvatila je veći broj kriterijuma: troškove, vrijeme izrade kompletnog zida, toplotnu provodljivost, težinu i održavanje.

Abstract – Subject of this assignment is choosing the optimal way to conduct a facade wall. Analysis and valuation of selected types of facade walls includes number of criterions: expenses, time foe manufacturing a complete wall, thermal conductivity, weight and maintenance.

Gljučne reči: Zid, izvođenje, višekriterijumska optimizacija, troškovi, vrijeme, toplotna provodljivost, težina, održavanje

1. UVOD

Zid je vertikalni konstruktivni elemenat. Nijedan elemenat konstrukcije nije toliko važan kao zid, on odvaja unutrašnji prostor od vanjskog. Problem izolacije fasadnih zidova, ključan je problem, s obzirom da neki rezultati provedenih istraživanja pokazuju da se čak 50% ukupno potrošene energije odnosi na grijanje i hlađenje zgrada odnosno, da je čak 85% svih zgrada nepropisno ili nikako izolovano!

Predmet ovog rada je analiza različitih tipova termoizolacija koje se postavljaju na različite tipove spoljnih nosivih zidova i izbor najpovoljnijeg načina izvođenja. Osim kriterijuma koji su vezani za izvođenje zidova, postavljanje termoizolacije, zahtijeva se da se u analizu uključi primjena ALUBOND fasade i adekvatna regulativa koja definiše ovu oblast.

Cilj ovog rada je izbor najpovoljnije varijante fasadnog zida, na bazi više raznorodnih kriterijuma, koji uključuju pokazatelje kvaliteta procesa izgradnje (troškovi izrade, vrijeme izrade), pokazatelj energetske efikasnosti objekta ali i pogodnost održavanja i trajnosti spoljnih zidova.

Za rješavanje definisanog problema primjenjuju se metode višekriterijumske optimizacije: metoda kompromisnog rangiranja i metoda kompromisnog programiranja.

2. ENERGETSKA EFIKASNOST I ZGRADARSTVO

Mjerenje potrošnje energije u zgradama, odnosno prikazivanje energetske svojstava zgrade izradom energetskog pasoša, ima za cilj trajno smanjenje energetske potreba zgrada pri projektovanju, izgradnji i korišćenju novih zgrada, odnosno sanaciji i rekonstrukciji postojećih. Energetski pasoš zgrade je dokument, tačnije elaborat, koji sadrži podatke o energetskom razredu zgrade, koji ukazuje na finalnu godišnju potrošnju toplotne energije za grijanje [1].

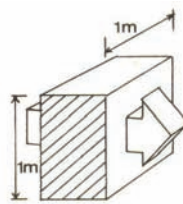
3. TOPLOTNA IZOLACIJA SPOLJNIH ZIDOVA

Na kvalitet toplotne izolacije zidova utiče debljina izolacionog sloja, te provodljivost materijala (slika 2.), (4). Toplotna izolacija bilo koje pregrade definiše se koeficijentom prolaza toplote (slika 1.), (3), pri čemu je: R - otpor prolazu toplote kroz pregradu (1), [2]:

$$R = \frac{1}{h} \left[\frac{m^2 K}{W} \right] \quad (1)$$

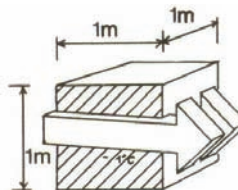
h -koeficijent prelaza toplote (2):

$$h = \frac{q}{\Delta t} \left[\frac{W}{m^2 K} \right] \quad (2)$$



Slika 1. Koeficijent prolaza toplote U

$$U = \frac{1}{R} \left[\frac{W}{m^2 K} \right] \quad (3)$$



Slika 2. Koeficijent toplotne provodljivosti λ

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Trivunić, red.prof.

$$\lambda = \frac{q \cdot d}{\Delta T} \left[\frac{W}{mK} \right] \quad (4)$$

4. TERMOIZOLACIONI MATERIJALI

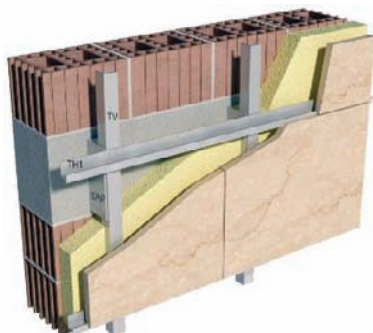
Kamena vuna spada u termoizolacione materijale mineralnog porijekla. Sastoji se od staklastih vlakana i stvrdnutih kapi silikatnog rastopa. Dobija se topljenjem mješavine prirodnih mineralnih stijena, a osnovne sirovine su stijene magmatskog porijekla, kao što su: bazalt, dijabaz, gablo, andezit. [3]

Polistiren (stiropor) se dobija polimerizacijom monomera "stirola". Polimerizacijom se dobijaju kompaktne granule polistirena, prečnika 0.2-3 mm. Proces proizvodnje nezvezanih granula EPS-a sastoji se u zagrijavanju kompaktnih granula polistirena pomoću vode temperature 98°C ili pregrijane vodene pare $T = 110^\circ\text{C}$. Tom prilikom dolazi do povećanja zapremine materijala za 50-60 puta i stvaranja tzv. alveolarne strukture – zatvorenih ćelija prečnika 60-200 μm .

Poliuretanske pjeno-plastične mase se dobijaju kao rezultat složenih reakcija, koje se odvijaju u mješavini polaznih komponenata: poliestara, diizocijanida, vode, katalizatora i emulgatora. Po svojim fizičkim svojstvima sličan je stiroporu. Tvrdi poliuretanska pjena se ubraja u duroplastične materijale, što znači da ovi materijali imaju veliku specifičnu gustinu mrežaste strukture i da nisu topljivi.

5. VENTILISANA ALUBOND FASADA

Suština ventilisane fasade je u ostvarivanju međuprostora tj. sloja vazduha za ventilaciju između spoljašnje zaštitne fasadne obloge i ostalih slojeva, koji je preko određenih otvora povezan sa spoljašnjom sredinom. Osnovna uloga sloja za ventilaciju jeste u odvođenju difuzne vodene pare, koja se zimskom periodu kreće od unutrašnjeg toplijeg prostora prema spoljašnjem prostoru i eliminisanju eventualno nastalog kondenzata, kao i u smanjenju zagrijavanja osnovne mase zida ljeti odnosno boljoj zaštiti unutrašnjeg prostora od visokih ljetnjih temperatura. 3D izgled ventilisane fasade prikazan je na slici 3.



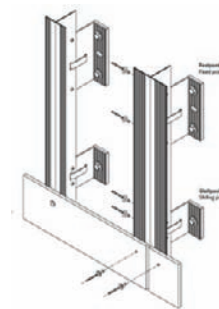
Slika 3. 3D izgled ventilisane fasade

Ventilisani fasadni sistem čine sljedeći slojevi:

1. termoizolacija kao zaštitni sloj, debljine $d=60-150\text{mm}$,
2. AL podkonstrukcija,
3. vazdušni prostor i
4. završna obloga fasade od ALUBONDA.

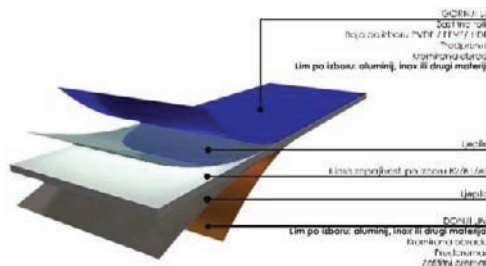
Podkonstrukcija na koju se vezuju paneli je aluminijska. Profili su male težine, čvrsti su jednostavno se

obrađuju, brzo i lako se montiraju. Mogu se površinski zaštititi eloksiranjem ili plastificiranjem. AL podkonstrukcija je prikazana na slici 4.



Slika 4. Al podkonstrukcija

Alubond paneli pružaju estetski izgled i zatvaraju vazdušni prostor [4]. Proizvode se od dva aluminijska lima debljine 0.5mm koji se specijalnim postupkom određenim polietilenskim masama spajaju u ploče debljine 3, 4, 6 i 8mm (slika 5.).



Slika 5. Slojevi alubond panela

6. OPTIMIZACIJA I VARIJANTNA RJEŠENJA TERMOIZOLACIJE SPOLJNIH ZIDOVA

Optimizacija složenih sistema je izuzetno kompleksan proces u kome se objedinjuju teorijska i iskustvena ispitivanja.

Višekriterijumska optimizacija (VKO) je traženje najboljeg rješenja iz niza dopustivih rješenja u smislu više usvojenih kriterijuma.

6.1. Varijantna rješenja

U radu je razmatrano devet varijanti i šest podvarijanti spoljnih zidova, dakle, petnaest različitih kombinacija:

- **VARIJANTA 1** – Zid od pune opeke sa izolacijom od kamene vune
- **VARIJANTA 2** – Zid od pune opeke sa izolacijom od ekspaniranog polistirena (stiropor)
- **VARIJANTA 3.** – Zid od pune opeke sa izolacijom od poliuretanskih ploča
- **VARIJANTA 4.** – Zid od termo bloka (25x38x23,8cm) sa izolacijom od kamene vune
- **VARIJANTA 4.1.** – Zid od termo bloka (20x38x23,8cm) sa izolacijom od kamene vune
- **VARIJANTA 5.** – Zid od termo bloka (25x38x23,8cm) sa izolacijom od EPS (stiropora)
- **VARIJANTA 5.1.** – Zid od termo bloka (20x38x23,8cm) sa izolacijom od EPS (stiropora)
- **VARIJANTA 6.** – Zid od termo bloka (25x38x23,8cm) sa izolacijom od poliuretanskih ploča
- **VARIJANTA 6.1.** – Zid od termo bloka (20x38x23,8cm) sa izolacijom od poliuretanskih ploča

- **VARIJANTA 7.** – Zid od YTONG Termobloka (25x20x62,5cm) sa izolacijom od kamene vune
- **VARIJANTA 7.1.** – Zid od YTONG Termobloka (20x20x62,5cm) sa izolacijom od kamene vune
- **VARIJANTA 8.** – Zid od YTONG Termobloka (25x20x62,5cm) sa izolacijom od EPS (stirpora)
- **VARIJANTA 8.1.** – Zid od YTONG Termobloka (20x20x62,5cm) sa izolacijom od EPS (stirpora)
- **VARIJANTA 9.** – Zid od YTONG Termobloka (25x20x62,5cm) sa izolacijom od poliuretanskih ploča
- **VARIJANTA 9.1.** – Zid od YTONG Termobloka (20x20x62,5cm) sa izolacijom od poliuretanskih ploča

7. KRITERIJUMI OPTIMIZACIJE

U cilju izbora najoptimalnije varijante rješenja korišćena su četiri osnovna kriterijuma, i to: troškovi za izradu zida, vrijeme potrebno za izradu zida, težina zida i toplotna izolacija zida.

Prva dva kriterijuma su troškovi i potrebno vrijeme za izradu zida. Treći kriterijum (težina zida) je bitan kod analize i proračuna konstrukcijskih elemenata. Četvrti kriterijum mora da zadovolji propisane standarde toplotne izolacije, naročito u pogledu energetske efikasnosti.

7.1. Troškovi izrade zida

Pri izradi troškova zidova korišćeni su normativi u građevinarstvu [5], dok za slučajeve koji nisu obuhvaćeni normativima, iskustveni podaci izvođača radova. U cijenu materijala su uračunati troškovi prevoza do gradilišta i transport materijala u krugu gradilišta [6].

7.2. Vrijeme izrade zida

Vrijeme izrade zida je analizirano za svaku varijantu i pod-varijantu. Radnu snagu čine NK, PK, KV I VKV radnici i izraženi su brojem radnika potrebnih za izvršenje svake aktivnosti.

7.3. Težina zida

Sopstveno opterećenje je jedna od najbitnijih stavki prilikom proračuna konstrukcionih elemenata. Prikazane su i sračunate sljedeće vrijednosti: debljina zida, debljina zida omalterisanog sa obje strane, dodatni neophodni elementi koji utiču na povećanje težine određenog tipa zida (izolacija, malterisanje, čelični profili i sl.) i konačna vrijednost težine zida.

7.4. Koeficijent toplotne provodljivosti zida

Prema novom pravilniku za fasadne zidove propisan je koeficijent prolaza topline za nove zgrade a za spoljni zid je $U=0,30\text{W/m}^2\text{K}$. Na promjenu koeficijenta utiče debljina termoizolacionog sloja i usvojen tip izolacije (materijal). Minimalna debljina izolacionog sloja propisana je $d=10\text{--}15\text{cm}$, a za renoviranje zgrada $d_{\min}=7\text{--}8\text{cm}$.

Dakle, u ovom radu su varirane tri vrste materijala za zidanje, i to:

1. Zid od opeke (25x12x6,5cm),
2. Zid od termo bloka – Klimabloc (25x38x23,8 i 20x38x23,8cm)
3. Zid od YTONG Termobloka (25x20x62,5cm i 20x20x62,5cm)

Te, sljedeće vrste termoizolacija:

1. od kamene vune
2. od ekspandiranog polistirena (stirpora)
3. od poliuretanskih ploča

Urađena je analiza svih petnaest kombinacija pomoću programa *KnaufTerm 2*, koji je usaglašen sa Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada i određeni koeficijenti toplotne provodljivosti.

Vrijednosti sva četiri kriterijuma prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Vrijednosti sva četiri kriterijuma

Varijante	Cijena [evra/m ²]	Vrijeme [h]	Težina [kN/m ²]	Koeficijent prolaza topline [W/m ² K]
V 1	110,04	1,93	3,40	0,302
V 2	113,33	1,92	3,37	0,272
V 3	114,68	1,94	3,38	0,278
V 4	97,14	1,58	2,01	0,283
V 4.1.	96,03	1,58	1,64	0,296
V 5	99,74	1,57	1,99	0,282
V 5.1.	98,63	1,57	1,61	0,294
V 6	101,43	1,59	2,00	0,294
V 6.1.	100,85	1,59	1,62	0,283
V 7	118,22	1,82	1,67	0,286
V 7.1.	120,51	1,82	1,37	0,299
V 8	120,82	1,81	1,65	0,285
V 8.1.	123,11	1,81	1,35	0,297
V 9	122,11	1,83	1,66	0,298
V 9.1.	125,33	1,83	1,36	0,286

8. METODA OPTIMIZACIJE I IZBOR NAJPOVOLJNIJEG RJEŠENJA

Osnovni cilj rada bio je primjena višekriterijumske metode za određivanje prioriteta između pojedinih alternativa realizacije konkretnog fasadnog zida. U ovom radu najpovoljnije rešenje, tip zida, bira se iz petnaest varijanti. Model optimizacije minimizira sve četiri pojedinačne kriterijumske funkcije, pa je dat u obliku:

$$\min F(x) = \min (f_1, f_2, f_3, f_4)$$

gdje su:

- f_1 - troškovi za izradu zida [din/m²]
- f_2 - potrebno vrijeme za izradu zida [h]
- f_3 - težina zida [kN/m²]
- f_4 - koeficijent prolaza topline zida, U [W/m²K]

Metode višekriterijumske optimizacije koje su primjenjene u ovom radu su: metoda kompromisnog programiranja i metoda kompromisnog rangiranja.

Urađene su četiri analize:

- ANALIZA I - sa ravnopravnim učešćem svih kriterijuma (isti težinski koeficijenti),
- ANALIZA II - prednost data zadovoljenju kriterijumima baziranih na troškovima i vremenu potrebnom za izradu zida,
- ANALIZA III – prioritet je dat pokazatelju toplotne provodljivosti zida,
- ANALIZA IV – prednost je data pokazatelju težine zida.

Rezultati ispitivanja su prikazani u sljedećim tabelama (tabela 2, tabela 3, tabela 4, tabela 5).

Tabela 2. ANALIZA I - Rangiranje alternativa metodom kompromisnog rangiranja, isti težinski koeficijenti

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
V1=0,0	A6	A9	A4	A7	A8	A10	A5	A12	A14	A11	A13	A2	A15	A3	A1
V1=0,3	A6	A9	A4	A7	A8	A5	A10	A12	A11	A14	A13	A15	A2	A3	A1
V1=0,6	A6	A9	A4	A7	A5	A8	A10	A12	A11	A15	A13	A14	A2	A3	A1
V1=0,9	A9	A4	A6	A7	A5	A8	A10	A12	A15	A13	A11	A2	A14	A3	A1
V1=1,0	A9	A4	A6	A7	A5	A8	A10	A12	A15	A13	A11	A2	A14	A3	A1

Tabela 3. ANALIZA II - Rangiranje alternativa metodom kompromisnog rangiranja, različiti težinski koeficijenti (w1=w2=0.3, w3=w4= 0.2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
V1=0,0	A6	A4	A9	A7	A8	A5	A10	A11	A2	A12	A1	A3	A14	A13	A15
V1=0,3	A6	A4	A9	A7	A8	A5	A10	A12	A11	A2	A14	A3	A13	A1	A15
V1=0,6	A6	A4	A9	A7	A5	A8	A10	A12	A11	A2	A13	A15	A14	A3	A1
V1=0,9	A4	A6	A9	A7	A5	A8	A10	A12	A15	A2	A11	A13	A14	A3	A1
V1=1,0	A4	A9	A6	A5	A7	A8	A10	A12	A15	A2	A11	A13	A14	A3	A1

Tabela 4. ANALIZA III - Rangiranje alternativa metodom kompromisnog rangiranja, različiti težinski koeficijenti (w1=w2=w3=0.2, w4= 0.4)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
V1=0,0	A6	A9	A4	A12	A2	A3	A10	A15	A7	A8	A5	A13	A14	A11	A1
V1=0,3	A6	A9	A4	A12	A2	A10	A3	A15	A7	A8	A5	A13	A14	A11	A1
V1=0,6	A6	A9	A4	A2	A12	A10	A7	A15	A3	A5	A8	A13	A11	A14	A1
V1=0,9	A6	A9	A4	A7	A5	A8	A2	A12	A10	A15	A3	A13	A11	A14	A1
V1=1,0	A9	A6	A4	A7	A5	A8	A2	A12	A10	A15	A3	A13	A11	A14	A1

Tabela 5. ANALIZA IV - Rangiranje alternativa metodom kompromisnog rangiranja, različiti težinski koeficijenti (w1=w2=w4=0.1, w3= 0.7)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
V1=0,0	A7	A9	A13	A11	A5	A12	A15	A14	A10	A6	A8	A4	A2	A3	A1
V1=0,3	A9	A7	A5	A13	A15	A11	A12	A10	A14	A6	A4	A8	A2	A3	A1
V1=0,6	A9	A7	A5	A15	A13	A11	A12	A10	A14	A6	A4	A8	A2	A3	A1
V1=0,9	A9	A7	A5	A15	A13	A11	A6	A4	A12	A10	A8	A14	A2	A3	A1
V1=1,0	A9	A7	A5	A15	A13	A11	A6	A4	A12	A10	A8	A14	A2	A3	A1

Metodom kompromisnog rangiranja dobijeni su rezultati za svaki od prolaza. Na osnovu rezultata proračuna (redosleda varijantnih rešenja), može se zaključiti:

- sa ravnopravnim učešćem svih kriterijuma optimalno rešenje je zid od termo bloka (25x38x23,8cm) sa izolacijom od EPS (stiropora) (ANALIZA I)
- kada je prednost data zadovoljenju kriterijumima baziranih na troškovima i vremenu potrebnom za izradu zida najpovoljnije rešenje je isto zid od termo bloka (25x38x23,8cm) sa izolacijom od EPS (stiropora) (ANALIZA II)
- prioritet je dat pokazatelju toplotne provodljivosti najpovoljnije rešenje je takođe Zid od termo bloka (25x38x23,8cm) sa izolacijom od EPS (stiropora) (ANALIZA III)
- kada je prednost data pokazatelju težine zida optimalno rešenje je zid od termo bloka (20x38x23,8cm) sa izolacijom od poliuretanskih ploča (ANALIZA IV)

Dok je kao najnepovoljnije rešenje u slučaju svih analiza dobijen zid od pune opeke sa izolacijom od kamene vune.

9. ZAKLJUČAK

Predmet ovog rada je bila analiza različitih tipova spoljnih zidova, sa različitim tipovima termoizolacije i izbor najpovoljnijeg načina izvođenja spoljnog zida. Prikazana je struktura modela višekriterijumske optimizacije izbora fasadnog zida sa četiri definisane kriterijumske funkcije. Definisanje težinskih koeficijenata pri VKO je proisteklo iz različitih strategija odlučivanja.

10. LITERATURA

- [1] Živković Z., "Predlog mera za finansiranje energetske efikasnosti u zgradarstvu u Srbiji", Građevinska knjiga, Beograd, 2011.
- [2] <http://www.vtsnis.edu.rs>
- [3] Radonjanin V., Malešev M., "Građevinski materijali i sklopovi"
- [4] <http://tim-bg.blogspot.ba>
- [5] "Normativi i standardi rada u građevinarstvu - visokogradnja", Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
- [6] Trivunić, M., Matijević, Z.: "Tehnologija i organizacija građenja - praktikum", Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2009.

Kratka biografija:



Sanja Narić rođena je u Slavonskom Brodu 1991. god. Oktobra 2014. god. stiče zvanje diplomiranog inženjera građevinarstva. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranila je 2016. god.

**UPOREDNA ANALIZA PRIMENE DRENAŽNOG BETONA I TRADICIONALNIH
MATERIJALA SA STANOVIŠTA TROŠKOVA I VREMENA IZGRADNJE PARKINGA**
**COMPARATIVE ANALYSIS OF USING PERVIOUS CONCRETE AND TRADITIONAL
MATERIALS FROM THE POINT OF COST AND BUILDING DURATION OF PARKING**

Bojana Savičić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Zadatak ovog rada jeste da prikaže mogućnosti primene drenažnog betona kao ekološkog materijala. Prednosti i nedostaci drenažnog betona u odnosu na tradicionalne materijale su prikazani na primeru parking prostora za potrebe JP „Sportsko poslovnog centra Vojvodine“.

Abstract – The aim of this work is to emphasize possibilities in using pervious concrete as environmental friendly material. Pros and cons of pervious concrete in comparison to traditional materials are shown in example of parking lot for JP „Sportsko poslovni centar Vojvodine“.

Ključne reči: Održivi razvoj, upravljanje građenjem, drenažni beton, fleksibilna kolovozna konstrukcija i prefabrikovani betonski elementi.

1. UVOD

Ljudsko društvo je u cilju što većeg napretka uticalo na sve veću potrošnju energije, iskorišćenje prirodnih resursa i masovnu urbanizaciju prostora. Kao posledica masovnog pretvaranja zelenih površina u nepropusne površine javlja se porast površinskog oticaja atmosfere vode koji utiče na pojavu poplava i erozije zemljišta.

Jedno od rešenja za ove goruće probleme predstavlja primena poroznih kolovoznih konstrukcija od drenažnog betona. Time se redukuju nepropusne površine, održava kvalitet atmosfere vode i smanjuje negativan uticaj na životnu okolinu. Kako je glavna prepreka za širu primenu poroznih kolovoznih konstrukcija rasprostranjeno verovanje da je drenažni beton skuplji od tradicionalnih materijala, u ovom radu su analizirana dva projektna rešenja parking površina sa aspekta cene koštanja, vremena izvođenja i uticaja na životnu sredinu. Cilj rada je da obezbedi dovoljno podataka koje će biti od pomoći inženjerima pri izboru projektnih rešenja.

2. TEORIJSKA RAZMATRANJA

Svoj naziv drenažni beton duguje velikom udelu pora koje su posledica izostanka sitnih čestica agregata u njegovom sastavu. Poroznost drenažnog betona se kreće između 15% i 35% [1]. Najveći nedostatak ovog materijala je njegova smanjena čvrstoća na pritisak. Ona se kreće od 20 do 30 MPa [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Igor Peško.

S druge strane, glavna prednost ovog betona je njegova mogućnost odvođenja viška vode direktno kroz beton do nivoa podzemnih voda. Uobičajene vrednosti za koeficijent vodopropustljivosti se kreću u granicama od 0,2cm/s do 0,5cm/s. Karakteristike poroznog betona omogućavaju mu da funkcioniše kao celovita kompetitivna alternativa tradicionalnim sistemima drenaže koje podrazumevaju atmosfere cevi, rovove, kanale i slično.

Kako bi se obezbedio željeni kvalitet gotovog objekta od drenažnog betona, neophodno je voditi računa o ispravnom projektovanju kolovozne konstrukcije. Najbitnije karakteristike za uspešno projektovanje poroznih kolovoznih konstrukcija su:

- ❖ dobra propusnost tla u rasponu od 0,3-2,5 cm/h;
- ❖ konstrukcija ne bi trebala da sadrži padove, kako se ne bi pojavio površinski oticaj. Ukoliko mora da se konstruiše pad, ne sme biti veći od 5%;
- ❖ zemlja oko kolovozne konstrukcije mora biti stabilizovana vegetacijom, kako bi se izbeglo nanošenje blata i začepljenje pora u strukturi drenažnog betona;
- ❖ prilikom dimenzionisanja konstrukcije voditi računa o mehaničkim i hidrološkim uslovima koji moraju biti zadovoljeni.

2. PROJEKTNJA REŠENJA

Za potrebe uporedne analize razmatrana su dva projektna rešenja na konkretnom objektu parkinga sa odvodnjavanjem za potrebe JP „Sportsko poslovnog centra Vojvodine“. Predviđeni objekat je namenjen isključivo putničkim vozilima. Na predmetnom parkingu definisane su tri osovine. Osovina 1 je vezana na postojeću saobraćajnicu i predstavlja ulaz u parking prostor. Osovine 2 i 3 su osovine u samom parking prostoru i međusobno su paralelne. Usvojena širina kolovoza je za dvosmeran saobraćaj i iznosi 5,0m. Usvojena je upravna šema parkiranja sa dimenzijama parking mesta 4,8 x 2,3m. Parkinzi su pozicionirani sa obe strane saobraćajnice u osovina 2 i 3, i na samom ulazu u parking prostor sa desne strane saobraćajnice u osovini 1. Pešačke površine se nalaze kako po obodu parkinga, tako i upravno na osovine 2 i 3, i to na tri mesta, radi zadovoljenja koncepta umirenja saobraćaja.

Za gore opisan objekat data su dva projektna rešenja. Prvo projektno rešenje predstavlja fleksibilnu kolovoznu konstrukciju u kombinaciji sa kolovoznom konstrukcijom od prefabrikovanih betonskih elemenata i atmosfere kanalizacionom. Drugo projektno rešenje predstavlja poroznu kolovoznu konstrukciju od drenažnog betona.

2.1. Fleksibilna kolovozna konstrukcija u kombinaciji sa kolovoznom konstrukcijom od prefabrikovanih betonskih elemenata i atmosferskom kanalizacijom

Ovo je projektno rešenje sa tradicionalnim materijalima koji se najčešće koriste za objekte ove namene. Takođe, kako je ovaj način gradnje ustaljen na ovim prostorima, materijali i stručna radna snaga su lako dostupni.

Za jasnu i preglednu sliku prethodno opisanog objekta izrađen je podužni profil. Počev od mesta uklapanja u postojeće stanja, niveleta osovine 1 je sa podužnim padom od 1,0%. Zatim položaj priključenja osovina 2 i 3 i njihova visinska razlika uslovljava da se osovina 1 nastavi sa usponom 0,33%. Vertikalni prelom je zaobljen krivinom radijusa $R_v=500,00$ m. Podužni nagib osovina 2 i 3 počinje padom od 2,0%. Zatim se niveleta nastavlja usponom od 0,3%. Vertikalni prelomi obe krivine su zaobljeni krivinama radijusa $R_v=228,26$ m.

Presekom vertikalnim ravnima u pojedinim tačkama osovine trase normalno na osovini trase puta dobijeni su poprečni profili. Poprečni profili su projektovani sa poprečnim nagibima. Poprečni nagibi za saobraćajnice su 2,0% ka levoj ivici kolovoza saobraćajnica u osovini 1 i 3, odnosno desnoj ivici kolovoza u osovini 2. Poprečni nagibi, kako parkinga tako i trotoara su jednostrani i iznose 2 % ka kolovozu. Usvojen je nagib bankina od 4%.

Dimenzionisanje fleksibilne kolovozne konstrukcije za lako saobraćajno opterećenje izvršeno je na osnovu standarda SRPS U.C4.015/1994. Usvojena je fleksibilna kolovozna konstrukcija za saobraćajnice u osovini 1, 2 i 3 koja se sastoji od sledećih slojeva:

-asfalt beton AB 11	4 cm
-bitumenizirani noseći sloj BNS 22s	7 cm
-drobljeni agregat 0/31,5mm	15 cm
-drobljeni agregat 0/45 mm	20 cm
ukupna debljina	d=47 cm
-pesak (zamena tla)	30 cm

Za parking površine je usvojena kolovozna konstrukcija od prefabrikovanih betonskih elemenata koja se sastoji od sledećih slojeva:

- prefabrikovani betonski elementi	8 cm
- drobljeni kameni agregat 0-4 mm	4 cm
- drobljeni kameni agregat 0/31,5mm	20 cm
ukupna debljina	d=32 cm

Usvojeni slojevi konstrukcije na pešačkim površinama su:

- prefabrikovani betonski elementi	6 cm
- drobljeni kameni agregat 0-4 mm	4 cm
- drobljeni kameni agregat 0/31,5mm	15 cm
ukupna debljina	d=25 cm

Odvodnjavanje atmosferskih voda se rešava zacevljenom atmosferskom kanalizacijom zatvorenog tipa koja je dimenzionisana na količinu padavina sa verovatnoćom pojave 2 godine. Trasa novoprojektovane atmosferske kanalizacije položajno je postavljena u osovini kolovoza. Atmosferska kanalizacija ima 2 kraka, ukupne dužine $L=226,6$ m, prečnika $\varnothing 300$ sa padom od $I=0,25\%$. Predviđeno je 9 šaftova. Predmetna površina parkinga snabdevena je potrebnim brojem slivnika, postavljenih uz ivicu kolovoznih traka. Voda prema slivnicima gravitira putem formiranih poprečnih padova saobraćajnih površina i podužnim nagibom niveleta.

2.2. Porozna kolovozna konstrukcija od drenažnog betona

Ovo projektno rešenje predstavlja odgovor na rastuću potrebu za ekološkom upotrebom resursa i „zelenom“ gradnjom koji u isto vreme zadovoljava sve zahteve u pogledu funkcionalnosti i estetike.

Izborom drenažnog betona za projekat parking prostora, projektant se susreće sa kritičnim uslovom da podužni profil mora biti izravnat. Sledeći uslov koji je vrlo bitan pri konstruisanju podužnog profila za poroznu kolovoznu konstrukciju je da objekat bude u nasipu. Iz ovih uslova je proizašlo rešenje podužnog profila porozne kolovozne konstrukcije. Nagib osovine 1 je uslovljen uklapanjem u postojeće stanje na početku osovine i položajem priključenja osovina 2 i 3. Počev od mesta uklapanja u postojeće stanje niveleta osovine 1 je sa podužnim padom od 0,2%, a zatim se nastavlja horizontalno. Osovina 2 i osovina 3 su horizontalne, bez nagiba. Njihova niveleta je dobijena iz uslova da objekat mora biti u nasipu.

Presekom vertikalnim ravnima u pojedinim tačkama osovine trase normalno na osovini trase puta, dobijeni su poprečni profili. Kako nema potrebe za obezbeđenjem odvođenja atmosferskih voda sa površina porozne kolovozne konstrukcije od drenažnog betona, poprečni profili su projektovani bez nagiba. Za bankine je usvojen nagib od 4%.

Problem odvodnjavanja je rešen detaljnom analizom hidroloških performansi drenažnog betona. Geomehničkim elaboratom prikazano je da je tlo na budućem parkingu sastavljeno uglavnom od peskovite prašine, prašinstog peska i peska. Na osnovu tipa zemljišta usvojen stepen filtracije iznosi 0,3 cm/h. Pri dimenzionisanju porozne kolovozne konstrukcije sa aspekta hidroloških uslova, dva bitna faktora se moraju uzeti u obzir. Prvi faktor je propustljivost. Propustljivost generalno nije kritičan faktor pri dimenzionisanju porozne kolovozne konstrukcije sa hidrološkog aspekta, zbog projektovane propustljivosti drenažnog betona od 300-500 lit/min/m². Drugi faktor je kapacitet skladištenja atmosferske vode. Porozna kolovozna konstrukcija se sastoji od sloja drenažnog betona i od tampon sloja od drobljenog kamenog materijala. Oba sloja sadrže određen procenat šupljina. Upravo te šupljine imaju funkciju rezervoara za skladištenje atmosferskih voda. Kapacitet rezervoara direktno zavisi od poroznosti upotrebljenih materijala i usvojene debljine slojeva. Pri usvajanju debljine tampon sloja od drobljenog materijala posebno se vodilo računa da budu ispunjena dva uslova. Prvi uslov je da kapacitet rezervoara tampon sloja od drobljenog kamenog materijala bude dovoljan da akumulira ukupnu računsku kišu sa verovatnoćom pojave 2 godine. Ovim se izbegava zadržavanje vode u sloju drenažnog betona, što je posebno bitno u zimskom periodu jer se time konstrukcija čuva od uticaja usled dejstva mraza. Drugi uslov je da se iz predostrožnosti u startu obezbedi nešto deblji tampon sloj. Čestice peska i prašine koje budu nanošene na površinu parkinga će vremenom uticati na smanjenje poroznosti i propustljivosti drenažnog betona. Međutim, iskustvo je pokazalo da se upravo usvajanjem nešto debljeg tampon sloja može nadomestiti ovaj gubitak.

Na osnovu svih navedenih činjenica, a prema podacima iz priručnika za drenažni beton [3], usvojena kolovozna konstrukcija za saobraćajnice sastoji se od sledećih slojeva:

- drenažni beton	20 cm
- drobljeni kameni materijal 4/31,5 mm	35 cm
ukupna debljina	d=55 cm
-pesak (zamena tla)	30 cm

Kolovozna konstrukcija parking površina sastoji se od sledećih slojeva:

- drenažni beton	20 cm
- drobljeni kameni materijal 4/31,5 mm	35 cm
ukupna debljina	d=55 cm

Slojevi konstrukcije na pešačkim stazama su sledeći:

- drenažni beton	15 cm
- drobljeni kameni materijal 4/31,5 mm	30 cm
ukupna debljina	d=45 cm

Za tako usvojenu kolovoznu konstrukciju izrađen je model u programu EPA SWMM 5.1. Pomoću dinamičkog modela simulacije količine padavina –otica, ispitano je da li su usvojene debljine dovoljne da u potpunosti eliminišu atmosfersku kanalizaciju.

Model je formiran tako što je mapa razmatranog slivnog područja podeljena na 70 karakterističnih podslivova. Slivno područje je cela površina parkinga sa kolovozima, parking mestima i pešačkim stazama. Svaki podsliv formiran je tako da predstavlja LID komponentu za sebe. Posebno je definisana LID komponenta za pešačke staze, a posebno za kolovoznu konstrukciju. Usvojena je zacevljena atmosferska kanalizacija koja u svemu odgovara novoprojektovanoj atmosferskoj kanalizaciji iz prvog projektnog rešenja.

Usled zadatog kišomera sa dvogodišnjom računskom kišom u trajanju od 20 minuta rezultati simulacije pokazuju da su cevi usvojene atmosferske kanalizacije potpuno prazne. Ovo je jasan dokaz da je u ovom projektu atmosferska kanalizacija sasvim suvišna.

3. UPOREDNA ANALIZA

Kako je potpuno razumljivo da se nijedan objekat ne može izgraditi ukoliko za njega nije urađen projekat sa podlogama, proračunima i planovima, tako isto treba da bude jasno da ukoliko ne postoji urađen projekat tehnologije i organizacije građenja, realizacija objekta će biti u najmanju ruku neracionalna i neekonomična. Ukoliko se izabere optimalni uslovi izvođenja, kao što su optimalni izbori materijala i energije, optimalne metode i tehnologija, kao i optimalna sredstva za izvođenje radova, dobijamo jednu garanciju više da će ostvareni rezultat biti optimalan. Iz tog razloga, za dva projektna rešenja parking prostora je urađen projekat tehnologije i organizacije građenja, na osnovu kojih su dobijeni svi neophodni podaci za uporednu analizu. Da bi objekat bio konkurentan, bitan faktor je finansijska vrednost objekta. Iz tog razloga se pristupilo finansijskoj analizi oba projektna rešenja. Kao drugi presudni faktor pri izgradnji objekta uvek se uzima u obzir što kraći rok izvođenja radova. Izradom dinamičkog plana dobijeni su svi potrebni podaci o roku izvođenja radova.

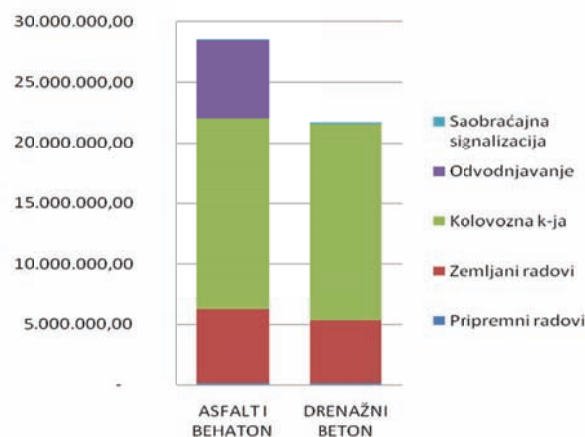
3.1. Finansijska analiza

Sastavni deo investiciono tehničke dokumentacije je predmer radova kojim su obuhvaćene sve pozicije radova i količine radova potrebne za realizaciju objekta. Količine radova dobijene su delom tabelarnim obračunom po poprečnim profilima, a delom obračunom po grafičkim dokaznicama. Analizom cene utvrđene su jedinične cene za sve pozicije radova. Cena materijala je usvojena na osnovu tržišnih vrednosti, cena radne snage je pretpostavljena, a cena efektivnog sata rada mehanizacije je dobijena iz proračunom. Na bazi predmera radova, množenjem količine radova za pojedine pozicije sa jediničnim cenama dobijenih na bazi analize cena, dobijeni su novčani iznosi po pojedinim vrstama radova.

Ukupna cena investicionog objekta za prvo projektno rešenje je dobijena sabiranjem ukupnih iznosa za objekat kolovozne konstrukcije i za objekat atmosferske kanalizacije, i iznosi 28.477.446,08din bez uračunatog poreza na dodatnu vrednost.

Ukupna cena investicionog objekta za drugo projektno rešenje iznosi 21.661.947,01din bez uračunatog poreza na dodatnu vrednost.

Dijagram 1 predstavlja uporedni prikaz ukupne vrednosti radova dva projektna rešenja, kao i prikaz učešća vrednosti grupa radova u ukupnoj ceni.



Dijagram 1. Uporedni prikaz ukupne vrednosti projekata

3.2. Analiza roka izvođenja radova

Dinamički plan predstavlja model usvojenog procesa izvođenja radova na izgradnji objekta. Metode korišćene za modeliranje procesa izgradnje ovog objekta su metoda mrežnog planiranja i metoda gantograma.

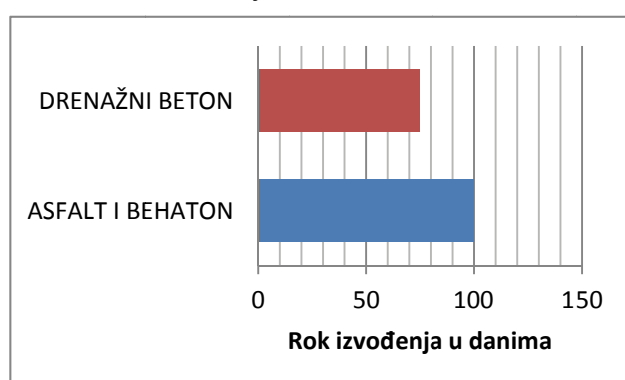
Proučavanje potreba u radnoj snazi, materijalu i mehanizaciji, kao i orjentaciona analiza potrebnog vremena za izvršenje pojedinih aktivnosti bila je potrebna za konstruisanje strukture mrežnog plana. Prilikom konstruisanja mrežnog plana za oba projektna rešenja težilo se što većoj paralelizaciji radova, kako bi se postiglo smanjenje vremena izgradnje.

Na osnovu dobijenog mrežnog plana izrađen je gantogram za oba projektna rešenja. Pri izradi gantograma težilo se što većoj preglednosti, sa istaknutim podacima koji su bitni za realizaciju. Time se dobila pregledna slika o odvijanju projekta u toku vremena, kritičnom putu i kritičnim aktivnostima koje su od ključnog značaja za poštovanje roka izvođenja radova.

Za projekat fleksibilne kolovozne konstrukcije u kombinaciji sa kolovoznom konstrukcijom od prefabrikovanih betonskih elemenata i atmosferskom kanalizacijom, kao dan početka usvojen je 01.03.2016. godine. Analizom unetih podataka, kraj radova je predviđen za 24.06.2016. godine. Za izgradnju celog objekta potrebno je 100 radnih dana, sa šest radnih dana u nedelji i osmočasovnim radnim vremenom.

Za projekat porozne kolovozne konstrukcije od drenažnog betona, kao dan početka izvođenja radova usvojen je takođe 01.03.2016. god., a analizom unetih podataka kraj radova je predviđen za 26.05.2016. godine. Za izgradnju celog objekta potrebno je 75 radnih dana, sa šest radnih dana u nedelji i osmočasovnim radnim vremenom.

Dijagram 2 prikazuje da projekat porozne kolovozne konstrukcije od drenažnog betona ima ukupno 25 radnih dana kraći rok izvođenja radova.



Dijagram 2. Poređenje roka izvođenja radova

Drastična razlika u roku izvođenja radova dva projektna rešenja je direktna posledica više faktora. Veća zastupljenost nemehanizovanog tehnološkog procesa pri izgradnji kolovozne konstrukcije od prefabrikovanih betonskih elemenata u prvom projektnom rešenju je uticala da radovi na izgradnji kolovozne konstrukcije traju ukupno 21 radni dan. S druge strane radovi na betoniranju porozne kolovozne konstrukcije drenažnim betonom su potpuno mehanizovani i traju ukupno 14 radnih dana. Drugi, mnogo bitniji faktor je izgradnja atmosferske kanalizacije. Pored već naglašene uštede u ukupnoj ceni izvođenja radova, eliminacijom atmosferske kanalizacije u projektu porozne kolovozne konstrukcije od drenažnog betona ostvarena je i znatna ušteda u roku izvođenja.

4. UTICAJ KORIŠĆENJA DRENAŽNOG BETONA NA ŽIVOTNU SREDINU

Pored toga što se primenom drenažnog betona ne opterećuje postojeća atmosferska kanalizacija, a time smanjuje verovatnoća od poplava, postoje i drugi pozitivni uticaji na životnu sredinu.

Svojim sastavom, porozna kolovozna konstrukcija od drenažnog betona omogućava biodegradaciju motornih ulja iz vozila, smanjenje „heat island“ efekta i očuvanje rečnog ekosistema.

Pored toga, poroznost drenažnog betona omogućava drveću u neposrednoj okolini dovoljnu količinu vode i kiseonika, čime obezbeđuje njihov nesmetan razvoj. Hrapava površina drenažnog betona onemogućuje stvaranje poledice, i time bitno utiče na smanjenje broja povreda i nesreća u zimskom periodu. Iskustva su pokazala da se sneg visine do 7,5 cm brzo topi u dodiru sa drenažnim betonom. Zahvaljujući tome porozna kolovozna konstrukcija zahteva manje održavanja u zimskom periodu.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu prikupljenih informacija moguće je uvideti značaj i prednosti održive gradnje i implementacije poroznih kolovoznih konstrukcija u urbanim sredinama. Iako je generalno rasprostranjeno mišljenje da primena novih materijala zahteva veće troškove, uz detaljnu analizu karakteristika materijala, dobro poznavanje osnovnih pravila projektovanja i najuspešnijih metoda izvođenja radova, iznenađujuće uštede se mogu ostvariti primenom materijala kao što je drenažni beton.

S obzirom da primena drenažnog betona još uvek nije dovoljno rasprostranjena na našim prostorima, neophodna su dodatna ispitivanja kako bi imali bolji uvid u ponašanje porozne kolovozne konstrukcije na dugoročni period. Dodatna ispitivanja drenažnog betona na dejstvo mraza su takođe neophodna zbog hladnih zima koje su karakteristične za ovo podneblje.

Na kraju, potreba za dodatnim ispitivanjima i ograničenje u vidu slabe konkurentnosti tržišta predstavljaju prepreku pri realizaciji ovakvih projekata. Iako je finansijskom analizom prikazana opravdanost primene drenažnog betona za potrebe parking prostora, značajniji korak se neće desiti dok se svest ljudi o važnosti održive gradnje ne podigne na viši nivo.

6. LITERATURA

- [1] Putman, B.J., Neptune, A.I., „*Comparison of test specimen preparation techniques for pervious concrete pavements*”, Construction and Building Materials, 2011.
- [2] Yang, J., Jiang, G., „*Experimental study on properties of pervious concrete pavement materials*”, Cement and Concrete Research, 2003.
- [3] Leming, M.L. Malcom, H.R., Tennis, P. D., „*Hydrologic Design of Pervious Concrete*”, Portland Cement Association, Illionois, 2007.

Kratka biografija:



Bojana Savičić rođena je u Vrbasu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranila je 2016.god.

**PROCENA STANJA, SANACIJA I POBOLJŠANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI
ZGRADE ZAVODA ZA ZAŠTITU PRIRODE U NOVOM SADU****CONDITION ASSESSMENT, REPAIR AND ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT
OF INSTITUTE FOR NATURE PROTECTION BUILDING IN NOVI SAD**

Natalija Spasić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad obuhvata detaljnu procenu stanja postojećeg objekta na osnovu vizuelnog pregleda, kao i proračun energetske efikasnosti. Na osnovu analize uočenih oštećenja i proračuna energetske efikasnosti dat je opis sanacionih mera u cilju povećanja trajnosti i unapređenja energetske efikasnosti objekta.

Abstract - This paper includes a detailed assessment of the current state of the building by visual review, as well as its energy efficiency calculation. Based on analysis of observed damages and calculation of energy efficiency a description of the repair measures in order to increase the service life of structures and energy efficiency improvements is provided.

Ključne reči – termoizolacioni, energetski efikasni materijali, oštećenja, sanacija, energetska efikasnost

UVOD

Rad se sastoji iz teorijsko-istraživačkog i stručnog dela. Teorijski deo je na temu "Ćelijasti betoni" gde se govori o lakim materijalima visokih termoizolacionih karakteristika pogodnih za konstruktivne i termoizolacione elemente objekta. Praktični deo je vezan za procenu stanja i sanaciju Zgrade za zaštitu prirode u Novom Sadu. U sklopu praktičnog dela je urađen elaborat energetske efikasnosti postojećeg stanja objekta. Nakon preduzetih mera za poboljšanje energetskih svojstava urađen je i elaborat energetske efikasnosti saniranog objekta.

1. ĆELIJASTI BETONI

Pojava zgrada, najvećih neracionalnih potrošača energije u Srbiji, ali i u Svetu, doprinela je negativnom razvoju odnosa čoveka prema prirodi.

Alarmantna činjenica je da zgrade u Srbiji troše čak 60% ukupne potrošene energije. Najveći uticaj na potrošnju energije u objektu ima konstrukcija termičkog omotača zgrade.

Uz promovisanje koncepta energetske efikasnosti u građevinarstvu, beleži se konstantan razvoj i porast proizvodnje i primene građevinskih materijala visokih termoizolacionih karakteristika. Osnovna ideja pri razvoju ovakvih materijala jeste smanjenje potrošnje energije u svim aspektima, proizvodnje, transporta, gradnje i eksploatacije, kao i korišćenje lokalnih prirodnih resursa za njihovu proizvodnju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Malešev, red. prof.

Beton je najrasprostranjeniji materijal napravljen ljudskom rukom na čitavoj planeti. Postoji više podela betona, a prema zapreminskoj masi betoni su podeljeni na lake i teške betone.

Lakim betonima se podrazumevaju betoni sa zapreminskom masom u očvrslom stanju manjom od 1900 kg/m^3 . Kao prednosti lakih betona u odnosu na obični beton ističu se: bolja otpornost na požar, smanjenje opterećenja na temelje a time i smanjenje troškova fundiranja, lakši i povoljniji transport materijala, manji gubici toplote kroz elemente konstrukcije građene od lakog betona, povećanje otpornosti konstrukcije na dejstvo zemljotresa.

Ćelijasti betoni, kao vrsta lakih betona, dobili su naziv po svojoj strukturi koja sadrži veliki procenat pora-ćelija veličine 1 do 2mm. Ukupna poroznost ovih betona je visoka i može iznositi i do 85%. Prema načinu formiranja pora u masi betona, razlikuju se dve najzastupljenije vrste ćelijastih betona: peno-betoni i gas-betoni.

1.1. Peno-betoni

Ovo je vrsta lakih ćelijastih betona kod kojih se ćelije stvaraju mehaničkim putem, mešanjem ili bućkanjem. Prizvode se od izuzetno fluidne cementne paste kojoj se dodaje prethodno formirana stabilna pena. Zapreminska masa ovih betona se kreće od 200 kg/m^3 za „prave“ termoizolacione betone, do 1600 kg/m^3 za konstrukcijske betone sa termoizolacionim svojstvima. Na Slici br 1. prikazan je *peno-beton*.



Slika br 1.- Peno-beton

U zavisnosti od primene, peno-betoni mogu imati sledeće komponentne materijale: vezivo-portlandcement ili portlandkompozitni cement; punioci, sitni agregat-krečnjačko brašno ili pesak; pena-preparati koji obrazuju stabilnu penu na bazi proteina ili sintetičkih aditiva.

Oprema za proizvodnju peno betona obuhvata sledeće elemente (s leva na desno na Slici br 2): generator-stvarač pene, mešalica za beton i pumpa za beton.



Slika br 2.-Oprema za proizvodnju peno-betona

Peno-beton, u zavisnosti od oblasti korišćenja ima različita svojstva: čvrstoća pri pritisku 1-17.0MPa, koeficijent toplotne provodljivosti 0.1-0.38W/mK, statički modul elastičnosti 1-8GPa, itd.

Mogu se proizvoditi u fabrikama betona gde se i izlivaju u kalupe i kao gotovi proizvodi isporučuju na mesto gradnje ili se mogu proizvoditi direktno na mestu ugradnje i ugrađivati u različitim formama. Ovi betoni pored toga što su laki, dobri su termo i zvučni izolatori, imaju visoku otpornost na požar, odličan je regulator vlažnosti u prostorijama, ima zadovoljavajuću otpornost na dejstvo mraza i hemijskih sulfata, i svrstava se u ekološke materijale odmah iza drveta.

Činjenice da se peno-beton može praviti upotrebom raznih kombinacija osnovnih materijala, da se pored proizvodnje u fabrici najčešće proizvodi i ugrađuje na licu mesta i svojstava koje poseduje, čine ga široko rasprostranjenog u primeni: u krovovima i podovima kao termo i zvučna izolacija, za proizvodnju prefabrikovanih blokova i panela za pregradne zidove i spoljašnje slojeve zidova, kao košuljica ravnih krovova u svrhu termoizolacije, za proizvodnju prefabrikovanih elemenata svih dimenzija konstruktivnih karakteristika, itd.

1.2. Gas-beton

Ovo je laki ćelijasti beton rasprostranjen širom sveta, kod koga se ćelijasta struktura postiže hemijskim procesom. Osnovne sirovine u njegovoj proizvodnji su: pesak, kreč, cement, voda i aluminijumski prah; on hemijski reaguje sa betonskom mešavinom i obrazuje se gas vodonik koji stvara mehuriće koji ostaju vezani u betonu. Gas-beton očvršćava uz pečenje i autoklaviranje pri unapred preciziranim uslovima. Jedan element gas-betona prikazan je na Slici br 3.



Slika br 3.- Gas-beton

Za razliku od peno-betona, gas-beton se proizvodi isključivo fabrički. Ipak, zbog neograničenog oblikovanja prefabrikovanih elemenata i svojstava visoke termo i zvučne izolacije, otporan na mraz i atmosferilije, nezapaljiv materijal, oko četiri puta lakši od klasičnog

betona ima vrlo široku primenu, i kao termoizolacija i kao konstruktivni noseći element konstrukcije.

Jedan od najzastupljenijih i najstarija robna marka gas-betona na tržištu je YTONG, koji proizvodi opisani materijal pod nazivom siporeks.

2. PROCENA STANJA ZAVODA ZA ZAŠTITU PRIRODE U NOVOM SADU

2.1. Uvod

Zavod za zaštitu prirode u Novom Sadu nalazi se u ulici Radnička, br 20 (Slika br 4) i objekat je građen u periodu 1989-1994.godine.

Ukupna površina objekta je 2662m² i višenamenskog je karaktera. U suterenu su smešteni depoi, radionice, laboratorije; u okviru prizemlja su izložbeni prostor i amfiteatar-kino sala; međusprat je male površine sa par administrativnih prostorija; na spratu su smeštene kancelarije, sala za prijem, čitaonica, biblioteka, arhiv.



Slika br 4.- Zavod za zaštitu prirode Novi Sad

Objekat je jednostavne osnove građen kao skeletni sistem sa centralnom stepenišnom komunikacijom. Konstruktivni noseći elementi su armiranobetonski stubovi, grede, zidovi i kontinualne ploče.

Upotrebljena je marka betona MB30. Krovni pokrivač je delom lim koji nose daščane rešetke sa oplatom, a delom stakleni pokrivač koji nose čelične rešetke.

Temeljnu konstrukciju čine armirano-betonski temelji samci povezani temeljnim gedama u oba pravca i armiranobetonska ploča koja nosi stepenišno jezgro objekta. Spoljašnji zidovi objekta su zidani, debljine 25+3+12cm. Unutra su obrađeni produžnim malterom a spolja fasadnom ciglom.

2.2. Procena stanja konstrukcije

S obzirom da je objekat u upotrebi i da svaki element ima završnu obradu, makroskopskim pregledom je teško uočiti defekte kao posledicu grešaka prilikom izgradnje na nosećoj konstrukciji. Registrovana oštećenja su:

- pukotine i prsline na spoju nosećih armirano betonskih greda i zidanih pregradnih zidova u području suterena (Slike br 5 i 6.) i
- ispoljavanje, koje je registrovano na fasadnoj punoj opeci crvene boje i ispoljava se u vidu belih površinskih mrlja (Slike br 7 i 8.).



Slika br 5 i 6.- Prsline i pukotine na spoju dva elementa, armiranobetonske grede i zidanog zida



Slika br 7 i 8.-Isoljavanje na fasadnoj cigli, usled prisustva soli i vlažne atmosfere

Analizom rezultata dobijenih vizuelnim pregledom elemenata konstrukcije, došlo se do zaključka da su uočene pukotine i prsline u području suterena posledica primanja opterećenja, savijanja i skupljanja elemenata različitih materijala i nosivosti, armiranobetonska greda i zidani zid. Zbog različitog ponašanja materijala pod opterećenjem na mestu između ova dva elementa potrebno je napraviti razmak ispunjen trajno elastičnim materijalom. Isoljavanje na fasadi se dešava usled prisustva određene koncentracije soli u cigli i vlažne atmosferske sredine koja okružuje ciglu, inače hidroskopi materijal.

Zaključeno je da su registrovana oštećenja na konstrukciji lokalnog karaktera i ne narušavaju nosivost, stabilnost, upotrebljivost i trajnost konstrukcije.

2.3. Predlog mera za sanaciju

Registrovana oštećenja su uglavnom estetski problem koji se može lako i trajno sanirati.

Oko pukotina i prsline prvo treba ostrugati sloj stare farbe i maltera. Zonu pukotine očistiti od prašine i sipljivog površinskog sloja. Pukotine zatim ispuniti trajno elastičnim materijalom. Kada se područje rada osuši, preko

popunjene pukotine prelepiti bandaž traku preko koje se nanosi vezujući materijal koji učvršćuje mrežicu za zid. Zatim sledi gletovanje i bojenje površine bojom sa mikrovlaknima.

Fasadu na kojoj se pojavilo isoljavanje potrebno je oprati kiselim rastvorom površinski aktivnih materija, a zatim isprati vodom. Čista i suva fasada se konzervira premazima na bazi silikona sa dodacima koji se apliciraju pneumatskim raspršivačem.

3. PRORAČUN ENERGETSKE EFIKASNOSTI

3.1. Građevinska fizika

Pri proračunu energetske efikasnosti urađen je kompletan proračun toplotne provodljivosti građevinskih elemenata koji čine termički omotač zgrade, proračun difuzije vodene pare, proračun gubitaka i dobitaka toplote, te proračun godišnje potrebne finalne energije za grejanje. Ovim proračunom je zaključeno da je postojeći objekat trenutno energetskog razreda D i da ne zadovoljava energetske zahteve za postojeće objekte prema Pravilniku o energetskoj efikasnosti zgrada.

3.2. Mere za unapređenje energetske efikasnosti objekta

U cilju poboljšanja energetskih svojstava zgrade uradiće se sledeće:

- zamena transparentnih površina, prozora, portala i staklenog krova niskoemisionim staklom 4-12-4 ispunjenim kriptonom u Al poboljšanom okviru;
- zamena dela staklenog krova međuspratnom tavaničnom tipa YTONG belatavanica i limenom pokrivkom;
- oblaganje dodatnom toplotnom izolacijom delova termičkog omotača zgrade YTONG multipor pločama;
- sprečavanje nekontrolisanog osvetljavanja izloženog prostora prizemlja specijalnim enterijerskim platnima.

U Tabeli br 1. dat je pregled koeficijenata prolaza toplote kroz termički omotač objekta pre i posle energetske sanacije.

Tabela br 1.- Pregled koeficijenata prolaza toplote kroz termički omotač objekta pre i posle energetske sanacije

	Up [W/m²K]	Us [W/m²K]	U _{max} [W/m²K]	p	s
MK7/a	1,772	0,597	0,30	ne	da
ΠP1/a	5,016	1,440	1,50	ne	da
ΠP2/a	5,493	1,280	1,50	ne	da
ΠP3/a	5,282	1,320	1,50	ne	da
Y33/6	2,255	0,463	0,90	ne	da
Y34/6	2,597	0,476	0,90	ne	da
Y35/6	1,547	0,491	0,90	ne	da
MK1/6	2,180	0,373	0,40	ne	da
ΠP1/6	5,016	1,440	1,50	ne	da
ΠP2/6	5,493	1,280	1,50	ne	da
ΠO1/6	5,299	1,390	1,50	ne	da
ΠO2/6	5,439	1,360	1,50	ne	da
KP/6	5,999	1,230	1,50	ne	da
MK5/6	/	0,369	0,40	/	da

Legenda:

- Up-koeficijent prolaza toplote pre sanacije
- Us-koeficijent prolaza toplote nakon sanacije
- U_{max}-max dozvoljeni koeficijent prolaza toplote
- p- zadovoljenje uslova pre sanacije
- s- zadovoljenje uslova nakon sanacije

- SZ-spoljašnji zid
- MT-međuspratna tavanica
- PP-podna ploča
- P-prozori
- V-vrata

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih proračuna dobijene su vrednosti godišnje potrošnje finalne energije za grejanje (prikazani rezultati pre i posle sanacije u Tabeli br 2.) , koja su pokazatelj energetske svojstava zgrade.

Tabela br 2.- Pregled potrebne energije za grejanje objekta pre i posle sanacije

	GP [kWh/a]	SGPE[kWh/m ² a]	RGPE[%]	R
p	377470	106	141	D
s	214021	61	81	C

Nakon primene navedenih sanacionih mera u svrhu unapređenja energetske efikasnosti objekta, on će u potpunosti zadovoljiti energetske zahteve za postojeće zgrade prema Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada, "Sl.glasnik RS",br.061/2011, i preći iz energetskog razreda D u razred C.

5. PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI ZGRADE U VISOKE ENERGETSKE RAZREDE A

- Radi zaštite od vetra i prekomernog sunčevog zračenja preporučuje se zasađivanje zimzelenog drveća sa severne i listopadnog sa južne strane objekta.
- Ugradnja tehnološki naprednog osvetljenja smanjene energetske potrošnje, halogena rasveta.
- Ugradnja termostatskih radijatorskih ventila, kojima se lokalno reguliše temperatura prostorija.
- Postojeći sistem ventilacije očistiti, osposobiti i unaprediti sistemom za rekuperaciju vazduha.
- Ugradnja fotonaponskih ćelija za proizvodnju električne energije na južnoj i jugozapadnoj strani krova.
- Ugradnja dodatne termoizolacije za elemente fasadnog zida koji ulaze u sastav termičkog omotača.

6. LITERATURA

- [1] Inženjerska komora Srbije: *Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada*, "Sl. glasnik RS", br. 61/2011, Beograd
- [2] Inženjerska komora Srbije: *Predavanja za obuku o energetske efikasnosti zgrada*, Beograd, 2012.
- [3] M. Malešev, V. Radonjanin: *Procena stanja i održavanje građevinskih objekata*, skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [4] M. Malešev, V. Radonjanin: *Procena stanja i održavanje građevinskih objekata*, skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [5] Grupa autora: *Beton i armirani beton prema BAB87*, tom 1- Priručnik, tom 2- Prilozi, Univerzitetska štampa, Beograd, 1995.
- [6] M. Malešev, V. Radonjanin: *Energetski efikasni materijali i dijagnostika termičkih performansi zgrada*, skripta za specijalističke studije, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [7] M. Muravljov: *Građevinski materijali*, Građevinski fakultet, GrosKNJIGA, Beograd, 1995.
- [8] M. Muravljov: *Osnovi teorije i tehnologije betona*, Građevinska knjiga, Beograd, 2010.
- [9] Razni autori: Stručni časopis <http://www.masterbuilder.co.in/self-healing-concrete/>
- [10] Razni autori: Stručni časopis [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1527-2648;jsessionid=00763147C7EE182BF4A11752AFC_A68E2.f04t03](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1527-2648;jsessionid=00763147C7EE182BF4A11752AFC_A68E2.f04t03)

Kratka biografija:



Natalija Spasić rođena je u Beogradu 1983. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Procena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata odbranila je 2016. godine.

**ISTRAŽIVANJE MODELA UGOVARANJA I UPRAVLJANJA ODŠTETNIM
ZAHTEVIMA NA PROJEKTU INOVACIONOG CENTRA SKOLKOVO U MOSKVI****THE RESEARCH MODEL CONTRACTING AND MANAGEMENT OF CLAIMS ON THE
PROJECT INNOVATION CENTER SKOLKOVO IN MOSCOW**

Miroslav Milovankić, Milan Trivunić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Realizacija međunarodnog projekta Skoltech. Način ugovaranja takvih objekata primenom FIDIC ugovora. Istraživanje odštetnih zahteva u građevinarstvu. Studija slučaja na temu potrebnih uslova za inostrane izvođače radova prilikom poslovanja na ruskom građevinskom tržištu.

Abstract – Realization of the international project Skoltech. The manner of contracting such objects using the FIDIC contracts. Research of claims in construction. A case study on the topic of the necessary conditions for foreign contractors during operations in the Russian construction market.

Ključne reči: Inovacioni centar, Skolkovo, FIDIC, Red Book, potraživanja, uzrok potraživanja.

1. UVOD

Rad se sastoji iz četiri celine i to, dve teorijske i dve istraživačke celine. Prvi deo rada sadrži opis međunarodnog projekta Skoltech koji se izvodi u Moskvi.

Drugi deo rada sadrži opis FIDIC ugovaranja koji se primenjuje na međunarodnim projektima tog tipa.

Treći deo rada ima istraživački karakter i opisuje uzroke potraživanja u građevinarstvu u zemljama Bliskog istoka.

Poslednji deo rada istražuje koji su potrebni kriterijumi za inostrane izvođače radova kako bi stupili na rusko građevinsko tržište.

2. PROJEKAT INOVACIONI CENTAR SKOLKOVO

Naziv projekta je kompleks zgrada i objekata visokog obrazovanja sa istraživačkim i administrativnim kancelarijama koje formiraju „Skolkovo Institut za Nauku i Tehnologiju“. Projekat se nalazi u D3 oblasti, Inovacioni centar Skolkovo, Moskva, Ruska Federacija. Skolkovo Institut za Nauku i tehnologiju (Skoltech) će biti međunarodni diplomski i postdiplomski istraživački univerzitet koji će se baviti naprednim istraživanjem, obrazovanjem i preduzetništvom, sve na osnovu akademskog uspeha u duhu inovacija. Projekat će biti projektovan, izgrađen i opreman u tri faze. Ovaj opšti program projekta za sve tri faze definisao je da zahtevana površina Instituta bude 190,540 m². Na slici 1 vidimo objekat u početnoj fazi izgradnje, dok na slici 2 se nalazi objekat nakon 6 meseci. Na slici 3 vidimo animaciju završenog objekta.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Milan Trivunić.



Slika 1. Gradilište Skolkovo, april 2015.god.



Slika 2. Gradilište Skolkovo, novembar 2015.god.



Slika 3. Inovacioni centar Skolkovo
(preuzeto sa payette.com)

3. UGOVOR O GRAĐENJU

Najpoznatije opšte odredbe za izvođenje građevinskih radova - opšte odredbe poslovanja koje je izdala Međunarodna federacija savetodavnih inženjera (FIDIC). FIDIC je međunarodno udruženje konsultanata osnovano od strane pet nacionalnih udruženja 1913. godine u Belgiji. Danas, sedište FIDIC-a se nalazi u Lozani.

FIDIC je izdao četiri nova izdanja svojih otpre poznatih opštih odredbi za izvođenje radova građenja:

- odredbe ugovora za izvođenje građevinskih radova visoko i niskogradnje projektovanih od naručioca ("Nova crvena knjiga")
- odredbe ugovora za postrojenja i projektovanje ("Nova žuta knjiga"),
- odredbe ugovora EPC/ključ u ruke ("Nova srebrna knjiga"),
- kratki oblik ugovora ("Nova zelena knjiga").

3.1. RED BOOK - Conditions of Contract for Work of Civil Engineering Construction

Karakteristike stare "Crvene knjige" (RED BOOK):

- za građenje,
- četvrto izdanje 1987., izmene 1992,
- za upotrebu u međunarodnim licitacijama,
- obračun po troškovniku - jedinice mjere,
- idejni projekt daje naručilac,
- izvedbenu dokumentaciju radi izvođač uz odobrenje Inženjera,
- uklanjanje nedostataka u garantnom roku,
- tekst posebnih uslova.
- inženjer radi za naručilca,
- naručilac odgovoran za projektovanje,
- inženjer odobrava obračun,
- rizik je podjednako raspodeljen.
- cena radova veća od 500.000 dolara.

Karakteristike nove "Crvene knjige" (RED BOOK):

- Balansirani - pravična raspodela rizika, prava i obaveza između ugovornih strana.
- Iskustvo - brojni "case studies" obrađeni u pripremi novih dokumenata.
- Prihvaćeni - poznati su i u širokoj upotrebi u međunarodnim ugovorima.
- Podrška - preporučeni ili zahtevani od međunarodnih financ. institucija, ISPA, itd.
- Efektivni, jasni i kompletni uslovi.
- Odredbe za rešavanje sporova (DAB).

3.2. Način plaćanja izvođača radova

U pripremanju Posebnih uslova, trebalo bi da se razmotre iznosi i rokovi plaćanja izvođaču. Pozitivan novčani tok sigurno bi bio koristan izvođaču, a podnosioci ponude trebalo bi da u obzir uzmu postupak privremenih plaćanja kada pripremaju svoje ponude. Pri sastavljanju Posebnih uslova, potrebno je da se uzmu u obzir koristi od avansnih plaćanja.

3.3. Način rešavanja sporova

Uspех postupka za rešavanje sporova zavisi, pored ostalog, od poverenja strana u dogovorene članove komisije za rešavanje sporova, u daljem tekstu KRS.

Sporazum o rešavanja sporova, kako bi se oni uskladili sa tekstom odgovarajućih odeljaka FIDIC-ovih Uslova za ugovaranje postrojenja i projektovanje izgradnju. Podklauzula 20.2 predviđa dve alternative za sastav KRS:

jedno lice koje bi delovalo kao inokosni član KRS, po zaključenju tripartitnog sporazuma sa obe strane; ili tročlana KRS, čiji je svaki član zaključio tripartitni sporazum sa obe strane.

Ugovor bi trebalo da sadrži odredbe za rešavanje putem međunarodne arbitraže sporova koji ne budu sporazumno rešeni. U slučaju međunarodnih ugovora, međunarodna trgovačka arbitraža ima brojne prednosti u odnosu na vođenje parničkih postupaka pred nacionalnim sudovima i ona može da stranama bude prihvatljivija.

3.4. Rizik i odgovornosti prema FIDIC-u

Izvođač preuzima punu odgovornost za brigu o radovima od datuma početka radova do tehničkog prijema objekta od strane investitora. Ako se tehnički prijem vrši za neki deo radova, odgovornost za brigu o tom delu radova pripada investitoru. Ako se desi bilo koja šteta na objektu ili dokumentima u periodu kada je izvođač odgovoran za brigu o istim, izvođač će ispraviti gubitak ili štetu u skladu sa ugovorom.

Rizici investitora u slučaju izvođenja radova u zemlji u kojoj je/u slučaju:

- rat, invazija, čin stranih neprijatelja,
- pobuna, terorizam, sabotaža od strane drugih ne izvođačevih osoba, revolucija, ustanak, vojna snaga ili građanski rat,
- poremećaj od strane lica koja nisu izvođačeva,
- ratna municija, eksplozivne materije, jonizujuće zračenje, kontaminacije radio-aktivnosti, osim ako sve navedeno nije delo izvođača,
- pritiska talasa izazvanih avio nesrećom,
- izvođenja bilo kog dela radova za koje su odgovorni investitorovi zaposleni
- sila prirode koje su nepredvidive i koje iskusni izvođač nije mogao predvideti i sprečiti ili ublažiti nekim merama predostrožnosti.

4. ISTRAŽIVANJE ODŠTETNIH ZAHTEVA U GRAĐEVINARSTVU

4.1. Uzroci odštetnih zahteva nastali pre same gradnje

(Ne) Delovanje investitora iz sledećih razloga:

- Nepotpuna, nejasna ili netačna projektna dokumentacija
- Nedovoljno ispitano gradilište.
- Dvosmisleni projekti i specifikacije.
- Neodgovarajuće prezentovan rizik koji snosi izvođač.
- Odbijanje ponude.
- Postavljenje nerealnih rokova završetka.

(Ne) Delovanje izvođača iz sledećih razloga:

- Pristup izradi ponude.
- Neadekvatno vreme za pripremu procene.
- Nedovoljno upoznavanje sa ugovornim dokumentima.
- Neizbalansirana ponuda.

4.2. Uzroci nastali u toku gradnje

(Ne) Delovanje investitora iz sledećih razloga:

- Propust prilikom prepoznavanja nedostataka i / ili nejasnoća u planovima ili specifikacijama i sposobnost u brzom rešavanju.

- Suvišna revizija projekta.
 - Nedovoljan broj investitorovog osoblja.
 - Prekomerna inspekcija.
- (Ne) Delovanje izvođača iz sledećih razloga:
- Nedovoljno planiranje.
 - Nedostatak dobre komunikacije sa investitorom.
 - Nedostatak kontole i loša komunikacija sa podizvođačima.
 - Nedostatak dobre komunikacije u kompaniji.
 - Propust prilikom vođenja gradilišne dokumentacije.

4.3. Predmet istraživanja

Predmet ovog istraživanja je da utvrdimo uzroke zbog kojih dolazi do pojave odštetnih zahteva u građevinskoj industriji širom sveta, među korisnicima FIDIC forme ugovora.

4.4. Ciljevi istraživanja

Svrha ovog istraživanja je da ukaže na neke od glavnih razloga koji se javljaju u toku realizacije jednog projekta zbog kojih dolazi do odštetnih zahteva kako bi se u budućnosti izbegao ili makar umanjio broj istih.

4.5. Istraživačko pitanje

Istraživačko pitanje ovog istraživanja sastoji se od nekoliko podpitanja, a to su: kada je došlo do odštetnih zahteva, tj. u kojoj fazi realizacije projekta, da li u fazi izrade projektne dokumentacije ili u samoj fazi izgradnje i koja strana je uzročnik odštetnih zahteva, izvođač, investitor ili projektant, vrednosti odštetnih zahteva zahtevanih od strane izvođača i vrednosti odštetnih zahteva koja su odobrena od strane investitora.

4.6. Zaključna razmatranja

Nakon izvršenog istraživanja i analiziranja rezultata statističkim metodama, možemo zaključiti da su glavni uzročnici zbog kojih dolazi do odštetnih zahteva investitor i izvođač, dosta pre nego što će uzrok odštetnih zahteva biti projektant ili delovanje više sile.

Takođe, možemo primetiti da kada je reč o investitoru kao uzročniku, odštetni zahtevi se javljaju pre početka gradnje i njih je dosta lakše rešiti nego kada je to slučaj sa uzrokom do kog je doveo izvođač i koji se prema rezultatima istraživanja, većim delom dešava za vreme gradnje.

5. STUDIJA SLUČAJA— POTREBNI USLOVI ZA IZVOĐENJE RADOVA U RUSKOJ FEDERACIJI, KAO I NAČIN REŠAVANJA PROBLEMA NASTALIH U TOKU IZGRADNJE, PRIMENOM FIDIC UGOVARANJA.

Ova studija slučaja ima za cilj da utvrdi koji su osnovni, tj. neki od najneophodnijih uslova koje jedna inostrana firma mora da ispuni ukoliko želi da posluje na Ruskom građevinskom tržištu.

Drugi cilj koji smo analizirali ovim istraživanjem jeste na koji način se dolazi do sporazuma između investitora i inostranog izvođača radova usled novonastale krize sa cenom nafte koja je u značajnoj meri oslabila rusku nacionalnu valutu, a imajući u vidu da je ugovor potpisan u vreme stabilnosti ruske valute.

5.1. Proces prikupljanja uzoraka

Podaci su prikupljeni od strane stručnjaka iz građevinske struke (inženjera, konsultanata, tehničara, autorskih nadzora, predstavnika investitora i arhitekata) koji su bili angažovani ili su još uvek, na uslovno rečeno, velikim međunarodnim projektima.

Istraživanje je provedeno u Ruskoj Federaciji. U pitanju su dve grupe ispitanika, jedan deo istraživanja je sproveden na teritoriji Moskve i na objektu koji je opisan na početku rada, drugi deo je sproveden u Sibiru (Krasnojarski kraj) na objektu magistralnog naftovoda koji je od nacionalne važnosti, samim tim i način ugovaranja je na veoma ozbiljnom nivou. U oba slučaja investitor su dve najveće kompanije iz svoje oblasti, tako da rezultati istraživanja u dosta dobroj meri daju odgovore na naš prvobitni cilj istraživanja.

U ispitivanju je učestvovalo 42 ispitanika od kojih su 33 činili muškarci, a 9 žene, što možemo videti iz tabele 1.

Tabela 1. Pol ispitanika

Pol	Učestalost	Procenat
Muškarci	33	78,57
Žene	9	21,43

Starosnu dob ispitanika možemo videti u tabeli 2.

Tabela 2. Starosna dob ispitanika

Starost ispitanika (godine)	Učestalost	Procenat
30-40	16	38,1
40-50	22	52,38
50-65	4	9,52

5.2. Rezultati istraživanja

(Napomena: anketa kojom je provedeno istraživanje sadrži 10 pitanja, isto toliko tabela i grafikona, u ovom zborniku ćemo prikazati rezultate 3 pitanja zbog ograničenosti).

Na grafikonu 1 možemo videti rezultate ispitanika i možemo uočiti da od 42 ispitanika, najveći procenat, čak 33% akcenat stavlja na cenu izvođenja radova, dok 26% ispitanika zahteva dobre reference prilikom odabira izvođača radova.

Takođe, ne tako mali procenat, 24% ispitanika je akcenat stavili na bankovne garancije izvođača radova, dok 17% ispitanika prednost daje uslovima ugovora.



Grafikon 1. Utica faktor prilikom odabira izvođača radova

U sledećem pitanju cilj je bio da ukažemo na koje kriterijume investitor obraća dodatnu pažnju prilikom izbora inostranog izvođača radova. Iz grafikona 2. možemo videti da 26% ispitanika prednost daje izvođačima koji imaju reference sa teritorije Ruske Federacije, dok 19% insistira da izvođač ima iskustvo izvođenja sličnih projekata bez obzira gde su oni izvođeni.

Najveći procenat ispitanika prednost daje brzini i kvalitetu izvođenja radova, čak 55%.



Grafikon 2. Osnovni uslovi prilikom odabira inostranog izvođača radova

Po rezultatima dobijenih od ispitanika, iz graf. 3. možemo uočiti da 74% slaže sa tim da se bira tročlana KRS (komisija za rešavanje sporova) čiji je svaki član zaključio tripartitni sporazum sa obe strane, dok 26% smatra da je za KRS bira jedan član koji bi delovao kao inokosni, po zaključenju tripartitnog sporazuma sa obe strane.



Grafikon 3. Izbor komisije za rešavanje sporova

6. ZAKLJUČAK

Zaključili smo da uzroci koji su izazvali odštetne zahteve mogu nastati pre i u toku gradnje. Uzroci koji su nastali pre gradnje javljaju se usled (ne) delovanja sa investitorove ili izvođačeve strane. Istraživanjem smo došli do odgovora da su ti uzroci nastali zbog nejasne ili netačne projektne dokumentacije, nedovoljno ispitano gradilišta, dvosmišlenih projekata, postavljanje nerealnih rokova, neadekvatno vreme za pripremu procene, nedovoljno upoznavanje sa ugovornim dokumentima, neizbalansirana ponuda i usled nedostatka komunikacije među učesnicima projekta.

Uzroci nastali u toku gradnje usled (ne) delovanja investitora su propust prilikom prepoznavanja nedostataka ili nejasnoća u projektima, nedovoljan broj stručnog osoblja i usled prekomerne inspekcije. Dok uzroci nastali usled (ne) delovanja izvođača radova su nedovoljno planiranje, nedostatak komunikacije sa investitorom, nedostatak kontrole podizvođača, propust prilikom vođenja gradilišne dokumentacije.

Drugi deo istraživanja je, kao što već znamo, za cilj imao da pokaže šta je potrebno jednoj inostranoj građevinskoj kompaniji da bi poslovala na ruskom tržištu kao i na koje delove ugovora ruski investitori stavljaju akcenat. Dobijeni odgovori ankete i analizom odgovora zaključujemo da rusko tržište zahteva jedan visok nivo ozbiljnosti kompanije, stručnost zaposlenih, dovoljan broj referenci sa sličnih projekata, takođe zahteva sve potrebne dozvole za rad i boravak inostranih radnika u RF kao i dobre bankovne garancije za završetak radova u dogovorenom roku i sa odgovarajućim kvalitetom izvođenja.

7. LITERATURA

- [1] Cekić Z. Internacionalno građevinarstvo, Građevinska knjiga, Beograd, 2005
- [2] Cekić Z. Menadžment informacionih tehnologija u građevinarstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 2004
- [3] Ivković B., Popović Ž., Upravljanje projektima u građevinarstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 2005
- [4] FIDIC Conditions of Contracts for Construction - The Red Book, Thomas Telford Publishing, 2005
- [5] Čirović G., Upravljanje investicijama, Visoka građevinsko-geodetska škola, Beograd, 2009
- [6] Trivunić M., Malešević E., Matijević Z., Menadžment u građevinarstvu, FTN - Departman za građevinarstvo, 2009
- [7] FIDIC (Booen, P.L. and group of authors): The FIDIC Contracts Guide, Lausanne, 2000
- [8] FIDIC: Conditions of Contract for Design, Build and Operate Projects, Geneva, 2008
- [9] FIDIC: Conditions of Contract for EPC / Turnkey Projects, Lausanne, 1999

Kratka biografija:



Miroslav Milovankić rođen je u Užicu 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Organizacija i tehnologija građenja odbranio je 2016. godine.

ANALIZA SPREGNUTIH STUBOVA PREMA EUROCODE 4 I PROJEKAT ZGRADE TRŽNOG CENTRA U SPREGNUTOJ IZVEDBI

ANALYSIS OF COMPOSITE COLUMNS ACCORDING TO EUROCODE 4 AND PROJECT OF A SHOPPING MALL DESIGNED AS A COMPOSITE CONSTRUCTION

Miloš Marković, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se sadrži iz dva dela. Prvi deo je teorijskog karaktera i obrađuje proračun i konstruisanje spregnutih stubova prema važećem evropskom standardu za spregnute konstrukcije, Eurocode 4, dok je drugi deo praktičnog karaktera i u njemu je prikazan proračun zgrade tržnog centra koja je dimenzionisana i izvedena kao spregnuta konstrukcija.

Abstract – This thesis contains two parts. First part is theoretical and includes design and construction details of composite columns according to European Norms for composite constructions – Eurocode 4. Second part is practical and includes project of building of a shopping mall that is designed and built as a composite construction.

Ključne reči: Spregnute konstrukcije, spregnuti stubovi, tržni centar, zgrada, statički proračun, dinamički proračun, Eurocode 4

1. UVOD

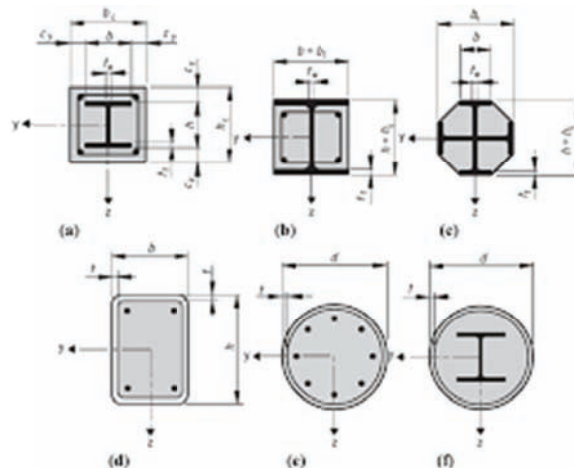
U prvom delu rada obrađen je proračun i dimenzionisanje spregnutih stubova prema Eurocode 4. Drugi deo rada predstavlja projekat zgrade tržnog centra koji je izveden kao konstrukcija čiji su glavni konstrukcijski elementi spregnute ploče, spregnute grede i spregnuti stubovi. Objekat se nalazi u Subotici.

2. ANALIZA SPREGNUTIH STUBOVA PREMA EUROCODE 4

2.1. Opšte o spregnutim stubovima

Spregnuti stubovi se koriste kao optimalno rešenje u odnosu na čisto čelične ili armiranobetonske stubove. Prema Eurocode 4, spregnuti stub je definisan kao spregnuti konstrukcijski element izložen uglavnom pritisku ili pritisku i savijanju. Spregnuti stubovi se uopšteno mogu podeliti na tri osnovne grupe:

- Spregnuti stubovi sa ubetoniranim čeličnim profilima (Slika 1a)
- Spregnuti stubovi sa delimično ubetoniranim čeličnim profilima (Slike 1b, 1c)
- Spregnuti stubovi od šupljih čeličnih profila ispunjenih betonom (Slike 1d, 1e, 1f)



Slika 1: Tipovi spregnutih stubova

Kao što se vidi na Slici 1f, stubove koji se sastoje od šupljeg čeličnog profila punjenog betonom možemo da ojačavamo umetanjem još jednog čeličnog profila, čime dodatno povećavamo nosivost.

2.2. Opšti principi proračuna

Proračun spregnutih stubova se bazira na sledećim dvema pretpostavkama:

- Između čeličnog i betonskog dela preseka postoji potpuno sadejstvo po čitavoj dužini stuba, tj. Spregnuto dejstvo sve do loma
- Preseci nakon deformacije ostaju ravni

Da bi zadovoljio uslove postavljene u Eurocode 4, spregnuti stub mora da zadovolji uslov

$$0,2 \leq \delta \leq 0,9. \quad (1)$$

U izrazu (1) δ predstavlja koeficijent doprinosa čelika i dat je izrazom:

$$\delta = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{N_{pl,Rd}} \quad (2)$$

U ovom izrazu A_a predstavlja površinu čeličnog profila, f_{yd} računsku granicu razvlačenja čelika, a $N_{pl,Rd}$ plastičnu otpornost poprečnog preseka. Plastična otpornost poprečnog preseka predstavlja zbir pojedinačnih plastičnih otpornosti čelika, betona i armature u poprečnom preseku.

Za proračun nosivosti spregnutog stuba Eurocode 4 propisuje dve metode proračuna:

- Opšta metoda
- Uprošćena metoda

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Srđan Kisin.

2.3. Opšta metoda proračuna

Ova metoda razmatra stubove nesimetričnog ili promenljivog poprečnog preseka.

U obzir se uzimaju uticaji dru-gog reda, geometrijske imperfekcije, lokalne nestabilnosti, tečenje i skupljanje betona, prsline u betonu, kao i nelinearno ponašanje materijala.

Proračun zahteva da element bude u stanju stabilne ravnoteže pri najnepovoljnijoj kombinaciji opterećenja. Za nelinearnu analizu se koriste odnosi napona i dilatacija koji su dati u Eurocode 2 član 3.1.5 za beton, Eurocode 2, član 3.2.7 za armaturu i Eurocode 3, član 5.4.3(4) za čelik.

Budući da se tri materijala u spregnutom preseku ponašaju prema različitim nelinearnim odnosima, direktna analiza poprečnog preseka nije moguća. Zbog toga se koristi iterativni M-N-φ postupak za svaki presek.

2.4. Uprošćena metoda proračuna

Budući da opšta metoda proračuna predstavlja kompleksan i komplikovan proces zbog svega navedenog, uprošćena metoda proračuna predstavlja pogodan postupak za proračun spregnutih stubova koji se najčešće primenjuje u praksi.

Da bi se ova metoda mogla koristiti potrebno je da stub bude dvoosno simetričan i konstantnog poprečnog preseka. Analiza nosivosti preseka se vrši primenom teorije plastičnosti, dok se analiza nosivosti i stabilnosti stuba kao celine vrši teorijom elastičnosti.

2.4.1. Nosivost poprečnog preseka pri aksijalnom pritisku

Nosivost pri aksijalnom pritisku potpuno plastifikovanog preseka jednaka je zbiru odgovarajućih nosivosti pojedinih komponenti preseka:

$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} + \alpha \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd} \quad (3)$$

U datom izrazu A_a , A_c i A_s predstavljaju površine preseka čeličnog profila, betona i armature (respektivno), dok f_{yd} , f_{cd} i f_{sd} predstavljaju njihove računске čvrstoće. Koeficijent α predstavlja parametar koji redukuje čvrstoću betona u zavisnosti od tipa spregnutog preseka. Za šuplje kružne profile ovaj koeficijent ima vrednost 1,0, a za sve ostale 0,85.

2.4.2. Nosivost spregnutog stuba pri aksijalnom pritisku

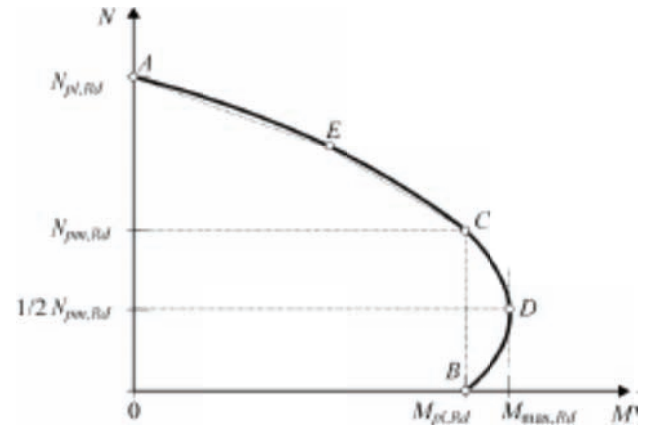
Posmatra se izdvojeni stub koji je na krajevima izložen uticajima aksijalne sile pritiska određene globalnom analizom. Budući da se globalna analiza u najvećem broju slučajeva radi po teoriji prvog reda, za najveći broj slučajeva u lokalnu analizu stuba se uzima uticaj imperfekcije indirektno, korišćenjem odgovarajućih krivi izvijanja koje su prpisane za elemente od čelika i date u Eurocode 3.

Dokaz nosivosti spregnutog stuba pri aksijalnom pritisku se svodi na zadovoljenje uslova da proračunska vrednost normalne sile N_{Ed} ne bude veća od nosivosti spregnutog preseka redokovanog faktorom χ koji je u funkciji odgovarajuće krive izvijanja i relativne vitkosti stuba. Dati uslov je prikazan izrazom:

$$N_{Ed} = \chi \cdot N_{pl,Rd} \quad (4)$$

2.4.3. Nosivost poprečnog preseka pri aksijalnom pritisku i jednoosnom savijanju

Kada u spregnutom preseku pored aksijalne sile deluje i momenat savijanja, nosivost pri aksijalnom pritisku $N_{pl,Rd}$ smanjuje. Ponašanje ovako opterećenog stuba se može opisati interakcionim dijagramom datom na Slici 2.



Slika 2: Interakciona kriva za pritisak i jednoosno savijanje

Poprečni presek izložen dejstvu proračunske aksijalne sile N_{Ed} i proračunskog momenta savijanja M_{Ed} imaće zadovoljavajuću nosivost ukoliko se tačka (N_{Ed}, M_{Ed}) nalazi unutar oblasti ograničene ovom interakcionom krivom.

2.4.4. Nosivost spregnutog stuba pri aksijalnom pritisku i jednoosnom savijanju

Posmatra se izdvojeni spregnuti stub opterećen proračunskom normalnom silom i proračunskim momentima savijanja na krajevima koji su određeni globalnom analizom. Da bi stub imao zadovoljavajuću nosivost, mora biti zadovoljen sledeći uslov:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,N,Rd}} = \frac{M_{Ed}}{\mu_d \cdot M_{pl,Rd}} \leq \alpha_M \quad (5)$$

U izrazu (5) M_{Ed} označava najveću proračunsku vrednost momenta u stubu, $M_{pl,N,Rd}$ proračunsku vrednost plastičnog momenta savijanja uzimajući u obzir aksijalnu silu N_{Ed} , μ_d faktor za proračun elementa opterećenog pritiskom i savijanjem, a α_M koeficijent koje je jednak 0,9 za čelike od S235 do S355 i 0,8 za čelike kvaliteta od S420 do S460.

2.4.5. Nosivost spregnutog stuba pri aksijalnom pritisku i dvoosnom savijanju

Za stub izložen aksijalnom pritisku i dvoosnom savijanju vrši se provera nosivosti za svaku ravan savijanja. Imperfekcije se uzimaju u obzir za onu ravan za koju se smatra da će doći do otkazivanja. Uslovi koji moraju biti zadovoljeni da bi stub imao zadovoljavajuću nosivost su:

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} \leq \alpha_{M,y}, \quad (6)$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} \leq \alpha_{M,z}, \quad (7)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} \leq 1,0. \quad (8)$$

Oznake y i z u indeksima u izrazu (8) označavaju odgovarajuću ravan savijanja.

2.4.6. Uticaj poprečne smičuće sile

Poprečna sila V_{Ed} je uvek prisutna pri savijanju. Iako beton znatno doprinosi prenosu ove sile, pretpostavlja se da je u potpunosti preuzima čelični presek. Otpornost presek se definiše kao:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (9)$$

U izrazu (9) A_v predstavlja površinu smicanja. Ako je smičuća sila V_{Ed} veća od 50% proračunske nosivosti, moramo redukovati granicu razvlačenja čelika, tako što ćemo uvesti redukovanu granicu razvlačenja $(1-\rho)f_{yd}$. Faktor redukcije ρ se dobija prema izrazu:

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 \quad (10)$$

3. PROJEKAT ZGRADE TRŽNOG CENTRA U SPREGNUTOJ IZVEDBI

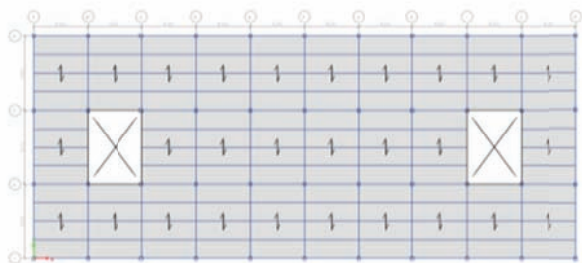
3.1. Tehnički opis

Projektovani objekat se nalazi na lokaciji u Subotici. Dimenzije objekta u osnovi su 60,0x24,0 m ukupne visine 8,0m iznad kote terena. Na koti +5,0 m se nalazi međuspratna konstrukcija. Dubina fundiranja je na koti -1,2 m uz dopušteni pritisak tla od 0,2 MPa.

Upotrebljeni materijali za osnovnu konstrukciju su čelik S355, beton C25/30, lakoagregatni beton LC25/28 i armatura B500B.

Temelj objekta je armiranobetonska ploča debljine 30 cm koja se oslonja na betonske grede $b/h=50/80$ cm koje se pružaju u dva upravna pravca.

Raster stubova je 6,0x8,0 m, a osnova sprata sa glavnim ramovima objekta je data na Slici 3.



Slika 3: Osnova sprata

Stubovi objekta su spregnuti, u vidu čeličnih šupljih kvadratnih profila dimenzija 320x320x16 mm ispunjenih betonom C25/30.

Međuspratna konstrukcija je spregnuta ploča od čeličnog profilisanog lima i betona C25/30. Profilisani lim u fazi izgradnje služi kao oplata za beton koji se izliva na licu mesta i kao radna platforma, a nakon očvršćavanja betona postaje konstruktivni element u spregnutoj ploči. Ukupna debljina ploče je 130 mm.

Međuspratna ploča je dalje spegnuta sa prethodno moniranim glavnim, podužnim i sekundarnim gredama.

Glavne grede sprata su profila HEB260, a podužne i sekundarne grede su profila HEA200.

Krovnu konstrukciju čini spegnuta ploča koja se sastoji od čeličnog profilisanog lima i betona LC25/28. Ukupna debljina ploče je 130 mm. Profilisani lim takođe služi kao oplata i kao radna platforma, a krovna ploča je spegnuta

sa sistemom glavnih, podužnih i sekundarnih greda u nivou krova.

Glavne grede su profila HEB260, a podužne i sekundarne grede su profila HEA180.

Sprezanje ploča sa gredama se vrši preko moždanika prečnika 16 mm i visine 100 mm.

3.2. Analiza opterećenja

Sopstvene težine svih konstruktivnih elemenata su automatski sračunate u programskom paketu ETABS 2015. Dodatno stalno opterećenje je sračunato iz prospekata proizvođača i karakteristika materijala elemenata koji prave opterećenje stalnog karaktera. Vrednosti ovog opterećenja su 8,4 kN/m² za temeljnu ploču, 1,05 kN/m² za međuspratnu tavanicu, 2,0 kN/m² za krov, 14,5 kN/m za glavne grede u ramovima C i I i 16,0 kN/m za temeljne grede u ramovima B i J.

Opterećenje od radnika i opreme za vreme izgradnje objekta iznosi 1,5 kN/m².

Korisno opterećenje je definisano prema Eurocode 1 i iznosi 5,0 kN/m² (u ovo opterećenje je uračunato i opterećenje od pregradnih zidova).

Opterećenje snegom na krovnu krovnu konstrukciju je uzeto kao 1,0 kN/m².

Opterećenje vetrom je urađeno prema Eurocode 1 i sračunato u softveru za brzinu vetra od 23 m/s i kategoriju terena II.

Analiza opterećenja usled seizmike je urađena prema Eurocode 8, metodom spektralne analize i automatski generisana u softveru.

Kombinovanje slučajeva opterećenja je urađeno prema pravilima datim u Eurocode 0.

3.3. Dimenzionisanje elemenata

Objekat je dimenzionisan za najnepovoljnije kombinacije opterećenja, kako za fazu izgradnje, tako i za spregnuti sistem.

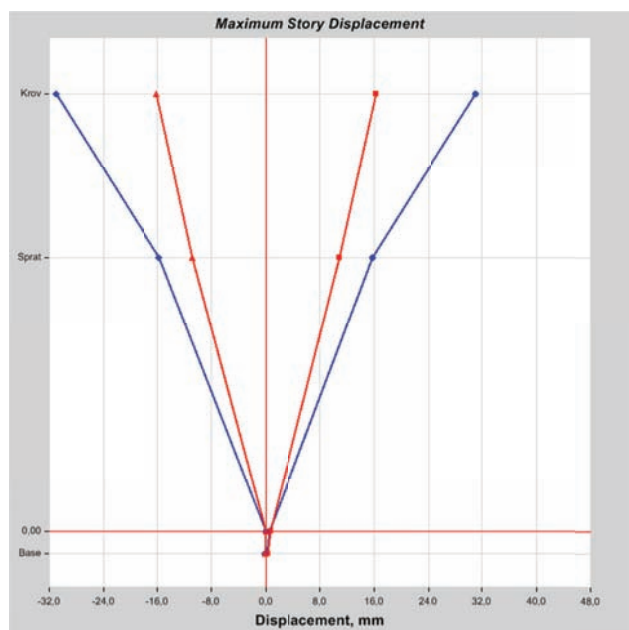
Statički i dinamički proračun je urađen u programskom paketu ETABS 2015.

Dimenzionisanje spregnutih greda, stubova i ploča je urađeno u svemu prema pravilima datim u Eurocode 4, pridržavajući se dodatnih odredbi datih u Eurocode 2 i Eurocode 3. Dimenzionisanje armiranobetonske temeljne ploče i greda je urađeno prema pravilima koja su data u Eurocode 2.

Spregnuta ploča je dimenzionisana za granično stanje nosivosti i granično stanje upotrebljivosti, za slučaj čeličnog lima koji služi kao oplata za sveže izliveni beton i za slučaj spregnute ploče nakon očvršćavanja betona. Ploča je nepoduprta tokom izgradnje i smatra se prosto oslonjenom na svojim krajevima. U gornjoj zoni ploče je postavljena armaturna mreža Q188.

Spregnute grede su dimenzionisane prema najnepovoljnijoj kombinaciji i rasoredu opterećenja. Proračunom je dobijen procenat iskorištenosti greda, kao i broj moždanika za svaki tip greda. U područijim negativnih momenata savijanja proračunata je dodatna armatura u betonskim flanšama.

Maksimalno horizontalno pomeranje zgrade iznosi 31 mm (dato na Slici. 4) i zadovoljava uslove propisane u Eurocode 0.



Slika 4: Dijagram horizontalnih pomeranja

Proračun veza je urađen prema Eurocode 3.

Veza između glavnih greda i stubova je ostvarena preko čelone ploče koja je sa jedne strane zavarena za gredu u radionici i tako dalje zavarena za stub na licu mesta.

Veze između sekundarnih i glavnih greda su ostvarene putem ugaonika L80x80x8 koji su u radionici zavareni za sekundarne grede i zavrtnjevima klase k8.8 spojeni za glavne grede.

Ankerisanje stubova je izvršeno putem neukružene ležišne ploče debljine 35 mm i anker zavrtnjeva prečnika 30 mm i dužine 600 mm.

4. ZAKLJUČAK

U prvom delu rada je prikazana analiza spregnutih stubova prema evropskim standardima za spregnute konstrukcije Eurocode 4 i proračun prema opštoj i uprošćenoj metodi.

Može se videti da je opšta metoda proračuna daleko komplikovanija i kompleksnija, te da njenu upotrebu ograničavamo samo u slučaju specijalnih projekata i konstrukcija kod kojih ne možemo izbeći uslove koji propisuju korišćenje ove metode. Daleko jednostavniju uprošćenu metodu ćemo koristiti u najvećem broju slučajeva u praksi.

Sam koncept spregnutih stubova predstavlja, iz svega navedenog, vrlo povoljno rešenje, bilo da je gledano sa aspekta konstrukterstva, estetike, ekonomičnosti ili tehnologije i organizacije izrade. Svaki od tri glavna navedena tipa spregnutog stuba ima svoje prednosti i mane i izbor jednog od njih treba da predstavlja kompromis koji će zadovoljiti sve zahteve postavljene projektantu.

U drugom delu rada je prikazan projekat zgrade tržnog centra kao spregnute konstrukcije.

Sve prednosti spregnutih stubova koje su objašnjene u prvom delu rada se podrazumevaju i za sve ostale tipove spregnutih elemenata, jer predstavljaju odlično rešenje, kako u smislu konstruktivnih osobina, tako i u smislu ekonomičnosti i tehnologije izrade.

5. LITERATURA

- [1] EN 1994-1-1 Evrokod 4, Proračun spregnutih konstrukcija od čelika i betona, Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade; Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2006.
- [2] Biljana Deretić-Stojanović, "Osnove spregnutih konstrukcija – izvodi iz predavanja", Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2008.
- [3] Boris Androić, Darko Dujmović, Ivan Lukačević, "Projektiranje spregnutih konstrukcija prema Eurocode 4", "I.A. Projektiranje", Zagreb, 2012.
- [4] Dragan Buđevac, Zlatko Marković, Dragana Bogavac, Dragoslav Tošić, „Metalne konstrukcije: Knjiga 2 – Specijalna poglavlja i tehnologija izrade“, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1999.

Kratka biografija:



Miloš Marković, rođen u Novom Sadu 01.07.1990. godine, oktobra 2009. godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu. Oktobra 2014. stiče zvanje diplomiranog građevinskog inženjera. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti spregnutih konstrukcija odbranio je 2016. godine.

PROCENA STANJA I SANACIJA AB PLATFORME NA PLANINI JASTREBAC, KOJA JE OŠTEĆENA TOKOM BOMBARDOVANJA 1999 god.**ASSESSMENT AND REHABILITATION OF RC PLATFORM LOCATED ON THE MOUNTAIN OF JASTREBAC AND DAMAGED DURING THE 1999 NATO BOMBING**Branko Marjanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U prvom delu rada prikazana je sanacija i rekonstrukcija betonskih konstrukcija u visokogradnji primenom CFRP materijala. U drugom delu urađena je procena stanja i sanacija objekta AB platforme za nošenje antena na planini Jastrebac. Razmatran je konkretan problem kabla koji duž svoje trase prolazi kroz postojeću AB platformu.

Abstract The first part of this paper describes rehabilitation and reconstruction of concrete structures in building construction using of CFRP materials. The second part of this paper describes the assessment and rehabilitation of RC platform used to support antennas placed on the mountain of Jastrebac. It refers to the problem of a cable running through the existing RC platform along its route.

Ključne reči: beton, armatura, platforma, ojačanje, oštećenja, sanacija.

1. UVOD

Master rad se sastoji iz dva dela: I – Teorijski deo i II – Praktični deo. U okviru teorijskog dela obrađeno je nekoliko manjih celina na temu karbonskih traka. U praktičnom delu urađena je procena stanja postojeće AB platforme za nošenje antena na planini Jastrebac koja je oštećena prilikom bombardovanja lokacije u više navrata 1999.g., kada je i srušen stari toranj. Cilj ovog rada bio je rešenje konkretnog problema koji se javio u toku montaže novog tornja. Uočeno je da jedan kabal tornja duž svoje trase "probija" kroz postojeću AB platformu. Izvršena je statička analiza i dat je predlog isecanja dela AB platforme radi nesmetanog prolaza kabla koji duž svoje trase nailazi na AB platformu.

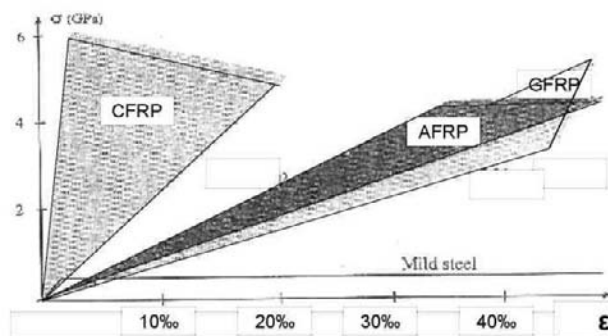
2. SANACIJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA PRIMENOM KARBONSKIH TRAKA

Karbonske trake su materijali koji sadrže veliki broj finih vlakana, izraženih mehaničkih karakteristika unutar matrice od epoksi smole. U zavisnosti od vrste vlakana, postoje: AFRP (aramidna), CFRP (karbonska) ili GFRP (staklena). Na slici (II-1) je prikazan dijagram napon-dilatacija pri zatezanju za različite vrste vlakana.

2.1 Ojačanje AB konstrukcija karbonskim trakama

Ojačanje primenom "veštačkih" vlakana, karbonskih traka, (Fibre Reinforced Polymer). Osnovne mehaničke karakteristike određuju se u zavisnosti od karakteristika

sastojaka – vlakana, matrice i njihovih zapreminskih zastupljenosti.



Slika (II-1): Dijagram napon - dilatacija

Karbonske trake se izrađuju od vlakana prečnika od 0.01 do 0.10 mm. Proizvode se kao trake međusobno slepljene odgovarajućim epoksidnim vezivom. Trake-tkanine mogu da budu nosive u više pravaca u zavisnosti od načina tkanja "vlakana"

2.2 Granično stanje upotrebljivosti karbonskih traka

Dimenzionisanje se zasniva na konceptu sigurnosti u odnosu na granična stanja. Proračun se sprovodi linearno-elastičnom analizom. Za stanje eksploatacije (posle izvršene sanacije) zahteva se ograničenje napona u betonu, čeliku i karbonskim trakama.

2.3 Granično stanje nosivosti karbonskih traka

Ojačani AB element mora dostići granično stanje loma na duktilan način, dakle bez loma po betonu, loma po CFRP i bez loma na vezi. Kada postoji puno sadejstvo betona i karbonskih traka lom nastaje kao simultani lom zatezanjem ili lom po pritiskutom betonu. Kada je gubitak sadejstva betona i vlakana – lom nastaje gubitkom veze na većoj dužini elementa (peeling-off).

2.4 Primena karbonskih traka

Njihova primena je započela u razvijenim zemljama da bi se proširila poslednjih godina i na zemlje u tranziciji. U našoj zemlji se počelo sa ovim vidom ojačanja kod sanacija objekata oštećenih objekata posle NATO bombardovanja 1999. godine. Dakle, danas je moguće umesto rušenja objekta izvesti radove na njihovoj generalnoj popravci i putem ojačanja konstruktivnih elemenata karbonskim trakama dobiti konstruktivno zadovoljavajuće rešenje.

3. PROCENA STANJA PLATFORME I SANACIJA KONSTRUKCIJE

Ovim radom je obrađen samo deo AB platforme za nošenje i zaštitu antena, koja se sastoji od dve

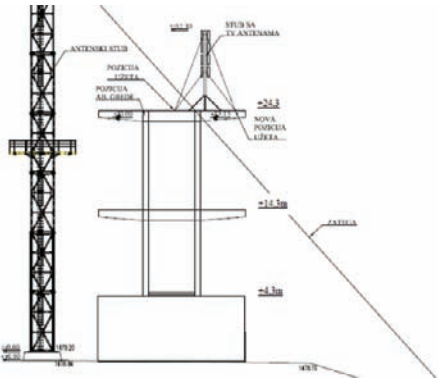
NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Vlastimir Radonjanin.

armiranobetonske ploče koje se preko četiri armirano-betonska stuba oslanjaju i prenose opterećenje kroz i na objekat ispod do temelja.

3.1 Primena karbonskih traka

Za potrebe Emisione tehnike i veze iz Beograda urađen je glavni arhitektonsko-građevinski projekat konstrukcije novog čeličnog antenskog stuba visine $H=123\text{m}$, (stari je porušen prilikom bombardovanja lokacije 1999.g.). Stub je tipski, oznake K 123/35 J, sa tri nivoa čeličnih kablova koji se vezuju za postojeće temeljne stope. Prilikom montaže tornja uočen je konkretan problem, čije je rešenje zapravo tema ovog rada. Naime trasa kabla oznake "7" jarbola "K 123/35 J", duž svoje trase "probija" postojeću AB platformu. Na slici (III-1) je prikazano mesto prodora kabla 7 kroz AB platformu.



Slika (III-1): *Prodor kabla 7 kroz AB nastrešnicu*

3.2 Konstrukcija objekta AB platforme

Posmatrani objekat AB platforme projektovan je kao ramovska armiranobetonska konstrukcija sa dve ploče međusobno povezane stubovima bez ispune. Ploče debljine $d = 40$ cm, dimenzija $14,17\text{m} \times 14,32\text{m}$ (površine cca. 200 m^2), oivičene su obodnim gredama $b/d = 30/90$ cm. Visina objekta je $h = 24,3$ m. U preseccima srednjih greda $b/d = 50/110$ cm su mesta oslonaca stubova $b/d = 50/50$ cm. Na slici (III-2) prikazan je izgled platforme.



Slika (III-2): Sadašnji izgled objekta

3.3 Detaljni vizuelni pregled i registrovanje oštećenja

Detaljnim vizuelnim pregledom objekta registrovani su defekti i veća oštećenja u prvom redu prouzrokovana bombardovanjem od strane NATO avijacije, kao i druga oštećenja prouzrokovana propustima gradjenja, ali i usled višegodišnje eksploatacije i izloženosti atmosferskim uticajima.

3.4 Foto dokumentacija

Na slici (III-3) prikazana su najveća oštećenja nastala tokom bombardovanja na AB gredi i ploči, kota+ 24,3 m.



Slika (III-3): Oštećenja na koti + 24,3 m

3.5 Zaključak o stanju konstrukcije

Uočeni defekti i oštećenja su samo lokalnog karaktera i njima nije ugrožena nosivost konstruktivnog sistema kao celine.

3.6 Popravka i sanacija registrovanih oštećenja

Pre početka radova potrebno je izvršiti pripremu betonskih površina. Urađen je detaljan pregled svih konstruktivnih elemenata predviđenih za saniranje. Predviđeno je zatvaranje prslina i pukotina na AB pločama epoksidnom smolom. Popravku oštećenih betonskih površina AB ploča, greda i stubova potrebno je izvršiti reparaturnim malterima.

4. PRODOR KABLA JARBOLA "K 123/35 J" KROZ AB PLATFORMU

Statičkim proračunom proverena je deformacija kabla oznake "7" u statičkom proračunu jarbola "K 123/35 J", koji duž svoje trase "probija" postojeću AB platformu.

4.1 Kontrola deformacije kabla "7"

Izvršenom analizom prikazana je maksimalna veličina deformacije kabla "7", odnosno, potrebna veličina otvora u postojećoj konstrukciji za prolaz kabla, pri kojoj ne može doći do presecanja i kidanja kabla. Statički proračun je urađen po teoriji II reda. Otuda rezultati proračuna daju veoma tačne podatke o deformaciji svih kablova, pa tako i kabla "7".

4.2 Zaključak

S obzirom da je prodor kabla na mestu postojeće AB grede širine 0,5m, potrebno je izvršiti isecanje AB platforme tako da ne dođe do "sudara" kabla "7" sa konstrukcijom i njegovog presecanja. Takođe, isecanje je potrebno uraditi tako da ne dođe do narušavanja stabilnosti postojeće konstrukcije.

5. STATIČKI UTICAJI I ARMATURA U GORNJOJ PLOČI AB PLATFORME

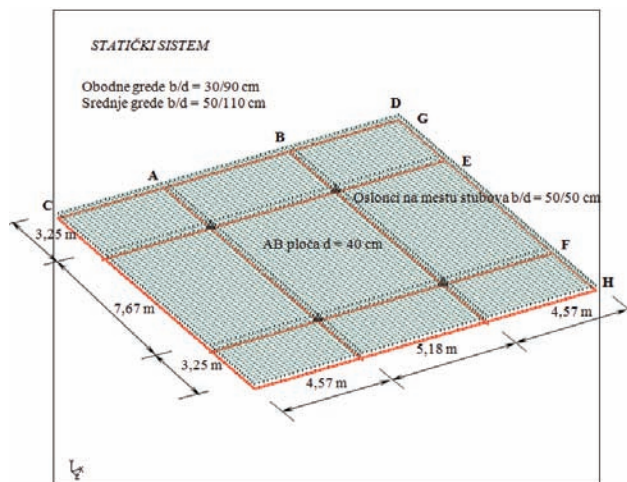
Statičkim proračunom provereni su statički uticaji i potrebna proračunska armatura u gornjoj ploči AB platforme, pre i posle isecanja dela konzolnih greda i ploče radi nesmetanog prolaza kabla oznake "7" u statičkom proračunu jarbola "K 123/35 J", koji duž svoje trase nailazi na postojeću AB platformu. a ovde se analizira promena statičkih uticaja usled isecanja u:

- AB gredama gornjeg nivoa platforme
- AB gornjim pločama platforme
- Rakacijama oslonaca na stubove AB platforme

5.1 Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: sopstvena težina, koja će biti obuhvaćena naredbom "Selfweight" u računarskom programu "StaadPro" (slika V-1). Prema standardu SRPS U.C7.121, korisno opterećenje za platformu iznosi $2,0 \text{ kN/m}^2$ opterećenje snegom za nadmorsku visinu $H = 1475 \text{ m}$ iznosi $3,19 \text{ kN/m}^2$, opterećenje vetrom je analizirano saglasno aktuelnim standardima SRPS U.C7.110, 111 i 112.

5.2 Statički uticaji pre isecanja dela ploče



Slika (V-1): Statički sistem gornje ploče

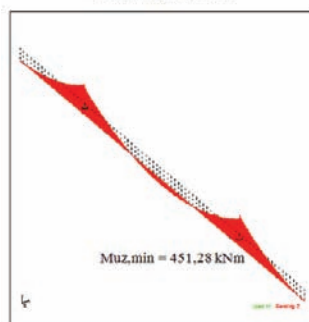
5.3 Statički uticaji u gredama

Dobijeni statički uticaji prikazani su tabeli V-1 i na dijagramima – Slike V-2 i V-3.

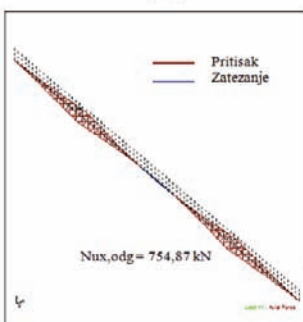
Tabela (V-1) Tabelarni pregled momenata

Beam	L/C	Node	Axial Force kN	Shear-Y kN	Shear-Z kN	Torsion kNm	Moment-Y kNm	Moment-Z kNm
7220	11	4906	754.87	340.95	-118.57	-37.15	34.90	451.28
7220	14	4906	693.65	313.54	-108.70	-34.11	31.97	416.35
7220	12	4906	687.23	310.11	-108.27	-33.85	31.89	408.84
7177	11	1466	850.78	347.98	-84.63	-51.31	16.82	403.78
7221	11	4986	717.13	300.45	-53.71	-11.49	14.65	396.46
7176	11	1386	754.87	-337.22	118.57	37.15	13.56	390.24
7177	14	1466	792.08	315.73	-77.67	-47.04	15.45	369.95
7177	12	1466	762.12	321.66	-77.15	-46.85	15.32	368.91
7220	10	4906	608.62	275.47	-94.98	-29.90	27.91	367.83
7221	14	4986	659.66	276.28	-49.22	-10.59	13.41	365.70

Dijagram (V-1): DIJAGRAM Muz,min
*Kombinacija opter."11"



Dijagram (V-2): DIJAGRAM Nux,odg
*Kombinacija opter."11"



Slike (V-2 i 3): Muz, min i Nux, odg za gredu u osi A

Potrebna proračunska armatura:

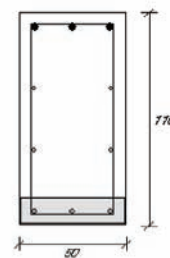
MB 30; RA 400/500-2
b/d = 50/110 cm
 $M_{au} = 451,28 + 754,87 \cdot (1,10/2 - 0,10) = 790,97 \text{ kNm}$

$A_{a1} = 790,97 \cdot 100 / (0,9 \cdot 100 \cdot 0,4 \cdot 400) - 754,87 / 40,0 = 3,10 \text{ cm}^2$
 $A_{a1,min} = 0,20 \cdot 50,0 \cdot 110,0 / 100 = 11,0 \text{ cm}^2$

DIMENSIONISANJE PRESEKA

ULAZNI PODACI
MB = 30 MPa
 $\sigma_{ma,v} = 400 \text{ MPa}$
 $M_u = -451,28 \text{ kNm}$
 $N_u = 754,87 \text{ kN}$
 $d = 110 \text{ cm}$
 $b = 50 \text{ cm}$
 $f_{tu} = 10 \text{ mm}$
 $a_o = 5 \text{ cm}$

ZATEGNUTA STATIČKA ARMATURA
USVOJENO: 3 RA # 22 (11,40 cm²)



PRITISNUTA KONSTRUKTIVNA ARMATURA
USVOJENO: 3 RA # 16 (6,08 cm²)

POPREČNI PRESEK

Rezultati proračuna:

SAVIJANJE, VELIKI EKSCENTRICITET

$x = 13,97 \text{ cm}$ Položaj neutralne ose pri lomu preseka
 $e_{b2} = 1,57 \%$ Dilatacija pritiska betona
 $e_{a1} = -10,00 \%$ Dilatacija zategn. armature

1. Zategnuta armatura

$A_{a1} = 11,00 \text{ cm}^2$ Potrebna armatura

$a_1 = 7,10 \text{ cm}$ Težište armature

USVOJENO: 3 RA fi 22 (11,40 cm²)

$e_{os} = 15,70 \text{ cm}$ Isti razmak šipki.

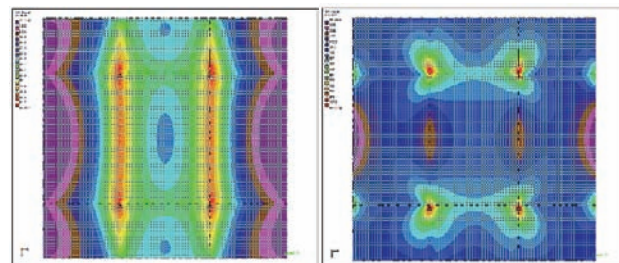
$A_{bs,ef} = 1.180,00 \text{ cm}^2$ Povr. zategn. bet.

3. Konstruktivna vertikalna armatura

USVOJENO: 2 * 2 RA fi 12 / 32,03 cm

5.4 Statički uticaji u ploči

Minimalni negativni momenat nad osloncima javio se za kombinaciju opterećenja 11: *STALNO+SNEG, u elementu oznake "1556", i iznosi: $M_{ux,min} = -98,12 \text{ kNm}$ i $N_{ux,odg} = 1102,96 \cdot 0,4 = 441,18 \text{ kN}$ (zatezanje) (Slike V-4 i V-5).

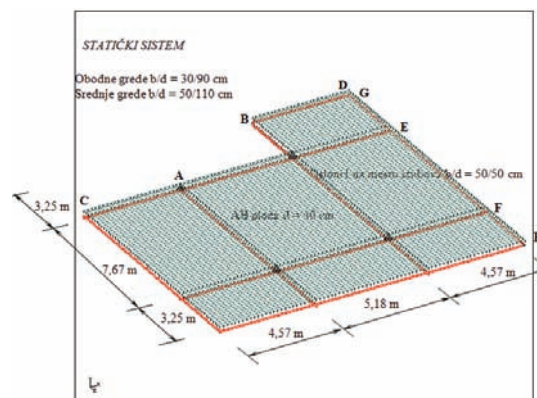


Slike(V-4 i 5): Muz,min i Nux,odg

6. STATIČKI UTICAJI I ARMATURA U GORNJOJ PLOČI AB PLATFORME POSLE ISECANJA

6.1 Statički uticaji posle isecanja dela ploče

Izgled isecene ploce prikazan je na slici VI-1



Slika (VI-1): Statički sistem gornje ploče posle isecanja

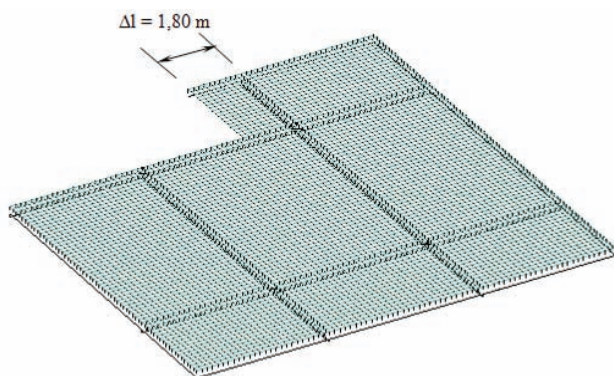
Obzirom da je zgrada pored platforme bombardovana 1999.g, i platforma pri tome oštećena gelerima, i time smanjena njena funkcionalnost, korisno opterećenje je uzeto kao za "mrtve prostore" prema standardu SRPS U.C7.121, koje iznosi: $p = 0,7 \text{ kN/m}^2$.

6.2 Statički uticaji u gredama

Minimalni negativni momenat nad osloncima javio se za kombinaciju opterećenja 11: **STALNO+SNEG*, u štapu oznake "7299" i čvoru "4935", i iznosi: *POSLE SEČENJA GREDA U OSI "B"*: $M_{uz,min} = -427,24 \text{ kNm}$ i $N_{ux,odg} = 751,24 \text{ kN}$ (pritisak).

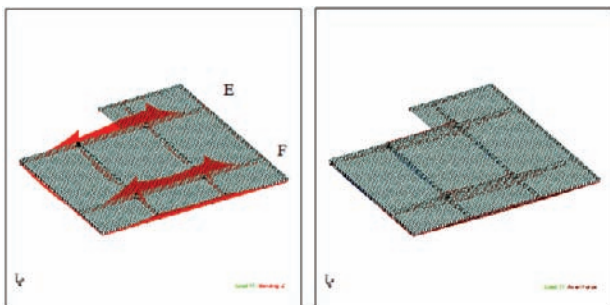
6.3 Zaključak

Momenti torzije na delu odsečene ploče prekoračuju maksimalno dopuštene za smicanje pri naprezanju torzijom, tako da je neophodno preduzeti konstruktivne mere za umanjene torzije na tom delu grede. Predloženo je da se ploča ne iseče do same ivice grede, već da se prepusti sa strane grede za $\Delta l = 1,80 \text{ m}$ (Slika VI-2).



Slika (VI-2): Prikaz prepusta ploče za $\Delta l = 1,80 \text{ m}$

Nakon delimičnog odsecanja nosača u osi "A", radi prolaska kabla oznake "7", i preraspodele statičkih uticaja u gredama, proračunska armatura za gredu u osi "F" može da prihvati preraspodelu statičkih uticaja nakon isecanja dela ploče bez dodatnog ojačavanja (Slike VI-3 i VI-4).



Slike (VI-3 i 4): Momenti savijanja i normalne sile za sve grede komb. opter. „11“

7. MAKSIMALNE I MINIMALNE REAKCIJE OSLOMCA PRE I POSLE ISECANJA PLOČE

Usled predimenzionisanosti AB stub ($b/d = 50/50 \text{ cm}$), i nakon isecanja dela ploče i grede, radi prolaska kabla "7", može da prihvati preraspodelu statičkih uticaja. Razlika maksimalnih reakcija pre i posle isecanja se može smatrati zanemarljivom (Tabela VII-1).

Tabela (VII-3): Razlika reakcija pre i posle sečenja

Max Fx	1466	12	815,47	806,19	9,28	veća reakcija [kN]
Min Fx	1495	12	-854,28	-806,19	-48,09	
Max Fy	4906	12	1.060,15	1.026,18	33,97	veća reakcija [kN]
Min Fy	1466	16	247,9	648,95	-401,05	
Max Fz	4906	12	90,55	134,85	-44,3	
Min Fz	1466	12	-148,09	-132,88	-15,21	

8. RADOVI NA ISECANJU DELA AB PLATFORME

Isecanje platforme izvelo bi se dijamantskim testerama za sečenje AB. Predviđeno je da se iseče jedna konzolna greda, na mestu prodora kabla "7" kroz AB nadstrešnicu, kao i ploča u pet ivičnih polja. Takođe bi se sekla i ivična greda u pravcu polja koja se seku.

9. GENERALNI ZAKLJUČAK

Usled predimenzionisanosti AB greda ($b/d = 50/110 \text{ cm}$ i $30/90 \text{ mm}$), i nakon isecanja dela ploče i grede, radi prolaska kabla "7", novonastale grede mogu da prihvate preraspodelu statičkih uticaja bez dodatnih ojačanja. Jedina promena u odnosu na predlog isecanja ploča i grede je prepust ploče i obodne grede za $\Delta l = 1,80 \text{ m}$ sa strane grede u osi "B".

Usled predimenzionisanosti AB ploča ($d = 40 \text{ cm}$), i nakon isecanja dela ploče i grede, radi prolaska kabla "7", novonastale ploče mogu da prihvate preraspodelu statičkih uticaja, izuzev nad osloncima, gde nedostaje sledeća armatura: *Pravac "x"*: nedostaje $1,6 \text{ cm}^2/\text{m}$ (gornja zona iznad oslonaca), što se može smatrati zanemarljivim; *pravac "z"*: nedostaje $1,9 \text{ cm}^2/\text{m}$ (gornja zona iznad oslonaca), što se može smatrati zanemarljivim. Zaključak se odnosi na uporednu analizu proračunske armature pre i posle isecanja dela ploče i grede. Pri tome projekat stvarno ugrađene armature nije bio dostupan, tako da stvarno ugrađena armatura nije poznata. Isto tako ni stepen oštećenja platformi od bombardovanja zgrade neposredno pored konstrukcije nije moguće egzaktno odrediti, pa u tom smislu treba prihvatiti i ograničenja prezentovane proračunske analize.

10. LITERATURA

- [1] "Zbirka Jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije": Stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (SRPS U.C7.123/1988) Opterećenje vetrom (SRPS U.C7.110-112/1992)
- [2] Grupa autora: "Beton i armirani beton" prema BAB 87, knjiga 1 i 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] V. Radonjanin, M. Malešev, Materijal sa predavanja iz predmeta "Praćenje, procena stanja i održavanje građevinskih objekata" i "Materijali i tehnike sanacije i zaštite", Novi Sad, 2007.
- [4] Ž. Radosavljević, D. Bajić, "Armirani beton 3", Građevinska knjiga, Beograd, 2007.

Kratka biografija:



Branko Marjanović rođen je u Beogradu 1982. godine. Oktobra 2009. godine na odseku za Građevinarstvo – program Građevinski menadžment na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu stiče zvanje Diplomirani Inženjer Građevinarstva – Master. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na odseku za Građevinarstvo – program Građevinske konstrukcije odbranio je u februaru 2016 god.

PROJEKAT STAMBENO-POSLOVNOG OBJEKTA PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA UZ ANALIZU PROJEKTOVANJA SREDNJE I VISOKE KLASSE DUKTILNOSTI OBJEKATA**PROJECT OF RESIDENTAL- BUSSINESS BUILDING BY EUROPIAN STANDARDS WITH A ANALYSIS OF DESIGN MEDIUM AND HIGH DUCTILITY CLASS BUILDINGS**

Dušan Janković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad sadrži dve celine. U prvoj celini projektovana je višespratna konstrukcija prema evropskim standardima, spratnosti Pr+7+Pk, ukrućenog skeletnog sistema, klase duktilnosti DCM. U drugoj celini izvršena je uporedna analizirana projektovanja srednje i visoke klase duktilnosti, uz kratak osvrt na različitosti projektovanja prema domaćim i evropskim standardima.

Abstract – Thesis contains two parts. The first continent is designed multy-story construction by European standards, GF+7+AT, a stiff-skeletal system, ductility class DCM. In the second part, the comparative analyzed projektovanja middle and high ductility classes, along with a brief overview of the diversity of design to domestic and European standards.

Ključne reči: Armiranobetonska konstrukcija, Klasa duktilnosti, Evropski standardi,

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje stambeno-poslovne zgrade spratnosti Pr+7+Pk prema Evro-kodu. Zgrada se izvodi kao AB ukrućeni skelet. Objekat se nalazi na lokaciji Novi Sad. Rad sadrži:

- tekstualnu dokumentaciju
- grafičku dokumentaciju
- numeričku dokumentaciju

2. OPIS PROJEKTA**2.1. Arhitektonsko rešenje**

Dimenzije objekta u osnovi su 16,3 x 23,75 m, površine 387 m². Funkcija objekta je raspoređena na sledeći način:

- Prizemlje: jedan dvosoban stan i tri lokala
- Prvi sprat: dva jednosobna stana, jedan trosoban stan i tri lokala
- Drugi sprat do potkrovlja: tri jednosobna, tri dvosobna i jedan trosoban stan

Spratna visina svih etaža je 2,9 m, a ukupna spratnost objekta je 23,2 m.

Vertikalna komunikacija unutar objekta se vrši liftom i trokrakim stepenicama, dok se komunikacija između dvoetažnih lokala (na nivou prizemlja i prvog sprata) vrši jednokrakim stepenicama. Stanovi koji se nalaze iznad prvog sprata poseduju terase u AB izvedbi.

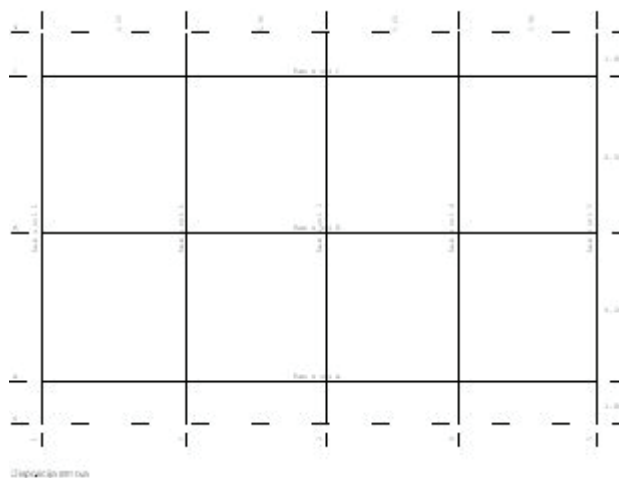
Krov je drveni, dvovodni, nagiba 15°.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Đorđe Ladinović.

2.2. Konstrukcijski sistem

Konstrukcijski sistem objekta je ukrućeni skelet. Rasponi greda su približno 6 m u oba pravca, sl. 1. Stubovi su dimenzija 40/40 cm i 55/55 cm a međusobno su povezani gredama dimenzija 30/50 cm.



Slika 1. Šema ramova

Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca, debljina 16 cm.

Zidovi za ukrućenje su debljine 20 cm, raspoređeni u tri nezavisne celine. Dva su zida raspoređena u ravni fasade (dužine 5,8 m), dok ostali zidovi formiraju jezgro oko lift okna.

Debljina stepenišne ploče je 16 cm. Stepenišne i podesne ploče oslonjene su na posebnu ramovsku konstrukciju, formiranu od greda i stubova dimenzija 30/30 cm.

Klasa betona svih elemenata glavnog nosećeg konstruktivnog sistema je C40/50, a kvalitet armature je B500C.

Objekat je fundiran na dubini od 1 m, na dobro nosivom tlu. Temeljnu konstrukciju čini ploča, debljine 40 cm, i temeljne grede, dimenzija b/d = 50/130 cm (ispod stubova 40/40 cm) i b/d = 60/120 cm (ispod stubova 55/55 cm). Uticaj tla se u proračun uvodi putem idealizacije tla, usvajanjem Vinklerovog modela tla, kojim se tlo tretira kao elastična podloga. Prostor u kasetama temeljnog roštilja ispunjen je peskom, na kojem leži „plivajuća” montažna ploča debljine 16 cm, koja ujedno čini i podnu ploču prizemlja.

Dozvoljeni napon u tlu je 220 kN/m².

2.3. Karakteristike nekonstruktivnih elemenata

Fasadni zidovi su izvedeni od pune opeke debljine 25 cm i obloženi demit fasadom debljine 7 cm. Pregradni zidovi su debljine 12 cm i 25 cm, a izrađeni od pune opeke. U kupatilima i kuhinjama je postavljena hidroizolacija, dok je na krovnoj ploči i u fasadnim zidovima postavljena i termoizolacija. Na plafonima i zidovima je predviđeno malterisanje, a na podove se postavljaju cementna košuljica, pločice ili parket, u zavisnosti od namene prostorije.

2.4. Analiza opterećenja

Stalno opterećenje čine težina konstrukcije i težina nenosećih elemenata. Sopstvena težina od noseće AB konstrukcije se određuje automatskim generisanjem opterećenja u softveru Tower 7.0, dok se težina nenosivih elemenata određuje na osnovu zapreminske težine definisanih u Evrokodu 1 EN 1991-1-1:2002.

Korisno opterećenje se usvaja u skladu sa standardom Evrokod 1 EN 1991-1-1:2002, na osnovu kategorije upotrebe prostorija u stambenim zgradama.

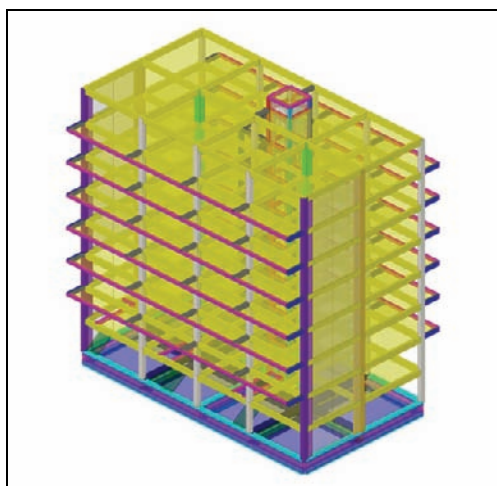
Opterećenje snegom treba da se računa prema evropskom standardu EN 1991-1-3:2003 za krovove nagiba između 0° i 30° i da se na konstrukciju aplicira u vidu jednako podijeljenog površinskog opterećenja.

Opterećenje vetrom je sračunato prema evropskom standardu EN 1991-1-4:2005, i naneseo je na konstrukciju kao površinsko opterećenje, a zatim je konvertovano u linijsko opterećenje.

Seizmičko opterećenje se izračunava pomoću softvera Tower 7.0, koji nudi opciju seizmičkog proračuna prema evrokod standardu EN 1998-1:2004 multimodalnom spektralnom analizom.

2.5. Statički i dinamički proračun

Prostorna konstrukcija je modelirana u softveru Tower 7 (slika 2), koji služi za statičku i dinamičku analizu konstrukcija. Softver Tower 7 vrši statički i dinamički proračun formiranog modela sa apliciranim opterećenjem metodom konačnih elemenata.



Slika 2. 3D model konstrukcije

Modalna analiza se sprovodi softverom, sa veličinom elementa od 0,5 m. Da bi se multimodalnom analizom obuhvatili svi oblici vibracija koji značajno doprinose globalnom odgovoru konstrukcije u proračunu se mora uzeti broj tonova sa kojim se angažuje 90% efektivne mase konstrukcije i svi tonovi sa efektivnim masama većim od

5% ukupne mase konstrukcije. Takođe, softverom Tower 7.0 je automatski izvršena provera regularnosti zgrade u osnovi.

Tabela 1. Periodi oscilovanja konstrukcije

No	T [s]	F [Hz]
1	1.0910	0.9166
2	1.0571	0.9460
3	0.7564	1.3221
4	0.2683	3.7269
5	0.1905	5.2502

Seizmička analiza se sprovodi u skladu sa pravilima i preporukama evropskog standarda EN 1998-1:2004.

Tabela 2. Parametri za seizmički proračun.

Kategorija tla:	C
Kategorija značaja:	II ($\gamma=1,0$)
Odnos a_g/g :	0,20
Koeficijent prigušenja:	0,05
Slučajni spratni ekscentricitet:	$e_i = \pm 0,050 \times L_i$
S:	1,15
T_B :	0,2
T_C :	0,6
T_D :	2

2.6. Proračunske kontrole

Kontrola napona u tlu: dopušteni napon u tlu iznosi $\sigma_d = 220$ kN/m², a maksimalni stvarni napon u tlu ispod temelja je iznad granice dopuštenog. Jedna od mera kojom bi se rešio problem je zamena materijala na mestu temeljenja zgrade do određene dubine i nabijanje novog materijala vibro-pločama do postizanja potrebnog modula stišljivosti.

Kontrola relativnog spratnog pomeranja: horizontalna spratna pomeranja spadaju u domen kontrole graničnog stanja upotrebljivosti i pravilnik EN 1998-1 propisuje dopuštene vrednosti za međuspratna horizontalna pomeranja na sledeći način:

$$d_r \cdot v \leq 0.005h$$

$$d = \text{SQRT}(6,45^2 + 6,83^2) < 0,005 \cdot 2900/0,5 = 29,00 \text{ mm}$$

gde je:

d_r – međuspratno relativno pomeranje;

h – spratna visina;

v – faktor redukcije kojim se uzima u obzir kraći povratni period seizmičkog dejstva.

Kontrola normalizovane vrednosti aksijalne sile u stubu i zidu: Za primarne seizmičke stubove i zidove, projektovane u srednjoj duktilnosti (DCM), vrednost normalizovane aksijalne sile ne sme biti veća od 0,65 za stubove, odnosno 0,4 za zidove:

$$v_d = N_{sd} / (A_c f_{cd})$$

$$v_{dw} = 5657,30 / (580 \cdot 20 \cdot 2,667) = 0,183 < 0,4$$

$$v_{dc} = 1655,70 / (40 \cdot 40 \cdot 2,667) = 0,388 < 0,65$$

gde je:

$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$ – projektna čvrstoća betona;

f_{ck} – čvrstoće betona pri pritisku na cilindar (za C40/50, $f_{ck} = 40$ MPa);

γ_c – parcijalni koeficijent sigurnosti za beton

(za seizmičku proračunsku situaciju $\gamma_c = 1,5$);

$A_c = b_c \cdot d_c$ – ukupna površina preseka betona;

N_{sd} – aksijalna sila iz analize za seizmičku proračunsku situaciju.

Kontrola ograničenja efekata drugog reda: Efekti drugog reda (P-Δ efekti) ne moraju da se uzimaju u obzir ako je sledeći uslov zadovoljen za sve spratove:

$$\theta = P_{\text{tot}} \cdot d_r / (V_{\text{tot}} \cdot h) \leq 0,1$$

$$\theta_x = 3822,50 \cdot 6,38 / (39919,23 \cdot 2900) = 2,1 \cdot 10^{-4} < 0,1$$

$$\theta_y = 3593,00 \cdot 6,82 / (39919,23 \cdot 2900) = 2,2 \cdot 10^{-4} < 0,1$$

gde su:

θ - koeficijent osetljivosti međuspratnog relativnog horizontalnog pomeranja;

P_{tot} - ukupnog gravitaciono opterećenja na i iznad posmatranog sprata u seizmičkoj proračunskoj situaciji;

d_r - proračunsko međuspratno relativno horizontalno pomeranje;

V_{tot} - ukupna seizmička horizontalna sila u posmatranom spratu;

h - visina sprata.

2.7. Dimenzionisanje

AB elementi zgrade se dimenzionišu prema graničnom stanju nosivosti, a zatim je urađena provera ispunjenosti uslova graničnog stanja upotrebljivosti.

Prema evropskim standardima, nosivost na savijanje i smicanje se izračunavaju prema pravilniku EN 1992-1-1:2004.

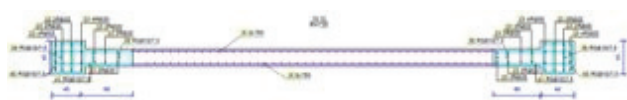
U proračunu graničnih stanja nosivosti i upotrebljivosti treba da se koriste koeficijenti sigurnosti za materijale γ_c i γ_s , za beton i čelik respektivno.

Za stalne i prolazne proračunske kombinacije, koeficijenti imaju vrednosti $\gamma_c = 1,50$ i $\gamma_s = 1,15$ za granično stanje nosivosti, a $\gamma_c = 1,0$ i $\gamma_s = 1,0$ za granično stanje upotrebljivosti.

Tabela 3. Debljina zaštitnih slojeva konstruktivnih elemenata

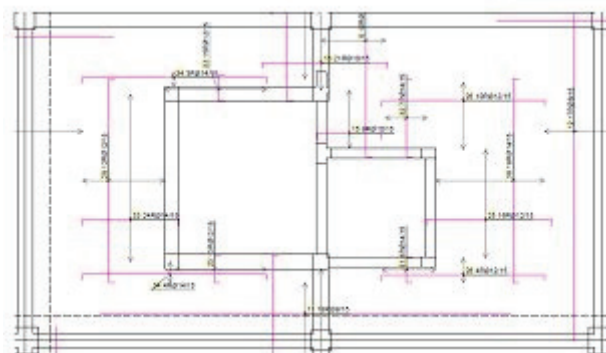
Element konstrukcije	Oznaka klase izloženosti	c_{nom} (mm)
Temeljna ploča i temeljne grede	XC3	35
Međuspratna i stepenišna ploča	XC 1	25
Ramovi	XC1	30
Seizmičko platno	XC1	25

Od ploča dimenzionisane su temeljna ploča, ploča prizemlja, ploča prvog sprata, karakteristična ploča i krovna ploča, dok su za ramove izabrani po jedan ram za oba pravca, ram u osi 1 i ram u osi C. Osim ploča i ramova, dimenzionisano je zidno platno u osi 1 (sl. 3), kao i tipsko stepenište.

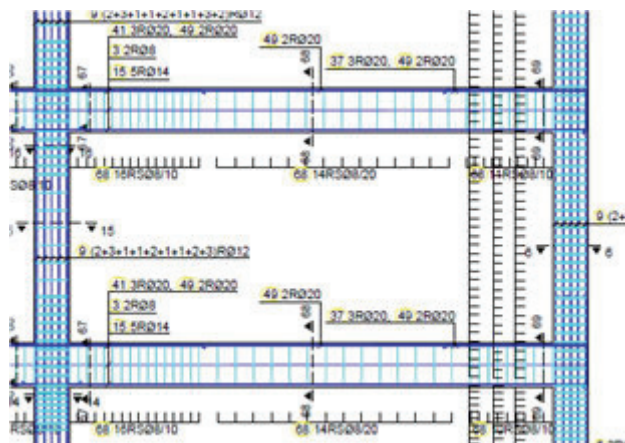


Slika 3. Poprečni presek AB zida

Na osnovu potrebe za armaturom dobijenom dimenzionisanjem, usvojena je armatura i napravljeni su planovi armiranja svih gore navedenih elemenata u skladu sa pravilima armiranja (sl. 4 i 5).



Slika 4. Detalji armiranja karakteristične ploče



Slika 5. Detalji armiranja rama u osi C

2.8. Oblikovanje detalja za lokalnu duktilnost primarnih seizmičkih elemenata

Nakon sprovedenog dimenzionisanja karakterističnih elemenata, pristupilo se oblikovanju detalja. Svi proračuni i kontrole zasnovani su na EN 1998-1:2004. Analizirani su stubovi, grede, unutrašnji i spoljašnji čvor grede i stuba i duktilni zid. Na osnovu sprovedenih kontrola za primarne seizmičke elemente (grede, stubovi, duktilni zidovi), zaključeno je da su svi uslovi ispunjeni.

3. POREĐENJE KONCEPTUALNOG PROJEKTOVANJA OBJEKATA SREDNJE I VISOKE KLASSE DUKTILNOSTI.

Prema EC8, u zavisnosti od ponašanja konstrukcije usled dejstva zemljotresa, razlikujemo tri klase duktilnosti:

- Nisku (LCM), za koju se praktično ne predviđa plastično ponašanje ni u jednom delu konstrukcije, a prijem opterećenja se obezbeđuje elastičnim radom i nosivošću.
- Srednju (DCM), za koju se dozvoljava relativno visok stepen plastifikacije i za koju se, posledično, propisuju njemu odgovarajuće mere za projektovanje detalja.
- Visoka (DCH), za koju se dopuštaju vrlo visoki stepeni plastifikacije i, time, još strožije mere za projektovanje konstrukcije i detalja.

Za konstrukcijske elemente prilikom projektovanja za klase duktilnosti DCM i DCH ne dozvoljava se upotreba betona klase niže od C 16/20 u primarnim seizmičkim elementima. U primarnim seizmičkim elementima za klasu duktilnosti DCM može se koristiti čelik za armiranje klase B i C, dok za klasu duktilnosti DCH koristi se čelik za armiranje klase C prema EN 1992-1-1:2004.

Faktorom ponašanja se inercijalno opterećenje koje odgovara elastičnom spektru redukuje na račun predviđenog nelinearnog odgovora konstrukcije.

Pri redukciji elastičnog odgovora do nivoa prihvatljivog, projektnog opterećenja takođe postoji granica.

Niže sile podrazumijevaju veći udeo nelinearnih deformacija koje konstrukcija treba da izdrži bez značajnijeg pada nosivosti.

Ram u osi C je proračunat prema klasama duktilnosti DCM i DCH i razlike između ove dve klase duktilnosti su prikazane u narednim tabelama:

Tabela 4. Uticaji u stubovima za dve klase duktilnosti

	DCH	DCM
$Max M_x (kNm/m)$	5,68	4,74
$Max M_y (kNm/m)$	14,75	10,70
$Max N_y (kN/m)$	4203,45	3808,56
$Max v_d$	0,194	0,115
Visina kritična dužina $h_{cr} (mm)$	300	300
Duktilnost krivine μ_ϕ	10,70	6,80

Tabela 5. Uticaji u gredama za dve klase duktilnosti

	DCH	DCM
$Max M (kNm)$	218,67	253,33
$Max T (kN)$	139,55	156,68
$Max N (kN)$	2520,19	2692,98
$Max v_d$	0,59	0,631
Kritična dužina $l_{cr} (cm)$	60	50
Razmak uzengija $s (cm)$	8,20	12,8
Duktilnost krivine μ_ϕ	10,70	6,80

Tabela 6. Uticaji u zidovima za dve klase duktilnosti

	DCH	DCM
$Max M (kNm)$	230,56	275,55
$Max T (kN)$	232,56	250,45
$Max N (kN)$	170,50	127,03
Kritična dužina $l_{cr} (cm)$	75	50
Razmak uzengija $s (cm)$	9,6	10,8
Duktilnost krivine μ_ϕ	10,70	6,80

4. ZAKLJUČAK

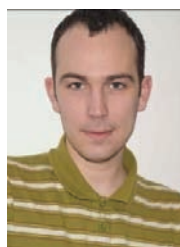
Za razliku od domaćih propisa, EC8 projektantu nudi tri nivoa projektnog seizmičkog opterećenja, za tri nivoa obezbeđene duktilnosti konstrukcije DCH/M/L. Gledano sa aspekta poređenja ukupnog seizmičkog dejstva, domaći i evropski propisi, odnosno ekvivalentna statička metoda (ESM) i multimodalna spektralna analiza (MMSA) se ne mogu uporediti. Razlog za to je što ESM predstavlja približnu metodu koja koristi samo prvi oblik svojstvenih oscilacija, dok se u MMSA koristi više tonova oscilovanja. ESM nedostatak korišćenja viših tonova oscilovanja pokušava nadoknaditi koncentracijom 15% ukupne sile u nivou poslednje tavanice. EC8 takođe uzima istovremeno dejstvo zemljotresa u dva ortogonalna pravca, što za posledicu ima koso savijanje stubova

Viša klasa duktilnosti dozvoljava niži nivo seizmičkog opterećenja, ali su zahtevi za konstruisanje detalja armature strožiji. U umerenim ili visokim seizmičkim zonama, konstrukcije treba projektovati za klasu duktilnosti DCM ili DCH. Veće vrednosti faktora ponašanja koje se dodeljuju višoj klasi duktilnosti, podrazumevaju da su proračunske vrednosti uticaja iz seizmičke proračunske situacije manje nego za srednju klasu duktilnosti. Izborom visoke klase duktilnosti (DCH) dobijaju se manji uticaji, ali od konstrukcije se očekuje duži plastični rad, tako da je strožija po pitanju oblikovanja detalja (uzengije, dužina kritične oblasti itd.) od DCM.

5. LITERATURA

- [1] Evrokod 1: Dejstva na konstrukcije, Beograd 2009.
- [2] Evrokod 2: Proračun betonskih konstrukcija, Beograd 2006.
- [3] Evrokod 8: Proračun seizmički otpornih konstrukcija, Beograd 2009.
- [4] Vanja Alendar: Projektovanje seizmički otpornih armiranobetonskih konstrukcija kroz primere.
- [5] <http://www.radimpex.rs> - ArmCAD 6 i Tower 7.0.
- [6] Eurocode 8: Seismic Design of Buildings Worked examples P. Bisch, E. Carvalho, H. Degee.
- [7] Predavanja iz betonskih konstrukcija betonske konstrukcije – Prof. dr Zoran Brujić.

Kratka biografija:



Dušan Janković rođen je u Loznici 1990 godine. Oktobra 2009. god. upisuje odsek za Građevinarstvo na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Septembra 2014. god. stiče zvanje diplomiranog inženjera građevinarstva. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Seizmička analiza konstrukcija odbranio je u aprilu 2016. godine.

HIDRAULIČKA ANALIZA EVAKUATORA BRANE MESIĆ HYDRAULIC ANALYSIS OF THE SPILLWAY OF THE MESIC DAM

Ivan Mesarović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Brana Mesić izgrađena je 1980. godine sa namenom da kontroliše poplavne talase potoka Mesić i da time smanji ugroženost nizvodnog naselja, Vršca. U skoroj prošlosti sanacija brane je postala neizbežna, povodom čega postala je aktuelna revizija kapaciteta evakuacionih organa. Ovim radom je sprovedena hidraulička analiza celog protočnog trakta evakuacionog organa za slučaj nailaska merodavnog računskog poplavnog talasa i data je ocena u pogledu kapaciteta i funkcionalnosti evakuatora.

Ključne reči: Hidrotehničke konstrukcije, Sigurnosni preliv, Hidraulička analiza

Abstract – The Mesic Dam was accomplished in 1980 to relieve settlement Vrsac of frequent flooding by creek Mesic. Restoration of the dam and its spillway became necessary recently, by which revision of the spillway capacity emerged. This work presents the hydrological and hydraulic analysis of the complete spillway including the inlet structure, discharge channel and the outlet structure for the revised inflow design flood. Conclusions regarding the actual capacity and functionality of the spillway are given.

Key words: Hydraulic structures, Spillway, Hydraulic analysis

1. UVOD

Problem prihvatanja i sprovođenja spoljnih voda kroz grad Vršac je veoma izražen, prvenstveno zbog nepovoljne pozicije grada u pogledu slivanja padavinskih voda [1]. Lociran na padinama Vršačkog brega, grad Vršac je stalno izložen površinskim vodama koje se i pri najmanjim padavinama slivaju niz padine Vršačkog brega do prirodnog recipijenata, potoka Mesić, plaveći pri tome kako neposredno područje grada, tako i okolno poljoprivredno zemljište.

Da bi se ublažio problem suvišnih voda, izgradnjom zemljane brane „Mesić“ na istoimenom potoku, uzvodno od naselja 1980. god stvorena je retenciona akumulacija. Brana „Mesić“ nalazi se na oko 2 km jugoistočno od Vršca. Sa sigurnosnog aspekta važno je pomenuti, da ni uzvodno ni nizvodno od nje nema drugih brana na ovom vodotoku [1]. "Mesić" je neprelivna, gravitaciona, nasuta, homogena zemljana brana sa kamenom nizvodnom nožicom i drenaznim tepihom ispod nizvodne kosine.

Prvenstvena namena akumulacije je zadržavanje (ublažavanje vršnog proticaja) poplavnih talasa radi zaštite Vršca od plavljenja [2].

NAPOMENA:

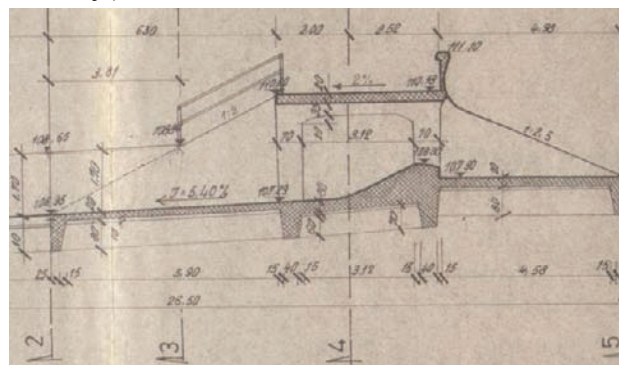
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đula Fabian, vanr. prof.

2. PROVERA HIDRAULIČKE FUNKCIONALNOSTI SIGURNOSNOG EVAKUATORA

2.1. Prikaz evakuacionih organa brane „Mesić“

Brana „Mesić“ ima dva evakuaciona organa:

- **Čeoni sigurnosni preliv** sa brzotokom i dvostepenim slapištem namenjen je za evakuaciju viška vode iz akumulacije. Protočni trakt između jezera i donje vode prolazi kroz telo brane i pruža se po levom boku doline potoka. Protočni trakt sastoji se iz ulivne građevine – preлива – brzotoka – i dvostepenog slapišta. Slikom 1. dat je poprečni presek preлива (iz izvorne projektne dokumentacije) sa merodavnim kotama.



Slika 1. Poprečni presek preлива

Projektovana kota krune preлива je 108,30 m, a ukupna širina preлива od 9,60 m podeljena je sa dva stuba širine 0,30 m na tri prelivna polja svetle širine 3,0 m. Preliv je dimenzionisan na projektni proticaj 1000-godišnje velike vode od $Q = 47,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Računska visina prelivljanja pri tom proticaju je 1,73 m, čemu odgovara kota maksimalnog uspora od 110,03 m.

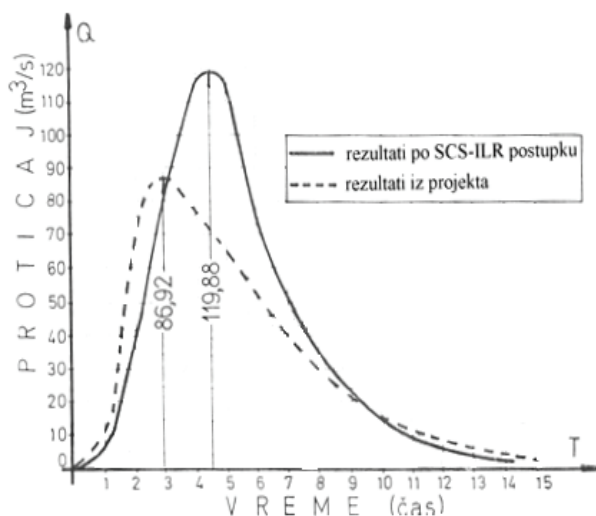
Brzotok sa pravougaonog poprečnog preseka $9,60 \times 1,70 \text{ m}$ postepeno prelazi na trapezni poprečni presek širine dna 4,5 m. Podužni pad uzvodne polovine brzotoka je 5,40%, a nizvodne polovine je 2,22%. Slapište je dvostepeno sa trapeznim poprečnim presekom. Dužina prvog umirujućeg bazena je 15m sa podužnim padom od 2,22%, a dužina drugog bazena je 20 m sa padom od 0,53%.

- **Temeljni ispust** je namenjen za potpuno pražnjenje akumulacije, prvenstveno da se omoguće povremeni pregledi i eventualne intervencije na brani i njenim pratećim elementima. U slučaju ove akumulacije temeljni ispust je korišćen i za pretpražnjenje akumulacije (ispod kote normalnog uspora određene kotom krune sigurnosnog preлива) da bi se postigao maksimalni efekat u ublaženju poplavnih talasa. Temeljni ispust sastoji se od potopljenog AB šahta u dnu jezera na oko 11 m ispred brane [3]. Na AB šaht se nadovezuje čelični cevovod Ø800 mm zaštićen oblogom od nearmiranog betona. Na kraju cevi u razdelnom šahtu nalaze se dva redno vezana

zatvarača. Uništenje energije mlaza temeljnog ispusta rešeno je izlivnim šahtom koji se nadovezuje na razdelni šaht sa kojim čini monolitnu celinu. Voda iz izlivnog šahta odvodi se delimično obloženim kanalom u donje slapište sigurnosnog preliva.

2.2. Merodavi računski hidrogrami

Evakuacioni organ brane „Mesić“ dimenzionisan je na vršni proticaj 1000-godišnje velike vode utvrđen postupkom G. A. Aleksejeva, pogodnim za nedovoljno izučene slivove [1], slika 2. Upoređenje sa savremenijom, detaljnijom analizom po SCS-ILR postupku pokazalo je da metoda Aleksejeva - usled korišćenja orijentacionih vrednosti maksimalnih dnevnih padavina, kao i drugih uprošćenja - daje manji računski hidrogram od realno mogućeg, pogotovo u pogledu vršnog proticaja.



Slika 2. Računski hidrogrami 1000-godišnje velike vode po popostupku Aleksejeva i po SCS+ILR postupku

Utvrđivanje merodavnog računskog hidrograma za ovu akumulaciju SCS-ILR postupkom opisano je u disertaciji prof. Srđana Kolakovića, naslova „Kritija objekata za evakuaciju velikih voda u Vojvodini i predlozi za buduća rešenja“.

Za razliku od klasičnih metoda koje vezu između bruto i neto padavina definišu empirijskom funkcijom, SCS+ILR postupak uvažava uticaj vrste zemljišta i načina njegove obrade na intenzitet infiltracije (SCS metod), a efektivne (neto) padavine u nekom preseku vodotoka određuje Klarkovom metodom „izohrone – linearni rezervoar“ (ILR). Pri tom, za merodavnu kišu usvojena je kiša koja je za rezultat dala najveći vršni proticaj izlaznog hidrograma, slika 2.

Revidovana hidrološka analiza merodavnog ulaznog hidrograma 1000-godišnje velike vode po SCS+ILR postupku dala je za rezultat vršni proticaj od $Q_{\max} = 119,88 \text{ m}^3/\text{s}$, dok je vršni proticaj iz Glavnog projekta bio $Q = 86,92 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.3. Proračun transformacije poplavnog talasa

Izgradnjom brane dolazi do formiranja akumulacionog jezera uzvodno od nje, čija prvenstvena uloga u slučaju potoka Mesić je ublažavanje poplavnih talasa, čime se smanjuju (i sprečavaju) štete od poplava. Deo zapremine vode ulaznog poplavnog talasa privremeno se zadržava u akumulaciji, čime se „seče“ vrh izlaznog talasa [4]. Ova

pojava je tzv. transformacija poplavnog talasa. Da bi se računom došlo do vršnog proticaja izlaznog hidrograma, potrebno je odabrati računski postupak (tj. sam računski alat) i definisati početne i granične uslove računa. Proračun je izvršen pomoću programskog paketa HEC-RAS.

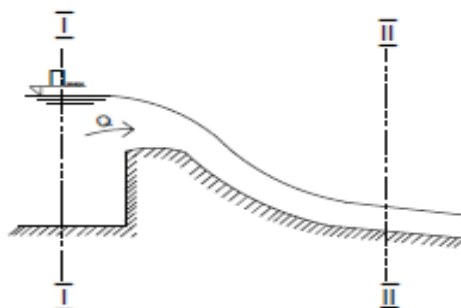
Početni uslov je zadat u vidu proticaja i nivoa vode duž akumulacije pre nailaska poplavnog talasa.

U slučaju neustaljenog tečenja potrebno je zadati dva granična uslova radi sprovođenja proračuna transformacije poplavnog talasa, i to:

- **uzvodni granični uslov** je merodavni ulazni hidrogram,
- **nizvodni granični uslov** je kriva proticaja preliva.

Računom propagacije poplavnog talasa kroz akumulaciju utvrđen je maksimalni protok na prelivu. Nakon toga, primenom energetske jednačine između preseka (I) neposredno ispred preliva i preseka (II) neposredno iza preliva (slika 4), sračunata je kota vode u preseku (II), tj. na uzvodnom kraju brzotoka.

Ta dubina je granični uslov za dalji proračun vodnog ogledala u brzotoku.



Slika 4. Presek ispred preliva i na uzvodnom kraju brzotoka

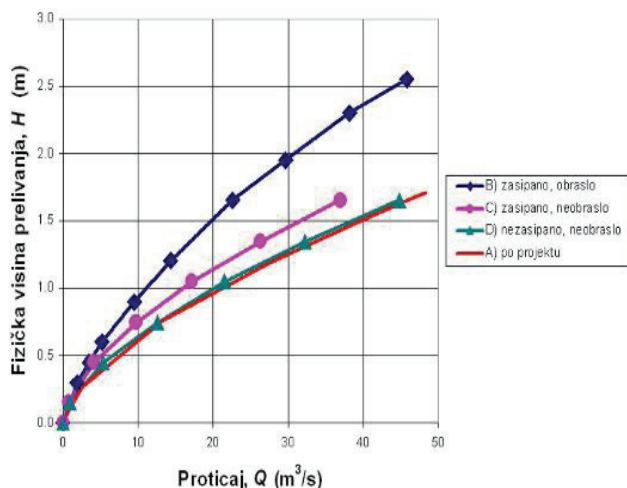
Za sračunat položaj vodnog ogledala duž brzotoka i na osnovu poznate kote donje vode u nizvodnom koritu potoka Mesić, sračunat je položaj vodnog ogledala duž dvostepenog slapišta.

2.4. Analizirani slučajevi

Izvršena je hidraulička analiza protočnog trakta za slučajeve A i B.

Slučaj A je po pretpostavkama i podacima iz Glavnog projekta.

- Kao početni uslov, za stanje pre nailaska poplavnog talasa na uzvodnom kraju akumulacije zadat je bazni proticaj $Q = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Ovim su utvrđeni nivoi duž akumulacije.
- Kao granični uslov na uzvodnom kraju akumulacije zadat je merodavni hidrogram po Glavnom projektu, utvrđen postupkom Aleksejeva (vršni protok je $Q_{\max} = 86,92 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Nizvodni granični uslov na samom prelivu definisan je krivom proticaja preliva, pod pretpostavkom da je dovodni kanal ispred preliva čist i bez vegetacije (slučaj „D“ na slici 3). Od svih slučajeva ovaj daje najveći vršni proticaj uz minimalni uspor akumulacije. Temeljni ispus je zatvoren.
- Na nizvodnom kraju slapišta (u potoku Mesić) usvojena je kota vode iz Glavnog projekta, 99,21 m.



Slika 3. Kriva proticaja sigurnosnog preliwa za različite uslove doticanja

Slučaj B je zasnovan na ulaznom hidrogramu po SCS+ILR postupku. Ovaj ulazni hidrogram je veći - kako po zapremini, tako i po vršnom proticaju - od hidrograma iz *Glavnog projekta*. Iz tog razloga može se bezbedno propustiti kroz akumulaciju samo ukoliko je ona pretpražnjena. Saglasno tome formulisani su odgovarajući konturni uslovi.

- Akumulacija je potpuno prazna pre nailaska poplavnog talasa. Prema tome, dotokom poplavnog talasa u početku se puni akumulacija do kote krune preliwa, pa tek onda počinje preliivanje preko sigurnosnog preliwa.
- Uzvodni granični uslov je hidrogram određen po SCS+ILR postupku (vršni protok je $Q_{\max} = 119,88 \text{ m}^3/\text{s}$), umanjen za zapreminu vode kojom se akumulacija puni do početka preliivanja.
- Kao nizvodni granični uslov na sigurnosnom preliwu i ovde je primenjena kriva proticaja po uslovu „D“ sa slike 3. Temeljni ispuist je zatvoren.
- Kota donje vode u potoku Mesić neposredno iza slapišta određena je proračunom linije vodnog ogledala primenom HEC-RAS programa, i iznosi 99,24 m.

2.5. Prikaz i analiza rezultata

Rezultati, zasebno za slučaj A i B, prikazani su po elementima protočnog trakta: preliwa, brzotoka i slapišta.

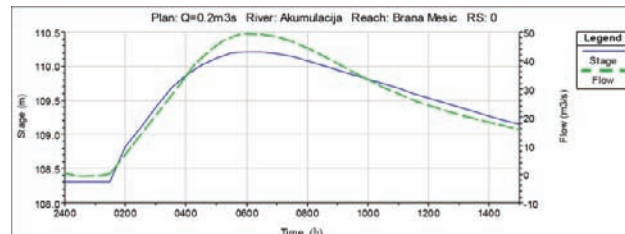
2.5.1. Rezultati hidrauličke analize za slučaj A

Tabelom 1. dati su rezultati proračuna transformacije poplavnog talasa u akumulaciji u trenutku pojave maksimalnog proticaja na preliwu. Stacionaža preseka je rastojanje preseka od preliwa u uzvodnom smeru (m).

Tabela 1. Protoci, nivoi i brzine tečenja duž akumulacije, slučaj A

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area
		(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m²)
1016	Max WS	50.4	108	110.34	110.34	0.07	687.3
827.6	Max WS	50.2	107.5	110.34	110.34	0.06	857.18
605.4	Max WS	49.97	106	110.34	110.34	0.04	1187.34
449.4	Max WS	49.8	106	110.34	110.34	0.04	1300.55
299.2	Max WS	49.62	105	110.34	110.34	0.03	1562.07
223.4	Max WS	49.54	104.5	110.34	110.34	0.03	1633.51
151.2	Max WS	49.43	103.5	110.34	110.34	0.02	2544.95
115	Max WS	49.37	103.5	110.34	110.34	0.03	2074.88
60.8	Max WS	49.33	104.5	110.34	110.34	0.07	791.87
22.6	Max WS	49.31	105.5	110.34	110.34	0.26	199.23
0	Max WS	49.31	108.3	110.22	110.45	2.16	22.83

Slika 5. prikazuje računski hidrogram i nivogram akumulacije na preliwu. Maksimalni proticaj na preliwu je $Q = 49,31 \text{ m}^3/\text{s}$, čemu odgovara maksimalna kota na preliwu od 110,22 m. Ukupna denivelacija u nivou jezera je oko 12cm. Odgovarajući proticaj po *Glavnom projektu* ($47,00 \text{ m}^3/\text{s}$) odstupa od rezultata ove analize za manje od 5%, što je neznatno, imajući u vidu razlike u primenjenim postupcima proračuna.



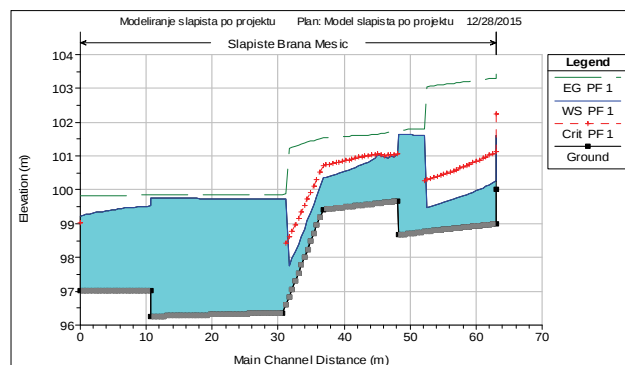
Slika 5. Računski hidrogram i nivogram akumulacije na preliwu, slučaj A

Tabela 2. Brzine i nivoi duž brzotoka, slučaj A

River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area
	(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m²)
185.51	47	107.16	107.92	108.5	110.04	6.45	7.29
181.7	47	106.95	107.68	108.29	109.96	6.69	7.03
180	47	106.86	108.98	108.98	109.98	4.43	10.61
171	47	106.37	107.94	108.48	109.84	6.1	7.7
150	47	105.24	106.52	107.36	109.5	7.65	6.14
130	47	104.16	105.3	106.28	109.08	8.61	5.46
110	47	103.08	104.14	105.2	108.57	9.32	5.04
90	47	102	103	104.12	107.96	9.86	4.77
70	47	101.56	102.58	103.68	107.34	9.67	4.86
56.5	47	101.26	102.29	103.38	106.96	9.57	4.91
40	47	100.89	101.93	103.01	106.51	9.48	4.96
0	47	100	101.06	102.12	105.46	9.29	5.06

Brzotok i slapište su provereni za merodavni protok iz *Glavnog projekta* ($Q = 47,0 \text{ m}^3/\text{s}$). Rezultat proračuna brzotoka dat je u tabeli 2. Stacionaža se meri od nizvodnog kraja brzotoka.

Brzina vode na kraju brzotoka dostiže vrednosti od 9,29 m/s, a kota nivoa vode je 101,06 m (dubina iznosi 1,06m).



Slika 6. Podužni presek slapišta, slučaj A

Tabela 3. Brzine i nivoi vode duž slapišta, slučaj A

River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area
	(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m²)
63.08	47	100	101.6	102.26	103.43	6	7.84
62.98	47	99	100.26	101.14	103.31	7.73	6.08
48.18	47	98.67	101.65		101.78	1.62	29.2
48.08	47	99.67	101.05	101.05	101.73	3.63	12.93
36.82	47	99.42	100.35	100.72	101.55	4.85	9.7
30.7	47	96.36	99.74		99.87	1.59	30.62
10.7	47	96.26	99.75		99.86	1.53	32.18
10.6	47	97.01	99.53		99.84	2.51	19.55
0	47	97.01	99.21	99.04	99.82	3.9	16.06

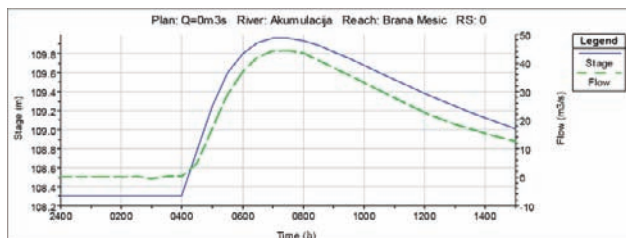
Ove vrednosti predstavljaju uzvodni granični uslov za proračun slapišta, a nizvodni uslov je kota donje vode. Sračunate vrednosti brzina i nivoa duž slapišta sažete su tabeliom 3, a podužni presek slapišta sa prikazom vodnog ogledala je na slici 6.

2.5.2. Rezultati hidrauličke analize za slučaj B

Računski hidrogram i nivogram akumulacije na prelivu prikazani su slikom 7, a tabelarni pregled protoka, nivoa i brzine vode po presecima u akumulaciji dat je tabelom 4.

Tabela 4. Protoci, nivoi i brzine tečenja duž akumulacije, slučaj B

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m ²)
1016	Max WS	44.67	108	110.12	110.12	0.07	608.99
827.6	Max WS	44.6	107.5	110.12	110.12	0.06	777.5
605.4	Max WS	44.53	106	110.12	110.12	0.04	1110.53
449.4	Max WS	44.49	106	110.12	110.12	0.04	1210.2
299.2	Max WS	44.44	105	110.12	110.12	0.03	1474.82
223.4	Max WS	44.42	104.5	110.12	110.12	0.03	1553.98
151.2	Max WS	44.4	103.5	110.12	110.12	0.02	2422.58
115	Max WS	44.38	103.5	110.12	110.12	0.03	1970.34
60.8	Max WS	44.37	104.5	110.12	110.12	0.06	744.67
22.6	Max WS	44.37	105.5	110.11	110.12	0.25	182.16
0	Max WS	44.37	108.3	109.97	110.36	2.77	16.01



Slika 7. Računski hidrogram i nivogram akumulacije na prelivu, slučaj B

Za maksimalnu kotu preliivanja od 109,97 m ostvaruje se vršni proticaj na prelivu $Q = 44,37 \text{ m}^3/\text{s}$. Uprkos voluminoznijem ulaznom hidrogramu vršni proticaj i maksimalni nivo u akumulaciji ostaju ispod odgovarajućih vrednosti slučaja A. To je zahvaljujući prihvatanju poplavnog talasa pretpražnjenom akumulacijom. Naravno, kad bi poplavni talas naišao na akumulaciju sa vodom na koti normalnog uspora (tj. koti krune sigurnosnog preliiva), maksimalni nivo i proticaj na prelivu bi prevazišli projektne vrednosti.

Tabela 5. Brzine i nivoi duž brzotoka, slučaj B

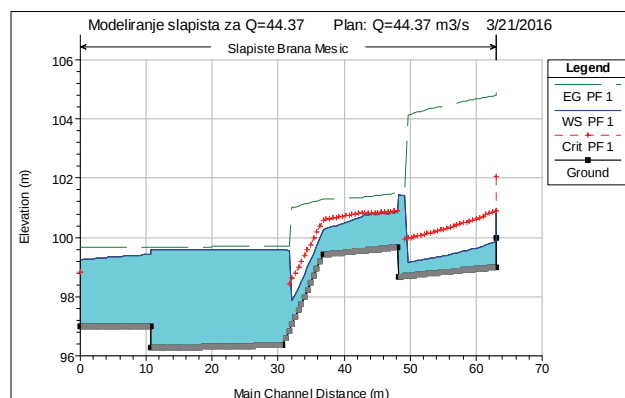
River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m ²)
185.51	44.37	107.16	107.88	108.45	109.98	6.42	6.91
181.7	44.37	106.95	107.65	108.24	109.9	6.66	6.67
180	44.37	106.86	108.9	108.9	109.87	4.35	10.2
171	44.37	106.37	107.88	108.41	109.72	6.02	7.37
150	44.37	105.24	106.46	107.29	109.38	7.57	5.86
130	44.37	104.16	105.25	106.2	108.95	8.53	5.2
110	44.37	103.08	104.09	105.12	108.43	9.23	4.81
90	44.37	102	102.96	104.04	107.81	9.76	4.55
70	44.37	101.56	102.54	103.6	107.17	9.53	4.66
56.5	44.37	101.26	102.25	103.31	106.78	9.43	4.71
40	44.37	100.89	101.89	102.93	106.32	9.33	4.76
0	44.37	100	101.02	102.04	105.27	9.13	4.86

Za merodavni protok od $44,37 \text{ m}^3/\text{s}$ sračunato je vodno ogledalo duž brzotoka, tabela 5. Dubina na kraju brzotoka (neposredno ispred slapišta) iznosi 1,02 m, a brzina dostiže vrednost od 9,13 m/s.

Sa tim podacima kao uzvodnim graničnim uslovima sračunato je strujanje u dvostepenom slapištu sa rezultatima u tabeli 6 i na slici 8.

Tabela 6. Brzine i nivoa vode duž slapišta, slučaj B

River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m ²)
63.08	44.37	100	101.02	102.19	105.28	9.15	4.85
62.98	44.37	99	99.92	101.06	105.18	10.16	4.37
48.18	44.37	98.67	101.58	100	101.7	1.57	28.41
48.08	44.37	99.67	101	101	101.65	3.57	12.43
36.82	44.37	99.42	100.32	100.67	101.47	4.76	9.32
30.7	44.37	96.36	99.69		99.81	1.54	29.88
10.7	44.37	96.26	99.69		99.8	1.47	31.42
10.6	44.37	97.01	99.49		99.78	2.42	19.14
0	44.37	97.01	99.24	98.98	99.76	3.62	16.38



Slika 8. Podužni presek slapišta, slučaj B

3. ZAKLJUČAK

U slučaju akumulacije "Mesić" skorašnja hidrološka analiza po SCS-ILR postupku dala je za rezultat voluminozniji ulazni hidrogram sa većim vršnim proticajem od hidrograma po Glavnom projektu, na koji su brana, sigurnosni evakuator i akumulacija dimenzionisani.

U ovom radu sprovedena je hidraulička analiza protočnog trakta evakuacionog organa sa zaključkom, da bi transformacija voluminoznijeg hidrograma bila sigurna ukoliko bi se poplavni talas dočekaio pretpražnjenom akumulacijom.

4. LITERATURA

- [1] Glavni projekat sanacije brane „Mesić“ na potoku Mesić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013. god
- [2] Dosije brane „Mesić“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014. god.
- [3] Studija brane „Mesić“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013. god.
- [4] Ljubodrag M. Savić : „Uvod u hidrotehničke građevine“, Građevinski fakultet, Beograd, 2003. god.

Kratka biografija:



Ivan Mesarović rođen je u Rumi 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Hidrotehničke konstrukcije, odbranio je 2016. god.

**ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА СТАЊА И РАЗВОЈА ВОДОВОДНОГ СИСТЕМА
НАСЕЉА КУЛА****HYDRAULIC ANALYSIS OF THE SITUATION AND DEVELOPMENT OF THE WATER
SYSTEM OF SETTLEMENT KULA**

Daniel Pap, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду приказана је процена стања водоводног система града Кула, уочени су недостаци и проблеми на водоводној мрежи и на основу адекватне процене и описа постојећег стања система, урађен је пројекат реконструкције. Симулације постојећег и новопроектваног стања су одрађене у програмском пакету EPANET 2.0. а резултати су графички и табеларно приказани. Спроведена је хидрауличка анализа према немачким техничким нормама DVGW W 410. На крају рада предложене су мере за реконструкцију, која је дата са две варијанте стања тј. стања без пожарне потрошње и стања са пожарном потрошњом на мрежи.

Abstract - This paper describes the assessment of state of water supply system of settlement Kula, where were observed deficiencies and problems in the water supply network and adequate evaluation and description of the current state of the system. In the end the reconstruction project was developed. Simulations of the current stage and reconstruction were carried out in the software package EPANET 2.0. and the results are displayed graphically and in tabular form. Hydraulic analysis was conducted according to German technical standards DVGW W 410. At the end are given two variants of the state of reconstruction: mode without fire consumption and mode with fire consumption on the network.

Кључне речи: Хидрауличка анализа постојећег стања водоводне мреже града Кула, прорачун потрошње, израда новопроектваног стања.

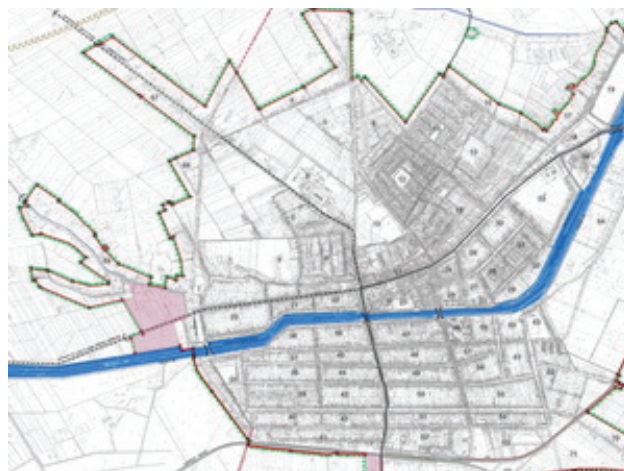
1. УВОД

Пројектним задатком предвиђена је анализа постојећег стања водоводне мреже града и на основу оцене предвиђена је реконструкција. Главни задатак овог рада је хидрауличка анализа постојећег стања водоводне мреже града Кула и предлог њене реконструкције и побољшања. Град Кула поседује сопствени систем водоснабдевања који се заснива на снабдевању са два изворишта: Крстурски пут и Штолц.

На изворишту Крстурски пут вода се из бунара, бунарским пумпама потискује у резервоар а даље се пумпама потискује у дистрибутивну мрежу. На изворишту Штолц вода се бунарским пумпама директно потискује у водоводну мрежу.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Матија Стипић.



Слика 1. Ситуациона подлога града Кула

**2. ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ ВОДОВОДНЕ МРЕЖЕ
ГРАДА КУЛА****2.1 Резултати анализе цевног материјала**

Према званичним подацима губици воде у дистрибутивној мрежи прелазе 45% од просечне потрошње становништва. Дистрибутивна мрежа у граду Кула по својим техничким карактеристикама у погледу пречника, врсте примењених материјала цевовода (азбест-цемент) и радних притисака не испуњавају основне захтеве квалитетног и право-временог испуњења потреба водоснабдевања.

Услед дотрајалости дистрибутивна мрежа је у лошем физичком стању, што доводи до чињенице да у систему постоје велики губици воде а карактеристике цевовода не задовољавају важеће техничке стандарде за хидрантску мрежу за гашење пожара.

На подручју града Куле су у експлоатацији цеви од: азбест-цемента, PVC и PEHD материјала. Разлог препоруке замене азбест – цементних цеви су веома честе хаварије на систему а такође и њихова дотрајалост. На подручју дела града града јужно од канала (доњи град) још увек су у експлоатацији азбест-цементне цеви, док на северном делу (горњи град) велики проценат азбест-цементних цеви је замењен PVC или PEHD цевима. За израду симулације постојећег стања водоводне мреже у програмском пакету EPANET за азбест-цементне цеви усвојена храпавост цеви (Roughness) износи 0,4 због њихове дотрајалости, док за PVC и PEHD та вредност износи 0,1.

2.2 Принцип функционисања изворишта Крстурски пут

Експлоатација подземних вода на изворишту је организована тако да се у експлоатацији налазе углавном три бунара, у зависности од потрошње укључује се четврти бунар и тако редом.

Главни бунари на изворишту су бунари који каптирају другу субартерску издан и они се највише експлоатишу.

Прва субартерска издан је по питању издашности богатија водом од друге, али због лошијег квалитета, повећаног садржаја **гвожђа, мангана и амонијака**, не може интензивно да се експлоатише.

Због тога се на изворишту практикује да ради један бунар из прве субартерске издани и два или три бунара из друге субартерске издани.

Рад пумпи на изворишту је аутоматски и зависи од протроште воде у граду. У раду се налазе пумпе у два бунара у другој субартерској издани и у једном бунару у првој субартерској издани.

Вода се из бунара транспортује до резервоара. Када се достигне максималан ниво воде у резервоару пумпе се искључују. Када ниво падне испод задатог поново се укључују три пумпе у бунарима, односно у зависности од потрошње у граду укључују се аутоматски и четврта, пета пумпа.

Дистрибуција воде са изворишта зависи од потрошње воде у граду и преко контроле притиска и центрифугалних пумпи шаље се из резервоара ка потрошачима.

2.3 Принцип функционисања изворишта Штолц

На изворишту "Штолц" у експлоатацији је 7 бунара који захватају подземне воде из истог хидрогеолошког колектора, у интервалу од 113 – 143 m дубине. Експлоатација подземних вода на изворишту је организована тако да се у експлоатацији налазе углавном три бунара, у зависности од потрошње укључује се четврти бунар и тако редом.

Извориште има углавном константан рад, а у зависности од потрошње и притиска у мрежи разликује се и тренутни притокај на мерачу према граду.

Извориште "Штолц" снабдева водом град директно радом и из бунара, док се на изворишту "Крстурски пут" налазе центрифугалне пумпе које у зависности од потрошње уз помоћ фреквентних регулатора захватају воду из резервоара и шаљу је у мрежу.

2.4 Резерве подземних вода

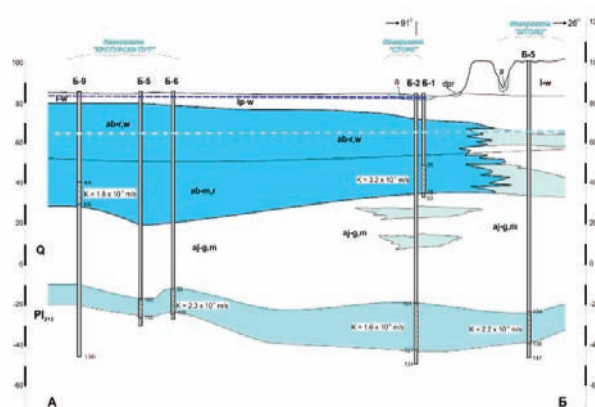
Критеријум за утврђивање и разврставање резерви подземних вода прописан је Правилником о класификацији и категоризацији резерви подземних вода и вођењу евиденције о њима. Водоснабдевање града Куле врши се захватањем подземних вода са два изворишта – "Крстурски пут" и "Штолц".

На подручју града Кула вода се црпи из две субартерске издани на изворишту Крстурски пут и са једне на изворишту Штолц.

Табела 1. Капацитети изворишта водовода града Куле

извориште			"Крстурски пут"		"Штолц"
издан			прва	друга	друга
2007	H stat	m	2.50	19.40	31.46
	Q _{max}	l/s	33.5	27.4	57.5
	H _{max}	m	3.60	26.40	36.45
Q _{сред год.}		l/s	8.6	13.1	24.8

Прва издан је знатно богатија водом, док због бољег квалитета воде тежи се већем црпљењу из друге субартерске издани. На следећој слици су графички приказане две издани подземних вода. Може се видети да је прва издан ближа површини терена и богатија водом. Леви део слике 1 представља извориште Крстурски пут а десним деом слике је представљено извориште Штолц.



Слика 2 Приказ дела тетена, издани и бунара

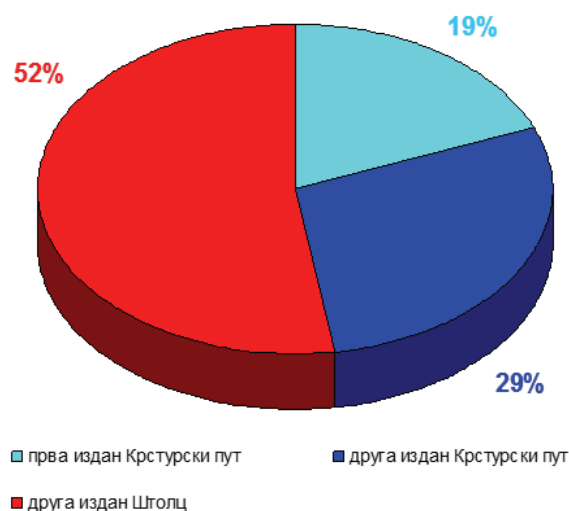


График 1. Учешће издани по извориштима у укупно захваћеним количинама воде (%) на извориштима водовода Куле

2.5 Анализа квалитета воде на извориштима

Приликом анализе хемијског састава подземних вода на извориштима анализују се параметри који се одређују приликом хемијских анализа према Правилнику о хигијенској исправности воде за пиће.

На основу изведених хидрогеолошких истраживања и хидрохемијских испитивања подземних вода на експлоатационим бунарима на месним извориштима на територији града Кула стекли су се сви потребни услови да се подземне воде са предметних изворишта сврстају у категорије “Б” и “Ц₁”.

Од неорганских материја у првој субартер–ски издани то су: амонијак, манган и гвожђе. Поред ових неорганских материја референтну вредност такође премашују и физичко–хемијске особине: боја, мутноћа, проводљивост.

Вода из друге субартерске издани је знатно бољег квалитета иако је такође повишена концентрација неорганских материја тј. амонијак и манган, али ипак ове вредности су ближе референтним у односу на прву субартерску издан, тј. знатно мање.

Закључак који проистиче из квалитета воде из анализираних издани је да се вода из друге издани подземних вода знатно више користи него из прве из разлога што је знатно бољег квалитета а и изгледа.

2.6 Појасеви и зоне санитарне заштите

На основу "Правилника о начину одређивања и одржавању зона и појасева санитарне заштите објеката за снабдевање водом за пиће" предвиђене су три зоне санитарне заштите - непосредна, ужа и шира зона. Појас непосредне заштите за извориште маломинерализованих вода обухвата најмање 10m од сваког објекта (бунара).

Овај појас чини зону строгог режима у непосредној околини експлоатационог објекта и служи искључиво за потребе дистрибуције воде. Зона уже заштите треба да обухвати површину сливног подручја, али у овом случају то је подручје које је обухваћено радијусом дејства бунара на изворишту. Шира зона заштите поклапа се са зоном уже заштите.

Табела 2. Приказ радијуса дејства по бунарима на изворишту на основу формуле Зихарта и Кусакина за извориште Крстурски пут

"Крстурски пут"		Б-5	Б-6	Б-9	Б-10	Б-11	Б-12
Ziharta R	m	316	181	99	118	133	181
Кусакина R	m	228	131	75	90	101	131

Табела 3. Приказ радијуса дејства по бунарима на изворишту на основу формуле Зихарта и Кусакина за извориште Штолиц

"Штолиц"		Б-1	Б-2	Б-3	Б-5	Б-6	Б-7	Б-9
Ziharta R	m	102	105	142	116	77	101	150
Кусакина R	m	78	80	109	89	59	77	115

2.7 Резултати моделирања

На основу израде симулације постојећег стања у програмском пакету EPANET установљени су проблеми функционисања водоводне мреже. Највећи проблем је проблем ниских притисака, који се јавља у часу максималне потрошње. У поглављу Новопројектовано стање даје се решење за постојећи проблем.

3. НОВОПРОЈЕКТОВАНО СТАЊЕ

3.1 Прорачун потрошње и моделирање у програмском пакету EPANET

Према немачким техничким нормама DVGW W410 одрађена је анализа потребне количине воде за дато насеље. Извршена је хидрауличка анализа постојећег стања а потом прорачун, анализу потрошње и димензионисање нове - реконструисане водоводне мреже. Основни критеријум хидрауличног прорачуна је минимално дозвољен притисак у критичном чвору мреже у износу од 2.5 бар, што је новопројектованим стањем задовољено. Одрађене су две симулације у програмском пакету EPANET тј. симулација са појавом пожарне потрошње на мрежи и симулација без пожарне потрошње. Као реконструкциони материјал коришћене су PVC цеви, због разних њихових предности. Одрађена је анализа потребне количине воде у новопројектованом систему која обухвата: потрошњу становништва, јавних установа, домаћих животиња, губитака на мрежи, потрошњу индустрије и пожарну потрошњу. У програмском пакету EPANET одрађене су две симулације и то једна без појаве пожарне потрошње на водоводном систему а једна са пожарном потрошњом.

Проблем који се редовно јављао на мрежи је проблем ниских притисака на северозападном делу града. За тај део града је карактеристично да лежи на мало вишем делу (1-2 m више од североистичног дела и 14-16 m више од јужног дела града) и да је доста удаљен од оба два изворишта.

Проблем се не може решити повећањем напора пумпи пошто у том случају долази до наглог повећања притиска у свим осталим цевима тј. у јужном делу града (доњи град) и у североисточном делу а при великим притисцима долази до процуивања на спојевима цеви и до њихове хаварије тј. великих губитака.

Проблем је решен уграђењем два PRV-а (Pressure controle valve затварача) – тј. типа затварача, који ограничава притисак у деници после његовог уграђивања (у свим деоницама после његовог уграђивања смањи притисак на максимални задати), укидањем неких постојећих деоница и уграђивањем додатних деоница.

Смањење притисака на делу града са високим притисцима је омогућило повећање притисака на делу града са ниским притисцима уз модификацију на појединим деоницама. Дато је графичко решење реконструкције, тј. приказ на којим деловима града долази до додавања или укидања деоница, чворова, додавања PRV-а.

На западном делу где у постојећем стању је мрежа граната додавањем једне деонице мрежа се аутоматски мења у прстенасту, што омогућава равномернију расподелу притисака у том делу.

Веома је важно напоменути да вода са северног изворишта је знатно бољег квалитета од воде са јужног пошто на северном изворишту се вода црпи само из друге издани, док на јужном изворишту се црпи из оба две према постојећем стању.

У тренутном стању кад год је могуће град се што више снабдева са северног изворишта због бољег квалитета воде. Новопроектованим стањем је дато решење са још већом количином воде за снабдевање града са северног изворишта. Разлог који оправдава овакво решење је такође чињеница да је на северном делу града тј. изворишту Штолц пројектован још један бунар максималне издашности 8 l/s.

У постојећем стању водоводне мреже систем, који се састоји од северног и јужног дела је повезан цевоводом преко два моста. Прелаз преко моста је решен са једном цеви уместо са две у односу на постојеће стање. Предност овог решења је да не долази до мешања воде са северног и јужног изворишта (због различитог квалитета воде). Систем функционише тако да се већи део града снабдева са северног изворишта, док се са јужним извориштем снабдевање потпомаже.

3.2 Цевни материјал новопроектованог стања

Као цевни материјал у новопроектованом стању коришћене су PVC цеви, које се спајају заптивном гумицом "ANGER-LOCK" и предвиђа комбинацију отвора и притисак заптивке која је чврсто монтирана у муфу цеви, правећи заптивку целином цеви и елиминишући многе неповољне околности осталих типова гумаца. Када се две цеви спајају, гумени спој је тако дизајниран да се деформише да прави притисак на муф и на цев и тако остварује идеалан спој. Постојеће цеви, које су већ сада замењене су минималног пречника DN100 mm, тако да задовољавају услове немачких техничких норми.

3.3 Одабир пумпи новопроектованог стања

Као потисне пумпе су усвојене центрифугалне пумпе које су паралелно везане. Паралелно везивање пумпи има за циљ повећање протока пумпне станице. У овом Мастер раду на сваком изворишту су усвајане 3 једнаке паралелно везане пумпе са једном резервном (систем 3+1 на северном и на јужном изворишту). Разлог усвајања резервне пумпе је могућност хаварије тј. у случају хаварије долази до замене покварене пумпе са резервном како би систем и даље могао исправно функционисати.

Усвојено је решење коришћења свих бунара паралелно, како не би дошло до загађења воде у бунарима. Систем од бунара до резервоара се пројектује на максималну дневну потрошњу а систем од резервоара надаље према граду се пројектује на максималну часовну потрошњу. Уз помоћ програмског алата WIL0 4 The Pump Consultant одрађен је избор бунарских пумпи. На северном изворишту Штолц све пумпе црпе воду из друге субартерске издани, док на јужном изворишту Крстурски пут вода се црпи из прве и друге субартерске издани. Тежи се што већем снабдевању из друге субартерске издани због бољег квалитета воде. У новопроектованом стању претпоставља се да на изворишту Крстурски пут су изграђена два планирана бунара а два постојећа су угашена, тако да на овом изворишту стање остаје непромењено. Због недостатка података претпостављено је да је максимална издашност нових бунара на изворишту Крстурски пут

једнака средњој вредности максималне издашности постојећих бунара.

На изворишту Штолц претпостављено је да су изграђена два бунара и то један који се већ сада гради и један који се планира. Такође је претпостављено да је максимална издашност нових бунара на изворишту Штолц једнака средњој вредности максималне издашности постојећих бунара. У симулацији новопроектованог стања коришћено је 8 бунара, тј. новопланирани бунар се претпоставља да је замењен са постојећим, који има најмању издашност тј. Б-6 и он је усвојен као резервни.

4. ЗАКЉУЧАК

Као закључак може се навести да овим Мастер радом је дата анализа постојећег стања водоводне мреже града Кула, установљено је да постоји низ проблема што се тиче функционисања система (ниски притисци у часу максималне потрошње) и цевоводног материјала, тако да је дат предлог реконструкције за град Кула. Предлог реконструкције је одрађен за стање без појаве пожарне потрошње у граду и за стање са појавом пожарне потрошње. На основу анализе и оцене постојећег стања препоручује се реконструкција са појавом пожарне потрошње на систему.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Записи о функционисању система, мереним вредностима и постојећем стању из предузећа ЈКП Комунал Пројект у Кули
- [2] Записи о функционисању система и постојећем стању из Завода за изградњу града у Кули
- [3] Узелац Душан: Хидромашинска опрема. Факултет техничких наука Нови Сад.
- [4] Техничке норме DVGW W 410
- [5] доц др Матија Стипић, Писана предавања из предмета Комунална хидротехника за студенте IV године одсека за хидротехнику, Нови Сад, 2016
- [6] Каталог за PVC цеви произвођача Реџан
- [7] Проф.др. Милојевић Милоје: Снабдевање водом и канализација насеља. Грађевински факултет Београд, 1987.
- [8] EPANET 2 USER MANUAL : Lewis A. Rossman
- [9] Правилник о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања.
- [10] Правилник о хигијенској исправности воде за пиће.
- [11] www.wikipedia.org
- [12] <http://www.pestan.net/>

Кратка биографија:



Даниел Пап је рођен у Новом Саду 1990. год. Након завршене гимназије у Бачком Петровцу уписује Факултет техничких наука у Новом Саду, одсек Грађевинарство. Звање дипломираног инжењера грађевинарства је стекао 2014 године. Мастер рад на истом факултету, из предмета Хидраулика 2 одбранио је 2016. године.

METODA OSTVARENE VRIJEDNOSTI U GRAĐEVINSKOM SEKTORU

EARNED VALUE MANAGEMENT IN CIVIL ENGINEERING SECTOR

Dorđe Tekić, Vladimir Mučenski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *Zadatak ovog rada je prikaz korišćenja i primjena EVM metode pri realizaciji građevinskih projekata. U pitanju je javni objekat spratnosti Po+P+1. U radu su prikazani troškova građenja, materijala i resursa, bez dodatnih troškova i taksi.*

Abstract - *The aim of this study was to review the use and implementation of earned value management method in the realization of construction projects. It is a public building with Po+P+1. This paper presents the construction costs, materials and resources, without additional costs and taxes.*

Ključne reči: *izgradnja, predračun, planiranje, realizacija, evm parametri.*

Key words: *construction, budget, planning, implementation, evm parameters.*

1. UVOD

Realizacija savremenih poslovnih i drugih aktivnosti, poduhvata i projekata, opterećena je izuzetnom složenosti i neizvesnošću, koje su prouzrokovane, pre svega, sve većom i rastućom složenosti samih projekata i okoline u kojoj deluju i izuzetno brzim tempom razvoja nauke, tehnologije i civilizacije u celini.

U svakodnevnom privrednom i društvenom životu termin projekat je u veoma širokoj upotrebi. Bilo da se radi o osvajanju novog tržišta, uvođenju novog informacionog sistema ili nove organizacije, razvoju novog proizvoda, rekonstrukciji proizvodnog pogona, izgradnji nove fabrike, brane, bolnice ili škole, uvek se govori o realizaciji određenog projekta. Projekat se najčešće definiše kao složeni i neponovljivi poduhvat koji se preduzima u budućnosti da bi se postigli ciljevi u predviđenom vremenu i sa predviđenim troškovima.

2. OSNOVE EVM METODE

Tri osnovna procesa koja se ujedno nazivaju i „zlatnim pravilom“ upravljanja projektima su planiranje, organizovanje i kontrola. Ova tri procesa su usko vezana prilikom izvođenja nekoga projekta i možemo reći da su jednako važna kako bi smo zamišljeni projekt uspješno završili. Ova metoda omogućava otkrivanje najranijih znakova problema na projektu, uz najbrži način dobijanja informacija kao će projekt završiti. Upravljanje ostvarenom vrijednošću obuhvata izračunavanje tri osnovna parametra za svaku aktivnost.

NAPOMENA:

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

2.1 Planirana vrijednost (Planned Value)

Planirana vrijednost je dio budžeta koji će se utrošiti u određenom trenutku za dovršetak predviđene projektne aktivnosti. Definiše se i kao sumirana vrijednost svih troškova raspoređenih po projektu za vrijeme svih faza njegovog životnog ciklusa. Ona se može i grafički prikazati kao kumulativna krivulja troškova u zadatoj tački životnog vijeka projekta.

2.2 Stvarni troškovi (Actual Cost)

Stvarni troškovi predstavljaju sumu direktnih i indirektnih troškova koji nastaju prilikom obavljanja posla na aktivnostima u datom periodu. Odnosi se na ukupan iznos troškova nastalih tokom izvođenja radova ili tokom završetka projektnih aktivnosti. Može se reći da stvarni trošak predstavlja sve novčane resurse koji su utrošeni u projekat za vrijeme njegova izvođenja ili dijela do određenog trenutka.

On uključuje troškove plata, materijala i svih ostalih direktnih troškova koji su se utrošili u projekat kako bi se obavio posao do planiranog datuma.

Stvarni trošak se računa i dokumentuje jednom kad se posao završi.

2.3 Ostvarena vrijednost (Earned Value)

Ostvarena vrijednost predstavlja procjenu vrijednosti stvarnog rada koji je obavljen. To je složeno mjerenje stvarnog troška i vremena izvršenja u odnosu na planirani trošak i vrijeme izvršenja projektnih aktivnosti. Ona mjeri napredak projekta u zadatom vremenskom periodu. Takođe se definiše i kao sumirana vrijednost procijenjenih troškova samo onog dijela projekta koji je završen. Drugim riječima, ona je procjena vrijednosti ostvarenog obima posla upoređena s planiranim obimom posla.

2.4 Osnovni pokazatelji izvršenja

U slučaju kada tokom praćenja projekta dodemo u situaciju u kojoj su stvarni troškovi (AC) veći od planiranih troškova (PV) moglo bi se zaključiti kako projekat dobro napreduje, što može biti pogrešan zaključak, iako je jasno kako je potrošeno više novca od planiranog. Kako bi odgovorili na neka važna pitanja kao što su: da li projekat kasni ili napreduje brže od planiranog, da li je projekt stvarno prekoračio proračun, da li je novac potrošen na pravi način i sl. potrebno je pratiti projekat razmatrajući sve tri vrijednosti – planirano, potrošeno i ostvareno.

- CV - troškovna varijansa,
- CPI - koeficijent ostvarene vrijednosti projekta,
- SV - terminska varijansa,

- SPI - koeficijent ostvarenog terminskog plana projekta,
- CR - kritični koeficijent projekta;

2.5 Izvedeni pokazatelji izvršenja

Na temelju osnovnih varijabli i osnovnih koeficijenata izvedeni su sljedeći koeficijenti:

- EAC – usklađeni procijenjeni proračun projekta;
- ETC – preostali troškovi do kraja projekta;
- VAC – procijenjeno prekoračenje proračuna.

$$EAC = \frac{BAC}{CPI}$$

$$ETC = EAC - ACWP$$

$$VAC = EAC - BAC$$

3. KRITERIJUMI ZA PRIMJENU METODE OSTVARENE VRIJEDNOSTI

Za uspješnu primjenu metode ostvarene vrijednosti potrebno je da obim radova i organizacijska struktura budu jasno i sustavno definirani, plan projekta dovoljno detaljno razrađen i formalno usvojen, a opisani pokazatelji napredovanja projekta precizno mjereni ili proračunavati u jednakim vremenskim intervalima. Na osnovu periodične analize pokazatelja performansi projekta, neophodno je da se poduzimaju pravovremene korektivne radnje i doraduje početni plan. U današnje vrijeme je poželjno i neizbježno primjenjivanje računalnih softvera zasnovanih na metodi mrežnog planiranja za uspješno obavljanje svih ovih radnji.

- Obim radova treba u potpunosti definisati i hijerarhijski prikazati do nivoa koji omogućava jasno opisivanje aktivnosti, proračun potrebnih resursa, formiranje plana izvršenja radova i kontrolu realizacije plana. Potrebno je odrediti ko je odgovoran za realizaciju radova. Organizacijska struktura za realizaciju projekta treba da bude jasno formirana i formalno usvojena, uključujući imenovanje glavnih podizvođača.
- Realizaciju posla treba detaljno i sveobuhvatno isplanirati. Mjerenje performansi ne može se vršiti bez formalno usvojenog početnog vremenskog plana.
- Potrebno je izvršiti analizu potreba za resursima, formirati procjene troškova i usvojiti proračun projekta.
- Potrebno je unaprijed imenovati indikatore napredovanja radova i pravila za proračun izvršenja.
- Treba definisati kontrolne tačke i formalno usvojiti grupe troškova značajne za kontrolu realizacije projekta (Control Account Plans - CAP).
- Evidenciju direktnih troškova treba raditi u skladu sa kodiranim planom i računovodstvenim sistemom firme.
- Kontinuirano proračunavati i interpretirati performanse projekta na osnovu veličina teorije ostvarene vrijednosti.

- Kontinuirano predviđanje konačnih troškova projekta (Estimate at Completion - EAC) i planirati moguće korektivne radnje.
- Potrebno je aktivno upravljati obimom radova i vršiti izmjene u planu realizacije projekta. Obim radova mora se kontrolisati pravovremenim uočavanjem odstupanja od planiranog, a zatim i odobravanjem ili odbacivanjem izmjena.

4. OPIS USLOVA GRAĐENJA

Poslovni objekat je lociran u Doboju, sastoji se iz auto-buske stanice i poslovnih prostora, i ima više nezavisnih ulaza. Teren na kome se izvodi objekat je ravan.

Objekat se nalazi u VII seizmičkoj zoni, zbog čega je potrebno primeniti odredbe o gradnji u seizmičkim područjima definisane Pravilnikom o tehničkim propisima za građenje u seizmičkim područjima. Radnu snagu odgovarajuće kvalifikacione struke obezbeđuje firma koja je ujedno i investitor i izvođač. Na projektu izgranje ovog objekta angažovani su nk radnici, pomoćni radnici, kv i kvv radnici.

5. OPIS KONSTRUKCIJE OBJEKTA

Osnovni konstruktivni sistem je skeletni, tj sačinjen je od AB stubova i greda, međutim u konstrukciji postoje i noseći zidovi koji su ukrućeni horizontalnim i vertikalnim serklažima.

Zidovi su debljine d=25 cm i rađeni su od giter blokova ili armiranog betona. Međuspratna konstrukcija je tipa pune ploče debljine d=18 cm. Fundiranje objekta je rešeno na AB temeljnom pločom debljine d=50 cm. Ispod podne ploče i zvide se 2 sloja betona d= 8+5 cm, gde gornji sloj služi kao zaštita hidroizolacije.

Predviđena je "alu-bond" fasada sa fiksnim staklima na pojedinim mestima. Unutrašnju obradu čine malterisane zidne površine, gletovane i bojene poludisperzivnom bojom u jednom tonu ili oplepljene keramičkim pločicama, do plafona.

Podovi su obloženi keramičkim pločicama, odnosno granitnim pločama. Projektovane su sve potrebne el. instalacije, grejanje objekta je radijatorsko, a ventilacija prirodna preko prozorskih otvora.

Krov je projektovan kao viševodni, a krovne ravni su pod nagibom od 12°, za krovni pokrivač odabran je sendvič lim. Bruto kvadratura objekta je 1.228,88 m².

6. PRIMJENA EVM METODE

Primjena metode ostvarene vrijednosti podrazumijeva ispunjenost niza predusova. Prvo, posao na projektu mora biti struktuiran, odnosno formirana organizaciono-tehnička struktura projekta (WBS – Work Breakdown Structure).

Organizaciono tehnička struktura projekta je grupisanje elemenata koji definišu obim projekta. Zatim je neophodno identifikovati aktivnosti i njihov rasporeda u toku projekta.

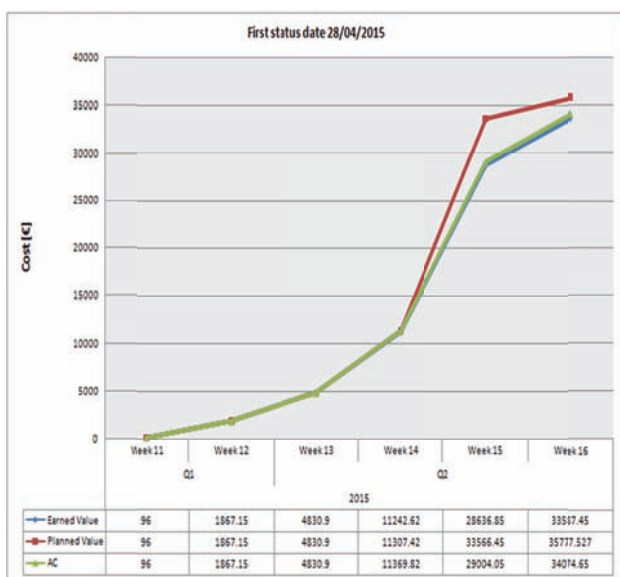
Formirana organizaciono tehnička struktura projekta obezbeđuje okvir za identifikaciju komponenti projekta. Da bi se izbjegle subjektivne procjene o procentualnom

napretku aktivnosti koje nisu lako mjerljive, projektni menadžer i njegov tim mogu primijeniti dva pravila. Jedno od najčešćih pravila je da se aktivnost prikaže kroz faze koje su potrebne da bi se započeta aktivnost završila. Svaka naredna faza označava veći stepen završenosti.

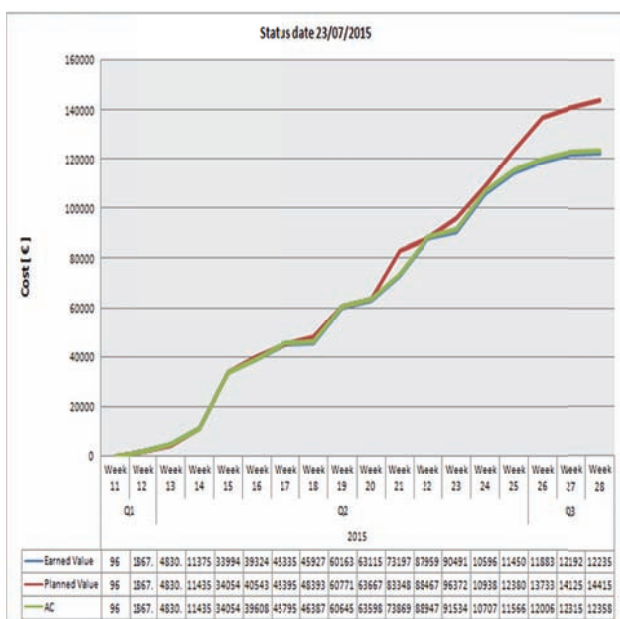
Drugi način izvještavanja o napretku aktivnosti podrazumijeva upotrebu pravila 50% : 50%. U ovom pravilu, svaka aktivnost se smatra 50% završenom sa danom početka aktivnosti, a 100% je završena kada je prijavljen dan završetka aktivnosti.

Pored tabelarnog pregleda troškova, moguće je i grafički prikazati odnos planiranih, stvarnih i ostvarene vrijednosti u datim presjecima.

Grafički prikaz informacija o ostvarenoj vrednosti omogućava lakši pregled napretka projekta. Sledeći dijagram se odnosi na pomenute troškove do presjeka (status date) :



Grafički prikaz troškova, prvi presjek (status date)



Grafički prikaz troškova, drugi presjek (status date)

7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

U ovom radu ukratko je prikazana metoda ostvarene vrijednosti te je ista primijenjena na konkretnom primjeru izgradnje autobuske stanice . Ovo je jedna od metoda praćenja i kontrole izvođenja projekata koja nam daje kompletan uvid na stanje projekta i na njegovu uspješnost.

Osnova svakog uspješnog projekta a tako i uspješne kontrole je dobro razrađen početni plan projekta na kojem se dalje bazira praćenje i kontrola.

Primjena spomenute metode u području građevinarstva je nešto teže primjenjiva iz razloga što je teško uskladiti sistem naplaćivanja tj. obračuna ostvarene vrijednosti te zbog toga ona daje nešto malo lošije rezultate, međutim to je neusporedivo sa svim onim pozitivnim stvarima koje nam ona donosi, ukoliko imamo dobro organizovanu kompaniju i uređeno tržište.

Na temelju pripremljenih izvještaja o stanju aktivnosti i troškovima aktivnosti, izvršeni su trenutni presjeci (status date) za tri vremenska razdoblja u toku projekta. Prvi presjek je nakon završetka temeljne ploče, drugi je takođe u toku izvođenja grubih radova na spratu, a treći presjek ćemo odrediti prilikom izvršenja finih radova na spratu.

U ovom primjeru, koeficijent SPI = 0.9996 pokazuje da naš projekat kasni vremenski u odnosu na početni (baseline) plan, tj. govori nam da se trenutno nalazimo na 99.96 % učinkovitosti.

Dok koeficijent ostvarene vrijednosti CPI = 0.984, govori nam da na potrošeni 1€, ostvarujemo dobit od 0.984 €, odnosno da smo profitabilni 98.4%.

Za navedene aktivnosti pri drugom presjeku javilo se odstupanje u finansijskom smislu u odnosu na početni (baseline) plan, a razlog pojave tih odstupanja jesu izmjene u projektu prilikom izvođenja kao i uticaj nepovoljnih vremenskih uslova koji su doveli do produženje trajanja pojedinih aktivnosti.

Sve ovo je dovelo do povećanja utošenog materijala na pojedinim pozicijama, produženja trajanja aktivnosti kao i nedovršenost određenih pozicija, samim tim i ovo povlači produženje roka završetka, te ukupnog potrošenog novca.

Na osnovu dobijenih EVM parametara, možemo sračunati koliko će se "probiti" planirani budžet i kada se može očekivati završetak projekta.

Prilikom drugog presjeka radova (status date) , koeficijent SPI = 0.849 pokazuje da naš projekat kasni vremenski u odnosu na početni (baseline) plan, tj. govori nam da se trenutno nalazimo na 84.90 % učinkovitosti.

Dok koeficijent ostvarene vrijednosti CPI = 0.991, govori nam da na potrošeni 1€, ostvarujemo dobit od 0.991 €, odnosno da smo profitabilni 99.1%.

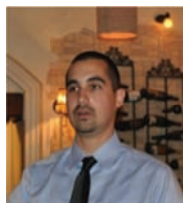
8. LITERATURA

- [1]. Majstorović V., Projektni Menadžment, Mostar, 2010;
- [2]. Marušić J., Organizacija građenja, Zagreb, 1994.;
- [3]. Project Management Institute 2005;
- [4]. Upravljanje projektom, Radoslav Avlijaš i Goran Avlijaš 2011.god. Beograd;
- [5]. Upravljanje projektom, Petar Jovanović, Beograd;
- [6]. Omazić M. A., Baljkas S., Projektni Menadžment, Zagreb, 2005.
- [7]. Q. W. Fleming and J. M. Koppelman, Earned Value Project Management, 2ed, Project Management Institute, Inc., 2005;
- [8]. Earned Value Management System (EVMS). (2009). Lawrence Berkeley National Laboratory
- [9]. [www.google.ba/ imgsrc=zcvuznnyAyFY1M%3A](http://www.google.ba/imgsrc=zcvuznnyAyFY1M%3A)

Kratka biografija :



Đorđe Tekić rođen je u Tuzli 1989. god. Diplomirao je na FTN u julu 2014. godine na odsjeku građevinarstvo, smer konstrukcije. Master rad na FTN smer građevinarstvo, odsjek tehnologija i organizacija građenja, odbranio je 2016 godine.



Vladimir Mučenski rođen je 27.04.1980. godine u Vrbasu. Diplomirao je na FTN – građevinski odsjek 2005.god. Zvanje doktora nauka stekao je 2013. godine sa temom doktorske disertacije ” Model semi-kvantitativne procjene rizika zaštite na radu za procese izgradnje”.

IEEE 802.16e – MOBILNI WiMAX SISTEM**IEEE 802.16e – MOBILE WiMAX SYSTEM**Nemanja Brusin, Dejan Nemec, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Pojavom standarda IEEE 802.16e – WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), ostvarena je prava revolucija na polju bežičnih širokopojasnih tehnologija. Težnja ka ostvarivanju bežičnog pristupa velikih brzina i dometa dovela je do razvoja ovog standarda, čime je omogućeno efikasno kreiranje mreža velikog dometa. Ovaj rad bavi se mobilnim WiMAX širokopojasnim pristupom i podeljen je u 5 poglavlja. Prvo poglavlje je uvodno i u njemu je dat kratak prikaz ovog rada. Drugo poglavlje rada definiše arhitekturu WiMAX-a i navodi tehničke karakteristike ovog sistema. Treće poglavlje se bavi temom strukture WiMAX sistema. U četvrtom poglavlju navedene su mogućnosti primene WiMAX tehnologije. Peto poglavlje daje analizu metoda predikcije električnog polja i njihove primene u WiMAX sistemima. Na kraju rada izveden je zaključak.

Abstract – The implementation of IEEE 802.16e – WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), achieved a real revolution in wireless broadband technology. The effort to overcome wireless access at long distances led to a rapid development of this standard, which enables the efficient construction of broadband networks. In this paper the mobile WiMAX broadband access is presented and it is divided into 5 chapters. The first chapter is introductory and it gives a brief overview of this work. The second section of the paper defines the architecture of WiMAX and lists the specifications of this system. The third chapter deals with the topic of structures of WiMAX system. In the fourth chapter the possibilities of application of WiMAX technology are listed. The fifth chapter provides an analysis of methods for predicting the electric field and their application in WiMAX systems. At the end the conclusion was drawn.

Ključne reči: WiMAX, IEEE 802.16, predikcija polja

1. UVOD

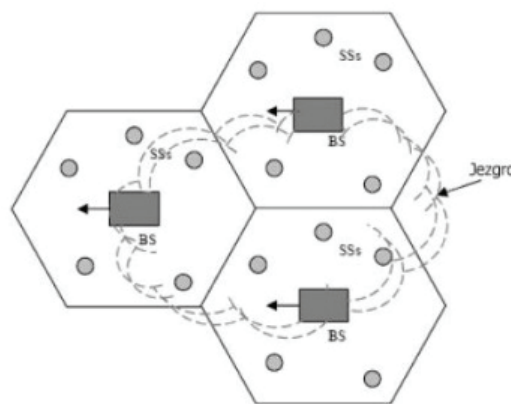
WiMAX je telekomunikaciona tehnologija koja svojom organizacijom podseća na sisteme za mobilnu telefoniju (u smislu da postoje bazne stanice raspoređene u ćelijskom sistemu) ali umesto mobilnog telefona na strani korisnika je uređaj koji omogućuje usluge korisniku koje liče na ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) ili kablovski Internet.

NAPOMENA:

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

WiMAX omogućuje korisnicima da preko pristupnog uređaja bežično pristupaju Internetu i da telefoniraju.

Kao i mobilni telefoni, uključivanjem računara, automatski, računar se preko odgovarajućeg korisničkog uređaja, povezuje sa baznom stanicom, koja ima najjači signal. Optička vidljivost sa baznom stanicom nije obavezna. Šematski prikaz dat je na slici 1.1.



Slika 1.1 – Primer prostorne organizacije WiMAX mreže

WiMAX tehnologija je standardizovana u okviru IEEE 802.16 standarda. IEEE 802.16 je i oznaka IEEE radne grupe koja razvija standarde za bežični pristup u okviru MAN (Metro Area Network) mreža [1,2].

Trenutno važeći 802.16 standard je IEEE 802.16d-2004, koji je odobren u junu 2004. godine. To je nadogradnja prethodne (i prve) verzije standarda 802.16-2001, sa nadogradnjama 802.16a i 802.16c. IEEE 802.16-2004 adresira samo fiksne sisteme, tj. pretplatnike koji usluge bežičnog WiMAX-a koriste na stacionarnim uređajima (uređajima koji se ne pomeraju).

Nadogradnja 802.16e u standardu dodaje komponente mobilnosti sistema. Standard 802.16e je usvojen u decembru 2005. godine kao IEEE 802.16e-2005. Ovde se misli pre svega na korišćenje WiMAX-a na uređajima (portabl računar, PDA i sl.) koji se kreću brzinom kojom se kreću automobili (vehicular speed).

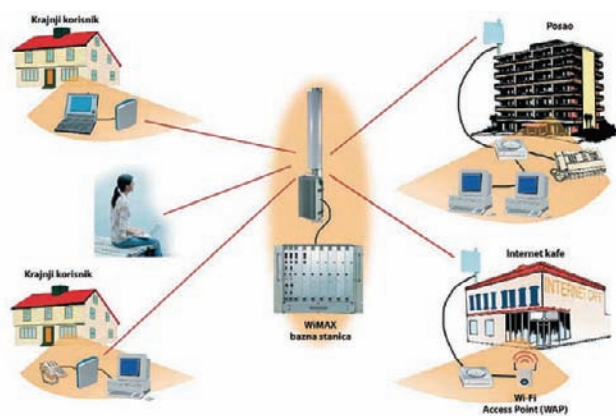
Mobilni WiMAX je unapređen da postane dominantna verzija WiMAX-a usled podrške koju pruža podjednako fiksnim i mobilnim operatorima u širokom frekvencijskom opsegu.

Uprkos tome, fiksni WiMAX uživa *time-to-market* prednost, kao sertifikovan proizvod koji je duže vreme dostupan, što mu donosi inicijalnu prednost.

Mobilni WiMAX je širokopojasno bežično rešenje koje omogućava konvergenciju mobilne i fiksne širokopojasne mreže kroz zajedničku tehnologiju širokopojasnog radio-pristupa i fleksibilnu mrežnu arhitekturu. Vazdušni interfejs mobilnog WiMAX-a usvojio je OFDMA (*Orthogonal Frequency-Division Multiple Access*) za poboljšane performanse višestrukog prostiranja u okruženjima gde se ne ostvaruje linija optičke vidljivosti.

2. ARHITEKTURA WiMAX-a I NJEGOVE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

Postoji velika zainteresovanost po pitanju primene ove tehnologije i mogućnosti njene implementacije, kako tehničke mogućnosti, tako i po pitanju ekonomske isplativosti. Stvar je jednostavna i može se slikovito dočarati: samo jedna WiMAX bazna stanica može da pokrije ceo grad veličine Novog Sada, uključujući i njegovu širu okolinu (slika 2.1 ilustruje ulogu jedne bazne stanice, tj. ko sve mogu biti njeni korisnici). Jedino preostaje da se reši pitanje dovoljne brzine linka od bazne stanice ka samom Internetu. U nastavku teksta biće opisano šta je zapravo WiMAX i kakve mogućnosti donosi.



Slika 2.1 – WiMAX bazna stanica i mogućnosti njene primene

IEEE 802.16 mreža se sastoji od fiksnih infrastrukturnih tačaka. Zapravo, IEEE 802.16 mreža nalikuje ćelijskoj telefonskoj mreži. Svaka ćelija se sastoji od bazne stanice i jedne ili više pretplatničkih stanica, zavisno od implementacije topologije. Bazna stanica obezbeđuje “Tačka-tačka” servis ili “Tačka-više tačaka” servis u cilju opsluživanja više pretplatničkih stanica.

Bazna stanica obezbeđuje konekciju sa jezgrom mreže. Pretplatnička stanica može biti montirana na krovu ili zidu kao pretplatnička oprema ili može biti zaseban ručni uređaj kao što je mobilni telefon, personalni digitalni uređaj ili periferijska kartica kompjutera ili laptopa.

U slučaju spoljne pretplatničke opreme, (CPE – *Customer-Premises Equipment*), korisnici u unutrašnjosti objekta su spojeni na konvencionalnu mrežu kao što je *Ethernet LAN (Local Area Network)* ili bežični LAN (npr. Wi-Fi) koje imaju pristup na CPE .

Grupa ćelija može biti grupisana da čini mrežu, gde su bazne stanice spojene kroz mrežno jezgro. IEEE 802.16 mreža, takođe, podržava *mesh* topologiju, gde su pretplatničke stanice u mogućnosti da komuniciraju među sobom bez potrebe za baznom stanicom.

3. STRUKTURA WiMAX SISTEMA

WiMAX sistem se može podeliti na dva dela, mrežni i korisnički, čiji su glavni reprezentivi: WiMAX bazna stanica i WiMAX prijemnik, poznatiji kao CPE.

WiMAX bazna stanica može biti povezana na javnu mrežu preko optičkog kabla, bakarnog kabla ili mikrotalasnog linka velike brzine, a te veze su poznate kao *backhaul*. Idealno bi bilo kad bi WiMAX koristio “tačka-tačka” antene kao *backhaul* da poveže sva korisnička mesta (svaki sa svakim) međusobno i sa baznim stanicama na veoma velike udaljenosti. Bazna stanica daje usluge pretplatnicima (tj. korisničkoj opremi u prostorijama) koristeći vezu bez optičke vidljivosti (NLOS – *Non-Line-Of-Sight*) ili sa optičkom vidljivošću (LOS – *Line-Of-Sight*) i obezbeđuje vezu tipa *point-to-multipoint* (jedan primopredajnik komunicira sa više primopredajnika rasutih okolo), to se odnosi na vezu poslednjeg kilometra.

Pretplatnička mesta su često privatne ili poslovne zgrade koje imaju sopstveni standardni ili bežični LAN. Ona su povezana sa WiMAX-ovim baznim stanicama preko malih antena koje su postavljene na zgradama i primaju i šalju signal, te povezuju LAN ili WLAN (*Wireless LAN*) objekta sa Internetom i drugim servisima. Budući korisnici koji budu direktno povezani na WiMAX sistem zavisno od frekvencijskog opsega imajuće integrisane kartice u svoje uređaje.

WiMAX bazna stanica sastoji se od unutrašnje elektronike i WiMAX tornja. WiMAX toranj sa antenama koji je sličan predajnicima mobilne telefonije prikazan je na slici 3.1.

U praksi se pokazalo da bazna stanica može pokriti radijus od 10 km, iako se u teoriji tvrdi da je pokrivenost do 50 km. Bilo koji bežični čvor u ovoj oblasti može imati pristup Internetu.

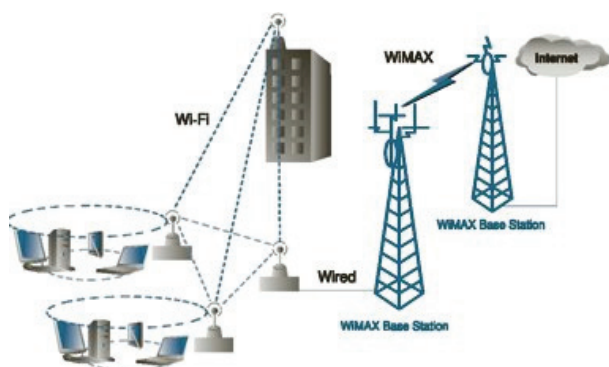


Slika 3.1 – Bazna stanica (WiMAX toranj)

Svaka bazna stanica obezbeđuje bežični pristup u oblasti koja se zove ćelija. Kao i kod konvencionalnih ćelijskih mobilnih mreža, antene baznih stanica mogu biti omnidirekzione čime ćeliji daju kružni oblik, ili direkzione koje daju linearan oblik i koriste se u vezi *point-to-point* ili za povećavanje kapaciteta mreže, efektivno deleći velike ćelije na nekoliko manjih sektora.

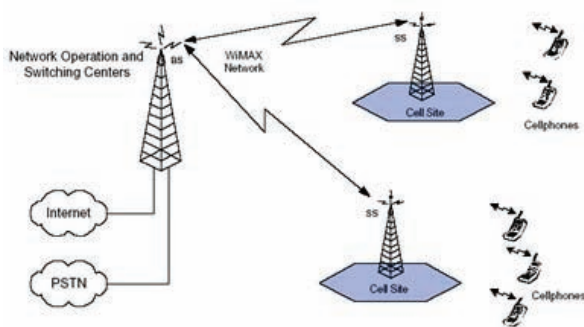
4. MOGUĆNOSTI PRIMENE WiMAX SISTEMA

WiMAX tehnologija ima potencijal da milionima korisnika obezbedi da pristupe Internetu bežično, jeftino i lako (slika 4.1). Tipična primena je kao bežični produžetak Internet konekcije na čijem kraju je priključena WLAN mreža za povezivanje malih lokalnih korisnika.



Slika 4.1 – Prikaz uloge WiMAX mreže

Veliki potencijal ove tehnologije ogleda se u njenoj mogućnosti da se koristi kao transportno sredstvo za mobilnu telefoniju.



Slika 4.2 – WiMAX kao transportno sredstvo za mobilnu telefoniju

Ako se razmotre moguće primene WiMAX-a, uočava se fleksibilnost koncepta koji pokazuje velike brzine prenosa podataka kad su u pitanju priključci većih korisnika, tj. korisnika koji treba da razmenjuju mnogo podataka u kratkom vremenu. WiMAX tehnologija je prilagođena i priključivanju domaćinstava na Internet. Tu treba spomenuti da WiMAX može simultano prenositi VoIP (*Voice over IP*), video i Internet podatke.

Može se pretpostaviti da će WiMAX za nerazvijene zemlje predstavljati atraktivnu mogućnost spajanja

provincijalnih područja s metropolom ali i priključak tih krajeva na Internet. WiMAX tehnologija nudi brojne prednosti korišćenja širokopojasnog pristupa Internetu sa mnogo manje ulaganja u infrastrukturu.

WiMAX je naročito interesantan za primenu u ruralnim područjima i predgrađima koja nemaju razvijenu telekomunikacionu infrastrukturu. Izgradnja WiMAX mreže u takvim područjima daleko je isplativija za operatore od izgradnje parične infrastrukture za DSL (*Digital Subscriber Line*) tehnologije ili optičke infrastrukture za FTTx (*Fiber To The x*) arhitekture. Nasuprot tome, u gradskim područjima proboj WiMAX-a će biti teži zbog već postojeće parične ili optičke infrastrukture pa u tom segmentu treba očekivati jaku konkurenciju između žičnih, optičkih i bežičnih mreža. Uopšteno gledano, kompetitivnost WiMAX-a zavisi od prenosnih brzina i dometa koje je moguće postići tom tehnologijom, kao i od kvaliteta prenosne usluge koju ta bežična arhitektura pruža krajnjim korisnicima. U samom početku WiMAX je bio dominantno predviđen za bežični prenos govora i podataka. U odnosu na postojeće mobilne mreže, WiMAX pruža daleko širi prenosni opseg frekvencija, a samim time i veće ostvarive prenosne brzine. Pored toga, podizanje dometa na čak 50 km omogućava jako dobru pokrivenost terena s relativno malim brojem baznih stanica.

5. ANALIZA METODA PREDIKCIJE ELEKTRIČNOG POLJA I NJIHOVA PRIMENA U WiMAX SISTEMIMA

Predikcija nivoa električnog polja je veoma važan deo planiranja bilo koje radio mreže. Na osnovu dobijenih rezultata određuju se lokacije i broj baznih stanica, zone pokrivanja i kapacitet sistema [3].

Karakteristike radio kanala podrazumevaju više faktora: slabljenje trase, višestruke propagacije talasa, karakteristike fedinga, Doplerov efekat, istokanalnu i susednokanalnu interferenciju itd. Za razliku od klasičnih *point-to-point* sistema, propagacija signala u FWA (*Fixed Wireless Access*) sistemima na 3,5 GHz odvija se i u uslovima NLOS (*Non-Line-Of-Sight*), kada ne postoji optička vidljivost. Na ulazu u prijemnik dospevaju komponente koje se javljaju usled difrakcije, refleksije ili rasipanja korisnog signala, različitog kašnjenja i jačine. Za predikciju nivoa radio signala postoji veliki broj propagacijskih modela.

Empirijski modeli zasnovani su na statističkoj obradi memnih rezultata, a najčešće se koriste za predikciju slabljenja u slobodnom prostoru. Mogu se podeliti u dve podkategorije: vremenski disperzivne i vremenski nedisperzivne. Vremenski disperzivni modeli obezbeđuju informacije o *multipath delay spread*-u, kao što je npr. *Stanford University Interim (SUI)* model, koji je razvijen u okviru IEEE 802.16 grupe. Vremenski nedisperzivni modeli su npr. ITU-R P.1546, Hata i COST-231 modeli. Deterministički modeli, kao što je ITU-R P.525 i 526, Bulington i sl, koriste zakone prostiranja elektromagnetnih talasa da bi odredili snagu signala na ulasku u

prijemnik. Deterministički modeli često zahtevaju i 3-D mapu propagacijskog okruženja.

6. ZAKLJUČAK

Razvoj bežičnih tehnologija koji je usledio u poslednjih nekoliko godina još više doprinosi činjenici da će ubrzo doći do njihove masovne implementacije. Iz svega navedenog vidimo da bežične mreže imaju potencijal koji može biti iskorišćen za globalno unapređenje telekomunikacione infrastrukture. Trenutno se vrši znatan broj istraživanja na ovom polju, ali kao osnovni problem javlja se potreba velikih inicijalnih ulaganja kako bi se neko od predloženih rešenja realizovalo. LTE (*Long Term Evolution*) se izdvaja kao tehnologija koja će najverovatnije imati primat zbog svojih performansi, kao i činjenice da WiMAX nema postojeću nadogradivu infrastrukturu. Ekonomičnost je na strani LTE-a i zbog manje potrošnje uređaja koji su bazirani na ovoj tehnologiji.

Korist od primene bežičnih tehnologija je višestruka: autoindustrija, telekomunikacione kompanije, proizvođači mrežne opreme, itd.

Jedan od razloga zašto je WiMAX i dalje veoma interesantan leži u tome što se vrlo brzo može implementirati te tako pokriti veliki površinski prostor. Široka pokrivenost znači da je ova tehnologija veoma zahvalna ne samo za ruralna, već i za urbana područja. Širokopojasni Internet uz relativno mala ulaganja može stići do korisnika gde se ne isplati postavljati kablove ili implementirati LTE tehnologija. S druge strane, u gradovima, kao i u brdovitim područjima, WiMAX se efikasnije „bori“ sa fizičkim preprekama.

WiMAX bi se brže razvijao i implementirao u proteklom periodu da se na vreme pristupilo podeli licenci po okruzima na koje je podeljena Srbija. Pošto su bežične tehnologije jeftine i mogu se lako i brzo pustiti u rad operatori bi građanima mogli pristupačnije pružiti usluge brzog Interneta, fiksne i eventualno mobilne telefonije naročito u ruralnim područjima. Istovremeno, pošto bi licence uključile obavezu pokrivanja okruga, ona bi zahtevala ulaganja koja su pristupačna domaćim, tipično malim firmama.

Tako bi domaće firme dobile državne resurse na raspolaganje, učestvovala bi u izgradnji infrastrukture, a zatim bi mogle da profitiraju dobijajući prihod od telekomunikacionih usluga.

Ovakvo rešenje bi istovremeno podstaklo razvoj telekomunikacione infrastrukture i domaće informaciono komunikacione privrede.

7. LITERATURA

- [1] WiMAX Forum, “*Mobile WiMAX – Part I: A Technical Overview and Performance Evaluation*”, August, 2006. www.wimaxforum.org
- [2] WiMAX Forum, “*Fixed, nomadic, portable and mobile applications for 802.16-2004 and 802.16e WiMAX networks*”, November, 2005.
- [3] Branka Jakovljević, “Analiza metoda predikcije nivoa električnog polja i njihova primena u WiMAX sistemima”, Zbornik radova TELFOR 2006, Beograd 2006.
- [4] <http://www.telfor.org.rs> (pristupljeno u februaru 2016.)
- [5] <http://ieee802.org/16/> (pristupljeno u februaru 2016.)
- [6] <http://www.wimaxforum.org/technology> (pristupljeno u februaru 2016.)
- [7] Recommendation ITU-R P.530, “*Propagation data and prediction methods required for the design terrestrial line of sight systems*” tech. rep., International telecommunication Union, 2001.
- [8] Recommendation ITU-R P.1411, “*Propagation data and prediction methods for the planning of short range outdoor radiocommunication systems and radio local area networks in frequency range 300MHz to 100GHz*” tech. rep., International telecommunication Union, 2003.

Kratka biografija:



Nemanja Brusin rođen je u Novom Sadu 1982. god. Master rad odbranio je 2016. god. na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti telekomunikacija na Saobraćajnom odseku, smer Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.



Dejan Nemec rođen je 1972. god. Diplomirao, specijalizirao i magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije i obrada signala. Zaposlen na Fakultetu tehničkih nauka kao stručni saradnik.

СТРАТЕШКА ДОКУМЕНТА О БЕЗБЕДНОСТИ ДЕЦЕ У САОБРАЋАЈУ**STRATEGIC DOCUMENT ON CHILDREN TRAFFIC SAFETY**

Милена Пејовић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Нагли развој моторизације, неадекватан развој инфраструктуре и недовољна брига о безбедности саобраћаја, стварају и стално увећавају опасности и изазове са којима се деца суочавају свакодневно, а посебно у земљама у развоју и у неразвијеним земљама. Последњих година низ докумената на глобалном нивоу имао је за циљ да истакне и промовише безбедност деце у саобраћају.

Abstract – The rapid development of motorization, inadequate infrastructure and lack of concern about traffic safety, create and continuously increase the dangers and challenges that children face on a daily basis, especially in developing countries. In recent years, a number of documents at the global level was intended to highlight and promote the children traffic safety.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, деца, стратешка документа.

1. УВОД

У другој половини 20. века, саобраћајне незгоде и страдање у саобраћају су постали глобални проблем човечанства. Уједињене нације (УН), Организација за економску сарадњу и развој (OECD) и Светска здравствена организација (СЗО) су, почетком 21. века, у серији значајних конвенција, декларација, резолуција и других докумената, истакли да се проблему страдања у саобраћају мора приступити систематски и организовано. Конвенција УН о правима детета промовише дечије здравље и безбедност деце.

У најразвијенијим земљама се посебна пажња посвећује заштити деце у саобраћају. Ипак, у земљама OECD, годишње, у незгодама гине више од 5.000 деце, до 14 година старости, а саобраћајне незгоде су убица број један особа до 14 година старости. Једно дете на сваких 2.100 ће погинути у саобраћају пре 15. рођендана, а много већи број ће патити од различитих повреда или дугорочне неспособности.

Најразвијеније земље су раније препознале проблем, раније започеле његово решавање и, до данас, нагомилале значајно знање и искуства у спровођењу и унапређивању ефикасних мера и активности у циљу смањивања страдања у саобраћају. Тако је дошло до веома великих разлика у смртности у саобраћају, између различитих региона света.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ред. проф.

2. БЕЗБЕДНОСТ ДЕЦЕ У САОБРАЋАЈУ

Трансфер знања и размена најбоље праксе рада представљају значајно оруђе у стварању ефикасног заштитног система безбедности у саобраћају. Изучавање најбоље праксе, њена примена и развијање сопствених знања омогућава појединим земљама, регионима и локалним самоуправама да рационализују ангажовање људских ресурса, смање финансијске трошкове за развој и оптимизују примењене мере у области безбедности саобраћаја, као и да скрате период до успешне примене појединих решења у циљу смањења негативних последица саобраћајних незгода.

У многим земљама чине се велики напори како би страдање деце у саобраћају било што мање. Међутим, и поред тога „нека деца имају безбедније детињство у односу на другу децу: који фактори утичу на ову разлику?“ (WHO, 2006).

У WHO (World Health Organization) европском региону сваке године живот изгуби око 28.000 деце млађе од 15 година, а многе од њих су ненамерног карактера (саобраћајне незгоде, давлeња у води, тровање, падови, пожар и др.). Током 2002. године број погинуле деце у саобраћајним незгодама износио је 6.389, односно око 23 % од укупног броја деце која су изгубили живот у тој години. Оно што забрињава је да су се ове незгоде могле избећи. Када би све земље имале стопу страдања деце као у Шведској (земља са најмањом стопом смртности деце у саобраћају) три од четири дечија живота (на 100.000 деце) била би сачувана сваке године.

У земљама са најбољим перформансама безбедности саобраћаја свест о потреби изучавања повреда деце и смањења њихове стопе страдања временом се развијала и постајала све јача. То је резултовало појаву низа мера којима се постижу значајни резултати у побољшању безбедности деце у саобраћају и оне могу представљати модел за могућу примену сличних искустава у осталим земљама. Из године у године развијена су и примењена нова истраживања која су имала за циљ акумулацију и стицање нових сазнања о факторима страдања деце у саобраћају, као и о стратегијама за њихово смањење.

3. ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА НА ГЛОБАЛНОМ НИВОУ**3.1 Children's Road Traffic Safety: An International Survey of Policy and Practice (DfT, 2004)**

Ово истраживање је покренуло британско Министарство за саобраћај (DfT) у намери да употпуни рад OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) експертне групе за безбедност деце у саобраћају.

Предмет анализе су деца старости до 14 година, а основни циљ истраживања је да утврди и објасни актуелне проблеме безбедности деце у саобраћају, сагледа досадашње искуство у раду, примену постојећих мера за повећање безбедности деце у саобраћају, као и да пружи основне податке о нивоу безбедности деце у саобраћају у свим земљама чланицама OECD -а.

Усвојени циљеви истраживања стварају услове да се:

- идентификује и редовно прати политика, пракса, законодавство и истраживања везани за безбедност деце у саобраћају у земљама OECD -а.,
- објасни угроженост деце у саобраћају у земљама чланицама OECD -а путем компаративне анализе законодавства, политике, праксе и истраживања у овој области,
- путем анализе извора података идентификују корисна искуства у политици, пракси, законодавству и истраживању безбедности деце у саобраћају,
- идентификују могуће празнине у постојећем знању и истраживању, да се укаже на приоритете даљег рада и предложи акциони план.

У овом истраживању су кориштена следећа три основна елемента:

- анализа IRTAD-ових података о погинулим у саобраћајним незгодама. Извештај садржи табеларне и графичке приказе базиране на просечној стопи смртности за сваку земљу чланицу IRTAD-а. Такође су изведени трендови саобраћајних незгода са учешћем деце за период од 10 и 20 година. Трендови су приказани за целокупну старосну групу као и за појединачно анализиране старосне групе до 5, 6-9, и 10-14 година према категорији учешћа (пешак, бициклиста и путник у аутомобилу).
- анализа повезаности социо-економских и демографских показатеља са стопама смртности у саобраћајним незгодама. У истраживању су приказани односи између смртности деце у саобраћајним незгодама и националних друштвено-економских и демографских показатеља (број деце у укупној популацији, висина прихода, друштвене структуре, урбанизација и др). Ови показатељи су изведени из разних извора статистичких података, а узети су у обзир због њихове повезаности са сиромаштвом, урбанизацијом и густином насељености у неким земљама.
- анализа анкетног истраживања. Истраживање путем анкета је спроведено међу високим званичницима влада и администрација земаља чланица OECD -а. Пуни или делимични одговори су добијени од 21 од укупно 30 земаља чланица OECD -а, што представља стопу одазива од 70 %. Анкета се састојала од серије од по 5 упитника под следећим насловима: (1) деца пешаци, (2) деца бициклисти, (3) деца у аутомобилу, (4) путовања деце и (5) политика о безбедности деце у саобраћају. Упитници о пешацима, бициклистима и путницима у аутомобилу су се састојали од неколико секција у којима су се тражиле информације о смртности, угрожености као и о интервентним приступима, укључујући окружење, образовање, едукацију и законодавство. Главни аспект ове анализе је био да створи јасну слику о избору интервентних мера на општинском и регионалном нивоу у свакој

земљи. Свака земља је имала прилику да наведе своје актуелне иницијативе и истраживачке пројекте и програме. У упитнику су се тражиле информације о стратешком приступу безбедности деце у саобраћају укључујући имплементацију акционих планова и информације о субјектима (институцијама) који су за то задужени. Упитником о путовању деце су се прикупили подаци о пређеним дистанцама и броју путовања по узрасту детета.

Примењено истраживање је значајно јер унапређује праксу досадашњег рада, омогућава да се међународним напорима шире искуства, развијају и стандардизују методе прикупљања информација. Оно свакако може да послужи као механизам за праћење развијања тренутне политике и праксе у земљама OECD -а, и да прошири досадашње разумевање процеса који воде ка побољшању безбедности деце у саобраћају.

3.2 Children's Traffic Safety: International Lessons for the UK (DfT, 2004)

Као следећи корак у развоју истраживања безбедности деце у саобраћају на подручју OECD земаља покренуто је истраживање у оквиру студије, којим се жели најбоља пракса рада у области безбедности деце у саобраћају имплементирати на подручју Велике Британије.

Ова Студија упућује на најбољу праксу рада на међународном нивоу у области заштите деце у саобраћају и покрива следеће области:

- основу базирану на међународним истраживањима за припрему садржаја како би се разумело шта се може истаћи као најбоље перформансе у раду између великог броја држава,
- како стопу смртности деце у саобраћају компарирати између великог броја земаља,
- односе између социо-економских и демографских показатеља Велике Британије, безбедности деце у саобраћају и импликације на стратегију рада,
- начине како Велика Британија слично или различито у односу на остале државе уважава саобраћајно окружење, едукацију, обуку и кампање, законодавство и политику усмерену у области безбедности деце у саобраћају,
- савремена техничка решења за смањење страдања деце у саобраћају која могу бити имплементирана у Великој Британији и
- промене које је потребно остварити како би Велика Британија постао слична државама са најбољим перформансама безбедности деце у саобраћају.

За потребе Студије извршене су анализе просечне стопе смртности за све OECD земље, за све погинуле учеснике у саобраћају, и посебно за децу пешаке, бициклисте и путнике у возилима.

Анализирајући безбедност деце пешака најбоље перформансе имају Шведска, Холандија, Финска, Немачка и Данска. Сагледавањем обележја страдања деце у саобраћају могу се истаћи основне разлике по питању безбедности деце у саобраћају у наведеним земљама у односу на Велику Британију, а као најзначајније могу се издвојити:

- примењују мере смиривања брзина у саобраћају (укључујући промене у саобраћајном окружењу и

мање ограничење брзина) и сигнализационе раскрснице у највећем броју општина и локалних самоуправа,

- имају наведене мере у зонама многих школа,
- имају зоне у којима се деца играју као што су паркови или игралишта у многим стамбеним срединама,
- воде националне кампање једном или више пута годишње о безбедности деце пешака у саобраћају и
- имају законодавство које претпоставља одговорност возача за саобраћајну незгоду уколико су деца у стамбеним срединама укључена у њу.

3.3 Child Road Safety – Achieving the 2010 Target (DfT, 2002)

Влада Велике Британије је 2000. године публиковала Стратегију безбедности саобраћаја, Tomorrow's Roads – Safer for Everyone, у којој је поред осталих један од конкретних циљева био смањење броја погинуле и тешко повређене деце млађе од 16 година у саобраћајним незгодама за 50 % (у поређењу са просечним резултатима у периоду од 1994. до 1998. године) до 2010. године. Том приликом основана је саветодавна комисија (Road Safety Advisory Panel) у чијој је надлежности била реализација дефинисане стратегије. Радна група задужена за дискусију проблема и праћење дела стратегије, који се односи на унапређење безбедности деце у саобраћају, припремила је Акциони план и представила га у предметном документу.

Акциони план је систематизован и представљен у неколико поглавља и то:

- обележја страдања деце у саобраћају,
- преглед реализације стратегије,
- приказ истраживачких пројеката,
- демонстрација конкретних програма истраживања,
- опис јавних иницијатива и
- улога свих субјеката надлежних за реализацију усвојене стратегије.

У циљу праћења реализације стратегије извршена је анализа обележја страдања деце у периоду од 1990. до 2001. године. Као најзначајнији проблем истиче се страдање деце пешака, који су у току 2001. године чинили 63 % од укупног броја погинуле и тешко повређене деце, иако је у претходном периоду направљен добар помак од 24 % смањења њиховог броја у односу на 1996. годину. Деца бициклисти представљају 14 %, а деца путници у возилима 19 % погинулих и тешко повређених у саобраћајним незгодама, али су и овде направљени добри резултати у апсолутном броју смањења њиховог страдања. Резултати показују да постоји значајна разлика између полова пошто константно у дужем временском периоду дечаки више страдају у саобраћају у односу на девојчице, а као један од главних разлога истиче се њихова већа изложеност ризику у саобраћају.

На путовању до/од школе догађа се 14,6 % од укупног броја незгода приликом чега су деца узраста од 5 до 7 година старости учесници и истовремено жртве незгода, 21,0 % од све деце узраста од 8 до 11 година старости и скоро четвртина (23,9%) деце узраста од 12 до 15 година. Највише незгода дешава се између 800 и 900 часова ујутру, када деца путују до школе, као и

поново око 1500 часова када се враћају из школе. Наведени период се истовремено поклапа са одласком/доласком на/са посла одраслих што додатно ствара већи интензитет и број корисника у саобраћају повећавајући вероватноћу дешавања незгода. Број незгода је највећи петком и суботом. Највећи број незгода деце пешака је петком и суботом поподне, а број незгода недељом је мањи за половину од броја пешака који су имали незгоду у петак.

Деца из нижих социо-економских слојева чак до 5 пута више учествују у саобраћајним незгодама као пешаци на путевима. Иако су за неке детаљније закључке потребна свеобухватнија истраживања уочена је предвидива повезаност изложености утицајима небриге друштва за одређену децу, посебно децу из следећих специфичних средина: атипично (несређено) брачно стање, млађи од 11 година из великих породица, припадници лоших породица (деца проблематичних родитеља), породице које нису беле расе, породице које живе у кућама саграђеним пре 1914. године, породице које станују близу прелаза преко путева и др.

3.4 Интердисциплинарна Конференција посвећена смањењу броја повреда деце пешака у САД

Ефективна решења проблема безбедности деце у саобраћају морају бити мултидисциплинарна и морају представљати резултат сарадње међу експертима из различитих области. Овакав закључак је утицао на одржавање Панела за превенцију повреда пешака у септембру 1998. године, интердисциплинарне Конференције посвећене смањењу броја повреда деце пешака у САД. Приложени су документи о најновијим достигнућима у области повреда деце пешака, укључујући епидемиологију, едукацију, инжењеринг, социологију, психологију и истраживања. На овој интердисциплинарној конференцији одржаној у Атланти, у Џорџији, учествовало је преко 100 појединаца, представника више од 25 професија. Учесници конференције из САД, Канаде, Велике Британије и Аустралије идентификовали су кључне препреке за смањење повреда деце пешака и дискутовали о критичним корацима потребним за ефективну реализацију плана.

Препоруке са поменутог скупа дате су као стратегије које се могу користити за унапређење безбедности деце пешака у саобраћају и то (Schieber and Vegega, 2001):

1. Повећање свести јавности о потребама за побољшање безбедности деце пешака промовисањем предности пешачења у смислу здравља и животне средине. Покретање координираних државних и локалних јавних кампања за подизање свести и разумевања јавности о:

- међусобној вези здравља појединаца, њихове безбедности, могућности за живот у заједници и заштите животне средине;
- пешацима као учесницима у саобраћају који, као и возачи и бициклисти, имају потребу да буду безбедни у саобраћају;
- начину и степену у коме инжењерска решења могу да повећају безбедност пешака (нпр. смиривање

саобраћаја, одвајање пешака од токова моторних возила, боља контрола пешачких прелаза);

- корисности и ефективности у смислу трошкова примене саобраћајних закона.

2. Модификовање понашања и ставова о пешацима и возачима у циљу побољшања њиховог борава на путевима.

- развијање и подстицање стратегија које побољшавају боравак пешака и возача на путевима, као и побољшање њиховог међусобног поштовања учењем обе групе учесника у саобраћају правилима понашања на путевима;

- помоћ у лакшем разумевању, од стране јавности, степена у коме прекорачење брзине повећава растојања заустављања и тако повећава и ризик од смрти пешака;

- подстицање јавности да пружи подршку примени постојећих ограничења брзине (нарочито у школским зонама и стамбеним областима), примени закона о забрани претицања школских аутобуса, као и закона који доносе погодности за пешаке; подршка развоју и коришћењу иновативних технологија, као што су камере за снимање проласка кроз црвено светло, у циљу помоћи у примени саобраћајних закона;

- развијање, процена и распрострањивање програма едукације родитеља и возача о способностима деце и њиховим ограничењима у улози пешака у саобраћају; узимање у обзир различитих стилова и могућности родитеља; подстицање родитеља да контролишу своју децу у саобраћају и да их уче правилима безбедности пешака, у складу са годинама старости деце.

3. Развијање и реализација ефективних програма за безбедно пешачење

- обезбеђење да програми за превенцију повреда деце пешака добијају подршку јавног и приватног сектора, довољну за реализацију програма у свим државама; укључивање истакнутих особа из Конгреса и корпорација, као и особа значајних на националном нивоу;

- подстицање федералних агенција одговорних за безбедност на путевима да предузимају ефективне активности обуке о безбедности пешака за децу; подстицање федералних, државних и локалних одељења за едукацију да успоставе безбедне руте до школа;

- подстицање држава да развијају планове за безбедност пешака који рефлектују потребе заједнице; подстицање одељења за транспорт у свакој држави да успоставе и изаберу адекватно особље канцеларија за безбедност пешака, које треба да координирају и обављају програме обуке, да обављају информисање јавности и да покрећу едукационе кампање, као и да развијају локалне програме широм државе;

- на нивоу заједнице, формирање мултидисциплинарних коалиција за покретање програма који наглашавају аспекте безбедности, као и користи пешачења за здравље и очување животне средине; подстицање родитеља, учитеља, школских администратора, педијатара и осталих који обезбеђују негу деце да идентификују и креативно решавају проблеме безбедности пешака; трагање за нетрадиционалним партнерима.

4. Присмотра у циљу мерења стопе повреда деце пешака, квантификовања обима пешачења карактеристичног за децу, и идентификовања фактора ризика од повреда.

- идентификовање и провера корисних индиректних мера помоћу којих се може предвидети догађање повреда деце пешака; коришћење ових мера за праћење ефективности програма;

- развијање и тестирање индикатора преовлађујућег пешачења у транспорту, ставова јавности у вези користи и ризика пешачења, као и индикатора постојања друштвеног ризика од пешачења, као и ризика у смислу окружења;

- развијање система присмотре локалних фактора ризика, за праћење тога како и где долази до повреда деце пешака, и за идентификовање промена у окружењу и понашању које би могле да спрече те повреде; успостављање веза са осталим изворима података, нарочито са подацима хитних служби и са полицијским извештајима о саобраћајним незгодама.

4. ЗАКЉУЧАК

Приказ најзначајнијих истраживања безбедности деце у саобраћају у развијеним земљама представља велики допринос у размени (импортовању) позитивних искустава и усаглашавању метода истраживања у области домену безбедности деце у саобраћају. Посебно су значајна она истраживања која су заснована на сличним моделима јер омогућавају поред методолошке компарације и поређење предложених мера и остварених резултат.

Поред наведеног, додатна пажња је посвећена сводном приказу најзначајнијих истраживања безбедности деце у циљу омогућавања квалитетне литерарне основе будућим истраживачима у овој области.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] DfT: Children's Road Traffic Safety: An International Survey of Policy and Practice, Road Safety Research Report No. 47, Department for Transport, London, June 2004.
- [2] DfT: Child Road Safety – Achieving the 2010 Target, Department for Transport, London, September, 2002.
- [3] DfT: Children's Traffic Safety: International Lessons for the UK, Road Safety Research Report No. 47, Department for Transport, London, July 2004.
- [4] Schieber, R. A., Vegega, M. E.: National Strategies for Advancing Child Pedestrian Safety, National Center for Injury Prevention and Control, October, 2001.

Кратка биографија:

Милена Пејовић рођена је у Подгорици 1984. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранила је 2016. год.

**ANALIZA I RACIONALIZACIJA LOGISTIČKIH PROCESA PRI
SNABDEVANJU TOPLANE ZEMUN****ANALYSIS AND RACIONALISATION OF LOGISTIC PROCESSES IN
SUPPLYING HEATING PLANT ZEMUN**

Mihajlo Ajdinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je izvršeno istraživanje logističkih procesa pri snabdevanju Toplane Zemun. Za posmatrani period analizirani su procesi dopreme, skladištenja i stanja zaliha pogonskog goriva. Analiza je izvršena na osnovu kvantitativnih, troškovnih i vremenskih karakteristika tokova mazuta. Nakon toga izvršena je kritička analiza dobijenih rezultata i dat je predlog mera za racionalizaciju posmatranih procesa.

Abstract - The paper presents research of logistics processes in supply the company „Toplana Zemun“. For the observed period analyzed the processes of supply, storage and stocks of fuel. The analysis was based on quantitative, cost and time characteristics of the flow of fuel oil. Subsequently performed under the critical analysis of the results and give a series of measures to rationalize the observed processes.

1. UVOD

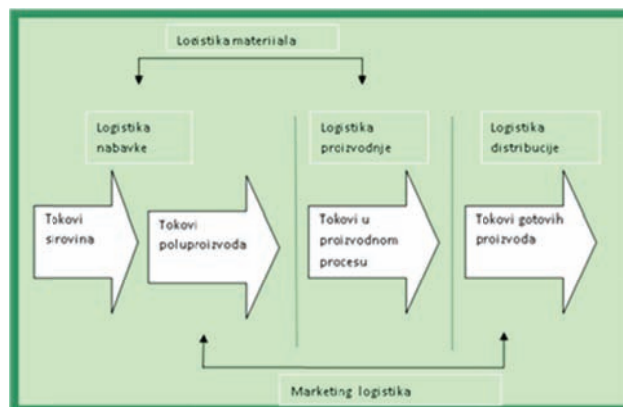
Promene na tržištu, prvenstveno se ogledaju kroz globalizaciju i internacionalizaciju, povećanu osetljivost u pogledu: kvaliteta i cene proizvoda i/ili usluga, poštovanje rokova isporuke, prilagođavanje proizvoda specifičnim zahtevima kupaca [1,2]. Kod preduzeća koja nastoje da postanu i ostanu konkurenta, ove promene uslovljavaju primenu specijalne strategije menadžmenta koja, uz poštovanje specifičnosti okruženja, objedinjuje poznate pojedinačne strategije menadžmenta. U okviru poslovne strategije preduzeća značajno mesto zauzima i logistički menadžment sa ciljem, da uz najmanje troškove poveže sve funkcije snabdevanja i distribucije materijalnih dobara i da kroz smanjenje zaliha i poštovanje rokova, utiče na povećanje konkurentne sposobnosti preduzeća. Pri tome treba imati u vidu da logistiku čini sistem aktivnosti koje omogućavaju oblikovanje, projektovanje, usmeravanje vođenje i regulisanje protoka robe (materijala, proizvoda), energije i informacija unutar i između sistema.

Svaki poslovni sistem veliku pažnju mora posvetiti optimalnom korišćenju raspoloživih resursa. Preduslov za optimalno korišćenje resursa je pažljivo planiranje, kontrola i upravljanje svim poslovnim procesima u preduzeću i dodeljivanje potrebnih (optimalnih) resursa za njihovu realizaciju. U tom kontekstu treba posmatrati i logističke procese i resurse i imati u vidu da logistika kao posebna poslovna funkcija u preduzeću, ima

zadatak da putem upravljanja tokovima materijalnih dobara i pripadajućih informacija pomogne ostvarenju ciljeva preduzeća.

**2. OPŠTE NAPOMENE O LOGISTICI
PREDUZEĆA**

Logistički sistem je sačinjen od niza elemenata koji omogućavaju izvršenje procesa nabavke materijalnih dobara, transporta, skladištenja, proizvodnje i distribucije u nekom preduzeću. Obuhvata sve aktivnosti koje je potrebno obaviti da bi se realizovao protok materijalnih dobara i njima pripadajućih informacija između nekog preduzeća i njegovih dobavljača, kao i između preduzeća i njegovih kupaca. Kako se logistika bazira na realizaciji tokova materijalnih dobara i pripadajućih informacija, veoma je važno diferenciranje logistike sa aspekta faza realizacije ovih tokova, što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Funkcionalno diferenciranje logistike

Logistika nabavke (snabdevanja), kao deo logističkog sistema preduzeća, bavi se prvom fazom protoka materijalnih dobara (sirovine, pomoćni i pogonski materijali) koja obuhvata prostor od dobavljača na tržištu nabavke, pa do prijemnog skladišta preduzeća. Predmet ovog rada je istraživanje i analiza logističkih procesa pri snabdevanju Toplane Zemun pogonskim gorivom potrebnim za njen rad.

**3. OPŠTE KARAKTERISTIKE JKP
„BEOGRADSKE ELEKTRANE“**

Preduzeće JKP „Beogradske elektrane“ predstavlja jednu od najvećih kompanija za proizvodnju i isporuku toplotne energije na Balkanu, sa instaliranim proizvodnim kapacitetom od 2832 MW i 36 MW snage dobijene ugradnjom ekonomajzera na toplanama Novi Beograd, Zemun, Konjarnik, Voždovac, Cerak i Dunav i toplovodnim mrežama od oko 710 km trase. Iz sistema Beogradskih

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Svetlana Nikolić, docent.

elektrana toplotna energija isporučuje se u 301.327 stanova u Beogradu, Mladenovcu, Barajevu i Banovcima. U tabeli 1 dati su podaci o kategorijama potrošača.

Tabela 1. Aktivni potrošači JKP „Beogradske elektrane“

Vrsta potrošača	Aktivni konzum kod potrošača (MW)	%
Stambeni prostor	2 147,4	77
Poslovni prostor	649,95	23
Ukupno	2 797,35	100

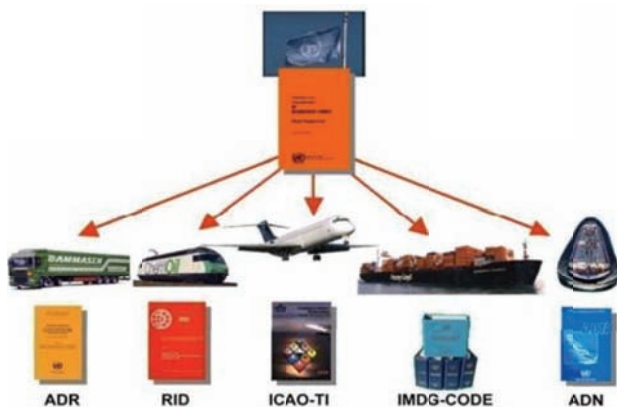
Toplana Zemun je organizacioni deo JKP „Beogradske elektrane“, nalazi se u Zemunskom naselju Sava Kovačević. Osnovna delatnost ove toplane jeste da obezbedi toplotnu energiju, kao i toplu vodu za potrošače na teritoriji opštine Zemun, kako domaćinstvima tako i privrednim subjektima. Kao energent za proizvodnju toplotne energije, toplana koristi pretežno mazut, mada se poslednjih godina vrši modernizacija i postepeno se preorijentiše na gas. Postojeća proizvodnja toplotne energije u toplani Zemun iznosi 86.648 MW, što u odnosu na 2.851.563 MW u sistemu JKP „Beogradske elektrane“ iznosi ~4%. Toplana Zemun zagreva 853.173 m² (77%) stambenog prostora, i 254.843 m² (23%) poslovnog prostora.

4. TRANSPORT OPASNIH MATERIJA

Prevoz opasnih materija regulisan je Uredbom o prevozu opasnih materija u drumskom i železničkom saobraćaju i ostalim vidovima saobraćaja [3,4,11]. Na slici 2 dat je prikaz međunarodnih propisa i konvencija koje regulišu transport opasnih materija.

Prilikom transporta opasne robe u vozilu se moraju nalaziti sledeći dokumenti:

1. Sertifikat za vozača;
2. Sertifikat za vozilo;
3. Isprava o prevozu;
4. Uputstvo o posebnim merama bezbednosti;
5. Odobrenje za prevoz;
6. Dodatna oprema vozila i
7. Potvrda o osiguranju robe.



Slika 2. Propisi za transport opasnih materija

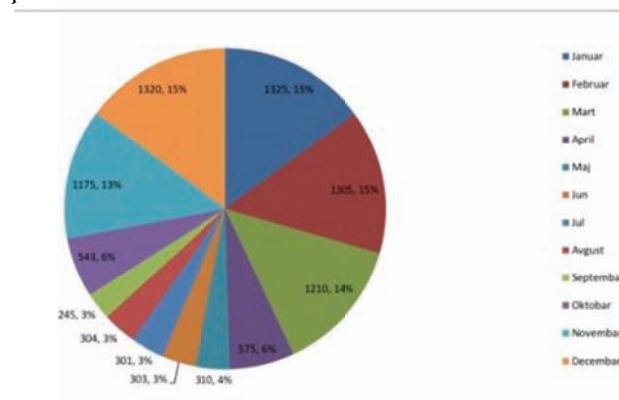
4.1. Transport mazuta i skladišni kapaciteti Toplane Zemun

Za dopremu mazuta u Toplanu Zemun angažovani su spoljni transporter. Mazut se za Toplanu Zemun dovozi kamionima-cisternama iz skladišta Toplane Novi Beograd gde je i centrala JKP „Beogradske elektrane“. Do skladišta

Toplane Novi Beograd, mazut se transportuje iz pančevačke rafinerije NIS-a. Cena transporta na kratkim relacijama, kao što je u posmatranom slučaju, definiše se po jedinici zapremine (težine), a ne u pređenim kilometrima, a prema cenovniku JKP „Beogradske elektrane“ [8-10]. Skladištenje mazuta u Toplani Zemun vrši se u rezervoarima čiji kapacitet iznosi 300t. Toplana raspolaže sa tri rezervoara, jedan od 200t i dva manja od po 50t. Za praznjenje jedne cisterne kojom se doprema mazut (oko 25 tona), potreban je oko jedan sat u zavisnosti od gustine - stepena zagrejanosti mazuta (to je povezano sa viskoznošću mazuta) [12].

4.2. Struktura potrošnje mazuta

Ukupna potrošnja mazuta za period od 01.01.2014. do 31.12.2014. godine utvrđena je na osnovu uvida u dokumentaciju preduzeća, što je na mesečnom nivou prikazano na slici 3.



Slika 3. Potrošnja mazuta po mesecima

Prosečna dnevna potrošnja mazuta (u režimu grejanja) je:

- za spoljne temperature od oko +10° C je: jedna cisterna mazuta oko 25 tona,
- za spoljne temperature od oko 0° C je dve cisterne, oko 50 tona mazuta,
- za spoljne temperature od oko -10° C je tri cisterne oko 70 tona mazuta i neprekidan 24 časovni rad svih 5 kotlovskih jedinica, ukupne toplotne snage 550 MW.

Prosečna potrošnja mazuta u letnjoj sezoni je oko 25 tona (jedna cisterna mazuta) za 5 dana.

5. TROŠKOVI LOGISTIČKIH PROCESA PRI SNABDEVANJU

Ovo poglavlje razmatra troškove logističkih procesa pri snabdevanju Toplane Zemun mazutom potrebnim za njen rad, odnosno troškove: transporta, pretakanja, skladištenja i zaliha mazuta. Utvrđivanje ukupnih logističkih troškova, ima višestruki značaj a vrši se radi realizacije dva osnovna cilja:

- dobijanja informacija o učešću troškova logistike u ukupnim troškovima;
- dobijanja podataka o posledicama izmene asortimana robe, količine robe, prostornog razmeštaja dobavljača, vremenske strukture nabavke i njihovog uticaja na logističke troškove i ukupne troškove.

Logistički troškovi (Tn) su kompleksni, a čine ih:

- Troškovi administracije (Ta)
- Troškovi transporta (Tt)
- Troškovi pretovara (Tp)

- Troškovi skladištenja (Ts)
- Troškovi nastali usled posedovanja zaliha (Tz)

$$T_n = T_a + T_t + T_p + T_s + T_z$$

Ukupni logistički troškovi nabavke mazuta u posmatranom periodu sumirani su u tabeli 2.

Tabela 2. Logistički troškovi

Kategorije troškova	Iznos u dinarima	Učešće u troškovima (%)
Troškovi administracije	3.427.200,00	10,66
Troškovi transporta	10.980.000,00	34,15
Troškovi skladištenja	12.943.842,00	40,26
Troškovi zaliha	4.800.648,00	14,93
Ukupni troškovi	32.151.690,00	100,00

Dinamika snabdevanja se određuje na osnovu plana proizvodnje, dakle potrebe za mazutom su unapred definisane. Budući da se radi o relativno dugom vremenskom periodu za koji se ovakav plan izrađuje, a shodno činjenici da proizvodnja uvek mora imati potrebnu količinu mazuta, javlja se visok nivo zaliha ove sirovine u zimskom periodu u skladišnim sistemima iz razloga osiguranja kontinuiteta proizvodnje toplotne energije. Kratkoročnije planiranje nabavke rezultovalo bi većom usklađenošću potrošnje i snabdevanja.

6. RACIONALIZACIJA PROCESA NABAVKE ENERGENATA

Kroz analizu logističkih procesa pri snabdevanju Toplane Zemun uočeni su izvesni nedostaci u organizaciji i realizaciji posmatranih procesa. Kao sumarni rezultat analize, utvrđeni su ukupni logistički troškovi i zaključeno je da troškovi zaliha i skladištenja iznose oko 55% tako utvrđenih logističkih troškova. Tako dobijene vrednosti ukazale su da mere za racionalizaciju postojećeg stanja, pre svega, treba tražiti u okviru sistema upravljanja zalihama. U tom smislu, u predlogu za poboljšanje stanja u oblasti zaliha korišćen je Harisov model, kao dinamički model sa determinističkom potrošnjom [8-10]. Harisov model je razvijen za utvrđivanje optimalnog nivoa zaliha koje se obnavljaju u vremenu pod sledećim pretpostavkama:

1. Q (jed.)-potrošnja u širem vremenskom periodu (obično godinu dana) je konstantna;
2. p - koeficijent proporcionalnosti troškova sa vrednošću zaliha;
3. C (din/jed) - cena jedinice zaliha;
4. T_n (din) - troškovi jedne nabavke;
5. mogućnosti izvora snabdevanja su neograničene u odnosu na naručenu količinu i izvršenje isporuke te količine je neposredno nakon porudžbine;
6. Ne postoje nikakva ograničenja u samom sistemu zaliha.

Nabavkom veće količine određenog artikla smanjuje se broj nabavki u posmatranom vremenskom periodu, a time se smanjuju i ukupni troškovi nabavke. Međutim, nabavkom većih količina ostvaruje se i veći srednji nivo zaliha, što ima za posledicu porast troškova posedovanja zaliha (vezanih sredstava u zalihe, troškova skladištenja, itd.). Imajući to u vidu, može se očekivati da postoji

optimalna veličina nabavke (ekonomična količina nabavke) za koju će ukupni troškovi biti minimalni.

7. KOMPARATIVNA ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA I PREDLOŽENOG REŠENJA

U predlogu mera za otklanjanje nedostataka predložena je racionalizacija procesa nabavke primenom Harisovog modela. Budući da su za posmatrani period utvrđene potpuno nove vrednosti ekonomične količine nabavke (q'), ali da nisu izvršene bitnije promene vremenskog intervala između dve nabavke (V_0), kao i ukupan broj nabavki u posmatranom periodu (n), ostvarene su i potpuno nove vrednosti logističkih troškova.

U tabeli 3 dat je uporedni pregled osnovnih pokazatelja zaliha.

Tabela 3. Komparativna analiza pokazatelja zaliha

Parametri zaliha	Postojeće vrednosti A	Projektovane vrednosti B	Razlika A-B	Procentualna vrednost A-B
Zalihe u junu	40,4	30,02	10,38	-25,69 %
Zalihe u decembru	281,15	193,7	87,45	-31,10 %
Koeficijent obrta u junu	3,78	5,12	1,34	35,45 %
Koeficijent obrta u dec.	4,8	6,36	1,56	32,5 %

Efekte smanjenja logističkih troškova najlakše je prikazati tabelarno, sa apsolutnim i relativnim vrednostima promene projektovanih u odnosu na postojeće logističke troškove (tabela 4).

Tabela 4. Tabela uporednih vrednosti stvarnih i optimalnih troškova

Logistički troškovi	Postojeće vrednosti A	Projektovane vrednosti B	Razlika A-B	Procentualna razlika A-B
Troškovi administracije (T_a)	3.427.200	3.427.200	0	0
Troškovi transporta (T_t)	10.980.000	7.857.000	3.123.000	28.44
Troškovi skladištenja (T_s)	12.943.842	11.383.686	1.560.156	12.05
Troškovi zaliha (T_z)	4.800.648	3.351.750	1.448.898	30,18
Ukupno:	32.151.690	22.592.436	9.559.254	29,73

Primenom predloženih mera, potreban skladišni kapacitet smanjuje se sa predhodnih 300 t na 50 t u letnjem periodu (u junu mesecu) i 250t u zimskom periodu (u decembru mesecu), odnosno veliki rezervoar kapaciteta 200 t kao i mali kapaciteta 50 t stavljaju se izvan upotrebe u letnjem periodu, a jedan mali rezervoar kapaciteta 50 t u zimskom periodu.

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu je izvršena analiza postojećih procesa nabavke mazuta za potrebe preduzeća Toplane Zemun. Da bi se obuhvatili svi neophodni procesi koji neposredno učestvuju u procesu nabavke, analiza je izvedena u nakoliko koraka. Težište rada je bilo na utvrđivanju logističkih troškova nabavke mazuta i predlogu mera za njihovu redukciju. Analiza procesa nabavke mazuta

ukazuje na niz nedostataka:

- nedovoljna sinhronizovanost nabavke i potreba za odgovarajućim materijalnim dobrima,
- nepostojanje adekvatnog informacionog sistema u službi nabavke,
- nepostojanje centralne instance za praćenje troškova logističkih procesa.

Da bi se postigli efekti neophodno je dati odgovarajuće mesto logistici u postojećoj organizaciji poslovanja. Primenom predloženog rešenja koje u okviru zadataka planiranja procesa nabavke podrazumeva upotrebu adekvatnog matematičkog modela za utvrđivanje željenog stanja zaliha, ostvarili bi se povoljni efekti u vidu smanjenja nivoa prosečnih zaliha, smanjenja logističkih troškova nabavke i učešća ovih troškova u ceni gotovog proizvoda.

9. LITERATURA:

- [1] Gajić Vladeta: Izvod iz predavanja na predmetu Logistika preduzeća, Fakultet Tehničkih Nauka, saobraćajni odsek, Novi Sad, 2002. godina.
- [2] Gladović Pavle: Organizacija i tehnologija drumskog transporta, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2000. godine.
- [3] Nikola Putnik: Autobaze i autostanice, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd 2004.
- [4] Vukićević Slobodan: Skladišta, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet Beograd, 1995.
- [5] Grubiša Vukašin: Analiza distributivnih procesa u preduzeću IPP „Grmeč“, diplomski rad, FTN – Departman za saobraćaj, Novi Sad, 2013.
- [6] Guteša Slobodan: Logistika nabavke i oblikovanje lanca snabdevanja materijalima u preduzeću HIPOL Hemijska industrija a. d. Odžaci, diplomski rad, FTN – Departman za saobraćaj, Novi Sad, 2008
- [7] Službeni list RS 17/91 br. 17, Službeni glasnik RS, br 37/88, 37/89, 53/93, 67/93, 92/93 i 48/94, Zakon o eksplozivnim materijama, zapaljivim tečnostima i gasovima ("Službeni glasnik SRS", broj 44/77).
- [8] Perišić Risto : Savremene tehnologije transporta I , Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1985. godine.
- [9] Perišić Risto : Savremene tehnologije transporta II , Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1985. godine.
- [10] Brewer A., Button K., Hensher D.: Handbook of Logistics and Supply-Chain Management, (2001), Pergamon University of Sydney
- [11] Zakon o prevozu opasnih materija-Sl. List R.S. 27/90 i ADR iz 1997. godine.
- [12] Pravilnik o izgradnji postrojenja za zapaljive tečnosti i o uskladištavanju i zapaljivih materija, Sl.RS,1997.

Kratka biografija:



Mihajlo Ajdinović je rođen u Vrginmostu 1955. god. Master rad je odbranio 2016. godine na Fakultetu Tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj.

LANCI SNABDEVANJA HRANOM**FOOD SUPPLY CHAINS**Dalibor Pešić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Tokom poslednje dve decenije, veličina transportnih tokova se konstantno povećava, iako sama količina robe koja se prevozi raste dosta sporo. Povećana raznovrsnost robe, sistem isporuke "just in time", mala iskorišćenost tovarnog prostora, specijalizacija i centralizacija proizvodnih sistema, globalizacija marketinga i sezone varijacije su glavni izazovi logističkih sistema u budućnosti. Predmet ovog rada je prikaz logistike lanca snabdevanja hranom. Rad predstavlja sistematizaciju osnovnih vrsta lanaca snabdevanja hranom u kontekstu strukture, poslovnih procesa i učesnika.

Abstract – During the last two decades, the size of traffic flows is constantly increasing, although the sheer volume of goods transported is growing very slowly. Increased variety of goods, delivery system just in time, a small cargo space utilization, specialization and centralization of production systems, the globalization of marketing and seasonal variations are the main challenges of logistics systems in the future. The subject of this paper is to present the food supply chain logistics. The work presents a systematization of the basic types of food supply chains in the context of the structure, business processes and participants.

Ključne reči: Logistika, lanac snabdevanja hranom, proizvođači, distributeri, prodavci.

1. UVOD

Lanac snabdevanja hranom predstavlja mrežu aktera koji su uključeni u proizvodnju, preradu i prodaju hrane. Saradnja različitih aktera u lancu snabdevanja hranom je jako važna. Iako nije toliko izražena, međuzavisnost aktera u lancu snabdevanja može postojati između raznih učesnika u lancu. Zbog globalizacije lanca snabdevanja hranom i povećanih zahteva u kontekstu bezbednost hrane, distribucija hrane je postala jedna od glavnih pitanja. Pod pojmom hrane podrazumevaju se sve životne namirnice koje služe za prehranu ljudi. Sve namirnice, osim nekih izuzetaka (voda za piće, mineralna voda i kuhinjska so) su biljnog ili životinjskog porekla. Hrana, naročito sveža hrana, predstavlja grupu proizvoda na kojoj se lako može odrediti kvalitet od strane potrošača. Kvalitet igra ključnu ulogu pri kupovini proizvoda, bilo da se on lokalno uzgaja ili je nacionalni ili globalni brend potrošači sve više naglašavaju važnost kvaliteta hrane (da je sveža, ukusna, hranljiva i bezbedna za ishranu) i dobiti (zaštite prava) životinja [1].

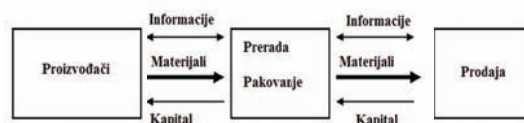
Cilj ovog rada jeste da se na osnovu pregleda odgovarajućih radova, izvrši osnovna analiza i specifikacija sektora lanaca snabdevanja hranom, kako bi se ukazalo na njegov značaj u celokupnom ekonomsko-privrednom sistemu neke države ili regiona.

2. TEORIJSKE OSNOVE KONCEPTA LANCA SNABDEVANJA HRANOM

Uloga upravljanja proizvodnjom i lancem snabdevanja hranom je sve veća i veća širom sveta, kako zbog rasta zabrinutosti potrošača oko kvaliteta hrane i njegove bezbednosti za zdravlje, tako i zbog sve zahtevnijih potreba maloprodaje. Koncept lanca snabdevanja, generalno, podstiče na sveobuhvatno sistemsko izučavanje lanca, fokusiranjem kako na veze između tehnološki različitih segmenata, tako i na upravljanje procesima u ovim segmentima [4]. Moderni lanci snabdevanja hranom, ili agro-prehrambeni lanci snabdevanja, predstavljaju mreže koje podržavaju tri glavna toka:

- fizičke tokove proizvoda, koji obuhvataju premeštaj fizičkih proizvoda od dobavljača sirovina do proizvođača i od proizvođača do krajnjih kupaca,
- finansijske tokove, koji obuhvataju poslove kreditiranja i pozajmljivanja, rasporede isplate i otplate, štednje i osiguranja, i
- informacione tokove, koji koordiniraju tokove fizičkih proizvoda i finansijske tokove.

Učesnici u lancu snabdevanja mogu da se nalaze u istoj zemlji ili izvan granica jedne zemlje. Čak i ako su u okviru granica jedne zemlje, učesnici u lancu snabdevanja mogu biti prostorno razmešteni. Neki učesnici u lancu i neke usluge su specijalizovane, dok su ostali učesnici uključeni u više procesa. Logističke usluge obuhvataju transport, komunikacije i informacione tehnologije. Tehnička podrška obuhvata niz istraživačkih i razvojnih poslovnih usluga, ali predstavlja i tehničku pomoć i usluge finansiranja. U lancu snabdevanja hranom uključeno je mnogo učesnika, kao što su: poljoprivrednici, prodavci, trgovci na veliko, seoski trgovci, dobavljači i prevoznici. Na svim nivoima, protok informacija i upravljanje proizvodima je od suštinskog značaja za održavanje kvaliteta hrane u lancu snabdevanja (slika 1).



Slika 1. Tokovi materijala, informacija i kapitala između proizvođača i potrošača u lancu snabdevanja hranom [1]

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marinko Maslarić.

3. RIZICI U LANCU SNABDEVANJA HRANOM

Lanac snabdevanja hranom može da sadrži u sebi više rizika. Najčešće se ti rizici odnose na poljoprivrednike i prerađivačka preduzeća koja se suočavaju sa raznim vrstama rizika.

Tabela 1. prikazuje različite vrste rizika do kojih može doći u jednom lancu snabdevanja hranom.

Tabela 1. Kategorije glavnih rizika sa kojima se suočava lanac snabdevanja hranom [4]

Vrsta rizika	Primeri
Vremenski zavisni rizici	Periodični nedostatak ili višak padavina ili ekstremne temperature, grad, oluje i jaki vetrovi,
Prirodne katastrofe	Velike poplave i suše, uragani, tajfuni, cikloni, zemljotresi, vulkanske aktivnosti
Biološki i ekološki rizici	Bolesti useva i stoke, štetočine, kontaminacija usled loših sanitarnih uslova,
Rizici u prodaji	Promene zahteva tržišta po pogledu količine i/ili kvaliteta robe, promene u zahtevima bezbednosti hrane, promene zahteva za isporukom robe, itd.
Logistički i infrastrukturni rizici	Promene u saobraćaju, komunikaciji, troškovi energije, degradirani i/ili nepouzdan transport, komunikacija, energetska infrastruktura,
Upravljački i operativni rizici	Loše odluke menadžmenta o raspodeli sredstava za život i proizvodnju, loše odlučivanje o korišćenju resursa, slaba kontrola kvaliteta, prognoza i planiranje grešaka,
Javna politika i institucionni rizici	Fiskalna i poreska politika, promenjena i/ili neizvesna politika, promene i/ili neizvesna regulatorna i pravna politika, neizvesna trgovina i trgovinska politika, slab institucionni kapacitet za sprovođenje regulativa
Politički rizici	Bezbednosni rizici i neizvesnost, političko-socijalna nestabilnost u zemlji i u susednim zemljama, prekid trgovine zbog sporova sa drugim zemljama,

Sa gledišta logističkog menadžmenta, integrisani pristup je potreban kako bi se obezbedila efikasna kontrola rizika, a ovo predstavlja zajedničku odgovornost proizvođača, prerađivača, distributera, trgovaca, prodavaca i potrošača u svakoj od prehrambenih industrija, odnosno vrsta lanaca snabdevanja.

4. VRSTE LANACA SNABDEVANJA HRANOM

4.1. Lanci snabdevanja u industriji mesa

Sa povećanjem svetske populacije i poboljšanjem životnog standarda povećava se potrošnja mesa, naročito u razvijenim zemljama. Potrošači vole hranu bez aditiva i hemijskih primesa, žele hranu koja je minimalno obrađivana, bezbedna i ekonomski pristupačna [1].

Identifikacija životinja i praćenje prerade mesa i distribucije, neka su od pitanja koja su vezana za izazove bezbednog kvaliteta i zdravlja mesa. U procesu uspostavljanja identifikacije i sistema praćenja životinja, zemlje treba da uzmu u obzir izbor odgovarajuće tehnologije i da preciziraju zahteve, održe poverljivost kod kupaca, da plaćaju troškove, da sve životinje imaju identifikacioni broj, kvalitet stočne hrane mora da je dobar i da se održi velika bezbednost mesa sa zdravstvenog gledišta [1]. Stres životinja za klanje počinje mnogo pre samog utovara za prevoz do klanice i nastavlja se u različitim etapama do samog trenutka klanja. Posebno način na koji se ove životinje tretiraju pred klanje je opisan kao najružniji aspekt njihovog života pre klanja. Za prevoz stoke, pored poboljšanja dizajna vozila i metoda rukovanja, kontinualno se prate i mere faktori koji izazivaju stres, a takođe se prate i životinje kako bi se poboljšala njihova dobrobit i kvaliteta mesa, odnosno kvalitet finalnog proizvoda. Kompleksan sistem, koji je prikazan na slici 2, razvijen je na Građevinskom odelu Švedskog univerziteta poljoprivrednih nauka¹ [1], a njegov cilj je da sprovede praćenje raznih parametara od poljoprivrednog gazdinstva pa sve do klanice. Komponente se mogu svrstati u četiri grupe: video kamere za praćenje ponašanja životinja, senzori za srce, GPS za merenje tokom prevoza, geografski položaj, senzori za vibracije, temperaturu i senzori za vlagu, senzori emisije štetnih gasova i prenos informacija iz vozila u stacionarnu bazu podataka.



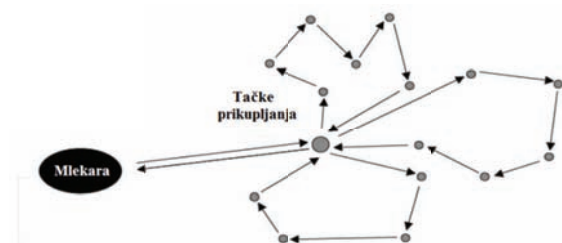
Slika 2. (a) Skica svih senzora u vozilu, video kamera i GPS-a (b) senzori vibracija koji se postavljaju na životinjama [1]

4.2. Lanci snabdevanja u industriji mleka

Mleko predstavlja važan poljoprivredni proizvod koji farmeri koriste i za potrošnju i za prodaju na tržištu. U zemljama u razvoju, očekuje se da će se potražnja za mlekom povećati za 25 % do 2025. godine. U takvim zemljama, mali poljoprivrednici su glavni proizvođači mleka. Uvoz mleka u zemljama u razvoju povećan je za 43 % u periodu od 1998. do 2001. godine, a od ukupne količine mleka, čak 80 % mleka se konzumira u zemljama u razvoju [1]. Optimizacija puta prikupljanja mleka

¹Swedish University of Agricultural Sciences

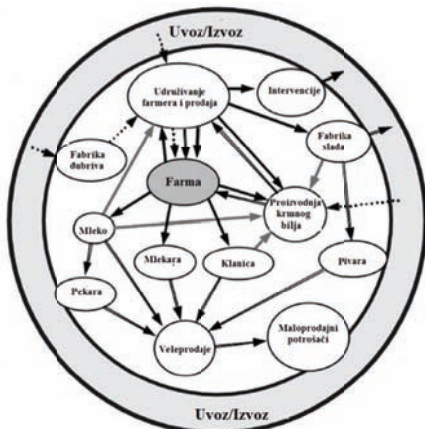
omogućava smanjenje udaljenosti prevoza, kao i vreme prevoza, slika 3. U istraživačkim radovima su merili 60 ruta kojim se vozila kreću prilikom prikupljanja mleka. Ukupna kilometraža tih 60 puteva iznosi 6.357 kilometara. Nakon optimizacije prevoznih puteva pomoću softvera LogiX [1], utvrđeno je da se može ostvariti smanjenje udaljenosti prevoza za 16 %. Sličnim istraživanjem utvrđeno je da se udaljenost prilikom distribucije mleka i mlečnih proizvoda može smanjiti za 22 %, a vreme distribucije se može smanjiti za 24 %.



Slika 3. Šematski prikaz mogućih načina prikupljanja mleka sa farmi i isporuke do mlekare [1].

4.3. Lanci snabdevanja žitaricama

Tokom poslednjih 20 godina protok robe se povećao, uglavnom ne zbog povećanja proizvodnje robe, nego zbog drugih faktora kao što je specijalizacija i centralizacija proizvodnih sistema i zbog globalizacije tržišta [1]. Transport poljoprivrednih proizvoda predstavlja važnu komponentu povećanja prevoza robe. Na primer, oko 13% međunarodnog pomorskog prevoza robe zauzima prevoz žitarica [1]. Prevoz žitarica predstavlja glavnu komponentu u prevozu poljoprivrednih proizvoda u celini i obuhvata prevoz žitarica od farme do terminala, prevoz između farmi, između terminala, prevoz od farmi do fabrika za preradu krmnog bilja, prevoz do mlinova i prevoz od terminala do morskih i rečnih luka. Slika 4. ilustruje protok robe u sektoru hrane [1].



Slika 4. Protok materijala od i do farme i drugih sektora u Upsala regionu (Švedska) [1]

5. STUDIJE SLUČAJA

5.1. Lanac snabdevanja mesom u Mineapolisu

Posmatrani lanac snabdevanja u Mineapolisu sastoji se od tri kanala distribucije govedine u Mineapolisu: u specijalizovanim prodavnicama govedine, prodaja govedine direktno potrošačima i prodaja u supermar-

ketima, restoranima i brzoj hrani. Za ovu studiju, kao domaći proizvodi definisani su proizvodi koji su proizvedeni u Minesoti i Viskonsinu. Ova dva grada, imaju ukupnu populaciju od 3,2 miliona, gde 62 % populacije pripada Minesoti, koji je treći po veličini grad na srednjem zapadu. Prehrambena i poljoprivredna proizvodnja predstavljaju glavnu privredu u Minesoti. Oko 81.000 farmera poseduje više od polovine zemljišta države, a u 2007. godini prodali su robu u vrednosti od 15 milijardi dolara. Posmatrana dva grada imaju rast sektora direktne prodaje. Više od 40 prodavnica drže sami proizvođači, koji posluju u gradskom području i oko 9.000 farmera se bave nekom drugom vrstom marketinga. Ove farme su u 2007. godini generisale, direktnom prodajom potrošačima, oko 67,7 miliona dolara [3]. U Minesoti vrednost proizvoda od govedine na godišnjem nivou iznosi oko 1,4 milijarde dolara. Oko 25.000 proizvođača govedine, oko 30 % svih farmera u Minesoti, angažuje se u nekom aspektu proizvodnje mesa, uključujući uzgoj, preradu i čuvanje mesa [3]. Grla koja su spremna za klanje se mogu transportovati u jednu od 93 državne i 22 federalne klanice. Procenjuje se da u ova dva grada kupci potroše oko 100 miliona tona godvedine godišnje.

5.2. Lanac snabdevanja mlekom u Vašingtonu

Posmatrani lanac snabdevanja u Vašingtonu sastoji se od tri kanala distribucije mleka u Vašingtonu (u daljem tekstu područje DC): slobodno etiketirano mleko iz komercijalnih mlečnih zaduga (redovan lanac snabdevanja), lokalni brend koji prodaje svoj proizvod direktno kod potrošača (direktan lanac snabdevanja tržišta) i potpuno lokalni organska prodaja u malim lancima prodavnica (posredni lanac snabdevanja). Za ovu studiju slučaja lokalni prehrambeno proizvodni prostor se definiše kao područje Vašington – Baltimor – Severna Virdžinija, plus oblasti koje dele granice sa ovom statističkom oblašću. Ukupan broj stanovnika na području DC-a je gotovo 10,4 miliona. Područje DC ima oko 3.480 mlekara sa ukupnim stočnim fondom od 252.640 grla, koliko je iznosilo 2007. godine, što rangira ovu državu na 11 mesto u okviru SAD-a [3]. U području DC dominira nekoliko velikih lanaca supermarketa. Tri lanca supermarketa čine oko 58 % tržišnog učešća supermarketa u zemlji [3]. Van ova prva tri lanca, maloprodajni objekti koji nisu članovi nekih lanaca imaju udeo od 7 % u oblasti DC. Postoji ukupno 177 pijaca i ukupno 4.009 farmi koje prodaju svoje proizvode direktno potrošačima. Ova prodaja u 2007. godini iznosila je 49,8 miliona dolara [2,3].

6. INDUSTRIJA HRANE U VOJVODINI

6.1. Žitarice

Proizvodnja žitarica predstavlja jedan od najdominantnijih segmenata poljoprivredne proizvodnje širom Evrope i u Vojvodini, i ima dugu tradiciju na ovim prostorima. Zahvaljujući povoljnim kretanjima u pogledu cena žitarica na međunarodnom tržištu, koje dostižu svoje maksimume tokom 2008. i 2011. godine, u zadnjih nekoliko godina, primetan je trend povećanja proizvodnje žitarica, i to zahvaljujući kukuruzu, dok je kod pšenice i ječma prisutna stagnacija i pad proizvodnje u Vojvodini.

U periodu 2006. -2010. godina, oko 75% proizvodnje žitarica u Vojvodini odlazilo je na kukuruz, udeo pšenice bio je 21,7%, dok je ječam učestvovao sa oko 3%. Struktura proizvodnje žitarica na teritoriji Srbije, bar kada su u pitanju udeli pojedinih kultura, predstavlja sliku u ogledalu Vojvodine. Situacija kod drugih posmatranih zemalja je nešto drugačija, tako da već na nivou CEFTA, udeo pšenice i ječma u proizvodnji žitarica je veći, na uštrb nešto manjeg udela proizvodnje kukuruza u poređenju sa Vojvodinom.

6.2. Voće

Danas je Vojvodina vodeći voćarski region Srbije po površinama pod savremenim zasadima voća i proizvođačima koji su konkurentni i na evropskom nivou.

Dominantnu proizvodnju jabuke u Vojvodini poslednjih godina sve više prati diverzifikacija proizvodnje – intenzifikacija gajenja šljive, breskve te sve više savremenih zasada trešnje i višnje. Zbog rizične proizvodnje, kruška još uvek traži svoje mesto koje je imala pre nekoliko decenija u voćarstvu Vojvodine. Očekuje se da će se i u Srbiji sve više voća prodavati supermarketima u kojima se tržište prebacuje na količine, kvalitet i razrađen sistem distribucije i čuvanja.

6.3. Povrće

U Vojvodini se proizvode vrste iz obe velike grupe povrća – kvarljivo i nekvarljivo, a svaka vrsta se odlikuje brojnim specifičnostima u svojoj trgovini, proizvodnji i potrošnji. Lako kvarljivo povrće (paradajz, paprika, krastavci, salate i drugo) nije transportabilno i manje se sa njim trguje, tj. više je lokalno definisano, dok se trgovina obavlja među susednim zemljama. Cena je važnija kod teže kvarljivog povrća (krompir, luk, šargarepa i drugo) jer su oni već postali gotovo berzanski proizvodi, koje je lako i isplativo transportovati. Poslednjih 10 godina određeni broj proizvođača dostigao je nivo tehnologije i konkurentnosti na nivou najboljih evropskih proizvođača u proizvodnjama za koje su se specijalizovali. U ovu grupu spada i određeni broj usko specijalizovanih kompanija koje koriste najsavremeniju tehnologiju. Ipak, najviše je porodičnih gazdinstava grupisanih u određenim selima i područjima (Gospođinci, Begeč,...). S druge strane, postoji veliki broj malih proizvođača koji proizvode za sopstvene potrebe, prodaju od kuće ili na lokalnim pijacama.

6.4. Meso i mleko

Stočarstvo, proizvodnja mesa i mleka je neosporno u krizi u Vojvodini i to već duži vremenski period. Zabrinjavajuće je brzo opadanje udela stočarske proizvodnje, naročito u godinama kada je Srbija konkurentna sa cenom kukuruza i kada bi trebalo da ima konkurentniju proizvodnju stočne hrane. Međutim, sličan trend je primetan i u EU i NZČ. Karakteristični trendovi koji se uočavaju u proizvodnji mesa i mleka u Vojvodini su sledeći: broj proizvođača se konstantno smanjuje, značajno brže nego što se smanjuje proizvodnja. Ovo ukazuje na povećanje konkurentnosti onih koji ostaju da se bave proizvodnjom. Inače proizvodnja mleka i mesa je podeljena između onih koji proizvode za svoje potrebe i specijalizovanih farmi. Specijalizovane farme su ili na porodičnim gazdinstvima ili su vlasništvo kompanija. Veliki i srednji proizvođači u Vojvodini u najvećem broju

slučajeva su konkurentni ili imaju potencijal da budu konkurentni. Pored ove dve grupe postoje, naročito u sektoru svinjarstva, proizvođači koji imaju kapacitete za proizvodnju i koji lako ulaze i izlaze iz proizvodnje, pod poticajem dobre ili loše cene. Oni izazivaju velike oscilacije u proizvodnji i ceni [5].

7. ZAKLJUČAK

U lancu snabdevanja se moraju razgraničiti odgovornosti proizvođača, ljudi koji pakuju, prerađivača, distributera, trgovaca i potrošača. Razne studije pokazuju da u lancima snabdevanja hranom i poljoprivrednim proizvodima postoji mnogo prostora za poboljšanje u pogledu smanjenja prevoznog puta, udaljenosti transporta i vremena transporta, smanjenja emisije štetnih gasova, poboljšanja pakovanja prehrambenih proizvoda i poboljšanja transportnih usluga. Ova logistička poboljšanja su moguća kako u razvijenim zemljama, tako i zemljama u razvoju. Primeri koji su dati u ovom diplomskom radu mogu pomoći u razvoju privrede Srbije i organizacije proizvodnje i plasiranja robe na tržište. U našoj zemlji potrebno je stvoriti stabilne lance snabdevanja hranom. Za ovo mogu se koristiti strana iskustva i ovaj rad prikazuje način organizacije lanaca snabdevanja, kao i efekte koje proizvodi racionalna organizacija lanaca snabdevanja hranom.

8. LITERATURA

- [1.] Girma Gebresenbet i Techane Bosona, "Logistics and Supply Chains in Agriculture and Food", Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2012., Sweden
- [2.] "The food value chain: A challenge for the next century", Deloitte, 2013.
- [3.] Robert P. King, Michael S. Hand, Gigi DiGiacomo, Kate Clancy, Miguel I. Gómez, Shermain D. Hardesty, Larry Lev, and Edward W. McLaughlin, *Comparing the Structure, Size, and Performance of Local and Mainstream Food Supply Chains*, United States Department of Agriculture, Economic Research Report Number 99, 2010.
- [4.] Steven Jaffee, Paul Siegel, i Colin Andrews, *Rapid agricultural supply chain risk assessment*, Agriculture and Rural Development Department, World Bank, 2008.
- [5.] Goran Živkov, Brankica Obućina, Nemanja Teofilović, Pascal Bernardoni, Ivana Dulić, Marković, Danijela Bardić i Miroslav Božić, *Analiza trendova u proizvodnji i trgovini poljoprivrednih proizvoda iz Vojvodine u odnosu na proizvodnju i trgovinu u Srbiji, regionu, EU i svetu*, SEEDEV, 2012.

Kratka biografija:



Dalibor Pešić, rođen u Leskovcu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – oblikovanje logističkih procesa u lancima snabdevanja.

**SARADNJA MEĐUNARODNIH POŠTANSKIH I CARINSKIH ORGANIZACIJA KAO
PREDUSLOV RAZVOJA E-TRGOVINE****COOPERATION BETWEEN INTERNATIONAL WTO AND UPU ORGANIZATIONS AS
PRECONDITION FOR THE DEVELOPMENT OF E-COMMERCE**

Miroslav Vitas, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu dati su opisi i definicije Svetske carinske organizacije i Svetskog poštanskog saveza, veza između ove dve institucije, njihova međusobna saradnja i povezanost, strategije koje su proizašle iz te saradnje, kao i nove tehnologije koje u velikoj meri doprinose efikasnijem funkcionisanju ove dve organizacije. Deo rada posvećen je primeni elektronske trgovine u poštama širom sveta sa detaljnim primerima kao i njihovoj međusobnoj saradnji.

Abstract – In this paper a description and definitions of World Customs Organization and World Postal Union have been given, as well as the connection between the two, their mutual cooperation and association, strategies that have emerged from their cooperation along with the Modern Technologies that greatly contributed to the functioning of the two organizations in an effective way. A segment of the paper is dedicated to the e-commerce in Posts around the world along with detailed examples as well as their mutual cooperation.

Ključne reči: Pošta, Carina, Saradnja, Nove tehnologije, Elektronska trgovina

1. UVOD

Liberalizacija zakonske regulative zemalja tržišne privrede u oblasti komunikacija i poštanskog saobraćaja uslovljava potrebu za svetskom integracijom u ovim oblastima, kao i u različitim vidovima međunarodne saradnje između svih učesnika u poštanskom svetu i zahtevaju saradnju sa svetskom carinskom organizacijom. Svetski poštanski savez je međunarodna organizacija koja koordiniše poštanske politike i pravila između, a time i svetski poštanski sistem. Sa druge strane, Svetska carinska organizacija osnovana je 1952. godine, kao Savet za saradnju carina, a od 1994. postoji kao Svetska carinska organizacija, što već samim imenom pokazuje prelaz na svetsku organizaciju.

**2. SVETSKI POŠTANSKI SAVEZ I UNIVERZALNA
POŠTANSKA USLUGA**

Svetska poštanska usluga (Universal Postal Service - UPS) postaje sve više fokus interesovanja poštanske javnosti naročito u zemljama Evrope [1]. Svetski poštanski savez (UPU) predstavlja specijalizovanu agenciju Ujedinjenih nacija sa sedištem u Bernu (Švajcarska), osnovan 1874. godine, sa misijom uspostavljanja i unapređenja saradnje na multilateralnoj osnovi i obezbeđenja uspešnog funk-

cionisanja poštanskog saobraćaja, sa jedne strane, i davanja doprinosa postizanju viših ciljeva međunarodne saradnje u kulturnoj, socijalnoj i privrednoj oblasti. Savez trenutno broji 192 države članice, i to 29 industrijalizovanih i 163 zemlje u razvoju, udruženih u cilju jedinstvenog i kvalitetnog obavljanja međunarodnih poštanskih usluga. Države članice imaju obavezu pružanja UPS na celoj teritoriji, a u tu svrhu mogu imenovati jednog ili više davalaca UPS za deo ili celu teritoriju, kao i deo ili sve elemente Univerzalne poštanske usluge. Države su dužne da preduzmu sve mere kako bi obezbedile obavljanje UPS prema objektivnim, nediskriminatornim načelima.

Zadatak Svetskog poštanskog saveza je da podstakne trajan razvoj efikasne, pristupačne i kvalitetne univerzalne poštanske usluge u cilju olakšavanja komunikacije među narodima sveta [2].

2.1. Širi društveni aspekt univerzalne poštanske usluge

Prisutnost i kvalitet poštanskog saobraćaja su veoma važni, što se posebno odnosi na pružanje navedenih usluga u lokalnim zajednicama. PESTEL analiza je moćan i široko korišćen alat koji pomaže da se analiziraju političke, ekonomske, socio/demografske, tehnološke promene, kao i promene u životnoj sredini, odnosno radnom okruženju. WOT analiza na jednostavan način identifikuje trenutnu poziciju Svetskog poštanskog saveza u pogledu trendova, razvoja i šireg okruženja u kome posluje i analizira učinke rada [2].

2.2. Redefinisanje opsega UPS

U okviru plenarnog zasedanja organizovana je radionica ERGP u Bukureštu 2014. godine, na kojoj se diskutovalo o implementaciji univerzalne usluge u poštanskom sektoru i analizi efekata tržišnog razvoja i ostalih uticaja na opseg i dugoročnu održivost UPS. Značajni su stavovi sa radionice o (re)definisanju UPS, čiji je cilj uspostavljanje održivog dugoročnog modela UPS, prilagođenog pojedinačnim državama članicama. Model treba da obezbedi fleksibilnost na nacionalnom nivou, uz očuvanje jedinstvenog međunarodnog saobraćaja. Izveštaj treba da ukaže koje su poštanske usluge i dalje neophodne za korisnike u digitalizovanom okruženju, u vremenu kada broj pismonosnih pošiljaka stalno opada [2].

2.3. Strategije i kvalitet u poštanskom saobraćaju

Uporedo sa uvođenjem novih proizvoda i usluga i primeni savremene tehnologije, poštanski sistemi pitanju kvaliteta proizvoda i usluga moraju posvećivati naročitu pažnju. Unapređenje kvaliteta proizvoda i usluga kao i procesa u kojima se oni ostvaruju danas u svetu je opšti trend. U uslovima nelojalne konkurencije kojima su poštanski

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Dragana Šarac.

sistemi izloženi unapređenje kvaliteta se postavlja kao prioritetno. Najznačajnije strategije su: XX kongres (Vašington, 1989.), XXI kongres Svetskog poštanskog saveza (Seul, 1994.), XXII kongres (Peking, 1999.), XXIII kongres (Bukurešt, 2004) čija strategija predstavlja najznačajniji dokument usvojen na kongresu, XXIV kongres (Ženeva, 2008.), XXV kongres u Dohi (Katar, 2012) doneo je odluku o poboljšanju efikasnosti poštanske mreže korišćenjem savremene tehnologije i jedinstvenih standard [3,8].

2.4. Međuzavisnost elektronskih komunikacija i poštanskih usluga

Supstituisanje tradicionalnih poštanskih, posebno pismonosnih usluga, najšire shvaćenim uslugama elektronskih komunikacija, poslednjih godina doživljava takav zamah, koji, kako se čini, dovodi u pitanje i sam opstanak poštanske industrije. S druge strane, čitav opseg hibridnih, elektronsko-finansijsko-poštanskih usluga, postaju okosnica diverzifikacije usluga koju vrše moderni poštanski operatori u cilju očuvanja svoje tržišne pozicije [4].

2.4.1. Budućnost tradicionalnih poštanskih usluga

Prednosti koje elektronska komunikacija ima u pogledu cene, jednostavnosti, brzine, dostupnosti su tolike da tradicionalne pismonosne usluge, mada svakako neće upotpunosti nestati u budućnosti će definitivno predstavljati luksurniji i ekstravagantniji oblik komunikacije [4].

2.4.2. Budućnost komunikaciono-logističkih mreža poštanskih operatora

Tržište tradicionalnih pismonosnih pošiljaka beleži pad na svim nivoima. Tendencija pomeranja težišta ka paketsko-logističkim uslugama je posledica slobodnog delovanja tržišta, odnosno reakcije privrednih subjekata na povećanu tražnju za ovim vrstama usluga.

Jedan od najefektnijih i najefikasnijih načina da se konvergencija info-komunikacionih tehnologija i poštanskih usluga iskoristi u cilju povećanja iskorišćenosti kapaciteta poštanske mreže i povećanja prihoda poštanskih operatora u regionu jeste **stimulisanje elektronske trgovine** [4].

2.4.3. Osnovni preduslovi za razvoj elektronske trgovine

Neophodno je konkretizovati u određenoj meri regulativu u ovoj oblasti tako da ona uvaži sve specifičnosti elektronske trgovine. Dva konkretna elementa poštanske usluge imaju direktan uticaj na manji ili veći obim elektronske trgovine – a to su cena dostave i njen kvalitet. Upravo ova dva elementa Evropska komisija je u svom Akcionom planu iz 2012. godine, svrstala među ključne barijere razvitku elektronske trgovine. Adekvatno regulisanje ovog problema, uz još neke uslove, prema stavu Evropske komisije moglo bi omogućiti udvostručavanje elektronske trgovine [4].

3. SVETSKA CARINSKA ORGANIZACIJA I MEĐUNARODNA TRGOVINA

Savet za carinsku saradnju, što je zvanični naziv Svetske carinske organizacije (SCO), je 1952. godine osnovalo 17

evropskih zemalja sa sedištem u Briselu. Danas je to globalna međunarodna organizacija u koju su učlanjene 171 zemlje najrazličitijih socijalno-ekonomskih nivoa sa svih kontinenata, koje obavljaju 98% međunarodne trgovine. SCO imala je za cilj razvoj i poboljšanje carinskog postupka i carinskog prava. Pravni akti doneseni pod njenim okriljem, bitni za carinsko pravo Evropske Unije, su: Konvencija o harmonizovanom sistemu (1983), Sporazum o karenetu ATA (1990), Revidirana konvencija Kyoto (2007) [5].

3.1. WCO okvir normi za osiguravanje i olakšavanje globalne trgovine

Okvir Svetske carinske organizacije uključuje četiri najvažnija elementa: Zahtev za prethodnom dostavom elektronskih podataka za dolazne, izlazne i tranzitne pošiljke; Upotreba jedinstvenog pristupa upravljanja rizikom u odnosu na sigurnosne pretnje; Izlazna kontrola visokorizičnih roba po zahtevu države koje primaju robu; Prednosti koje treba osigurati privrednicima koji zadovoljavaju minimalne sigurnosne norme nabavnog lanca i imaju efikasan način poslovanja. Jedna od glavnih inicijativa okvira je razviti mrežu carina – carina čiji su glavni ciljevi: Razmena pravovremenih informacija s ciljem efikasnijeg upravljanja rizikom; Otkrivanje opasnih pošiljaka; Saradnja između carinskih uprava radi nadzora u ranijoj fazi u lancu nabave; Uzajamno priznavanje kontrola. Inicijativa Okvira je da se uspostavi partnerski odnos carine s privrednim sektorom. Ovaj status je veoma značajan za poštanske organizacije i saradnju sa njima [6].

3.2. Carinska zaštita u IRZ i razvojna agenda Dohe

Ministarska konferencija, održana u Dohi u novembru 2001. godine, usvojila je razvojni program, koji upućuje na usklađen pristup trgovini i razvoju i stavlja potrebe i interese ZUR u središte radnog programa WTO. Razvoj siromašnih zemalja predstavljati ključni cilj nove runde iz Dohe. U Agendi ove runde akcenat je stavljen na unapređenje pristupa tržištu u poljoprivredi i industriji. Visoki nivoi zaštite i domaće podrške poljoprivrednim proizvođačima u IRZ značajno utiču na mnoge ZUR, kako direktno, tako i putem dejstva na smanjenje cena [6].

3.3. GATT (Opšti sporazum o carinama i trgovini)

Na međunarodnoj konferenciji o trgovini i zaposlenosti, održanoj u Havani (Kuba) 1948. godine, započeli su pregovori o trgovinskoj liberalizaciji (potpisan je Opšti sporazum o carinama i trgovini – GATT i potpisana je povelja o osnivanju Međunarodne trgovinske organizacije –ITO- („Havanska povelja“). Tako je GATT ostao jedini sporazum koji je regulisao međunarodnu trgovinsku politiku sve do 1994. kada je postignut dogovor o osnivanju Svetske trgovinske organizacije – STO (eng. WTO). Prema pravilima GATT-a, postoje izuzeci od delovanja KNP, tj. postoje određene vrste povlastica koje se njom ne prenose. Osmu po redu runda pregovora u GATT-u, započinje 1986. a završava se 1994. Godine [9].

3.4. Funkcije Svetske trgovinske organizacije

Prva funkcija Svetske trgovinske organizacije je primena i nadzor nad multilateralnim i plilateralim trgovinskim sporazumima koji čine Sporazum o Svetskoj trgovinskoj

organizaciji. Druga funkcija je nadzor nad nacionalnim spoljnotrgovinskim politikama. Treća funkcija je rešavanje spoljnotrgovinskih sporova. Četvrta funkcija jeste da služi kao forum za multilateralne spoljnotrgovinske pregovore. Kao dodatne funkcije Svetske trgovinske organizacije mogu se navesti tehnička pomoć i obuka koju ona pruža manje razvijenim zemljama u naporima ka približavanju standardima savremene međunarodne trgovine, bogata izdavačka delatnost i objavljivanje statističkih prikaza različitih aspekata međunarodne trgovine [8].

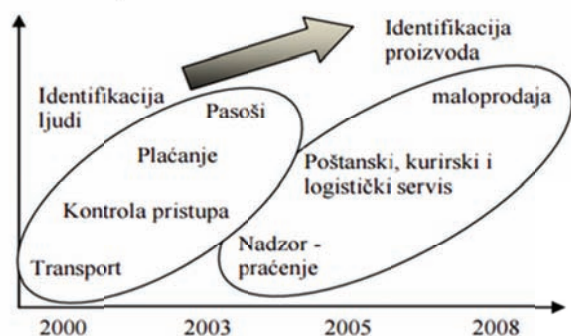
4. SARADNJA IZMEĐU SVETSKJE CARINSKE ORGANIZACIJE I SVETSKOG POŠTANSKOG SAVEZA

Saradnja se zasniva na Kjoto Konvenciji, međunarodnom sporazumu o pojednostavljivanju i harmonizaciji carinskih postupaka, koja je usvojena 1974. godine.

Prihvatanjem specifične prirode poštanskog saobraćaja i uzimanjem u obzir ogromnog broja poštanskih pošiljaka, ovaj dokument definiše pojednostavljene procedure carinjenja za poštanski sektor, sa ciljem maksimalnog skraćivanja vremena i smanjenja troškova carinjenja. Pošte i Carine imaju saradnju u ovim okvirima, kako na nacionalnom, tako i na međunarodnom nivou. Različiti sporazumi saradnje su takođe potpisani između WCO i UPU-a. Najnoviji je potpisan u septembru 2007. godine. Ovaj poslednji sporazum se odnosi na povećanu saradnju između ove dve organizacije kako bi se olakšala slobodna i bezbedna globalna trgovina [16].

5. PRIMENA SAVREMENIH TEHNOLOGIJA KAO OSNOVA BOLJE SARADNJE I RAZVOJA ELEKTRONSKE TRGOVINE

Vodeće poštanske uprave su počele sa unapređivanjem postojeće tehnologije i sa dodavanjem novih u cilju prilagođavanja okruženju, tj. promeni obima pošiljaka, mešanju usluga, potrebama klijenata i regulisanju promena. U proteklih nekoliko godina poštanski operatori su se opredelili i za nove poslovne modele tako da je njihova pažnja premeštena na **logistiku i e-bazirana rešenja**. Većina evropskih poštanskih operatora u 2010. godini je obezbeđivala, ili planirala da obezbedi usluge **hibridne pošte**, ili rešenja **virtuelne dostave**.



Slika 1. Evolucija efikasne primene RFID-a

Usluge **e-commerce**, počevši sa **e-prodavicama**, pa do naprednih usluga kao što su **e-banking** i obezbeđivanje **digitalnih sertifikata**, postaju uobičajene. Razvojem hibridne pošte, očekuju se i nove vrste usluga u poštanskom sistemu. Najznačajnije nove tehnologije su: **T&T (Track&Trace)**, **GIS**, **E-pošta**, **e-bankarstvo** i **e-**

fakturisanje, **hibridna pošta**, **virtualne mreže dostave i e-trgovina**. **RFID tehnologija** doživela je snažan rast i privukla svetsku pažnju od trenutka kada je cena RFID etiketa počela da kontinuirano pada. Oblast primene se usled toga brzo proširila na logistiku lanaca snabdevanja, poštanske i kurirske servise kao i nadzor nad objektima velike vrednosti [11,14,15].

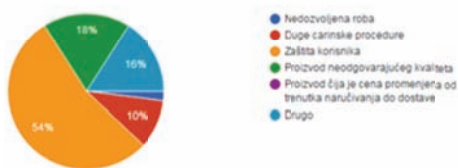
6. ELEKTRONSKA TRGOVINA U POŠTAMA I MEĐUNARODNI SAOBRAĆAJ

Iznenadni porast u e-trgovini pokrenuo je poštanske operatore širom sveta da razviju nove usluge kako bi zadovoljili promenljive potrebe svojih korisnika. Inovativno korišćenje novih tehnologija od strane poštanskog sektora je omogućilo da se nađe u poziciji da predlaže čitav niz usluga koje su povezane sa posećivanjem veb-sajtova e-trgovine i stvaranjem e-tržišta. Umesto da se povuče pred svim novim tehnologijama, koje iz dana u dan menjaju našu koncepciju komunikacija, pošte se i same menjaju i pokazuju da i one mogu biti inovativne. **Pick Post poštanska usluga** (Švajcarska pošta), **„Click N Ship“** (Američka pošta), **PostePay kartica** (Italijanska pošta), **Tunis i e-DINAR** (Pošta Tunisa), **CorreiosNet Shopping** (Braziljska pošta), **Bez granica** (Kanadska pošta), **vPOST** (Pošta Singapura), **Exporta Facil** (Brazil) su samo neki od primera implementacije novih tehnologija u poštanskom sistemu i na delu pokazuju napredak i volju Pošta širom sveta da unaprede svoje usluge i obogate ih novim tehnologijama. Takođe, E-trgovina u Srbiji je u znatnom porastu. Dokaz da naše tržište predstavlja veliki potencijal za razvoj elektronske trgovine je nedavno uvođenje PayPal usluge u Srbiji i predstavlja veliki doprinos razvoju elektronske trgovine. Za sad, u okviru PayPal servisa, kod nas postoji samo opcija *send*, odnosno mogućnost slanja novca, ali još uvek nije moguće primanje novca, odnosno *receive*. Pošta Srbije je pokušala da ustanovi uzrok problema primanja novca i čim se otkloni administrativni problem, kompanija PayPal će omogućiti opciju *receive*. Ova opcija je vrlo značajna za razvoj naše privrede ali i malih i srednjih preduzeća, s obzirom da bi omogućila našim predstavnicima privrede da svoje proizvode putem PayPal-a lakše ponude celom svetu [12,15].

7. PRAVCI DALJE SARADNJE SA PREDLOGOM MERA

Na Regionalnoj konferenciji apostrofirane su sledeće stvari: građani Srbije su nedovoljno obavešteni o mogućnostima koje im pružaju nove tehnologije, postoji veliko nepoverenje prema novim tehnologijama kao i nedovoljna računarska pismenost građana, a uz sve to loša je platežna moć i trenutna ekonomska situacija u državi. Da bi se proverili svi ti navodi, napravljen je upitnik i distribuiran na 50 ispitanika. Upitnik se sastoji od 7 pitanja o korišćenju poštanskih usluga i elektronske trgovine. Od ukupno 50 ispitanika čak 72% nikad ne koristi usluge carine i 70% nikad ne naručuje proizvode putem Pošte što je izuzetno veliki procenat. Kada je u pitanju vreme isporuke pošiljaka, većina ispitanika (58%) smatra da proizvodi retko stižu na vreme što predstavlja veliki i bitan problem u celom poštanskom postupku. 64% ispitanika često koristi internet prilikom naručivanja proizvoda što još jednom potvrđuje da je elektronska trgovina uveliko zaživela na srpskom tržištu a čak 88% ispitanika još uvek ne koristi servis PayPal.

Koji su bili problemi sa kojima ste se susretali prilikom korišćenja elektronske trgovine?
(50 responses)



Slika 2. Problemi prilikom korišćenja elektronske trgovine

Najznačajnije pitanje u sprovedenoj anketi je ono koje se odnosi na probleme sa kojima su se kupci susretali prilikom elektronske trgovine. Čak 54% ispitanika je zaštitu korisnika navelo kao problem. Predloženo je da se roba naručena putem PayPal-a između trgovca i kupca zaštiti tako što će se pojaviti Pošta kao garant tih usluga u cilju što bolje saradnje sa korisnicima. Upravo Pošta je odgovorna da korisnicima obezbedi najbolju moguću uslugu i što bolje zaštititi korisnike prilikom slanja i preuzimanja pošiljki.

8. ZAKLJUČAK

Članstvo u Svetskoj carinskoj organizaciji i Svetskom poštanskom savezu u velikoj meri zavisi od unutrašnjih i spoljašnjih faktora, ali se svodi na realizaciju političkih uslova. Poštanski sektor je, sa svojim fizičkim, elektronskim i finansijskim mogućnostima, spreman da razvija partnerstvo kako bi pomoglo u obezbeđivanju veće otvorenosti međunarodnoj trgovini.

Nove tehnologije su dobile prioritetan značaj i kod javnih poštanskih operatora. Zahvaljujući elektronskoj trgovini (e-commerce), obim paketa je u intenzivnom porastu u poslednjih nekoliko godina.

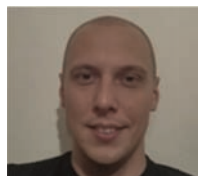
Primenom novih, savremenih rešenja omogućen je drugačiji pristup tržištu i potencijalnim klijentima, što doprinosi bržem i kvalitetnijem odlučivanju prvenstveno zahvaljujući vezi koja se ostvaruje između operatora i klijenata. Omogućavanje PayPal usluge na našem tržištu je novina koja bi u narednim godinama trebalo uveliko da doprinese razvoju elektronske trgovine i celokupne privrede u našoj zemlji uz dobru saradnju Pošte i Carine.

9. LITERATURA

- [1] <http://www.upu.int>
- [2] <http://www.ratel.rs/>
- [3] Milekić, M., „Kvalitet kao faktor opstanka na tržištu poštanskih usluga“, Saobraćajni fakultet, Doboj, 2013

- [4] Gligorić, L., Đumić, S., „Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge“ PosTel 2014, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2014
- [5] <http://www.upravacarina.rs/>
- [6] World Trade Organization Legal Texts, The Legal Texts: The Results of the Uruguay Round of Multilateral Trade Negotiations, Cambridge University Press, 1999
- [7] <https://www.wto.org/>
- [8] <http://www.mvep.hr/>
- [9] <https://www.wto.org/>
- [10] Petrović, V., Đorđević, M., „Uticaj tehnologije na organizaciju- stanje i perspektiva u Pošti Srbije“, JP Pošta Srbije, POSTEL, Beograd, 2014
- [11] Grgurović, B., Štrbac, S., Milovanović-Braković, G., „Uticaj tehnologije na budući razvoj poštanskog saobraćaja“, JP PTT saobraćaja „Srbija“, Visoka ICT škola, Beograd, 2013
- [12] Petrović, V., „Elektronska trgovina u pošti Srbije – stanje i perspektiva“, Javno preduzeće PTT saobraćaja „Srbija“, Beograd, 2010
- [13] <http://www.rapus.rs/>
- [14] Stanivuković, B., Čupić, A., „Nove perspektive primene postojećih sistema automatizacije prerade poštanskih pošiljaka“, POSTEL 2008, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2008
- [15] Grgurović, B., Štrbac, S., & Milovanović-Braković, „Uticaj tehnologije na budući razvoj poštanskog saobraćaja“, Beograd, 2013
- [16] Banks, G., „The Antidumping Experience of a GATT-Fearing Country“ In J. Michael Finger, ed. Antidumping, How It Works and Who Gets Hurt (1993), Ann Arbor, Michigan, U. of Michigan Press, 1993
- [17] <http://www.wcoomd.org/>

Kratka biografija:



Vitas Miroslav rođen je u Novom Sadu 1988. godine. Master rad odbranio je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

SAOBRAĆAJ I ENERGETSKA POLITIKA

TRANSPORT AND ENERGY POLICY

Jovan Jovanovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu su predstavljeni zadaci i ciljevi energetske politike i saobraćaja sa aspekta povećanja energetske efikasnosti i razvijanja alternativnih izvora energije. Prikazana su stanja i perspektive primene alternativnih vrsta goriva kao i uštede u energiji.

Abstract – This paper presents the tasks and goals of energy policy and transport in terms of increasing energy efficiency and developing alternative energy sources. Displayed are the condition and perspective of alternative types of fuel and savings in energy.

Ključne reči: Energija, Gorivo, Politika, Saobraćaj.

1. UVOD

Usled energetske krize i klimatskih promena pojavili su se izazovi koji zahtevaju nove pristupe u rešavanju otvorenih problema u razvoju energetike. Ovi izazovi odnose se na pronalaženje novih izvora energije, prevazilaženje zastoja u izgradnji novih i revitalizaciji postojećih energetske kapaciteta, usavršavanje energetske tehnologije, razvijanje alternativnih izvora energije, povećanju energetske efikasnosti itd. Energetska politika, konkretne zajednice, dobija nove sadržaje u čijem fokusu se nalaze izbor strategija, ekologija i održivi razvoj [1].

Kako se kretao razvoj svetskog privrednog razvoja kretala se i energetika. Potrošnja energije je tokom 20. veka zabeležila visok rast koji se i dalje nastavlja, a to je izazvano [1]:

- povećanjem broja stanovnika,
- povećanjem kvaliteta i standarda života,
- uticajem proizvodnje i potrošnje energije na životnu sredinu,
- strukturnim promenama koje se dešavaju na svetskom energetskom tržištu.

Termin energetska efikasnost znači upotrebiti manju količinu energije (energenata) za obavljanje istog posla - funkcije (grejanje ili hlađenje prostora, rasvetu, proizvodnju raznih proizvoda, pogon vozila i dr.). Važno je istaći da se energetska efikasnost nikako ne sme posmatrati kao štednja energije. Naime, štednja uvek podrazumeva određena odricanja, dok efikasna upotreba energije nikada ne narušava uslove rada i življenja. Pored toga, poboljšanje energetske potrošnje energije ne podrazumeva samo primenu tehničkih rešenja [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Miličić, docent.

2. ENERGETIKA

Energetika je oblast privrede koja se bavi istraživanjem, analizom, proizvodnjom, prenosom i distribucijom energenata i energije [1].

Cilj ekonomike energetike je da se dobije što jeftinija i „kvalitetnija“ energija, koja omogućava dati nivo razvoja tehnike i tehnologije i da se pri tome obezbedi najveći stepen korisnog dejstva čime se minimiziraju troškovi energije u proizvodnji određenih roba, a preko njih i ukupne cene koštanja [1].

Zadatak energetike je ekonomična proizvodnja i smanjenje gubitaka energije, efikasan razmeštaj proizvođača i izbor optimalnog načina transporta. Pored toga je bitan zadatak smanjenje negativnih uticaja na čovekovu okolinu, odnosno smanjenje emisije gasova koji su uzrok efekata staklene bašte [1].

2.1. Energetska politika i strategija

Energetska politika, kao deo opšte ekonomske politike, definisana je kroz načela, ciljeve, zadatke, mere i instrumente, počev od istraživanja i razvoja, dobijanja, distribucije i korišćenja energije sa svrhom obezbeđenja dovoljne količine energije uz prihvatljive cene energije. Uspešnost ostvarenja ovog zadatka energetike moguća je ako se odredi jedinstvena energetska politika, a ne preko politike parcijalnih interesa pojedinih faza sfera prirodnog života ili parcijalnih interesa pojedinih regiona zemlje.

Energetska strategija jedne zemlje predstavlja definisani i konsenzusom prihvaćeni dokument koordinacije daljeg rada institucija koje se bave snabdevanjem energijom, koji postavlja konkurentne ciljeve i definiše mehanizme za prelazak od klasičnog podrazumevanja snabdevanja potrošača sa energijom, ka sigurnom, konkretnom i ekološki prihvatljivom snabdevanju energetskim uslugama [1].

2.2. Energetski bilans

Energetski bilans služi kao osnova za planiranje i prognoziranje mogućnosti i tempa razvoja ne samo energetske privrede već i čitave nacionalne ekonomije. Obzirom na takvu ulogu i mesto energetski bilans je upotrebljiv i kao instrument za efikasno vođenje energetske politike i zemlje. Preko njega se utvrđuju i analiziraju uzroci energetske gubitaka na različitim stepenima energetske metamorfoze za pojedine oblike energije te se na taj način pruža mogućnost i za preduzimanje efikasnih mera za njihovo smanjenje [1].

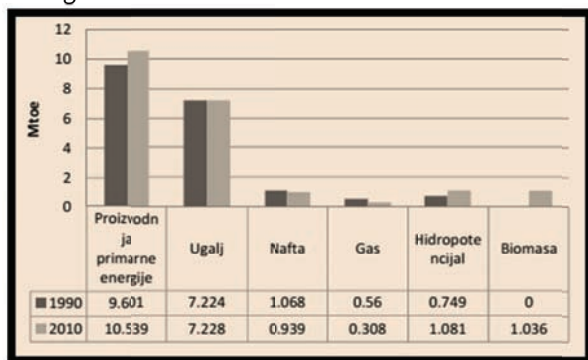
3. ENERGETSKA POLITIKA REPUBLIKE SRBIJE

Energetska politika Republike Srbije nije doživela značajnije preobražaje još od 70-ih godina 20. veka i može se reći da postoji kontinuitet politike dug četiri decenije.

U tom periodu Republika Srbija je prošla kroz konflikte, njeno stanovništvo i privreda su doživeli razaranja i transformaciju ekonomije koja je pretrpela promene u strukturi i obimu.

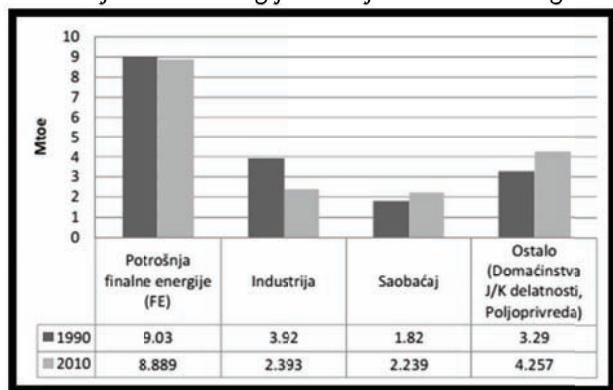
Ove promene su značajno uticale i na strukturu potrošnje i na strukturu proizvodnje energije u Srbiji. Proizvodnja primarne energije u Republici Srbiji je zasnovana uglavnom na lignitu, gorivu niskog kvaliteta, čiju eksploataciju karakterišu visoki direktni, indirektni i oportunitetni troškovi.

Energetska efikasnost velikih ložišta u kojima se ovo gorivo sagoreva je od posebnog značaja za Republiku Srbiju [2]. Proizvodnja primarne energije u Srbiji - 1990. i 2010. godina



Grafikon 1. Proizvodnja primarne energije u Srbiji - 1990. i 2010. godina [2]

Potrošnja finalne energije u Srbiji - 1990. i 2010. godina



Grafikon 2. Potrošnja finalne energije u Srbiji - 1990. i 2010. godina [2]

4. MODELIRANJE TRANSPORTNIH ZAHTEVA SA ASPEKTA ODRŽIVOG TRANSPORTA I ENERGETSKE EFIKASNOSTI

4.1. Principi održivog planiranja

Saobraćajni objekti i sam saobraćaj i transport imaju veliki uticaj na održivost (tabela 1). Kao posledica toga, strategije koje povećavaju efikasnost transportnog sistema i smanjuju negativan uticaj transporta predstavljaju jedne od najefikasnijih mera ka ciljevima održivog transporta [3].

Tabela 1. Uticaj saobraćaja i transporta na održivost [3]

Ekonomija	Društvo	Okruženje
Zagušenja	Neravnopravnost	Zagađenje vazduha
Prepreke u mobilnosti	Smanjena mobilnost	Klimatske promene
Saobraćajne nezgode	Zdravlje ljudi	Gubitak stanovništva
Građevinski troškovi	Kohezija društva	Zagađenje vode
Transportni troškovi	Mogućnost društvenog života	Hidrološki uticaj
Trošenje neobnovljivih resursa	Narušavanje estetike	Uticaj na buku

5. KORIŠĆENJE ALTERNATIVNIH VRSTA GORIVA

Trenutno slaba ekonomska isplativost primene alternativnih goriva u drumskim vozilima u Srbiji svakako igra ključnu ulogu u njihovoj maloj primeni. U vezi sa kriterijumom ekonomičnosti korišćenja alternativnih goriva treba da se istakne da cene goriva, troškovi registracije, porezi i druge obaveze koje se nameću korisniku vozila proističu iz globalne fiskalne i ekonomske politike u jednoj zemlji, posebno iz politike razvoja saobraćaja i energetike. To znači da na cene alternativnih goriva, pored proizvodne cene, direktno i odlučujuće utiče država, svojim merama i odlukama. Na ovaj način, može da se direktno pospeši korišćenje jednog, na račun drugog goriva. Može, dakle, da se podstiče potrošnja onog goriva za koji država ima najveći interes, čije su rezerve velike, koja ne zagađuju okolinu.

Veoma je izvesno da će u narednih 15 godina na raspolaganju kao alternativna goriva u drumskom saobraćaju Srbije nalaziti tri vrste alternativnih goriva [4]:

- tečni naftni gas (LPG) – obezbeđen najvećim delom iz uvoza,
- komprimovani prirodni gas (CNG) - obezbeđen iz uvoza kao trenutni svetski trend,
- biodizel – proizveden iz sopstvenih sirovina u Srbiji (u budućnosti).

5.1. Stanje i perspektiva primene LPG (Liquefied petroleum gas – Tečni naftni gas) u drumskom saobraćaju Srbije

U Srbiji upotreba LPG (Liquefied petroleum gas – Tečni naftni gas) kao pogonskog goriva automobila počela je krajem šezdesetih godina prošlog veka. Tada, nedostatak LPG stanica u današnjoj formi diktirao je primitivan način prepumpavanja LPG iz kućnih boca bez zadovoljenja osnovnih mera bezbednosti. U promociji autogasa i njegovom sve masovnijem korišćenju početkom osamdesetih godina 20. veka u Srbiji značajnu ulogu odigralo je uvođenje bonova za benzin tokom poznatog “naftnog šoka”, tako da LPG postaje popularno i prihvatljivo gorivo predstavljajući alternativu drugim skupim energentima [4].

Decembra 2004. godine osnovana je u Beogradu Auto gas asocijacija Srbije (AGAS) kao reprezentativno telo svih subjekata iz oblasti auto gasa. U Republici Srbiji u 2004. godini je registrovano 10.100 vozila sa pogonom na LPG, dok je prema procenama AGAS broj ovih vozila u saobraćaju 15 puta veći. Prema ovom podatku Srbija je na šestom

mestu u Evropi. Kada se uzme u obzir i broj pumpnih stanica za ovo gorivo (preko 150) i tendenciju njihovog rasta mogao bi se izvesti zaključak da je državna strategija u pogledu rešavanja energetske krize na nivou evropske [4].

Zbog povećanog interesovanja stanovništva Srbije za LPG pogon u Zastava automobilima u Kragujevcu sprovedena su razvojna istraživanja koja su imala za cilj aplikaciju sistema za LPG na serijskim vozilima iz proizvodnog programa Zastava (Skala, Florida/Florida Poly, Koral) tako i na vozilima u postojećem voznom parku [4].

Ugrađeni LPG sistemi na ovim vozilima atestirani su na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu, i kod ovih vozila u eksploatacionim uslovima uglavnom nije bilo većih intervencija, iako se radi o vozilima koja prelaze više od 5.000 km mesečno. Rezultati ovog razvojnog istraživanja predstavljaju još jedan dokaz opravdanosti primene LPG pogona u Srbiji [4].

5.2. Stanje i perspektiva primene komprimovanog prirodnog gasa u drumskom saobraćaju Srbije

Učešće prirodnog gasa u ukupnoj potrošnji finalne energije u Srbiji je na nivou od oko 14%. Strategijom razvoja energetike Vlade Srbije je planirano da se poveća učešće potrošnje prirodnog gasa u ukupnoj potrošnji energije na 18% do 2015. godine. Ideja o primeni prirodnog gasa u vozilima u Srbiji je otpočela inicijativom za formiranje CNG (Compressed natural gas - komprimovani prirodni gas) pilot postrojenja 1995. godine, a godinu dana kasnije je formirana Studija o korišćenju prirodnog gasa u saobraćaju u Srbiji. Godine 1998. ostvarena je praktična realizacija KPG pilot postrojenja. Izgrađen je gradski autobus IK 104 CNG i instalirana mini stanica za sporo punjenje FuelMaker FM4, a od 2001. godine autobus se nalazi u eksploataciji. Ovim autobusom se obavlja prevoz zaposlenih NIS Energogasa i Ikarbusa i obavljeno je nekoliko vožnji između gradova. Dobijeni eksploatacioni rezultati pokazuju da su troškovi CNG pogona pri gradskoj vožnji za oko 200% manji od troškova sa dizel pogonom, a da su rezultati još ubedljiviji pri vangradskoj vožnji (oko 400% manji troškovi za CNG pogon) [4].

5.3. Stanje i perspektiva primene biodizela u drumskom saobraćaju Srbije

U Srbiji je 1994/95. godine napravljen državni projekat za proizvodnju biodizela, koji je bio uključen u energetske bilans zemlje - sa planiranih 50.000 tona biodizela godišnje. A da je to urađeno Srbija bi danas stajala rame uz rame sa Nemačkom, Francuskom, Italijom i Austrijom - zemljama Evropske unije koje su se još pre tri godine posebnom direktivom obavezale da će obezbediti minimalne proporcije biodizela i osloboditi ga poreza kako bi bio konkurentniji dizelu. Međutim, kako i danas potvrđuju u Privrednoj komori Srbije, tada očigledno nekima nije odgovaralo da zaživi projekat za proizvodnju biodizela, zbog želje raznih mešetara da se domognu ekstremne zarade, prodajući tih godina dizel u plastičnim bocama. Mešetari su išli dotle, da su tržištu podmetali nedovoljno prerađeno ulje koje bi tek „malo” obogatili hemikalijama i pravim dizelom, pa je tako uništeno više od 1.000 dizel motora u zadrugama Vojvodine [4].

Srbija može da proizvede vrlo velike količine uljarica koje bi se koristile kao baza za proizvodnju biodizela. Pri analizi požeitih površina, prosečnih prinosa i proizvedenih

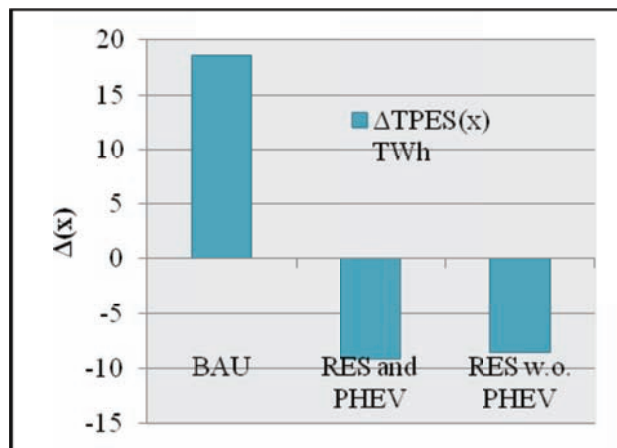
količina uljarica, korišćeni su podaci Republičkog zavoda za statistiku za posmatrani desetogodišnji period od 1996. do 2005. godine. Pri tome analiza se ograničava na uljarice koje su relevantne za naše podneblje, a to su sunco-kret, soja i uljana repica (tabela 2).

Tabela 2. Prosečna količina biodizela po 1 ha uljarica u Srbiji [4]

Vrsta uljarice	Prosečan prinos, t/ha	Sadržaj ulja u zrnu, %	Količina biodizela	
			kg/ha	l/ha
Suncokret	1,79	40	716	816
Soja	2,25	18	405	460
Uljana repica	1,69	36	608	690

6. DOPRINOS OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE I ELEKTRIČNIH VOZILA U DOSTIZANJU NACIONALNIH CILJEVA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Odstupanje u dostizanju cilja smanjenja ukupne primarne energije za scenario bez usaglašavanja energetske politike Republike Srbije sa Energetskom unijom prikazan je na grafikonu 3, rezultat je spregnutog korišćenja simulacionog alata EnergyPLAN i optimizacionog alata GENOPT na studiji slučaja nacionalnog energetskeg sistema Republike Srbije u 2030. godini.

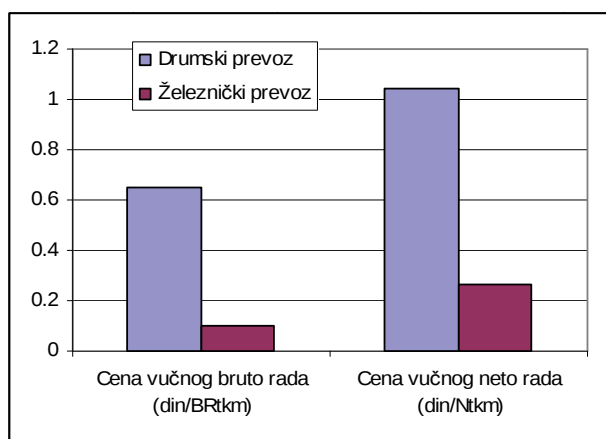


Grafikon 3. Odstupanje od cilja energetske efikasnosti 2030 za različite scenarije. "ΔTPES" (Total Primary Energy Supply)- odstupanje ukupne primarne energije od Evropskog cilja za 2030. "BAU"-scenario bez usaglašavanja, "RES and PHEV"-Evropska energetska politika korišćenja svih tehničkih mera, "RES w.o. PHEV" - Evropska energetska politika bez korišćenja mere električnih automobila [5].

7. KOMBINOVANI TRANSPORT U FUNKCIJI ENERGETSKE EFIKASNOSTI

7.1. Energetska efikasnost kombinovanog transporta

Odnos troškova pogonske energije u drumskom i železničkom teretnom transportu dat je na grafikonu 4. Troškovi energenata prikazani kroz cenu vučnog rada izraženi u din/BRtkm su šest puta veći u drumskom saobraćaju u odnosu na železnički. Najmerodavniji pokazatelj koji pokazuje konkurentnost na tržištu je cena vučnog rada izražena u din/Ntkm i on je kod železničkog saobraćaja povoljniji. Naime, specifična potrošnja energije po jedinici transportovanog tereta manja je četiri puta kod železnice u odnosu na drumski (kamionski) transport [6].



Grafikon 4. Odnos troškova pogonske energije u drumskom i železničkom teretnom transportu [6]

7.2. Ekološko – bezbednosni značaj kombinovanog transporta

Kao savremen sistem prevoza kombinovani železničko-drumski transport koristi prednosti oba vida prevoza i anulira njihove nedostatke [6]:

1. ljudi i prirodna sredina bi usled tranzitnog kamionskog saobraćaja bili izloženi zagađenju zbog emisije izduvnih gasova velikom količinom azotnih oksida, nesagorelih ugljovodonika, ugljenmonoksida, kao i sumporoksida,
2. smanjenje troškova za tečna gorivo,
3. smanjenje broja udesa na putevima koji su posledica saobraćaja teških drumskih vozila (šlepera),
4. smanjenje zakrčenja drumskih magistrala i njihovog razaranja teškim šleperima,
5. smanjenje troškova za održavanje puteva na magistrali.

Ako bi se prešlo na prevoz vozovima sistema „Rolling road“, gde jednim vozom može biti prevezeno 20 kamiona, onda bi se štetne posledice ekološkog zagađenja izbegle. Dužina vozne kompozicije bi iznosila oko 350m, dok bi dužina kolone od navedenog broja šlepera, poštujući striktno Zakon o bezbednosti u drumskom saobraćaju na autoputu iznosila najmanje 3 km. U takvim uslovima sa povećanim brojem teških vozila i dužine kolone u drumskom saobraćaju povećana je opasnost po bezbednost saobraćaja [6].

8. ZAKLJUČAK

Dostizanje cilja energetske efikasnosti, smanjenjem potrošnje primarne energije ostvareno je na račun tehničkih mera energetske efikasnosti, ali i na račun korišćenja obnovljivih izvora energije i upotrebe električnih automobila.

Preporuke vezane za održivi transport na državnom nivou bi bile: pristupati efikasnim opcijama i smanjivati korišćenje energije; transfer novih tehnoloških dostignuća u zemljama u razvoju; kombinovati društvene nauke i eksperimentalne mere transportne politike da bi se razumela priroda potrebe za energijom, poboljšavati efikasnost primenjenih mera kroz analizu primenjenih mera i efekata na zahteve; ulagati u razvoj novih tehnologija.

Neka od upravljačkih politika da bi se obezbedila održivost transporta se teško sprovede. U zemljama u razvoju uticaj planiranja namena površina može biti znatno veći zbog ubrzanog razvoja ali sva rešenja koja se mogu primeniti treba prilagoditi postojećim uslovima sredine.

9. LITERATURA

- [1] S.Marković D., Procesna i energetska efikasnost, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2010.
- [2] Macura A., Budućnost energetske politike Srbije, Zaključci Nacionalnog konventa o Evropskoj uniji Radna grupa za životnu sredinu – Lazarevac 23.novembar 2012. godine
- [3] Darkmann H., Brannigan C. (2007), “Transport and climate change, Module 5 - Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing cities”, Division 44, Environment and Infrastructure, GTZ: Eschborn, Germany
- [4] Furman T., Biodizel, alternativno i ekološko tečno gorivo, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 2005
- [5] Darkmann H., Brannigan C. (2007), “Transport and climate change, Module 5 - Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing cities”, Division 44, Environment and Infrastructure, GTZ: Eschborn, Germany
- [6] Stemmler, L., Palacin, R.: CargoSpeed: innovative technology in combined transport, The World Congress on Railway Research 2003 (WCRR 2003), Edinburgh, Britain, 2003, pp. 136 – 140.

Kratka biografija:



Jovan Jovanovski rođen je u Boru 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Upravljanje transportom odbranio je 2016. god.

БЕЗБЕДНОСТ СТАРИХ КАО РАЊИВИХ УЧЕСНИКА У САОБРАЋАЈУ**TRAFFIC SAFETY OF OLDER VULNERABLE ROAD USERS**Бранислав Крстић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – САОБРАЋАЈ**

Кратак садржај – Структура настрадалих учесника у саобраћају је веома различита. Са аспекта тежине последица веома су значајна стара лица и механизам њиховог учешћа у саобраћајним незгодама. У раду се посебно анализирају стари као рањиви учесници у саобраћају.

Abstract – Structure of vulnerable traffic participants is very diversity. From the aspect of weight due to very significant elderly and the mechanism of their participation in road accidents. The paper analyzed separately as old as vulnerable traffic participants.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, понашање, аутоматизовани системи.

1. УВОД

Широм света, главни безбедносни проблем на путевима представљају незгоде које укључују рањиве учеснике у саобраћају на путевима. Због тога постоји растућа забринутост унутар заједнице која брине о безбедности саобраћаја на путевима, да рањиви учесници у саобраћају имају своје посебне потребе и потешкоће кад учествују у саобраћајном систему и да то треба узети у разматрање када се пројектује и руководи системом.

Унапређење знања и ставова учесника у саобраћају остварује се кроз мере и активности усмерене ка високоризичним и рањивим категоријама учесника у саобраћају. Рањивост учесника у саобраћају може се поделити према начину превоза и старости.

У рањиву групу учесника у саобраћају према начину превоза спадају пешаци, бициклисти и мотоциклисти (на основу своје физичке незаштићености), док у рањиву групу учесника у саобраћају према старости спадају деца, омладина и стари (на основу својих психофизичких способности).

Безбедност старих лица у саобраћају се налази у групи најактуелнијих тема безбедности саобраћаја последњих година. Широм Европе је све већи број нација које старе, а учешће старијих лица у популацији становништва је све израженије. Проблем безбедности старијих лица у саобраћају је присутан у великом броју европских земаља. Активности усмерене ка старијим лицима препознате су у готово свим стратегијама безбедности саобраћаја земаља Европске уније.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ред.проф.

2. БЕЗБЕДНОСТ СТАРИЈИХ УЧЕСНИКА У САОБРАЋАЈУ

Иако су добро изучене еколошке предности пешачења и бициклизма у односу на коришћење моторних возила, битно је одржати константну покретљивост старијих, па тако и безбедност пешака и бициклиста захтева више пажње. Старији људи су мање покретни од остатка популације и постоје докази о томе да многи од њих имају проблема приликом пешачења или вожње бицикала. Сходно томе, за њих је од великог значаја безбедност током тих активности како би се одржала њихова покретљивост. Зато је неопходно комбиновати знање о предностима ових начина транспорта са ризицима од незгода и подложности повредама, како би се развила правила и иницијативе које потпомажу безбедна путовања.

У последњих неколико деценија више пажње је скренуто ка безбедности старијих корисника путева. Већина истраживања је усмерена на многа питања која се тичу старијих возача, док је мало њих обрађивало друге начине транспорта за старије, иако су пешачење и бициклизам битни чиниоци укупних путовања, а повреде пешака и бициклиста у саобраћају често врло озбиљне. Међутим, повећава се свест о проблемима старијих пешака и бициклиста и постоји много правила и иницијатива за њих. На пример, европска повеља о правима пешака обухвата следеће ставке у односу на права рањивих корисника путева:

- Деца, старији и хендикепиране особе могу да очекују од градова да буду места за лако остваривање контаката, а не места која појачавају њихове слабости;
- Хендикепирани имају право на одређене мере појачавања њихове независне покретљивости, укључујући побољшања на јавним местима, у јавном превозу и транспорту генерално.
- Ограничења брзине и промене у изгледу путева и раскрсница треба да се користе тако да буду ефикасне у смањивању ризика од незгода за пешаке;
- Приоритет треба такође да буде и ефикасан систем саобраћајних знакова чији ће изглед бити погодан и за потребе глувих и слепих особа;
- Посебне мере које осигуравају да саобраћај буде лако доступан, као и слобода покрета, могућности заустављања на путевима;
- Мора се направити систем за обуку возача који ће осигурати одређено понашање на путевима у складу са пешацима и другим спорим корисницима путева;
- У урбаним срединама морају постојати објекти за бицикле;
- Места за паркинг се морају направити тако да не сметају ни покретљивости пешака нити њиховој

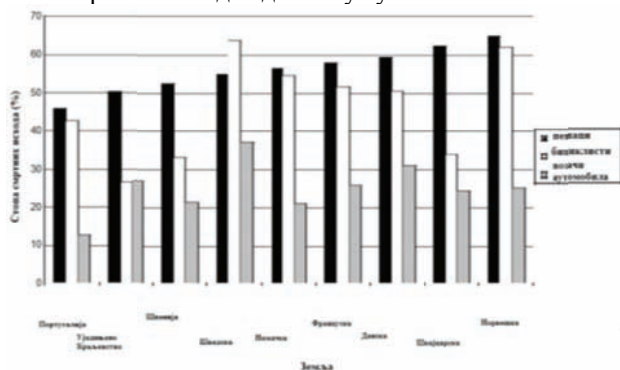
могућности уживања у областима од архитектонског значаја;

- Свака земља чланица мора пружити увид у права пешака и друге еколошке видове транспорта, како би се за њих сазнало на најпогодније начине.

2.1 Ризик од незгода

Широм света постоји тренд смањивања смртних случајева пешака и бициклиста. На пример, између 1980. и 1995. године, на путевима Европске уније (ЕУ) дошло је до смањења смртних случајева пешака за чак 30%. Ти случајеви код бициклиста показали су мањи степен кроз исти период (ETSC, 1999). Ипак, преко 8.400 бициклиста и пешака погине, а преко 170.000 буде озбиљно повређено на европским путевима сваке године (CEC, 2000; Ekman et al., 2001). Велики део ових смртних случајева представљају старији пешаци и бициклисти, око 22% свих смртних случајева на путевима у европским земљама током 1996. године (CEC, 2000; ETSC, 1999). Валент и други (Valent et al., 2002) су забележили повећан ризик од смртних исхода у Удинама, у Италији, међу старијим пешацима и бициклистима преко 65 година старости, а посебно у поређењу са оним млађим од 30 година (квота односа од 10,9, односно 7,7).

Могућност незгода се повећава са старашћу, што је најизраженије у поодмаклој старости. Ово важи за све видове транспорта, али је најочљивије код старијих пешака и бициклиста у односу на старије возаче аутомобила. На слици 1. се виде односи смртних случајева пешака и бициклиста који чине већи део свих смртних исхода од оних у аутомобилима.



Слика 1. Стопа смртних исхода преко 65 година старости, према категоријама учесника у саобраћају у одабраним европским земљама.

Старији пешаци и бициклисти су превише изложени повредама и фаталним незгодама, а слабије учествују у незгодама са мањим повредама у односу на млађе пешаке и бициклисте. До овога највероватније долази због њихове рањивости и повећаној осетљивости која долази са годинама. Стоун и други (Stone et al., 2003) су открили да је стопа смртности у незгодама у Британији повећана са годинама старости. Та стопа за старост од 80-89 година је око шест пута већа него за млађе људе (19,1 у односу на 3,6). Ове упоредне стопе значе да је чак један од пет случајева са смртним исходом, за старију групу. Штавише, када се упореде са другим учесницима у саобраћају (нпр. возачима аутомобила), старији пешаци и бициклисти имају знатно повећан смртни ризик – пешаци девет пута, а бициклисти осам пута већи ризик од возача.

2.2 Стопе незгода

Док ризик показује да старији пешаци и бициклисти имају повећан ризик од смрти и повреда у односу на млађе пешаке и бициклисте, иако постоје међународне разлике, нарочито у бициклизму, постоје многи фактори који утичу на трендове – структура насељености, број бициклиста и пешака, ниво активности и сталног излагања ризику, укључујући дужину путовања, број пређених саобраћајница, врсте путева којима се путује итд. Најбоље би било идентификовати циљне групе под ризиком, укључујући ове мере изложености. Иако је често тешко применити ове мере на податке о незгодама јер су углавном недоступни, било је покушаја да се пронађу те цифре и фактори, па уопштено речено, открића говоре да су ризици за старије пешаке и бициклисте чак још већи.

Једна од тих мера је истраживање стопа на основу популације. У табели 1. приказане су стопе смртности за млађе и старије пешаке и бициклисте на 100.000 становника у појединим земљама.

Табела 1. Стопе смртности за пешаке и бициклисте на 100.000 становника према старосној групи и земљи године 1990 (Hagenzieker, 1996)

Земља	Пешаци		Бициклисти	
	25-64 година старости	преко 65 година старости	25-64 година старости	преко 65 година старости
Данска	0.97	8.61	1.56	4.49
Финска	1.52	6.19	1.08	8.01
Француска	2.30	7.08	0.68	1.28
Немачка	1.78	8.19	0.84	3.05
Холандија	0.63	2.41	1.18	6.09
Шпанија	3.30	11.57	0.37	0.83
Шведска	0.97	4.48	0.63	1.91
Швајцарска	1.24	10.08	0.66	1.54
Британија	1.88	8.50	0.40	0.45
САД	2.55	4.81	0.27	0.21
Јапан	2.43	12.32	0.81	4.64

Иако се стопе знатно разликују од земље до земље, стопа смртности за старије пешаке је знатно већа него за млађе, и креће се од два (САД; Холандија) до шест пута у Шведској, а осам-девет пута већа је у Швајцарској и Данској (Hagenzieker, 1996; Jensen, 1999). За старије бициклисте, стопа смртности је много мања него код пешака, осим у Финској и Холандији где је за старије бициклисте још већа него за пешаке, и виша него код младих бициклиста. Шуери и други (Choueiri et al., 1993) известили су да су 1989. године особе старије од 64 године чиниле више од трећине бициклических незгода са смртним исходима у већини западноевропских земаља, док су ипак особе у овој старосној групи чиниле тек између шестине и седмине становништва.

3. ФАКТОРИ РИЗИКА

Иако су старији учесници идентификовани као високоризични, тешко је одредити узрочне факторе повезане са њиховим незгодама само на основу статистике. Штавише, незгоде су сложене по природи, често обухватајући неколико фактора, па је тежак задатак дефинисати прво главни фактор, а затим и како и колико узрочни фактори доприносе незгоди. Ипак, схватање фактора који доприносе незгоди и ризику од повреде је битан корак у развоју и имплементацији адекватних стратегија и против-

мера ради пружања безбедности. Понуђено је неколико објашњења за то што постоји много озбиљних повреда и фаталних незгода. Много је студија које су се бавиле истраживањем безбедности рањивих учесника у саобраћају, а већина њих покушава да успостави везу између учесталости незгода и њихове озбиљности са карактеристикама учесника, факторима возила и путева као и других додатних фактора.

3.1 Функционалне и промене у понашању код старијих особа

Старење је повезано са функционалним променама које су резултат многих фактора, укључујући и нормално старење чула, когнитивних и физичких функција, општег здравственог стања, промена у животном стилу и психосоцијалних фактора, који заједно делују дужи временски период (Wang et al., 2002). Углавном се слажу да нормално старење смањује осећаје, опажање, спознају, психомоторну способност, физичку функцију и све то има логичку повезаност са вожњом, ходањем или вожњом бицикла. Слабије здравствено стање ограничава функционалну способност. Због ових промена, разумно је предвидети да просуђивање током вожње возила, бицикла и ходања, може бити отежано, бар у неким саобраћајним ситуацијама. За већину, чини се да углавном старији возачи надјачају ове промене и буду успешни. Међутим, остаје да постоје велике празнине у знању о томе како функционална ограничења и резултирајуће понашање пре свега утичу на безбедност старијих пешака и бициклиста, и како прихватање процеса надокнаде ових промена може смањити ризик.

Док се често расправља о томе да се потенцијалне незгоде или повреде старијих учесника у саобраћају дешавају због ових промена услед старости; у пракси се међутим чини да повезаност између смањења функционалне способности као и промене у понашању и здравствено стање са могућим незгодама се може нагађати. Чак шта више, примећује се да став о томе да смањење функционалне способности доприноси смањеном опажању или немогућности да примете опасност и да предузму мере да би избегли ризик, може нереално да повећа негативни став према старијим учесницима у саобраћају.

3.2 Прелазак коловоза

Имајући у виду да се незгоде са возилима завршавају са најозбиљнијим повредама по пешака, фокус већине истраживања је сведен на понашање старијих пешака док прелазе улицу. Многе опсервационе студије и анкете су имале за циљ проналажење разлика у старости које утичу на понашање током преласка улице, које се сматра главним за висок ризик од незгода пешака. Смањене физичке способности старијих особа узрокују мању покретљивост, смањену могућност померања са пута током наилаaska возила, и мању вероватноћу коришћења пешачких прелаза уколико то захтева више пешачења. Затим, процене саобраћаја током преласка улице без помоћи у виду званичних објеката за прелазак такође могу бити другачије него код млађих људи, због смањених сензорних, перцептивних и когнитивних способности.

3.3 Управљање бициклом

Бициклисти свих старости могу бити непредвидиви у саобраћају. Њима је лакше да занемаре правила и прописе него возачима аутомобила на раскрсницама, који морају да чекају у реду. Поред тога, због могућности маневрисања, бициклисти могу у последњем тренутку донети неку одлуку или одговорити на дешавања у саобраћају. Понашање старијих бициклиста може бити још више непредвидиво због потешкоћа у суочавању са хитним ситуацијама и због физичких потешкоћа у одржавању равнотеже и равне линије вожње.

Сматра се да, као и код старијих возача и пешака, понашање старијих бициклиста може делом допринети сопственом повећаном ризику од незгода. Старосно смањење сензорних, перцептивних, когнитивних и физичких вештина има одређену улогу у овоме, али још увек не постоје јасне везе. Имајући у виду да су бицикли релативно нестабилни, старији бициклисти би интуитивно имали више проблема у одржавању равнотеже и равне путање због физичких ограничења која долазе старењем. Штавише, чини се да сложене ситуације у саобраћају, попут раскрсница, могу бити теже за разумевање старијим бициклистима.

3.4 Физичка ограничења

Као последица старења физичке способности се погоршавају па се незгоде често повезују са смањеном агилношћу и моторичким одзивима. Нема сумње да моторичке функције и физичка агилност имају највећи значај приликом прелажења улице или вожње бицикла кроз саобраћај. Добре моторичке перформансе зависе од способности да се координишу покрети са променом онога што видимо, а нарочито када су у интеракцији са брзим саобраћајем. Ипак, старење има за резултат смањење мишићне и кондиционе снаге као и нестабилност.

Како за пешаке тако и за бициклисте, проблем је изгледа повезан са споријим ходањем и вожњом бицикла, па су они тако дуже изложени опасном саобраћају. Поред тога, имају смањену могућност да се брже помере од надолazeћих возила (промена брзине ходања или вожње, као и правца), тешко одржавају равнотежу и извршавају радње спорије када се суоче са хитним ситуацијама у саобраћају. Људи са моторичким проблемима имају смањену способност да одговоре на опасност довољно брзо као остали, мање су окретни, а често и прилично зависни од других људи. Добра равнотежа је основа за избегавање спотицања или падања приликом преласка улице или ходања по неравним стазама, као и за одржавање правца приликом вожње бицикла, а нарочито када се успорава код раскрсница. Даље, физичка ограничења могу имати утицај на избор руте, а зато је потребно и више времена за припрему и извршавање путовања.

3.5 Телесна нестабилност и равнотежа

Старији људи имају класичне физичке слабости: губе окретност и издржљивост, имају кардиоваскуларне проблеме, мишићно-коштано пропадање као и неуромишићно слабљење. Све ово има за резултат слабе механизме за контролу равнотеже, док пропада–

ње телесних рефлекса значи смањену покретљивост и повећан ризик од повреда. У свакодневном животу, стабилност и равнотежа су значајни фактори, али старији људи имају много потешкоћа у односу на младе првенствено код одржавања телесне стабилности и баланса. Старији пешаци и бициклисти су стога склонији ризику од падања, спотицања или посрнућа током ходања или бициклизма, посебно на неравним теренима. И најмања грешка или слабост током вожње може значити озбиљну повреду за старију особу, чак и када нема других људи у близини. Нестабилност пешака и бициклиста постаје још већи проблем када се укључи у причу и моторизовани саобраћај.

3.6 Медицинска стања

Поред функционалних ограничења, и опште здравље као и скуп медицинских стања се често узимају у обзир као узроци за ризик од незгода код старијих. Истраживања су успоставила везе између одређених обољења и повећаног ризика од незгода код старијих возача, али ипак, постоји мало веза између пешачког и бициклическог ризика од незгода. Медицински проблеми који за сада служе као упозорење о смањеној могућности старије особе да вози укључују: смањење вида попут катаракте, дијабетска ретинопатија, глауком и губитак видног поља, бољи вид на једно око, макуларна дегенерација; кардиоваскуларна обољења попут коронарних болести срца и артерија, поремећаји срчаног ритма, поремећај крвног притиска и конгестивна срчана инсуфицијенција; цереброваскуларна болест попут можданог удара или пролазног исхемичног напада; когнитивне болести попут деменције, и физичких болести попут артритиса.

Поред здравствених проблема, постоји велика улога коју узимање лекова, а нарочито више њих заједно, може имати код ризика за незгоде. Узимање преписаних лекова је уобичајено код старијих, тако да ова група има највећи проценат коришћења лекова, чак три пута више него код млађих појединаца. Многи од тих лекова имају могућност да утичу на способности на путу, али ипак старијима су континуирано потребни због сопственог здравља.

4. ЗАКЉУЧАК

Саобраћајне незгоде су, генерално, озбиљне за бицикliste, више за старије пешаке и бицикliste због повећаних слабости. Ходање и бициклизам може бити веома опасан начин транспорта за старије људе, али су неизоставни део многих путовања. Дакле, квалитет покретљивости и безбедности старијих пешака и бициклиста, било да ходају или возе из задовољства, имају приступ услугама и објектима, користе јавни превоз или ходају од и до паркинга, мора бити главни фокус сваке стратегије безбедности на путевима.

Док старији учесници у саобраћају могу прихватити неке допуњујуће стратегије које могу повећати њихову безбедност, чињенице указују на то да су ходање и бициклизам захтевнији у сложенем саобраћају и да је ризик од незгода и озбиљних повреда или смрти већи. Зато, старији људи морају бити свесни опасности које носи ходање и бициклизам и о корацима које морају предузети да би избегли

незгоде. Осим тога, са безбедносне тачке гледишта, било би много боље да наставе да возе или да буду вожени од стране других људи, што је задатак људи који су повезани са њима, дозвољавајући им да надокнаде њихове умањене способности, и пружајући им окружење, аутомобил, који има много мању вероватноћу да изазове трајну повреду или смрт његовим корисницима уколико они направе грешку. Међутим, овакво решење негира индивидуу и јавно друштвено здравље, економске и еколошке предности које ходање и бициклизам обезбеђују.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] CEC (2000). Priorities in EU road safety: Progress report and ranking of actions. Commission of the European Communities, Brussels, Belgium.
- [2] Choueiri, E., Lamm, R., Choueiri, B., & Choueiri, G. (1993). An analysis of bicycle accidents in Western Europe and the United States: 1975 – 1989. VTI Rapport 380A, 89- 105.
- [3] Ekman, R., Welander, G., Svanström, L., Schelp, L., & Santesson, P. (2001). Bicycle related injuries among the elderly – a new epidemic? Public Health, 115, 38-43.
- [4] ETSC (1999). Safety of pedestrians and cyclists in urban areas. European Transport Safety Council, Brussels, Belgium.
- [5] Hagenzieker, M. (1996). Some aspects of the safety of elderly pedestrians and cyclists. (Report No. D-96-4). SWOV Institute for Road Safety Research, Leideschendam, the Netherlands.
- [6] Jensen, S. (1999). Pedestrian safety in Denmark. Transportation Research Record, 1674, 61-69.
- [7] Stone, M., & Broughton, J. (2003). Getting off your bike: cycling accidents in Great Britain in 1990 – 1999. Accident Analysis and Prevention, 35(4), 549-556.
- [8] Valent, F., Schiava, F., Savonitto, C., Gallo, T., Brusaferrro, S., & Barbone, F. (2002). Risk factors for fatal road traffic accidents in Udine, Italy. Accident Analysis and Prevention, 34, 71-84.
- [9] Wang, L., van Belle, G., Kukull, W., & Larson, E. (2002). Predictors of functional change: A longitudinal study of nondemented people aged 65 and older. Journal of American Geriatrics Society, 50, 1525-1534.

Кратка биографија:

Бранислав Крстић рођен је у Пироту 1987. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2016. год.

**MERE ZA POBOLJŠANJE KVALITETA USLUGA
AUTOBUSKE STANICE "NIŠ-EKSPRES" U PROKUPLJU****MEASURES FOR IMPROVING SERVICE QUALITY
"NIŠ-EKSPRES" BUS STATION IN PROKUPLJE**

Srđan Jović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada je poboljšanje kvaliteta rada autobuske stanice u Prokuplju. Kvalitet rada autobuske stanice je usko povezan sa kvalitetom prevozne usluge i kvalitetom rada svih elemenata autobuske stanice ponaosb.

Abstract – The subject of this paper is improvement of the work quality of the bus station in Prokuplje. Work quality of the bus station is closely related to the transport service quality and the work quality of all individual elements of the bus station.

Ključne reči: kvalitet usluga, system quality, ISO standards

1. UVOD

Autobuske stanice su organizovane površine gde putovanja autobusom počinju ili se završavaju, mesta gde se obavlja kontakti između putnika, sa jedne strane, i transportnih sredstava, sa druge strane, odnosno mesta gde se zadovoljavaju različite potrebe korisnika autobuske stanice [1].

Predmet ovog master rada je poboljšanje kvaliteta rada autobuske stanice u Prokuplju. Kvalitet rada autobuske stanice je usko povezan sa kvalitetom prevozne usluge i kvalitetom rada svih elemenata autobuske stanice ponaosob. Kvalitet usluge definiše se kao opšti efekat svojstva usluge koji određuje stepen zadovoljenja potreba korisnika usluge, pri čemu se naglašava da kvalitet usluge određuje kompleks svojstava kvaliteta. Reč "kvalitet", potiče od latinske reči "qualitas", što označava kakvoću, svojstva, osobine [2].

**2. ULOGA I MESTO AUTOBUSKE STANICE U
TRANSPORTNOM SISTEMU PROKUPLJA****2.1. Opšte o gradu**

Prokuplje je administrativni, privredni i kulturni centar istoimene opštine i Topličkog okruga. Oblast Toplica se nalazi na jugu Srbije. Reka Toplica po kojoj je čitav kraj dobio ime izvire ispod Kopaonika [3].

Prokuplje se nalazi u južnoj Srbiji, u srednjem toku reke Toplice. Površina Topličkog okruga 2230km², a opštine Prokuplje 759km². Toplička kotlina okružena je planinama: *Jastrebac, Kopaonik, Radan, Pasjača*, a Prokuplje brdima: *Hisar, Borovnjak, Sokolica i Guba* [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr prof Pavle Gladović.

U opštini Prokuplje prioritetan je drumski saobraćaj i delimično železnički, dok vazdušni i rečni ne postoje. Drumski saobraćaj u opštini odvija se na 359,50km putne mreže i 220km gradskih saobraćajnica.

**3. KARAKTERISTIKE MIKRO I MAKRO LOKACIJE
AUTOBUSKE STANICE**

Prokuplje se nalazi u južnoj Srbiji, udaljen od glavnog grada 250km. Od većih gradova u blizini se nalazi Niš, Leskovac, Kuršumlja, Kruševac.

Autobuska stanica (AS) smeštena je u neposrednoj blizini centra, u preseku ulica Vasilija Đurovića Žarkog i Dragoljuba Rakića. Lokacija na kojoj se nalazi je neposredno uz regionalni put Prokuplje – Žitorađa. Površina koju zauzima autobuska stanica ima 0,26ha. Udaljenost stanice od centra grada je oko 600m. Autobusi pristupaju autobuskoj stanici iz ulice Dragoljuba Rakića. Autobusi takođe izlaze sa AS na ovu ulicu a zatim na ulicu Vasilija Đurovića Žarkog, odakle se skretanjem desno ide na regionalni put R-245 koji vodi ka Žitorađi, a skretanjem levo ka magistralnom putu M-25 Niš-Prokuplje-Kuršumlja. Na slici 3.2. prikazana je AS u Prokuplju i pristupna saobraćajnica.

**4. ANALIZA POSTOJEĆEG NAČINA RADA I
FUNKCIONISANJA AUTOBUSKE STANICE U PROKUPLJU**

Ulaz i izlaz na stanicu su objedinjeni, a pristup je sa saobraćajnice, koja nije razdvojena od ostalog saobraćaja. Odlazni i dolazni peroni su objedinjeni. Nema pripremnog parkirališta na AS "Niš-ekspres".

Autobuska stanica "Niš-ekspres" objedinjuje međugradski saobraćaj završnog i tranzitnog karaktera i prigradski saobraćaj.

Organizaciju prijema i otpreme autobusa obavlja kontrolna služba i njeni zadaci su sledeći: Identifikacija autobusa u prispeću, Regulisanje kretanja autobusa u zoni stanice, Kontrola redovnosti dolazaka autobusa na polazne perone, Kontaktira sa otpravniciima i sa njima, po potrebi, određuje tačno vreme polaska i broj perona, Kontaktira sa osobljem autobusa, Daje znak za pripremu i polazak autobusa i Po potrebi kontroliše ulazak autobusa u stanicu.

4.1. Korisnici autobuske stanice

Ljudi dolaze na AS u različitom broju, različitoj koncentraciji tokom vremena i sa različitim ciljevima i zahtevima. Korisnici AS se svrstavaju u nekoliko kategorije: putnike u dolasku, putnike u odlasku i tranzitu, pratioce, posetioce, zaposlene na autobuskoj stanici i osoblje autobusa [4].

Definisanje korisnika AS važno je sa gledišta utvrđivanja strukture i kapaciteta. Da bismo utvrdili odnose između zahteva, vrste usluga i kapaciteta potrebno je bliže poznavati karakteristike svake kategorije korisnika pojedinačno, kao i uzajamne odnose između različitih kategorija korisnika i funkcija na stanici.

4.2. Stanični predprostor

Stanični predprostor AS u Prokuplju ima samo stajalište JGP u neposrednoj blizini ulaza. Stajalište za TAXI vozila, putničke automobile (PA) i parking (PM) za zaposlene ne postoje, tako da se parkiranje vrši na prostoru namanjenom za manevrisanje, čak i na samim peronima, što je nezamislivo. Takođe, parkiranje se vrši na svakoj slobodnoj površini u blizini AS.

Postoje komunikacije za kretanje pešaka koje se ne poštuju, pa tako dolazi do ukrštanja pešačkih komunikacija, lokalnog puta kojim se kreću PA i površina za manevrisanje, što dovodi do zagušenja saobraćaja i povećanja rizika od nezgode.

4.3. Putnička zgrada

Putnička zgrada "Niš-ekspres" projektovana je tako da centralni deo zgrade zauzima hol iz kojeg se pristupa kancelariji šefu stanice. Postoje dva šaltera za prodaju karata i jedan šalter za informacije i oni su smešteni sa spoljašne strane zgrade, u neposrednoj blizini perona. Ovo može dovesti do gužve sa putnicima koji čekaju autobuse na peronima (što se često i dešava).

Svim elementima osnovnog i pratećeg sadržaja pristupa se sa perona, osim garderobe kojoj je moguće pristupiti iz dela za zaposlene. Takođe se sa perona pristupa prostorijama za zaposlene.

Od elemenata osnovnog sadržaja na AS "Niš-ekspres" u Prokuplju postoje dva šaltera za prodaju karata, jedan šalter za informacije, toalet, garderoba i hol. Od elemenata pratećeg sadržaja imamo bife i klasičnu prodavnicu.

4.4 Autobuski prostor

Kako AS nije ograđena i izdvojena od ostalog vida saobraćaja, i kako se ni malo ne poštuju pešačke komunikacije, dolazi do mešanja autobusnog prostora sa, kako ostalim vidovima saobraćaja, tako i sa pešačkim kretanjima. Putnici na AS pristupaju sa prostora namenjenog za manevrisanje autobusa, što doprinosi riziku od nezgode.

Autobuski prostor na AS "Niš-ekspres" organizovan je tako da postoje 5 perona za dolazak, odnosno odlazak, koji su objedinjeni. Parkiranje je pod uglom od 90° a tip perona je češljasti. Širina perona je 2,7m a razmak između perona 2,2m. Pripremljenih perona nema, tako da se autobusi parkiraju u ulici Dragoljuba Rakića, na neobeleženim mestima, odnosno na samom kolovozu. Ovaj način parkiranja utiče na ostali saobraćaj jer se pored autobuske stanice nalazi terminal za snabdevanje gorivom (TNG), koji privlači veliki tok ostalog saobraćaja, što dovodi do zagušenja ove saobraćajnice. Trenutno rešenje koje je predložio grad je da se autobusi parkiraju u dvorištu nekadašnjeg lokalnog preduzeća, koje se nalazi na 500m od AS. Samo rešenje je privremeno, ali i pored toga, mogu se videti autobusi koji se parkiraju u navedenoj ulici.

5. KVALITET USLUGE AUTOBUSKE STANICE

5.1. Procesi, podprocesi i aktivnosti u sistemu ATP

Od stepena uspešnosti svih procesa, podprocesa i aktivnosti u sistemu (ATP) zavisi i ispunjenje ciljne funkcije sistema. Procesi, podprocesi i aktivnosti sadrže veze između korisnika transportne usluge i prevoznika, kao subjekta koji pruža uslugu.

Klasifikujući sve procese, podprocesa i aktivnosti prema ISO 9004-2, osnovni procesi u sistemu ATP, koji kao rezultat daju transportnu uslugu, čine: marketing; planiranje i projektovanje; operativna priprema; izvršenje; ocena procesa transporta putnika od strane prevoznika i korisnika usluge; analiza i poboljšanje.

5.2. Novi koncept kvaliteta transportne usluge

Shvatajući kvalitet kao meru ispunjenja korisnikovih očekivanja, moderna transportna preduzeća u razvijenim zemljama u svetu, razvijaju novi strateški pristup „uključivanja korisnika“, prema kome su svi zaposleni u preduzeću povezani sa korisnicima, bez obzira da li su direktno uključeni u transportni proces. Proces „usluživanja“ na taj način postaje mnogo kompleksniji, jer obuhvata sve faze, od planiranja, zatim projektovanja, pa do realizacije transportne usluge.

Polazeći od principa upravljanja kvalitetom, novi pristup upravljanju kvalitetom transportne usluge u našoj zemlji, mora da se bazira na modelu izvršnosti koja podrazumeva uspešno upravljanje sledećim elementima: korisnik; razvoj kadrova; procesiranje i delovanje; kontinualno unapređenje i inovacije; liderstvo i konzistentnost svrsishodnosti; javna odgovornost; orijentacija na rezultate.

Održivi uspeh zavisi od balansiranja i zadovoljenja interesa osnovnih stubova: korisnika, prevoznika, zaposlenih, zainteresovanih investitora, kao i društva u celini.

6. ISO STANDARDI

ISO (International Organisation for Standardization) je međunarodna organizacija za standardizaciju, odnosno najveća svetska institucija za razvoj standarda i predstavlja mrežu nacionalnih instituta u 158 zemalja, na bazi jedan član – jedna zemlja, sa sedištem u Ženevi odakle se ceo sistem koordiniše.

ISO standardi dolaze do izražaja jer kupci sadašnjice, ne samo da očekuju kvalitetan proizvod, već zahtevaju i dokaz da je kompanija sposobna da proizvede kvalitetne proizvode ili pruži kvalitetnu uslugu [6].

6.1. ISO standardi serije 9000

Porodica standarda ISO 9000 prvenstveno je bazirana na upravljanju kvalitetom. U praksi to znači da organizacija treba da ispoštuje određene principe kvaliteta.

U seriji standarda ISO 9000 postoje sledeći „podsystemi“ [6]: ISO 9001 – primenjuje se u poslovnim sistemima gde upravljanje kvalitetom počinje istraživanjem i završava se u fazi upotrebe, odnosno tamo gde se proizvod u sistemu razvija od ideje do faze upotrebe; ISO 9002 – odnosi se na poslovne sisteme čije aktivnosti upravljanja kvalitetom započinju u fazi proizvodnje, a završavaju se u fazi upotrebe, odnosno u sistemima koji nemaju projektovanje

i razvoj (npr. rade po licenci); ISO 9003 – projektovanje i atestiranje sistema kvaliteta u poslovnim sistemima čije aktivnosti upravljanja kvalitetom započinju u fazi kontrole, a završavaju se u fazi upotrebe, odnosno u sistemima koji rade završnu ugradnju i kontrolu; ISO 9004 – primena elemenata standarda u projektovanju i uvođenju sistema kvaliteta u preduzeću, a radi obezbeđenja kvaliteta [7].

6.2. ISO standardi serije 9001

Značaj kvaliteta danas postaje sve veći zbog konkurentnosti na svetskom tržištu. Za razvoj na svetskom tržištu često nije dovoljan samo kvalitet već i međunarodno priznat dokaz kvaliteta u vidu sertifikata ISO 9001.

ISO 9001-ISO 9001:2008 je međunarodni standard koji svojim zahtevima definiše sistem upravljanja kvalitetom, čiji je primarni cilj zadovoljenje potreba korisnika.

ISO 9001 je pogodan za sve organizacije koje žele da poboljšaju način upravljanja, bez obzira na veličinu ili delatnost organizacije. Pored toga, ISO 9001 je kompatibilan sa drugim standardima sistema menadžmenta.

Za ulaznicu na tržište više nije dovoljan samo kvalitet već i međunarodno priznat dokaz kvaliteta u vidu sertifikata ISO 9001: 2008.

Organizacije koje su implementirale sistem menadžmenta kvaliteta prema ISO 9001, pokazalo se da su tokom godina ostvarile bolje poslovanje, poboljšale performanse i poboljšale profitabilnost.

Prednosti ISO 9001: povećanje efikasnosti; povećan prihod; moral zaposlenih; međunarodno priznanje; činjenični pristup donošenju odluka; odnosi sa dobavljačima; dokumentacija; doslednost; zadovoljstvo klijenata/korisnika; poboljšanje procesa.

6.3 ISO 14001

ISO 14001:2004 je standard za upravljanje zaštitom životne sredine, publikovan 2004. godine od strane Međunarodne organizacije za standardizaciju (International Organization for Standardization ISO). Koristi koje organizacija može da ostvari uvođenjem sistema menadžmenta zaštitom životne sredine ISO 14001:2004 su [5]: smanjenje negativnih učinaka na životnu sredinu; smanjenje rizika od ekoloških katastrofa; povećanje sposobnosti brže i efikasnije intervencije; poboljšani ugled i stvaranje poverenja kod zajednice; komparativna prednost; lakše dobijanje ovlašćenja i dozvola od lokalnih i državnih vlasti itd.

7. ANALIZA KVALITETA PREVOZNE USLUGE I PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE

Jedan od načina za poboljšanje poslovanja je i povećanje broja putnika, a to se može postići boljim kvalitetom usluge. Da bi se ta mera sproveda, potrebno je pre svega utvrditi sadašnje stanje kvaliteta usluge sa aspekta putnika i ispitati koliki je za njih značaj pojedinih parametara kvaliteta usluge. Najefikasniji način za dobijanje tih informacija je lični intervju, odnosno anketa putnika. To je postupak ispitivanja koji se realizuje u neposrednom kontaktu anketara i putnika. Rezultate ispitivanja anketar upisuje u unapred pripremljen upitnik.

Vidi se da su putnicima od svih parametara usluge najvažnija cena prevoza koja je na prvom mestu po značajnosti, anketiranih, na drugom mestu se stavlja ljubaznost osoblja, dok je na trećem mestu informisanost korisnika autobuske stanice.

7.1. Predlog mera za poboljšanje funkcionisanja

U predstojećim tačkama opisano je predloženo rešenje za sve celine autobuske stanice. Uvesti dodatne stanične usluge koje bi mogle postati značajan izvor prihoda. Povećati kvalitet staničnih usluga boljim informisanjem korisnika, prijema žalbi, ljubaznošću osoblja itd.

Postaviti televizijski pano za informacije. Televizijski pano treba biti postavljen u autobuskoj stanici i na njemu bi bili prikazani vreme i broj perona polaska i dolaska autobusa u narednih dva sata radi boljeg pregleda reda vožnje. Takođe bi trebalo da se najavljuju i prikazuju eventualne promene u redu vožnje tako da bi korisnici mogli blagovremeno da se prilagode ovim promenama.

Stični predprostor AS u Prokuplju ne zadovoljava osnovne kriterijume razmeštaja. Ne postoje pešačke komunikacije, parking za zaposlene, parking za korisnike AS i taxi vozila.

Na trotoaru na ulici Vasilija Đurovića Žarkog predlaže se uklanjanje trafike koje se tu nalaze, od kojih će se jedna premestiti u holu putničke zgrade. Na tom prostoru predlaže se postavljanje 2 stajališta za taksi vozila i jedno mesto za vozila koja ostavljaju putnike na AS.

Ograđivanjem AS ostaje prostor na parceli dovoljan da se projektuju 4 PM za zaposlene.

Zbog nedostatka prostora, predložene su mere parkiranja na keju reke Toplice i u novom stanju imali bi parking mesta za korisnike AS.

Postojeće stanje putničke zgrade ne zadovoljava kriterijume razmeštaja elemenata osnovnog i pratećeg sadržaja, a sa druge strane postoji dosta neiskorišćenog prostora koji se može iskoristiti.

Najveći prostor AS u Prokuplju je neograđeni autobuski prostor. Korisnici AS prilaze sa svih strana, što dovodi do mešanja pešačkih komunikacija sa površinom namenjenoj za manevrisanje autobusa i povećava rizik od nezgoda. Mere poboljšanja podrazumevaju ograđivanje parcele na kojoj se nalazi lokacija i redimenzionisanje perona.

ISO standardi najpre treba da se primenjuju za održavanje kvaliteta usluge kao i zaštite životne sredine. Primenom ISO 14001 može se poboljšati ekološki standard na autobuskoj stanici. Primenom ekoloških materijala i sortiranjem otpada može se mnogo doprineti poboljšanju ekologije. Potrebno je uvesti standarde u sve oblasti i sve delove autobuske stanice.

Primenom ISO 9001 može se poboljšati i kvalitet proizvoda i usluge na pratećem sadržaju autobuske stanice. Sve prodavnice i svi kiosci za prodaju hrane i pića moraju da ispunjavaju određene ISO standarde. Čekaonica kao i ostali prateći sadržaj unutar stanice treba da ispunjava ISO standarde. Implementacija ISO standarda u okviru autobuske stanice treba da bude jedan od osnovnih preduslova poboljšanja kvaliteta usluge na autobuskoj stanici.

8. ZAKLJUČAK

Autobuska stanica svojim rasporedom treba da zadovolji potrebe korisnika. Uz predložene mere AS bi mogla da podrži sadašnji broj putnika, odnosno broj polazaka. U slučaju povećanja broja putnika, za dodatne elemente osnovnog i pratećeg sadržaja može se iskoristiti prostor koji je sada neiskorišćen i nema nikakvu funkciju. Takođe se povećanjem broja polazaka mogu iskoristiti pripremni peroni, a da se pripremno parkiralište napravi u blizini AS.

Putnici dolaze i odlaze sa AS raznim vidovima kretanja (pešačenjem, taksijem, JGP-om, PA), pa je neophodno obezbediti određene elemente za njeno funkcionisanje: pešački prelaz, stajalište za taksi vozila, parkirališta za PA.

Putnička zgrada mora biti sačinjena od neophodnih tehnoloških elemenata koji autobuska stanica mora da ima da bi normalno funkcionisala.

Osnovni princip koji mora da se poštuje, kada je autobuski prostor u pitanju, jeste da sva kretanja u okviru autobusnog prostora budu jednosmerna i da nema mešanja autobusnog saobraćaja sa ostalim vidovima saobraćaja ili pešačkim kretanjima.

9. LITERATURA

- [1] Putnik, N., Autobaze i autostanice, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2010.
- [2] R.Perišić, Sistem kvaliteta usluga, logistika i informatika, Institut tehničkih nauka SANU Beograd i zavod za logistiku, Projektovanje i inženjering, Translog, Beograd 2002.

- [3] www.turizamprokuplje.com [Pristupljeno, oktobar 2015. godine]
- [4] Putnik N., „Autobaze i autostanice“, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1992. [Pristupljeno, maj 2015. godine]
- [5] www.siepa.gov.rs [Pristupljeno, januar 2016. godine]
- [6] Gladović P., „Sistem kvaliteta u drumskom transportu“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2012.
- [7] www.iss.rs [Pristupljeno, januar 2016. godine]

Kratka biografija:



Srdan Jović rođen je u Prokuplju 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Sistem kvaliteta u drumskom transportu odbranio je 2016. god.

**POBOLJŠANJE ORGANIZACIJE POSLOVANJA TRANSPORTNOG PREDUZEĆA
UPRAVLJANJEM RIZIKOM NA TRANSPORTNOM TRŽIŠTU****BUSINESS ORGANIZATION IMPROVEMENT OF A TRANSPORT COMPANY BY RISK
MANAGEMENT ON THE TRANSPORT MARKET**

Marko Brdar, Milica Miličić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast-SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj–Analizira upravljanja i vrste rizika obuhvata pojam i upravljanja rizikom, a zatim su opisani osnovni rizici u poslovanju transportnog preduzeća. Kao primer iz prakse je prikazano upravljanje kreditnim rizicima u poslovanju preduzeća "TOP HILL" DOO.

Abstract– This paper provides analysis of the types of risk management and covers the term and risk management, and then describes the basic risks of the transport company. As an example of good practice, credit risk management in the company "TOP HILL" DOO is presented.

Ključne reči: Upravljanje rizikom, transportno tržište

1. UVOD

Rizik i neizvesnosti su pojava u svakom poslu koji se radi. Mnogi od nas su navikli da žive i da donose odluke u uslovima svakodnevnih rizika. Rizik je izloženost neizvesnosti, ili bolje rečeno neizvesnost budućeg ishoda. Njega na taj način čine dve komponente: neizvesnost i izloženost toj neizvesnosti. Neizvesnost je stanje kada ne postoji znanje o tome da li je neka pretpostavka istinita ili ne, ili kada postoji nepotpuno poznavanje pretpostavki u vezi s nekom pojavom. Rizik je sastavni deo života i ljudi. Svuda gde postoji ljudska aktivnost vezana za kretanje, proizvode, tehnologije, mašine, objekte ili investicije prisutan je rizik [1].

2. UPRAVLJANJE RIZIKOM**2.1. Istorijski razvoj funkcije upravljanja rizikom**

Upravljanje rizikom se neformalno praktikovalo još od davnih vremena. Postoje neke kontraverznosti u tome da li su naučnici ubrzali razvoj upravljanja rizikom ili je pak poslovna praksa inspirisala naučnike, ali nema sumnje da je period od 1955. do 1964. godine bio period rađanja modernog upravljanja rizikom, i to kako sa akademske tako i sa profesionalne tačke gledišta. Formalno upravljanje rizikom je postojalo i pre ovog perioda, ali termin "risk management" nije bio zvanično usvojen sve do pomenutog perioda. Naime sve do 1929. godine sva pažnja je bila usmerena na problem upravljanja čistim rizikom u nekom preduzeću. Kao i mnoge upravljačke funkcije i funkcija upravljanja rizikom imala je svoje funkcije-preteče.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Miličić.

Možda je jedna od najuticajnijih preteča bila kupovina osiguranja. Većina modernih pozicija upravljanja rizikom nastala je iz funkcije kupovine osiguranja, i ovaj istorijski proizvod, čak i danas, baca veoma dugu senku na pojam upravljanja rizikom. Isto se ovo može reći i za akademsku oblast upravljanja rizikom i to se najbolje vidi iz činjenice da je časopis za rizik i osiguranje sve do 1964. godine nosio naziv časopisa za osiguranje [2].

2. 2. Funkcija upravljanja rizikom danas

Rizici se uslovljavaju i umnožavaju sa razvojem tehnologije i porastom opšteg društvenog standarda. Tradicionalno, upravljanje rizikom je bilo ograničeno samo na čiste rizike koji su obuhvatili imovinske i lične rizike i rizike od odgovornosti. Upravljanje rizikom je važan za širok spektar industrije, od malih preduzimača do velikih kompanija koje rade po celom svetu, od organizacija koje svoje aktivnosti ograničavaju na svoje sopstvene prostorije do onih koje svoje aktivnosti obavljaju na otvorenom prostoru, od onih koji proizvode bezopasne proizvode do onih koji proizvode veoma toksične ili eksplozivne proizvode. Proces upravljanja rizikom je funkcija rukovođenja, poput upravljanja marketingom ili finansijama [2]. Većina autora obično razlikuje sledeće faze u procesu upravljanja rizikom:

1. utvrđivanje izloženosti riziku,
2. analiza izloženosti riziku,
3. procena rizika,
4. izbor odgovarajuće metode i instrumenata za upravljanje rizikom i
5. kontrole programa za upravljanje rizikom [3].

2. 3. Ciljevi upravljanja rizikom

Da bi se postavili ciljevi upravljanja rizikom mora se prvo sagledati odnos cene rizika, odnosno troškova koje neki rizik može da nanese datoj firmi i vrednosti te firme na tržištu. Bez obzira na tip rizika, cena rizika obuhvata pet glavnih komponenti:

1. očekivane štete
2. troškovi kontrole štete
3. troškovi finansiranja rizika
4. troškovi smanjenja unutrašnjeg rizika
5. troškovi preostale neizvesnosti koja je ostala posle primene programa za upravljanje rizikom.

Jasno je da pojedinačni ciljevi funkcije upravljanja rizikom mogu varirati od organizacije do organizacije. Često će postojati veliki broj ciljeva i razumljivo je da neki ciljevi mogu doći u suprotnost sa drugim ciljevima. Prilikom rešavanja tih suprotnosti mora se stalno imati na umu da je od svega najbitniji opstanak firme, odnosno svodenje rizika koji izazivaju troškove za datu firmu na

najmanju moguću meru. Ciljevi upravljanja rizikom klasifikuju se u dve kategorije:

1. ciljevi pre nastanka štete – gubitka
2. ciljevi posle nastanka štete – gubitka

Najvažniji ciljevi upravljanja rizikom pre gubitka su:

- ekonomska spremnost firme za potencijalne štete,
- smanjenje zabrinutosti od posledica štete,
- ispunjenje obaveza spoljnog faktora.

Jedan od osnovnih ciljeva posle nastanka štete je stvaranje uslova za opstanak firme, odnosno njenog oporavka. To podrazumeva da posle nastanka štete firma obnovi deo ili celu proizvodnju, u nekom optimalnom vremenu ako tim menadžera donese takvu odluku. Produžetak poslovne aktivnosti posle nastanka štete je važan i za ostvarenje cilja stabilnosti zarada zaposlenih, koji se objektivno može održati jedino ako firma nastavi sa radnim aktivnostima. Posledice nastalih šteta pored direktne materijalne štete imaju često nesagledive negativne uticaje na sve zaposlene, klijente, poslovne partnere i na širu društvenu zajednicu. Zato je jedan od važnih ciljeva socijalna odgovornost koja ima zadatak da minimizira uticaj štetnog događaja na pojedince i društvo [2].

2.4. Odnos funkcije upravljanja rizikom prema drugim funkcijama u preduzeću

Odnos funkcije upravljanja rizikom prema drugim funkcijama u preduzeću može da se klasifikuje na dva načina. Prvi način je da se odnos klasifikuje u zavisnosti od toga da li se vrši identifikacija i procena mogućih rizika ili se definiše kako će se ovi rizici obrađivati. Drugi način je klasifikacija prema stepenu u kom su drugi menadžeri direktno uključeni u upravljanju rizikom. Na primer, drugi menadžeri mogu da menadžeru rizika samo daju informacije koje su mu potrebne da bi primenio neki instrument za upravljanje rizikom, ili pak mogu sami da primene ove instrumente [2].

3. OSNOVNI RIZICI U POSLOVANJU PREDUZEĆA

3.1. Kreditni rizik

Kreditni rizik je mogućnost da kreditni dužnik neće moći ili hteti da otplati glavnicu kredita, kamatu ili oboje zbog čega će kreditor da pretrpi gubitak. Komponente od kojih zavisi očekivani gubitak su: verovatnoća da suprotna strana-korisnik kredita neće podmiriti obaveze u ugovoreno vreme i na ugovoren način, iznos gubitka koji bi se ostvario u slučaju nepoštovanja ugovora od suprotne strane-korisnika kredita, i potencijalne izloženosti banke neplaćanju na određeni datum u budućnosti. Kreditni rizik je rizik iz grupe finansijskih rizika i eksplicitno je dokumentovan, što njegovu identifikaciju čini relativno jednostavnom u odnosu na rizike iz grupe nefinansijskih [4].

3.2. Kamatni rizik

Kamatni rizik predstavlja rizik od pada tržišne vrednosti portfelja usled neizvesnosti prometa kamatnih stopa. Rizici kamatne stope se mogu podeliti na više načina. Treba istaći da postoje dva različita pristupa problematici kamatnih stopa:

- sa pozicije knjigovodstvene vrednosti gde se rizik posmatra u smislu njegovog efekta na pojedine pozicije

aktivne i pasive kao i bilansa uspeha svake finansijske institucije i

- sa pozicije tržišne vrednosti gde se rizik uzima u smislu njegovog uticaja na tržišnu vrednost portfelja [1].

3.3. Tržišni rizik

Tržišni rizik je rizik da usled promena na tržištu dođe do gubitka na vrednosti investicije. Prva podela tržišnog rizika se odnosi na podelu rizika hartija od vrednosti na opšti sistemski tržišni rizik, koji se odnosi na osetljivost pojedine hartije od vrednosti ili portfelja na promene tržišnih indeksa, i na nesistemski rizik. Dalje, tržišni rizik se može podeliti na deo rizika koji zavisi od smera kretanja finansijskih promenljivi, npr. kretanje cene deonica, kamatnih stopa, deviznih kurseva i cena roba [1].

3.4. Devizni rizik

Devizni rizik predstavlja rizik da preduzeće ostvari gubitke u svom poslovanju usled promena u deviznim kursovima. Ovaj rizik je posebno značajan za preduzeća koja posluju na globalnom planu sa više valuta, to jest za međunarodne i multinacionalne kompanije. Izloženost ovoj vrsti rizika pretpostavlja postojanje neto kratke ili duge otvorene pozicije u datoj valuti. Faktori nastanka rizika deviznog kursa mogu biti vremenska izloženost, bilansna izloženost i ekonomska izloženost riziku deviznog kursa. Za ublažavanje posledica rizika deviznog kursa mogu se koristiti klasični oblici zaštite ili oni inovativnog karaktera [4].

3.5. Operativni rizik

Operativni rizik je rizik od gubitka koji nastaje zbog neadekvatnosti, odnosno manjkavosti internih procesa, ljudskih resursa, sistema za podršku ili zbog spoljnih uticaja. Mora se istaći da operativni rizik dolazi do izražaja i zbog sve većeg korišćenja informacione tehnologije i automatizacije u finansijskom poslovanju, uvođenja složenih hartija od vrednosti, daljeg razvoja modela za merenje tržišnog i kreditnog rizika, itd. Operativni rizici su u grupi nefinansijskih rizika, koji nastaju iz poslovnih procesa, zbog grešaka koje čini čovek u tom procesu, sistemskih propusta, neadekvatnih procedura. Opšta klasifikacija, široko prihvaćena, poznaje sledeće kategorije operativnih rizika:

- rizik neadekvatne ili nedovoljne infrastrukture
- tehnološke rizike
- rizike operacija ili poslovnog procesa
- rizike ljudskog faktora
- rizike eksternih događaja

Kompanije su oduvek upravljale ovim rizicima. Novi cilj koji se postavlja pred njih je da se to radi na što sistematičniji način. Negativne posledice operativnih rizika mogu se svrstati među sledeće: direktni finansijski gubitak, indirektni gubitak zbog narušavanja ugleda banke i/ili odnosa s klijentima, potencijalni gubitak prihoda kao posledica operativne nesposobnosti za obavljanje poslovnih transakcija [1].

3.6. Rizik likvidnosti

Rizik likvidnosti je rizik mogućnosti nastanka negativnih efekata na finansijski rezultat i kapital preduzeća usled nesposobnosti tog preduzeća da ispunjava svoje dospele

obaveze. Kompanija svojom imovinom i obavezama upravlja na način koji joj omogućava da u svakom trenutku ispunji svoje dospele obaveze (likvidnost) i da trajno ispunjava sve svoje obaveze (solventnost). Termin likvidnost se koristi u različitim slučajevima, ali u svim se odnosi na mogućnost pristupa gotovini ili pretvaranju u gotovinu onda kada je to potrebno.

Za instituciju se kaže da je likvidna ako ista na lak način dolazi do gotovine, bilo da se radi o gotovini u blagajni ili na drugi način dolazi do nje. Za tržište se kaže da je likvidno ako se instrumenti kojima se trguje na lak način mogu kupiti ili prodati sa malim uticajem cena na tržištu.

Likvidnost se može definisati kao količina novčanih sredstava koja se utvrđuje tako što se u posmatranom razdoblju izračuna razlika između raspodele dospelih potraživanja i raspodele dospelih obaveza.

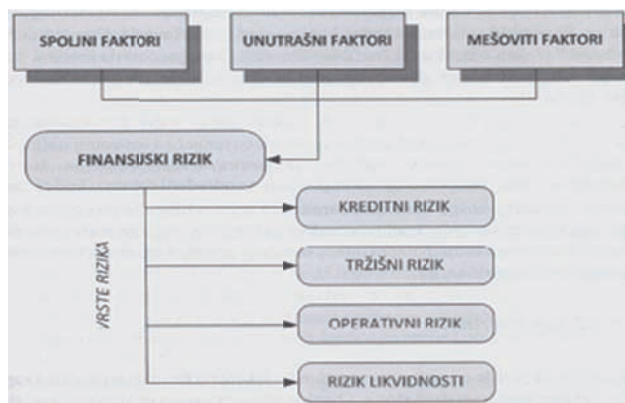
Rizikom likvidnosti se upravlja sa okvirnim politikama za likvidnost, kontrolama i limitima. Osnovni pristupi se mogu podeliti na tri vrste:

- pristup likvidnog sredstva kada firme održavaju likvidne instrumente u bilansu stanja koji se mogu povući u datom momentu,
- pristup novčanog toka, kada firma nastoji da usaglasi odlive u odnosu na prilive novčanih sredstava kada su u pitanju razna dospeća, i
- kombinacija prethodna dva pristupa [1].

4. UPRAVLJANJE RIZIKOM U FINANSIJSKOM POSLOVANJU

4.1. Definisanje rizika u finansijskom poslovanju

Da bi rizik postojao u finansijskom poslovanju mora da bude: moguć, izaziva ekonomsku štetu, bude neizvestan i da bude slučajan. U suštini finansijski rizik je rizik koji se odnosi na novac, odnosno na moguće gubitke na finansijskom tržištu.



Slika 1. Finansijski rizik i faktori koji utiču na njihov intezitet [1]

Faktori koji utiču na pojavu rizika sa kojima se suočava neki privredni subjekat i njegove poslovne aktivnosti su:

- Spoljašnji (eksterni)
- Unutrašnji (interni)
- Mešoviti.

Ako ih dalje analiziramo možemo ih kategorisati na:

- Poslovne rizike
- Opšte rizike [1].

4.2. Proces upravljanja rizikom u finansijskom poslovanju

Proces upravljanja rizikom se sastoji iz šest koraka:

1. Utvrđivanje ciljeva
2. Identifikacija rizika
3. Procena rizika
4. Razmatranje alternativa i izbor sredstava za upravljanje rizikom
5. Primena odluke
6. Procena i ponovno ispitivanje

Nadgledanje i kontrola procesa upravljanja rizikom znači da efektivno upravljanje rizikom podrazumeva određenu strukturu izveštavanja i kontrole radi obezbeđenja da rizik bude pravovremeno identifikovan i procenjen, kao i da su implementirane odgovarajuće kontrole kao odgovor na rizični događaj [4].

4.3. Struktura i administriranje procesa upravljanja rizikom

Politika upravljanja rizikom definiše pristupi sklonost privrednog subjekta riziku, kao i njegove pristupe riziku. Upravni odbor privrednog subjekta definiše strateški pravac privrednog subjekta, i formira okruženje i strukture za upravljanje rizikom radi efektivnog i efikasnog funkcionisanja privrednog subjekta. Ključni resurs za implementaciju procesa upravljanja rizikom su zaposleni odnosno njihova svest o riziku i obučenost da upravljaju njime. Zatim, operativni procesi i informacioni sistem privrednog subjekta i ugrađeni mehanizmi kontrole odnosno minimiziranja rizika u obavljanju dnevnih aktivnosti organizacionog dela, kao i proces budžetiranja odnosno izdvajanja određenih novčanih sredstava za pokrivanje rizika poslovanja privrednog subjekta [4].

4.4. Nephodnost upravljanja rizikom u finansijskom poslovanju

Razvoj finansijskog sektora odnosi i dosta novosti na planu upravljanja rizikom, a posebno na modeliranju tržišnog, kreditnog i operativnog rizika. Glavna metodologija za upravljanje rizikom je metoda rizične vrednosti (**Value-at-risk, VaR**), koja se u praksi koristi sa drugim tehnikama za minimiziranje rizika u poslovanju, kako bi se postigli optimalni rezultati u poslovanju. Generalno, dešavanja na svetskom tržištu kapitala i novca su inicirala da svetske regulatorne institucije pokrenu razvoj minimalnih standarda za upravljanje rizikom za potrebe i drugih finansijskih i nefinansijskih institucija [4].

4.5. Upravljanje imovinom preduzeća

Preduzeće može da ulaže u dva različita oblika imovine:

1. nerizična imovina, i
2. rizična imovina

Nerizična imovina uvek donosi fiksnu stopu prinosa. Rizična imovina ima varijabilnu stopu prinosa, na primer, investiranje u akcije. Očekivani prinos od rizične imovine je veći od fiksnog prinosa nerizične imovine. Investitor nikada nebi ulagao u rizičnu imovinu, ukoliko bi ona imala isti očekivani prinos kao ulaganje u nerizičnu imovinu. Preduzeće odlučuje kakav će biti odnos rizične i nerizične imovine u njenim bilansima. Cena rizika meri se odnosom rizika i prinosa određene imovine [5].

5. UPRAVLJANJE RIZIKOM U POSLOVANJU PREDUZEĆA "TOP HILL" DOO

5.1. Uopšteno o preduzeću

Društvo s ograničenom odgovornošću za prevoz robe u drumskom saobraćaju, trgovinu i usluge „TOP HILL“ DOO je osnovano 2003. godine. Sedište privrednog društva je u Paraćinu. Glavna delatnost privrednog društva je prevoz robe u domaćem i međunarodnom saobraćaju. U okviru voznog parka raspolaže sa 5 tegljača sa poluprikolicom.

5.2. Upravljanje kreditnim rizicima u poslovanju preduzeća "TOP HILL" DOO

U toku svog poslovanja privredno društvo "TOP HILL" DOO je koristilo više kredita. Krediti su najvećim delom korišćeni za kupovinu vozila kojima se obavlja osnovna delatnost. Sa novčanim iznosom kredita privredno društvo je pribavilo 6 vozila (od toga 4 tegljača i 2 poluprikolice). U tabeli br. 1 dat je detaljan prikaz kredita koji su korišćeni za nabavku vozila koji čine vozni park.

Tabela 1. Krediti privrednog društva korišćeni za nabavku vozila

POVERILAC	ZADNJA RATA	MESEČNI IZNOS(€)
Credit Agricole	03.02.2014	1.507,05
Vojvođanska banka	30.06.2014	618,00
Scania credit	30.03.2016	1.785,00
Vojvođanska banka	16.12.2013	1.192,24
Scania credit	05.09.2014	1.015,00
Vojvođanska banka	14.04.2017	1.805,55

Pored kredita koji su korišćeni za proširenje voznog parka, privredno društvo je, u određenim okolnostima koje su to zahtevale, podizalo kredite radi očuvanja finansijske stabilnosti i urednog izmirivanja obaveza kako prema dobavljačima tako i prema državnim organima i ustanovama. Takvi krediti korišćeni su na osnovu procene menadžmenta o postojanju potrebe za finansijskim sredstvima nužnim za zadovoljavajuće finansijsko poslovanje. Ukupno je za tu namenu korišćeno pet kredita, od kojih su dva kredita podignuta u valuti evro kod Vojvođanske banke, a tri kredita u dinarskom iznosu kod UniCredit banke. U tabeli br. 2 je dat detaljan prikaz deviznih kredita koji su korišćeni radi očuvanja finansijske stabilnosti.

Tabela 2. Detaljan prikaz deviznih kredita koji su korišćeni radi očuvanja finansijske stabilnosti

POVERILAC	ZADNJA RATA	MESEČNI IZNOS(€)
Vojvođanska banka	18.03.2015.	833,33
Vojvođanska banka	14.04.2015.	2.500,00

Od UniCredit banke podignuta su tri dinarska, subvencionisana kredita. Svi ovi krediti su dati uz grejs period od šest meseci, što je za društvo predstavljalo posebnu povoljnost pri otplati i omogućavalo komfornije izmirivanje ukupnih finansijskih obaveza. U tabeli br. 3 je dat detaljan prikaz dinarskih kredita koji su korišćeni radi očuvanja finansijske stabilnosti.

Tabela 3. Detaljan prikaz dinarskih kredita koji su korišćeni radi očuvanja finansijske stabilnosti

POVERILAC	ZADNJA RATA	MESEČNI IZNOS(RSD)
UniCredit banka	03.12.2015.	256.597,00
UniCredit banka	18.12.2015.	213.840,32
UniCredit banka	04.03.2016.	128.326,70

6. ZAKLJUČAK

Upravljanje rizikom kao proces od vitalnog značaja, treba da zauzima centralni deo strategijskog menadžmenta svake organizacije. Iz iznetih podataka o kreditnim zaduženjima privrednog društva „TOP HILL“ DOO može se zaključiti da je procena rizika pri kreditnim zaduženjima od strane menadžmenta društva bila realna i pouzdana, zasnovana na potpunom poznavanju poslovne aktivnosti. S obzirom na navedeno može se zaključiti da je menadžment ovog privrednog društva odgovorno vodio proces upravljanja rizikom kada je u pitanju kreditno zaduženje, kao mogući rizik na poslovnu aktivnost, ovog privrednog subjekta u navedenom periodu.

7. LITERATURA

- [1] Cvetinović M.: Upravljanje rizicima u finansijskom poslovanju, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2008
- [2] Vujović R.: Upravljanje rizicima i osiguranje, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2009
- [3] Avdalović V., Čosić Đ. i Avdalović S.: Upravljanje rizikom u osiguranju, FTN, Novi Sad, 2008
- [4] Barjaktarović L.: Upravljanje rizikom, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2009
- [5] Šabović Š.: Otkrivanje rizika u poslovanju preduzeća, Ekonomski fakultet, Kosovska Mitrovica, 2012

Kratka biografija:



Marko Brdar rođen je u Rijeci 1986. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Upravljanje transportom odbranio je 2016. godine.

UPRAVLJAČKI SISTEMI VERTIKALNIH PODIZAČA CONTROL SYSTEM OF VERTICAL ELEVATORS

Željko Jekić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – Ovaj rad se bavi problematikom upravljačkih sistema vertikalnih podizača. Date su sličnosti i razlike između upravljačkih sistema putničkih i teretnih podizača - liftova. Ukratko je opisan razvoj upravljačkih sistema vertikalnih podizača, a nakon toga dat je pregled novih metoda upravljanja na bazi neuronskih mreža. U radu je opisan i jedan vertikalni podizač tereta zajedno sa sistemom upravljanja.

Abstract – . This paper describes problem with control system of vertical elevators. Displayed are the similarities and differences between the control systems of passenger and freight elevators - lifts. Briefly describes the development of control systems of vertical elevators, and then provides an overview of new control methods based on neural networks. This paper describes and one freight vertical elevator together with the control system.

Cljučne reči: vertikalni podizači, neuronske mreže, upravljački sistemi

1. UVOD

Vertikalni podizači, ili kako se češće kaže liftovi, kao naprava za vertikalno podizanje ljudi i tereta nisu moderan pronalazak. U jednom Arhimedovom zapisu, koji datira 200 godina pre nove ere, pominje se dizalica – lift. I ova naprava, mada je u ono vreme bila pokretana ljudskom snagom, u principu je bila slična današnjim liftovima, pošto je imala bubanj oko koga se namotavalo užde. U drugoj polovini XVII veka u Engleskoj je bio uveden hidraulični tip lifta. Od 1850. godine nastaje progres u razvoju liftova. Liftovi pokretani pomoću pare spadaju u red najstarijih motornih liftova. Kao rešenje vertikalnog transporta, danas se najviše primenjuju električni liftovi, a zatim hidraulični. Međutim sva ova postrojenja nisu imala sigurnosni uređaj koji bi spečio pad kabine usled kidanja užadi pod delovanjem težine same kabine. Do poboljšanja liftovskih postrojenja dolazi upotrebom čeličnih užadi, čija se primena i do danas zadržala. Pored primene čeličnih užadi danas se često sreću i liftovi, uglavnom teretni, koji koriste valjkaste (galove) lance.

Upravljački sistemi vertikalnih podizača su sistemi čiji razvoj konstatno napreduje i koji su u poslednjih desetak godina doživeli značajan napredak korišćenjem savremenih metoda upravljanja. Logika upravljanja kretanjem vertikalnih podizača je jedan od težih problema upravljanja, jer ne postoji univerzalni algoritam koji daje optimalno rešenje. Kako nema univerzalnog algoritma za

čije se upravljanje koriste neuronske mreže. Korišćenje metoda upravljanja pomoću neuronskih mreža značajno je poboljšalo rad podizača. Ovaj doprinos se u najvećoj meri istakao kod objekata gde postoji više podizača koji rade kao jedan jedinstven sistem vertikalnog transporta.

U sistemu upravljanja podizačima treba izdvojiti i upravljanje samim elektro motorom podizača. Razvoj upravljanja elektromotorima takođe je mnogo doprineo razvoju vertikalnih podizača. Primena novih tehnologija upravljanja najviše se primeti u pokretanju i zaustavljanju kabine. Danas, čovek koji se nalazi u kabini pokretanje i zaustavljanje kabine skoro ne može ni osetiti, dok se kod starijih podizača gde se koriste starije metode upravljanja pokretanje i zaustavljanje kabine oseću u velikoj meri.

2. UPRAVLJAČKI SISTEMI VERTIKALNIH PODIZAČA

2.1 Problematika sistema za upravljanje vertikalnim podizačima

Sistemi za upravljanje vertikalnim podizačima su sistemi za koje možemo reći da spadaju u veoma kompleksnu grupu sistema. Na prvi pogled sistem za upravljanje vertikalnim podizačima možda ne deluje tako kompleksan, ali kada se detaljne uzme u razmatranje vidimo da je to jedan izuzetno složen sistem. Postoji više razloga koji ovaj sistem čine kompleksnim, a izdvojeni su samo neki od njih.

Prvi, a verovatno i najvažniji, razlog je što nikad ne znamo unapred kakve će sve zahteve dobiti sistem koji upravlja podizačem. Iako bi teoretski mogli da predvidimo sve moguće situacije na koje bi sistem trebao da odgovori, u praksi bi to bilo nemoguće realizovati jer broj svih mogućih situacija je ogroman čak i za podizače sa malim brojem stanica. Sledeća činjenica je da podizači moraju raditi u realnom vremenu, tj odluka o sledećem koraku mora biti donešena u unapred zadatom vremenskom roku. Pored navedenih činjenica, sistem upravljanja podizača često ima i signal o trenutnom opterećenju kabine iz čega bi recimo mogao odlučiti da ne prima nove putnike. Ako se svemu ovome doda da se i zahtevi koji stižu od putnika mogu razlikovati u nekim vremenskim periodima dana. Ujutru u stambenim zgradama većina ljudi se spušta sa spratova na prizemlje i obrnuto popodne, a recimo u poslovnim zgradama je obrnuto u odnosu na stambene zgrade. Opet, sa druge strane vikendom i neradnim danima stižu drugačiji zahtevi nego radnim danima. Takođe, zahtevi se razlikuju i od objekta u kome podizač radi (stambena zgrada, poslovna zgrada, bolnica...). Često se javlja i potreba za velikim kapacitetom podizača pa iz tog se razloga pravi više podizača koji kao jedinstven sistem treba da opslužuju putnike. I na kraju, činjenica da rad podizača ocenjuje uglavnom svaki putnik ponaosob, a podizač treba da zadovolji sve putnike zaključujemo da sistem upravljanja vertikalnim podizačima zaista jeste kompleksan.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Stankovski.

2.2. Razvoj upravljačkih sistema vertikalnih podizača

Prvi vertikalni podizači su imali ručne komande za upravljanje postavljene unutar kabine. Ovakvo rešenje upravljanja je mnogo zavisilo od sposobnosti putnika koji upravlja podizačem. Ovakav način korišćen je do početka 40-ih godina XIX veka. Tada su počeli da se razvijaju i primenjuju prvi podizači koji su imali relejni sistem upravljanja. Ovo je značajno unapredilo mogućnosti podizača pa samim tim i doprinelo njihovom sve većom upotrebom. Relejni sistemi su omogućili kontrolu brzine podizača, položaja kabine kao i rad vrata.

Već tokom 1950-ih godina kompanija Otis Autotronic je počela razvijati sisteme o predviđanju toka saobraćaja unutar zgrada kako bi upravljanje liftovima bilo optimalno. Sve do 1980-ih godina za upravljanje podizačima se koristila relejna tehnika, da bi tada upravljanje podizačima preuzeli sistemi bazirani na mikroprocesorima. Kako su ovakvim sistemi sa mikroprocesorima bili značajno bolji od sistema sa relejnom tehnikom, većina starih upravljanja je zamenjena novim savremenijim sistemima upravljanja.

Mikroprocesorski sistemi upravljanja su do danas značajno napredovali ali razvoj novih metoda upravljanja baziranih na neuronskim mrežama polako počinju da potiskuju upotrebu mikroprocesorskih upravljačkih sistema. Sistemi sa neuronskim mrežama uvode potpuno novi pristup upravljanju i programiranju sistema. Tačnije, programiranje sistema baziranih na neuronskim mrežama se svodi na obučavanje, učenje mreže kako da odgovara na tražene zahteve. Kako se kod upravljanja podizačima javlja uglavnom nepravilan i nepoznat niz zahteva upotreba sistema sa neuronskim mrežama je donela veliki napredak u odnosu na mikroprocesorske sisteme upravljanja.

2.3. Ocenjivanje kvaliteta upravljanja vertikalnih podizača

Pre nego što predložimo neke algoritme za upravljanje podizačima, moramo postaviti kriterijume na osnovu kojih ćemo ocenjivati njihov kvalitet. Kako se većina podizača koristi za prevoz ljudi (putnički liftovi) kriterijumi za ocenu rada podizača bazirani su upravo na putničkim liftovima. Postoje različiti kriterijumi za ocenu rada liftova, a najčešći u praksi korišćeni kriterijumi za ocenjivanja kvaliteta upravljačkog sistema liftova su [1,2]:

1. Prosečno vreme čekanja putnika u hodniku
2. Prosečno vreme koje putnik čeka do dolaska na željenu stanicu
3. Procenat putnika koji čekaju duže od 1 minute u hodniku.

Kako se u prva dva kriterijuma ocenjivanja računa prosečno vreme čekanja, i ono može biti računato na više načina. Jedan način računanja je prosečna srednja vrednost čekanja gde se sva vremena čekanja putnika sabiraju i podele sa brojem putnika. Drugi način za računanje je prosek srednje vrednosti kvadrata čekanja. Razlog korišćenja je u tome što takav način računanja daje veću pravednost u posluživanju putnika [2,3]. Na primer, kada se gleda kriterijum prosečnog vremena čekanja dva putnika u trajanju od 2 sekunde i 8 sekundi će imati istu vrednost kao i čekanje u trajanju od 6 i 4 sekunde ($((2+8)/2)=(6+4)/2 = 5$). Ako ista vremena čekanja dva putnika računamo preko proseka kvadrata, čekanje od 8 i 2 sekunde će imati veću vrednost od čekanja od 6 i 4 sekunde ($((4+64)/2 = 34 > 26 = (36+16)/2$).

Treći kriterijum je procentualan ali možda inabitniji i za ocenu rada upravljačkog sistema podizača. U prvom slučaju može desiti da prosečno vreme čekanja lifta bude prihvatljivo, ali da veći procenat putnika čeka duže od minute. Sa druge strane, može se desiti da prosečno vreme čekanja bude nešto veće nego u prvom slučaju ali da mnogi manji procenat putnika čeka manje od minute. Svakako da je bolje da prosečno vreme čekanja bude i malo duže ali da mnogo manji broj putnika čeka manje od minute na lift jer će tako svi putnici biti ravnopravni.

2.4. Osnovni algoritam za upravljanje vertikalnim podizačima

Kao što je rečeno, univerzalni algoritam za upravljanje vertikalnim podizačima koji daje optimalno rešenje ne postoji, ali se algoritam za upravljanje svakog lifta može svesti na dva osnovna pravila[4]:

1. Nastavi putovanje u istom pravcu dok postoje preostali zahtevi u tom istom pravcu
2. Ako nema drugih zahteva u tom pravcu, onda preći u stanje mirovanja ili promeniti smer ukoliko postoji u suprotnom smeru

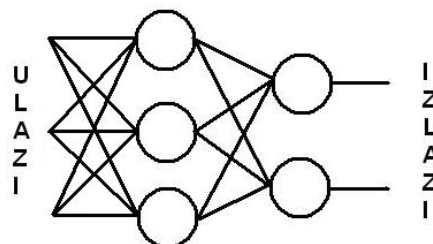
Jasno je da se ovakav algoritam upravljanja može primeniti na svaki podizač, ali jasno je i da upravljanje po ovom algoritmu neće dati ni približno optimalno rešenje. Ipak, za podizače sa malim brojem stanica (do 5 stanica) ovakav algoritam može da se koristi kao dobro rešenje. Sa povećanjem broja stanica upravljanje po ovakvom algoritmu daje sve lošija rešenja, a ako uz to dodamo da postoji više podizača koji bi trebali da rade kao jedan sistem onda je ovakvo rešenje gotovo neprihvatljivo.

3. OBUČAVANJE SISTEMA BAZIRANIH NA NEURONSKIM MREŽAMA

Za obučavanje neuronskih mreža postoji mnogo različitih algoritama. U zavisnosti od problema koji mreža rešava treba birati kojim ćemo algoritmom obučavati mrežu. Naravno, svaki algoritam može dati dovoljno dobro rešenje ali je pitanje koliko će upotrebom tog algoritma trajati obuka mreže. U radu ćemo spomeniti jedan, takoreći, osnovni i najčešće korišćen algoritam za obuku neuronskih mreža, kao i jedan napredniji i složeniji.

3.1. Obuka Backpropagation algoritmom

Najčešći način obučavanja neuronskih mreža je primenom Back-propagation algoritma. Kako bi objasnili postupak obučavanja mreže back-propagation algoritmom uzećemo primer jedne jednostavne neuronske mreže prikazane na slici 1.



Slika 1. Jednostavna neuronska mreža

Neuronska mreža koja koristi Backpropagation algoritam za obuku mreže vrši na osnovu primera. Algoritmu se

zadaje na osnovu kojih ulaza želimo postići odgovarajuće izlaze, a on na osnovu toga menja mrežu (težine u neuronima) tako da nakon obuke za date ulaze dobijemo željene izlaze. Backpropagation algoritam daje dobra rešenja za neke jednostavnije zadatke kao što su prepoznavanje oblika ili mapiranje. Kao što je već pomenuto za obuku mreže su nam potrebni primeri koji će mreži ukazati kakve izlaze želimo da dobijemo za pojedine ulaze.

Ako posmatramo korišćenje ovakvog algoritma za obuku sistema sa neuronskim mrežama koji upravljaju podizačima dolazimo do problema da mrežu moramo obučiti velikim brojem primera. Kako broj primera za obuku može biti jako velik obučavanje mreže bi moglo trajati dugo, pa je zato izbor skupa primera za obuku od ključnog značaja za obuku mreže.

Za izbor skupa primera za obuku ne postoji šablon koji primeri da se biraju, ali dobra strana je kasnije tokom rada sistema možemo mrežu dodatno obučiti nekim novim primerima. U samom sistemu je moguće realizovati i sistem koji će pratiti kada će mreža dati izlaz koji je za posledicu imao neželjen efekat (u našem slučaju kod podizača veliko vreme čekanja putnika) i zapamtiti stanje ulaza koja su dovela do neželjenog efekta. Kasnije, na osnovu prikupljenih podataka možemo mrežu obučiti sa nekim novim primerima kako bi mreža davala još bolje rezultate. Nakon ovakve obuke mreže koja upravlja podizačima sigurno je da možemo postići dobre rezultate u radu podizača.

3.2 Obučavanje neuronski baziranih sistema metodom Reinforcement learning

Reinforcement learning (RL) je način obuke (učenja) u kojoj učenik (neuronska mreža) uči iz interakcije sa okolinom. Učenje se bazira na principu pokušaja i grešaka. Kako okolina pojačava izbor učenikove akcije, proističe i naziv Reinforcement learning - pojačano učenje. Cilj je da učenik izborom niza akcija dođe do nekog zadatog cilja. Specifičnost RL učenja je da učenik ne zna da li će ga niz sprovedenih akcija dovesti do zadatog cilja.

Učenje se obavlja na principu pokušaja i grešaka. Učenik u nekoj situaciji (stanju) izvodi akciju, za koju biva nagrađen ili kažnjen. Postupak se zbog toga i naziva Reinforcement learning – pojačano učenje: okolina pojačava, učenikov izbor određene akcije. Sekvencijalnim izvođenje akcija učenik nastoji doći do nekog konačnog cilja. Razlika između RL učenja i ostalih vrsta je u tome što učenik ne zna da li ga izvođenje neke akcije vodi ka konačnom cilju.

Proces RL podrazumeva da imamo 3 osnovne komponente.

1. Učenika 4 (sistem upravljanja) kojim se smatra bilo kakav samostalni entitet koji je u stanju percipirati stanje okoline i izvoditi određeni skup akcija.
2. Okolinu koja okružuje učenika. Okolina se smatra kao (konačan ili beskonačan) skup stanja zajedno sa pravilima kako akcije koje učenik izvodi menjaju stanje okoline i kako učenik biva nagrađen za izvođenje

akcija. Okolina je promenljiva u vremenu, tj. stanje okoline se može menjati i proticanjem vremena.

3. Zadatak učenika je da usvoji određeno znanje o okolini. Usvajanje znanja učenik postiže izvođenjem onih akcija za koje dobija maksimalnu nagradu od okoline.

Karakteristični problemi vezani za RL učenje su:

1. Odložena nagrada
2. Izbor između istraživanja i proširivanja postojećeg znanja
3. Učenik može znati samo delimično stanja okoline
4. Celoživotno učenje

Odložena nagrada je temeljni problem RL učenja. Kako se RL učenje ne svodi na način da učeniku (mreži) dajemo željene ulaze i izlaze, učenik tako ne može biti siguran da ga izbor akcija vodi do željenog cilja. Učeniku je samo poznata nagrada u numeričkom obliku koju dobija za svaku izvršenu akciju. Da bi učenik bio siguran u zadovoljavanje konačnog cilja morao bi znati sve akcije u budućnosti. Kako to nije moguće, ako ga odabrane akcije ne dovedu do optimalnog cilja, učenik ne može znati gde je pogrešio.

Istraživanje i proširivanje znanja se odnosi na to do kog nivoa ćemo obučavati učenika. Ovde se mora odlučiti da li ćemo učenika dalje obučavati i istraživati nepoznate situacije ili ćemo se učenik koristiti već proverene akcije. Prilikom određivanja do koje mere ćemo istraživati, treba voditi računa da istraživanje produžava postupak učenja. Ipak, istraživanje i proširivanje postojećeg znanja dovodi bliže optimalnom rešenju problema.

Stanje okoline zavisi od više faktora, pa učenik ne može biti siguran i celokupno stanje okoline. Kako na izbor stanja utiču akcije učenika, učenik ne može sa sigurnošću znati kako će neka akcija promeniti stanje sredine. Isto tako, stanje sredine se menja i tokom vremena pa i to dovodi do toga da će učenik često moći videti samo delimično stanje sredine.

Pod problemom celoživotnog učenja smatramo da učenik može tokom vremena proširiti svoje znanje i to tako da prethodno naučeno znanje olakšava usvajanje novog znanja.

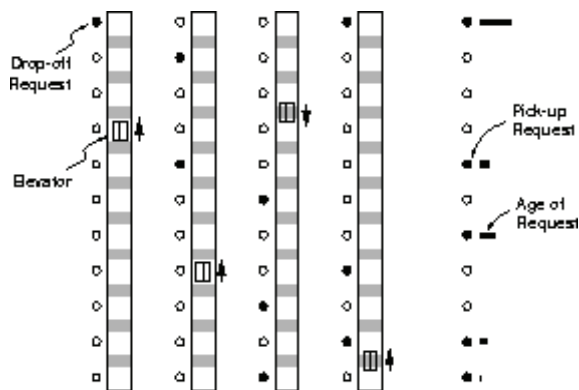
3.3. Primena RL učenja na vertikalne podizače (liftove)

Crites i Barto ([1],[2]) primenili su RL učenje na problem upravljanja skupom liftova koji treba da rade kao jedinstven sistem. Problem je definisan tako da liftovi poslužuju putnike minimizirajući vreme čekanja. Kao primer, uzeli su zgradu sa 10 stanica (spratova) i u njoj 4 lifta gde putnici koje je potrebno prevesti pozivaju lift na različitim stanicama i u različitim smerovima (slika 2).

Kako je za proces RL učenja potrebno znati akcije koje u učenik (lift) može izvesti i ograničenja koja diktira okolina uvedena su sledeća pravila:

1. Lift mora stati na spratu ukoliko to putnik u njemu zahteva
2. Lift može premeniti smer tek akda izađe poslednji putnik u trenutnom smeru
3. Lift ne staje na spratu ako je neki lift već stao na tom spratu

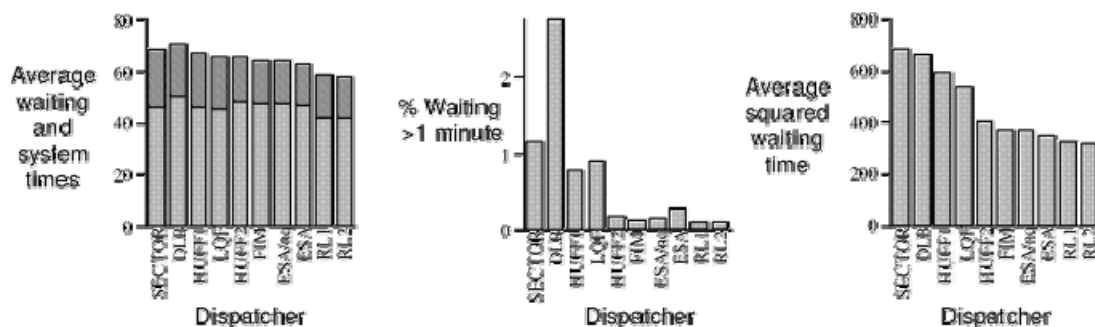
4. Ukoliko dolazi više zahteva u isto vreme lift bira smer prema gore
5. Lift može stati na spratu samo ukoliko to putnik (u hodniku ili liftu zahteva)



Slika 2 - Prikaz primera koje se razmatra

Jedina odluka koju upravljački sistem donosi jeste da li će na nekom spratu gde je putnik u hodniku stisnuo dugme poziv lift stati ili će nastaviti vožnju.

Kao kriterijum za ocenu tj. nagradu učenika Crites i Barto koriste prosek kvadrata vremena čekanja kako bi putnici bili ravnopravni posmatrani.



Slika 3 - Prikaz uporednih rezultata simulacije

5. ZAKLJUČAK

Već prvi pogled na sisteme za upravljanje podizačima otkriva da su oni itekako interesantni za analizu i proučavanje.

Detaljnijom analizom sistema za upravljanje vertikalnim podizačima ugledani su mnogi elementi koji takve sisteme čini kompleksim. Analiza takvih sistema je počela od prvih sistema koji su se koristili pa sve do novih sistema koji će u bliskoj budućnosti potisnuti dosadašnje sisteme upravljanja.

Treba istaći, da se tokom analize novih sistema upravljanja baziranih na neuronskim mrežama primetila mogućnost upotrebe takvih sistema upravljanja i za neke druge probleme.

U radu su spomenuti mnogi parametri na koje sistemi upravljanja moraju dati odgovor, ali sa druge strane gotovo nigde u istraživanjima ne spominje parametar poput trenutne opterećenosti kabine koji se može iskoristiti za dodatnu optimizaciju upravljanja.

Tokom obuke neuronske mreže korišćena su dva različita pristupa. Prvi pristup (RL1) je bio da se za upravljanje liftovima koristi jedna jedinstvena mreža i da na njeno učenje utiču svi liftovi.

Drugi pristup (RL2) je bio da svaki lift ima svoju nezavisnu neuronsku mrežu. Prvi pristup omogućava brže učenje jer za koristi znanje sva 4 lifta, dok drugi pristup omogućuje da svaki lift ima svoju taktiku posluživanja što može doprineti boljoj usluzi putnika.

Nakon računarskih simulacija dobijeni su uporedni rezultati rada gde se za upravljanje koriste jedna jedinstvena neuronska mreža, 4 odvojene računarske mreže i ostali komercijalni algoritmi koji se koristi za upravljanje liftovima. Prikaz rezultata simulacije je prikaz na slici 3.

Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da primena neuronskih mreža za upravljanje putničkim liftovima može doneti značajna poboljšanja.

Kako se sistem za upravljanje teretnim liftovima razlikuje od sistema upravljanja putničkim liftovima u daljem radu će biti reči o upotrebi neuronskih mreža u sistemima upravljanja teretnih liftova.

6. LITERATURA

- [1] Crites R. H., Barto A. (1996), "Improving elevator performance using reinforcement learning", *Advances in Neural Information Processing Systems 8*.
- [2] Crites R. H., Barto A. (1998), "Elevator group control using multiple reinforcement learning agents"
- [3] Gina Carol Barney (2004), *Elevator Traffic Handbook: Theory and Practice*
- [4] Raul Rojas (1996), *Neural Networks: A Systematic Introduction*
- [5] Richard S. Sutton, Andrew G. Barto (2012), *Reinforcement learning an introduction*
- [6] Janne S. Sorsa (2009), *The Elevator Dispatching Problem*

Kratka biografija:



Željko Jekić rođen je u Somboru 1990.god. Upisuje osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2009. godine, na smeru Mehatronika. Master akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka upisuje 2013. godine, na smeru Mehatronika, robotika i automatizacija. Master rad odbranio je 2016god.

NADZOR I UPRAVLJANJE DOZATOROM ZA MATERIJALE U OBLIKU GRANULA

MONITORING AND CONTROL OF THE DISPENSER FOR MATERIALS IN GRANULAR FORM

Admir Brunčević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – Ovaj rad prikazuje upravljanje jednim minijaturnim automatizovanim sistemom za doziranje granulastih materijala i nadziranje rada tog sistema uz pomoć programskog paketa CODESYS 3.5. Rad služi da se što više približi funkcionisanje realnih automatizovanih sistema za doziranje i pokaže jedan od načina programiranja PLC-a koji upravlja takvim sistemom.

Abstract – This study presents the management of one miniature automated system for dispensing granular materials and supervising the operation of the system with the help of software package CODESYS 3.5. The work serves to move closer to the real functioning of automated systems for dosage and shown one way of programing PLC which operates such a system.

Ključne reči: automatizovan sistem, doziranje, PLC, CODESYS 3.5,

1. UVOD

Automatizacija igra sve veću ulogu u globalnoj ekonomiji i svakodnevnom inženjerskom iskustvu. Inženjeri teže da kombinuju automatizovane uređaje sa matematičkim i organizacionim alatkama kako bi napravili složene sisteme za sve veću oblast primena i ljudskih aktivnosti.

Programabilno logički kontroleri se koriste kao centralni deo upravljačkih automatskih sistema u industriji i oni se lako programiraju i ugrađuju u postojeće industrijske sisteme.

Tema ovog rada zasniva se na razvijanju aplikacije za nadzor i upravljanje dozatorom granulastih materijala. Rad sadrži: opis funkcionisanja dozatora sa opisom sastavnih modula i komponenti razvrstanih na osnovu toga kojoj grupi pripadaju (aktuatori, senzori, pneumatske komponente itd.), prikazuje način na koji je isprogramiran PLC dozatora (kretanje aktuatora i put korak dijagram) i daje predlog za dalje istraživanje i unapređivanje postojećeg automatizovanog sistema.

2. DIDAKTIČKI SISTEM ZA DOZIRANJE RASUTOG MATERIJALA

2.1. Zadatak didaktičkog sistema za doziranje rasutog materijala

Zadatak ovog sistema je :

- Izuzimanje praznih tegli iz magacina
- Punjenje tegli granulastim materijalom na osnovu težine zadate pre početka procesa doziranja i paletizacije
- Transport napunjene tegle do palete
- Paletizacija napunjenih tegli

2.2 Sastavni moduli

Sastavni moduli didaktičkog sistema za doziranje su:

- Pripremna grupa
- Modul za skladištenje granulastog materijala
- Modul za skladištenje praznih tegli
- Modul za manipulisanje teglama-manipulator
- Modul za doziranje granulastog materijala
- Modul za paletiziranje punih tegli
- Modul za napajanje
- Modul za vakuum
- Komunikacioni modul i periferija
- Modul za vizuelni prikaz i upravljanje sistemom

2.3 Korišćeni PLC

Mikro panel sa integrisanim PLC-om (Programmable Logic Controller) EATON XV-102-D8-70TWRC-10 se koristi za rad sistema, tj vizualizaciju, nadzor i upravljanje sistemom. U njemu je instalirana SCADA aplikacija softvera CODESYS. Osim ekrana sa prednje strane koji je osetljiv na dodir, sa zadnje strane mikro panela se nalaze (Slika 1):

1. SD kartica
2. USB uređaj
3. USB ulaz
4. Ethernet
5. Ulazi za komunikaciju sa drugim uređajima



Slika 1. EATON XV-102-D8-70TWRC-10

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Ostojić, vanr.prof.

Veličina TFT kolor ekrana mikro panela je 7 inča, rezolucija je 800x480 i sadrži 6400 boja. Procesor je 32-bitni RISC, 400MHz. RAM memorija je 64 MB DRAM.

Sadrži 64 MB interne memorije i jedan slot za memorijsku karticu. Operativni sistem je WinCE 5.0 Core. Dimenzija uređaja je 210x135x38mm, a težina je približno 600g.

2.4 Korišćeni senzori

Senzori koji se koriste za zaustavljanje manipulatora u određenim položajima su rid kontakti. Oni su postavljeni na cilindru bez klipnjače i služe da prekinu dovod vazduha u pneumatskom cilindru. Nalaze se takođe i na cilindru sa dva klipa i služe za određivanje položaja klipova cilindra sa dva klipa.

2.5 Korišćeni pneumatski elementi

Pneumatski elementi koji korišćeni kod didaktičkog sistema za doziranje su:

- Ventilsko ostrvo
- Regulator pritiska
- Vakuum manometar
- Vakuum ejector

Upravljanje svim pneumatskim aktuatorima u sistemu vrši se pomoću ventilskog ostrva. Sastoji se od 9 razvodnika od kojih su 4 bistabilni a 5 su monostabilni. Bistabilni ostaju u poziciji u kojoj se nađu nakon prestanka napajanja, a monostabilni se vraćaju u svoj početni položaj.

Regulator pritiska je element u sistemu koji ograničava vazduh pod pritiskom na 4 bara. Takav pritisak vazduha se koristi za rad vakuumskih hvatača.

Vakuum manometar je element u sistemu koji vrši merenje pritiska na vakuum hvatačima i pokazuje kada su hvatači prihvatili element koji se prenosi, u ovom slučaju teglu (pritisak od -85kPa).

Vakuum ejector je element u sistemu koji služi za generisanje vakuuma na vakuumskim hvatačima.

2.6 Korišćeni aktuatori

- Cilindar bez klipnjače
- Cilindar sa dva klipa
- Cilindar paletizer
- Mehanizam za doziranje

Cilindar bez klipnjače je linearni pneumatski cilindar dvosmernog dejstva, na koga su postavljeni ostali delovi manipulatora.

Cilindar sa dva klipa je cilindar koji služi za dostavljanje tegli do određenog mesta. U ovom sistemu postoje dva tipa ovog cilindra, a njihova razlika je samo u dužini hoda svakog cilindra. Dužina hoda jednog cilindra je 30mm, dok je dužina hoda drugog 100mm. Jedan cilindar sa dva klipa zakačen je za drugi cilindar sa dva klipa a oba cilindra su zakačena za linearni cilindar bez klipnjače. Oni predstavljaju linearni aktuator.

Cilindar paletizer je isti kao cilindar sa dva klipa. Dužina hoda njegovog cilindra je 100mm a prečnik klipa mu je Ø20mm.

Mehanizam za doziranje (Slika2) se sastoji iz dva dela. Jedan deo služi za protočno doziranje dok drugi služi za zapreminsko doziranje. Protočno doziranje je grubo doziranje. Zapreminsko doziranje je fino doziranje i kod njega se svaki put izdvaja po 14g doziranog materijala iz silosa. Sklop mehanizma za doziranje sastoji se iz dvoprstnog dela i cilindra dvostrukog delovanja.



Slika 2 Mehanizam za doziranje

2.7 Set prekidača

Na sistemu za doziranje nalaze se dva prekidača:

- Glavni prekidač
- TOTAL-STOP prekidač

Glavni prekidač ima ulogu da nakon njegovog uključivanja sprovede napon od 220V u sistem.

TOTAL-STOP prekidač je prekidač bez kog se današnji automatizovani sistemi ne mogu zamisliti. Njegova glavna uloga je sprečavanje ljudskih povreda na radu i neželjenih situacija u sistemu. To se postiže prekidanjem napajanja i zaustavljanjem čitavog sistema u trenutnom položaju jednostavnim pritiskom na taster koji se uvek mora nalaziti pri ruci operatera i na vidnom mestu. Ovaj prekidač je crvene boje i zbog toga se lako razlikuje od ostalih prekidača na kontrolnoj tabli.

3. UPRAVLJAČKI PROGRAM

Nadzor i upravljanje sistemom za doziranje materijala u obliku granula realizovano je pomoću programskog paketa CODESYS 3.5. Programi su napisani pomoću liste instrukcija.

3.1 Proces rada didaktičkog sistema

Proces rada didaktičkog sistema za doziranje materijala u obliku granula zasniva se na punjenju teglica sa dve vrste granula na tačno zadatu vrednost, transportu i skladištenju napunjenih tegli na paleti.

Da bi sistem mogao da otpočne sa radom potrebno je da budu ispunjeni sledeći uslovi:

- Pritisak vazduha u sistemu je 5,2 bara
- TOTAL-STOP taster je otpušten
- Sistem je resetovan (u početnom položaju), cilindar sa dva klipa nalazi se u uvučenom naspram gravitacionog magacina tegli
- U gravitacionom magacinu tegli se nalazi barem jedna tegla
- Paleta za skladištenje tegli je prazna
- Na mikro panelu je zadata ukupna vrednost u opsegu od 0 g do 300 g barem jedne od dve vrste materijala iz silosa koje je potrebno dozirati i skladištiti

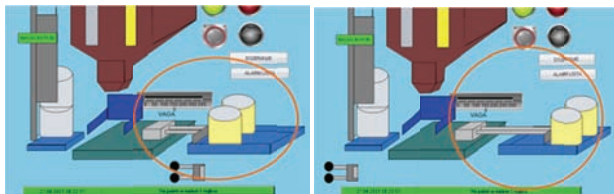
Nakon pritiskanja taster START, prvi korak u ciklusu je izvlačenje cilindra sa dva klipa do mesta gravitacionog magacina tegli. Kada vakuumski hvatači dodirnu površinu prazne tegle generiše se vakuum. Nakon izmerenog podpritiska većeg od -85kPa na manometru, teglica je uhvaćena i klipovi cilindra se uvlače a cilindar bez klipnjače se pomera do mesta dozatora.

Tada se cilindar sa dva klipa izvlači i dostavlja praznu teglu na vagu, na mestu doziranja i opet se uvlači. Nakon toga se vrši doziranje. Kada je vaga u mirnom položaju vrši se protočno sipanje materijala, a nakon toga i zapreminsko doziranje kako bi se dostigla tačna i željena

vrednost. Kada je vaga poslala podatak PLC-u da je izmerena vrednost jednaka zadatoj vrednosti, cilindar sa dva klipa se izvlači. Tada se aktivira sistem za generisanje vakuuma i vakuumski hvatači prihvataju punu tegu. Nakon toga se cilindar sa dva klipa opet uvlači i tada se cilindar bez klipnjače pomera u položaj za paletiziranje tegle.

Kada se tegla nađe naspram palete, cilindar sa dva klipa se izvlači i dostavlja teglu na paletu gde se vrši otpuštanje tegle iz vakuumskih hvatača. U tom trenutku manometar šalje PLC-u znak da podpritisak ima vrednost dovoljnu da se otpusti tegla iz vakuumskih hvatača. Nakon toga se klipovi cilindra uvlače i cilindar bez klipnjače se vraća u svoj početni položaj.

Ovaj ciklus se ponavlja četiri puta s tim da se nakon dostavljanja druge tegle na paletu aktivira cilindar paletizer koji se izvlači i gura dve tegle u drugi položaj i tako omogućava paletiziranje naredne dve tegle na paletu (Slika 3).



Slika 3 Oslobađanje mesta na paleti pomoću cilindra paletizera

Ukoliko se u nekom trenutku pritisne taster TOTAL-STOP, sistem u tom trenutku ulazi u prekid. Nakon otpuštanja tastera TOTAL-STOP započeti ciklus se završava do kraja ali se naredni ne započinje već je za novi početak prvog ciklusa potrebno resetovati sistem.

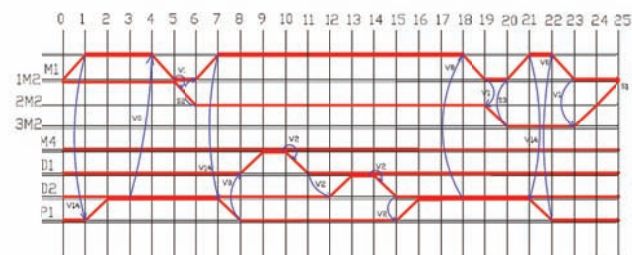
3.2 Put-korak dijagram

Na slici 4 dat je put-korak dijagram prvog, trećeg i četvrtog ciklusa u sistemu za doziranje granulastih materijala, dok je na slici 5 dat put korak dijagram drugog ciklusa doziranja. Tada se nakon dostavljanja tegle vrši aktivacija cilindra paletizera.

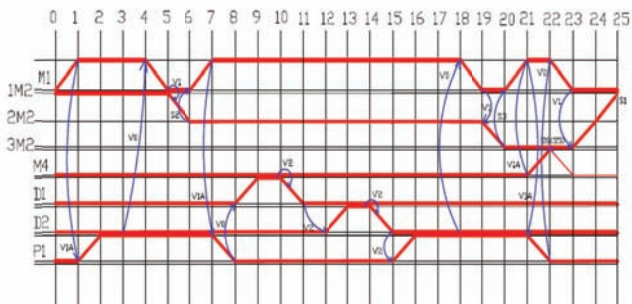
Tabela 1. Sve korišćene oznake u put-korak dijagramu

oznaka	komentar
M1	Cilindar sa dva klipa koji služi za prenošenje teglica
1M2	Cilindar bez klipnjače u položaju naspram gravitacionog magacina teglica (gornji položaj)
2M2	Cilindar bez klipnjače u položaju naspram vage i mesta za doziranje (srednji položaj)
3M2	Cilindar bez klipnjače u položaju naspram palete (donji položaj)
M4	Cilindar paletizer
D1	Protočni dozator materijala (polietilena)
D2	Zapreminski dozator materijala (masterbača)
P1	Pritisak
V1	Induktivni senzor uvučenog položaja cilindra sa dva klipa

V1A	Induktivni senzor izvučenog položaja cilindra sa dva klipa
S1	Induktivni senzor gornjeg položaja cilindra bez klipnjače
S2	Induktivni senzor srednjeg položaja cilindra bez klipnjače
S3	Induktivni senzor donjeg položaja cilindra bez klipnjače
S4	Induktivni senzor uvučenog položaja cilindra paletizera teglica
S5	Induktivni senzor kraćeg izvučenog položaja cilindra paletizera manjih teglica
S6	Induktivni senzor izvučenog položaja cilindra paletizera većih teglica
V0	Senzor za generisanje vakuuma na vakuum hvatačima
V2	Vaga



Slika 4. Put-korak dijagram prvog, trećeg i četvrtog ciklusa doziranja



Slika 5. Put-korak dijagram drugog ciklusa doziranja

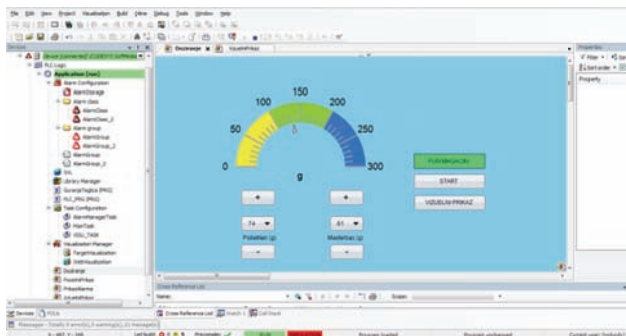
3.3 Softver

Programski kôd za upravljanje sistemom za doziranje materijala u obliku granula napisan je u programskom jeziku lista instrukcija (eng.: statement list). Program se sastoji iz dva paralelna programa. Prvi program služi za doziranje u upravljanje procesom (svim senzorima i aktuatorima osim cilindra za paletiziranje). Drugi program služi samo za uvlačenje i izvlačenje cilindra za paletiziranje (Prikazano na put-korak dijagramu (Slika 2.)).

U programu postoje četiri vizuelna prikaza. To su početni prikaz za odabir željenog načina praćenja rada sistema, prikaz doziranja, praćenje sistema prikazivanjem aktivnosti senzora i aktuatora kroz slike kao i prikaz praćenja sistema posredstvom alarma.

U početnom prikazu koji je vrlo jednostavan potrebno je odabrati način praćenja rada sistema. Opcije su Prikaz sistema i Alarm lista.

Odabirom opcije Prikaz sistema ulazi se u praćenje sistema prikazivanjem aktivnosti senzora i aktuatora u sistemu kao i propratnih elemenata koji se koriste za doziranje. Tu se može sagledati opšta slika sistema za doziranje materijala u obliku granula. Takođe, ovaj deo sadrži alarm baner na kome se vidi poslednja promena u alarm listi. Iz ovog prikaza se može ući u prikaz Doziranje i Alarm lista. Ulaskom na prikaz Doziranje dolazi se do mesta gde se vrši zadavanje dozirane količine materijala (Slika 6). Osim doziranja, može se videti i trenutno stanje u magacinu tegli, da li je pun ili ne.



Slika 6. Prikaz prozora za doziranje

Nakon određivanja količine materijala kojim će se puniti tegle i pritiska dugmeta START za početak doziranja, automatski se prebacuje prikaz na Prikaz sistema odakle se po potrebi pritiskom na dugme Alarm lista može otići u prozor gde se praćenje sistema nadgleda posredstvom alarm liste.

Alarm lista kao prvu kolonu sadrži redni broj promene alarma od uključanja sistema u rad. Druga kolona prikazuje tačno vreme i datum uključivanja alarma. Treća kolona prikazuje poruku alarma koja objašnjava šta se dogodilo u trenutku aktiviranja alarma u alarm listi (Slika 7). Svaki red u alarm listi obojen je određenom bojom. Alarmi koji su trenutno aktivni obojeni su zelenom bojom. Alarmi koji nisu više aktivni, a čija se istorija zadržava u alarm listi, nalaze se u okvirima bele boje. Kada se uključi TOTAL-STOP prekidač, red u alarm listi koji ispisuje upozorenje o aktivaciji tog prekidača obojen je u crvenu boju. Veličina slova za ispisavanje ove informacije je veća od veličine slova u ostalim redovima kako bi se istakla poruka u odnosu na druge alarme.

Timestamp	Message
0 06.03.2015 00:12:53	Cilindar je pomerio 2 teglice u magacinu i ostobodio mesto za nove 2 teglice.
1 06.03.2015 00:12:52	Na paleti se nalaze 2 teglice.
2 06.03.2015 00:12:52	Na paleti se nalazi 1 teglica.
3 06.03.2015 00:12:48	Teglica se puni masterbacem.
4 06.03.2015 00:12:45	Teglica se puni polietilenom.
5 06.03.2015 00:12:35	Paleta je prazna.
6 06.03.2015 00:12:25	Magacin teglica je pun.
7 06.03.2015 00:12:22	taster START pritisnut

Slika 7. Alarm lista

4. ZAKLJUČAK

Predloženi rad opisuje jedan automatizovan sistem u minijaturnoj varijanti koji služi kako bi se studenti približnije upoznali sa realnim industrijskim automatizovanim sistemima i sagledali sve njihove vrline i mane. Uređaj koji je opisan je dozator materijala u obliku granula. To su polietilen i masterbač. Osim rada mašine predloženo je praćenje rada sistema posredstvom alarm liste i vizuelnog prikaza kretanja aktuatora i propratnih elemenata ovog sistema.

Dalje istraživanje u okviru ovog rada vodi ka unapređivanju postojećeg rešenja u cilju povećanja kapaciteta tegli, kako onih praznih u gravitacionom magacinu tako i onih punih koje se smeštaju na paletu. Osim toga, potrebno je ubrzati sam proces i omogućiti fleksibilnije zadavanje broja tegli koje je potrebno napuniti granulastim materijalom.

U cilju povećanja prostora za paletizaciju tegli potrebno je povećati veličinu palete kao i dužinu klipnjača na cilindru sa dve klipnjače koji gura tegle na paletu. Samim povećanjem prostora za paletizaciju, mora se povećati kapacitet tegli u gravitacionom magacinu koji je ograničen na četiri tegle. Jedno od rešenja za povećanje broja praznih tegli u magacinu je zamena gravitacionog magacina dovoljno dugačkom pokretnom trakom na koju bi se smeštao veći broj tegli nego što je trenutno moguće i koja bi se kretala do početne pozicije cilindra manipulatora. Ovo jeste skuplje rešenje, međutim osim povećanja kapaciteta tegli donosi i ubrzanje samog procesa izuzimanja praznih tegli, koje bi u ovom slučaju bile na dohvat vakuumskih hvataljki u početnom položaju cilindra bez klipnjače.

Ovaj način doziranja se može primeniti u prehrambenoj industriji, industriji lekova, građevinskoj industriji, kod doziranja hrane za kućne ljubimce i u drugim oblastima.

Rad sa ovakvim maketama u mnogome je pogodan studentima koji se u praksi nisu susretali sa realnim automatizovanim sistemima, što je slučaj sa studentima mehatronike. Takođe, ovaj rad može biti zanimljiv i čitaocima koji rade sa korišćenim komponentama ili pišu programe u programskom paketu CODESYS 3.5.

5. LITERATURA

- [1] Stevan Stankovski, Gordana Ostojić, Mirko Raković, Laslo Tarjan, Ivana Šenk, Milutin Nikolić, "Zbirka rešenih zadataka iz: Programiranja i primene programabilnih logičkih kontrolera", FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2009, ISBN 978-86-7892-199-5.
- [2] Touch Panel HMI-PLC Product Guide

Kratka biografija:



Admir Brunčević rođen je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronika – Mehatronika robotika i automatizacija odbranio je januara 2011.god.
email:admir.bruncevic@gmail.com

**OBUČAVANJE NEURONSKIH MREŽA PRIMENOM QUASI-NEWTON
ALGORITMA NA PRIMERU KVADRATNE FUNKCIJE****IMPLEMENTATION OF QUASI-NEWTON ALGORITHM FOR TRAINING NEURAL
NETWORK ON QUADRATIC FUNCTION EXAMPLE**

Strahinja Dedeić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu je implementiran Quasi-Newton algoritam za obučavanje neuronskih mreža u programskom jeziku C#. Algoritam je primenjen na obučavanje ponašanja dinamičkog modela opisanog jednostavnom kvadratnom funkcijom. Rezultati testiranja su upoređeni sa rezultatima dobijenim primenom Back-propagation algoritma. Takođe, izvršeno je i poređenje rada ovih algoritama u programskom paketu MATLAB.

Abstract – This paper contains implementation of Quasi-Newton algorithm for neural network training in C# programming language. This algorithm was applied to learn behavior of dynamic model described with simple quadratic function. The test results were compared with results obtained using Back-propagation algorithm. Also, results of these algorithms are compared with results that were produced by MATLAB software package.

Ključne reči: Neuronska mreža, Quasi-Newton algoritam, Back-propagation algoritam

1. UVOD

Neuronske mreže se u poslednje vreme uspešno primenjuju u mnogim oblastima. Prednosti koje neuronske mreže nude učinile su da postanu nezaobilazne u rešavanju sve složenijih problema koji se javljaju u savremenom svetu. Obučena mreža je u stanju da prepozna smisao u komplikovanim ili nepotpunim podacima i da proizvoljnim mapiranjem ulaza na izlaze simulira ponašanje drugog sistema. Postoje različite arhitekture neuronskih mreža i različiti algoritmi njihovog obučavanja kako bi se na najbolji način rešili različiti problemi. U ovom radu korišćene su feed-forward neuronske mreže i u programskom jeziku C# implementiran je Quasi-Newton BFGS algoritam za obučavanje neuronskih mreža (QN). Mreža je obučavana nadgledanim učenjem. Algoritam je primenjen na obučavanje ponašanja dinamičkog modela opisanog jednostavnom kvadratnom funkcijom $f(x) = x^2$. Rezultati testiranja su poređeni sa rezultatima dobijenim primenom već implementiranog Back-propagation algoritma (BP) [1]. Ovi algoritmi su testirani sa istim parametrima i u programskom paketu MATLAB R2015a, pomoću ugrađenog alata *nntool*, nakon čega su svi dobijeni rezultati analizirani i međusobno poređeni.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Stankovski, red. prof.

2. NEURONSKE MREŽE

Početak neuroračunarstva datira još od četrdesetih godina prošlog veka, a inspiracija je došla od želje za stvaranjem veštačkog sistema, sposobnog za obavljanje sofisticiranih računanja, sličnih onima koje obavlja ljudski mozak. Do ozbiljnijeg napretka u neuroračunarstvu dolazi sedamdesetih godina XX veka razvojem Back-propagation algoritma. Nakon toga mnogi prestižni univerziteti osnivaju nove institute za istraživanje neuroračunarstva, čime je razvoj ove oblasti bio zagarantovan.

Neuronska mreža je sistem koji se sastoji od velikog broja međusobno povezanih, jednostavnih elemenata procesiranja koji rade paralelno. Funkcija neuronske mreže je određena strukturom mreže, težinom veza i obradom u elementima procesiranja. Sličnost sa ljudskim mozgom se ogleda kroz dve osobine, mogućnošću mreže da stiče znanje kroz proces učenja i čuvanjem znanja u vezama između neurona. Veštačka neuronska mreža simulira biološke procese. Sastoji se od neurona povezanih u zavisnosti od topologije mreže. Veštački neuron prima ulazne signale analogne elektrohemijским impulsima i odgovara adekvatnim izlazom koji korespondira izlazu biološkog neurona. Klasični softver se može koristiti za unapred definisan skup problema, dok neuronska mreža omogućava inteligentno procesiranje, bez prethodno definisanog modela ili algoritma, već na osnovu podataka o ponašanju nekog sistema i ima svojstvo adaptibilnosti pa se može koristiti za najrazličitije probleme. Neuronske mreže su dobre u obavljanju zadataka kada su podaci heterogeni i nesigurni i efikasno mogu da rešavaju veoma složene probleme koji bi inače bili teško rešivi nekim od algoritamskih postupaka. Topologija mreže može biti različita po broju slojeva, neurona u slojevima, broja ulaza i izlaza mreže, a to najviše zavisi od problema koji je potrebno rešiti. Što se tiče arhitekture mreže, postoje feed-forward i rekurentne neuronske mreže. Feed-forward mreže, koje su korišćene u ovom radu, dozvoljavaju kretanje signala samo u jednom smeru - od ulaza ka izlazu. Obučavanje neuronske mreže se može podeliti u dve kategorije i to obučavanje nadgledanim učenjem i učenjem koje se ne nadgleda. Kod nadgledanog učenja, koje je korišćeno u ovom radu, koriste se ulazni podaci za koje su poznati izlazi, pa se razlika željenog i izračunatog izlaza koristi za korekciju težina neuronske mreže. Cilj je da se težine postave na vrednosti za koje će greška biti minimalna. Postoje dva moda učenja, on-line i batch učenje. Vrednosti vektora delta određuju za koliko se težine menjaju. Kod on-line učenja, težine se ažuriraju čim su sve vrednosti vektora delta poznate, pre predstavljanja sledećeg trening vektora. Za razliku od ovog, batch trening skladišti sve vrednosti delte za svaki trening vektor, ali su

težine ažurirane tek na kraju trening epohe. On-line učenje tokom jedne epohe zahteva više ažuriranja težina [3] [5].

2.1. Back-propagation algoritam

Pojava Back-propagation algoritma za obučavanje neuron-skih mreža je označila prekretnicu u neuroraču-narstvu kao naučnoj oblasti. Od njegovog usavršavanja 1986. godine, započet je nagli razvoj ove oblasti jer je BP algoritmom omogućeno rešavanje problema koji su do tog trenutka smatrani nerešivim za neuronske mreže. Ovaj algoritam se može podeliti na dve faze. U prvoj fazi algoritma, ulazni vektor propagira od ulaznog ka izlaznom sloju tako što se, u odnosu na ulaze, računaju izlazi iz svakog neurona dok se na kraju ne dobije izlazni vektor. Nakon toga se računa greška. U drugoj fazi, izračunata greška propagira od izlaznog sloja ka ulazima u mrežu, tj. propagira unazad i odatle i potiče naziv Back-propagation. Na osnovu greške se izračunavaju promene težina mreže. Brzinu obučavanja određujemo pomoću koeficijenta brzine obučavanja.

2.2. Quasi-Newton BFGS algoritam

Postoji više varijacija Quasi-Newton metode, a najpopularniji je BFGS metod, jer daje najbolje i najpouzdanije rezultate. Nastao je 1970. godine, a naziv je dobio po četvorici naučnika koja su ga otkrila, nezavisno jedan od drugog. To su bili Broyden, Fletcher, Goldfarb i Shanno. Kod QN algoritma za izračunavanje sledeće iteracije potreban nam je samo gradijent funkcije $\nabla f(x_k)$ čiji minimum tražimo. Mereći promene vrednosti gradijenta iz iteracije u iteraciju, dobijamo model funkcije koji je dovoljno dobar da predstavlja superlinearnu konvergen-ciju. Glavna prednost QN metode u odnosu na Newtonov metod je to što ne moramo da računamo drugi izvod funkcije $f(x_k)$, tj. umesto da računamo Hesijan $H_k = \nabla^2 f(x_k)$, koristimo aproksimaciju Hesijana B_k . Tako dobijamo veliku uštedu u vremenu i memoriji, naročito kod složenijih funkcija. B_k je $n \times n$ simetrična, pozitivno definitna matrica koja se koriguje u svakom koraku QN algoritma. U prvom koraku usvajamo da je B_k jedinična matrica. x_k je vektor čije vrednosti u prvom koraku mogu biti nasumično određene. p_k je search direction, tj. pravac u kome tražimo minimum funkcije, a α_k predstavlja step length, tj. korak koji ćemo preći u pravcu p_k . U prvom koraku QN algoritma uvek usvajamo da je $\alpha_k = 1$. p_k i x_k računamo na sledeći način:

$$p_k = -B_k^{-1} \times \nabla f_k \quad (1)$$

$$x_{k+1} = x_k + \alpha_k \times p_k \quad (2)$$

Kada izračunamo x_{k+1} proverimo da li je zadovoljen izraz:

$$f(x_k + \alpha_k \times p_k) \leq f(x_k) + c_1 \times \alpha_k \times \nabla f^T(x_k) \times p_k \quad (3)$$

gde konstanta $c_1 \in (0, 1)$. U praksi se najčešće usvaja da je $c_1 = 10^{-4}$. Za dužinu koraka u svakoj iteraciji QN algoritma prvo proveravamo da li je $\alpha_k = 1$, tj. proveravamo da li je zadovoljen izraz (3). Ako je zadovoljen, nastavljamo izvršavanje algoritma, u suprotnom ga smanjujemo tako što ga množimo sa nekim malim brojem. Ovo ponavljamo sve dok izraz (3) ne bude zadovoljen. Kada smo pronašli zadovoljavajuće α_k i izračunali x_{k+1} , računamo aproksimaciju Hesijana B_{k+1} , koju ćemo koristiti u sledećoj iteraciji algoritma, tako što prvo računamo vrednosti vektora s_k i y_k :

$$s_k = x_{k+1} - x_k \quad (4)$$

$$y_k = \nabla f_{k+1} - \nabla f_k \quad (5)$$

a zatim i matricu aproksimacije Hesijana B_{k+1} :

$$B_{k+1} = B_k - \frac{B_k \times s_k \times s_k^T \times B_k}{s_k^T \times B_k \times s_k} + \frac{y_k \times y_k^T}{y_k^T \times s_k} \quad (6)$$

tako da je ispunjen uslov:

$$B_{k+1} \times s_k = y_k \quad (7)$$

Kada izračunamo B_{k+1} krećemo u novu iteraciju i ciklus se ponavlja sve dok ne dobijemo zadovoljavajuće rešenje [2].

3. REALIZACIJA PROGRAMSKOG REŠENJA

Programsko rešenje je realizovano u C# programskom jeziku iz paketa Microsoft Visual Studio 2012. Za obučavanje mreže QN algoritmom korišćeno je nadgledano batch učenje. Cilj programa je da odredi vrednost vektora težina w , koji sadrži sve vrednosti težina, tako da razlika između željenog i dobijenog izlaza bude najmanja moguća. Algoritam je realizovan tako što su praćeni sledeći koraci. Prvo se izračuna vektor grešaka $e(w)$ u kome su smeštene greške za svaki ulaz u mrežu. Zatim računamo Jakobijan matricu $J(w)$ na osnovu formule:

$$\begin{matrix} \frac{\partial e_{11}}{\partial w_1} & \dots & \frac{\partial e_{N1}}{\partial w_1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial e_{1m}}{\partial w_m} & \dots & \frac{\partial e_{N1}}{\partial w_m} \end{matrix} \quad (8)$$

gde e_{11} predstavlja grešku na prvom izlazu mreže za prvi ulaz, a e_{N1} predstavlja grešku na prvom izlazu mreže za N -ti ulaz. Računa se greška samo za prvi izlaz mreže jer mreža, potrebna za realizaciju ovog zadatka, ima samo jedan izlaz. Vrednosti w_1 do w_m predstavljaju sve težine i pragove u mreži. Gradijent greške $\nabla E(w)$ računamo pomoću formule:

$$\nabla E(w) = J(w) \times e(w) \quad (9)$$

Nakon što smo izračunali gradijent greške proveravamo da li se izvršava prva epoha obučavanja QN algoritma. Ako se izvršava prva iteracija algoritma, zadajemo da je matrica aproksimacije Hesijana B_k jedinična matrica i da je $\alpha_k = 1$. LU dekompozicijom računamo p_k pomoću formule:

$$B_k \times p_k = -\nabla E(w) \quad (10)$$

Pre nego što izračunamo nove vrednosti težina i gradijenta greške memorišemo ih, jer će nam kasnije trebati za proveru uslova (11) i računanje vektora s_k i y_k . Zatim računamo nove vrednosti težina formulom (2), nakon čega ponovo računamo vrednosti srednje kvadratne greške, vektora greške, Jakobijana i gradijenta greške. Imamo sve potrebne podatke, pa računamo B_k formulom (6). Ovde se završava prva iteracija algoritma. Razlika između prve i ostalih iteracija algoritma je što se u prvoj iteraciji usvaja da je $\alpha_k = 1$, a u ostalim se traži α_k tako da bude zadovoljen uslov:

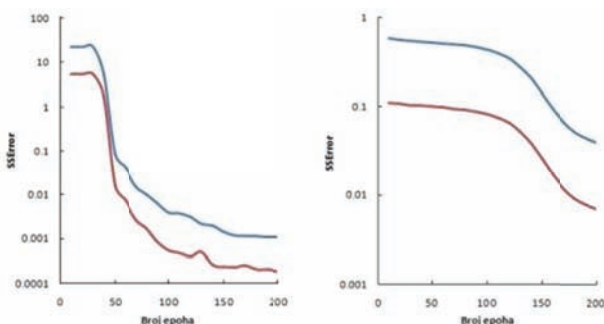
$$\nabla E(w_{k+1}) \leq E(w_k) + c_1 \times \alpha_k \times \nabla E^T(w_k) \times p_k \quad (11)$$

Ukoliko uslov nije zadovoljen smanjujemo α_k , čija je inicijalna vrednost uvek 1, tako što ga množimo sa podešavajućim parametrom v , a zatim računamo nove vrednosti težina, gradijenta, aproksimacije Hesijana i srednje kvadratne greške, sve dok se uslov ne zadovolji. Algoritam se završava kada greška postane manja od tolerisane greške ili broj epoha obučavanja postane veći od zadatog maksimalnog broja epoha [4].

4. REZULTATI TESTIRANJA NA PRIMERU KVADRATNE FUNKCIJE $f(x) = x^2$

Testirani su Quasi-Newton i Back-propagation algoritmi u programskom jeziku C# i u MATLAB alatu nntool kako bi se dobila što potpunija slika o tome koji algoritam daje bolje rezultate prilikom obučavanja i testiranja kvadratne funkcije. Cilj je bio obučiti mrežu da radi kao funkcija $f(x) = x^2$. Na ulaz su dovedene proizvoljne vrednosti od 0 do 1. Mreža je testirana u toku obučavanja, na osnovu dela podataka obučavajućeg skupa, a i nakon završetka obučavanja sa novim skupom vrednosti. Obučavajući skup se sastoji od podataka koji se dovode na ulaz mreže i željenih izlaza iz mreže. Obučavajući skup, koji je korišćen tokom obučavanja, je imao 100 parova, a svaki peti par se koristio za testiranje mreže. Tokom testiranja je menjan broj epoha obučavanja, broj neurona u mreži i broj obučavajućih parova da bi se videlo kako te promene utiču na grešku obučavanja i testiranja. Prilikom pokretanja procesa obučavanja mreže, za težine mreže u prvom koraku su uzimane proizvoljne vrednosti iz skupa decimalnih brojeva od 0 do 1. Pošto su vrednosti težina različite prilikom svakog pokretanja obučavanja mreže, proces obučavanja je ponavljan više puta da bi se što bolje uočio uticaj navedenih parametara na grešku.

Na slici 1. su prikazani rezultati greške obučavanja i testiranja na primeru neuronske mreže koja ima 5 neurona u skrivenom sloju, 100 obučavajućih parova i 200 epoha. Plavom bojom je označena greška obučavanja, a crvenom greška testiranja. Testiranje je vršeno sa izdvojenim podacima iz obučavajućeg skupa, nakon svake epohe. Vidi se da je greška manja kod QN algoritma u odnosu na BP algoritam i da QN algoritam brže konvergira. Greške obučavanja i testiranja kod QN algoritma su oko 0,001 i 0,0001, a kod BP algoritma oko 0,04 i 0,007. U MATLAB-u su rezultati QN algoritma takođe bolji u odnosu na BP algoritam. Kada poredimo rezultate dobijene u MATLAB-u i C#-u, prednost je na strani MATLAB-a gde su greške manje nego što je slučaj kod C#-a. Greške obučavanja i testiranja u MATLAB-u su relativno slične i za QN algoritam su reda veličine 10^{-6} , a za BP algoritam su oko 10^{-4} .

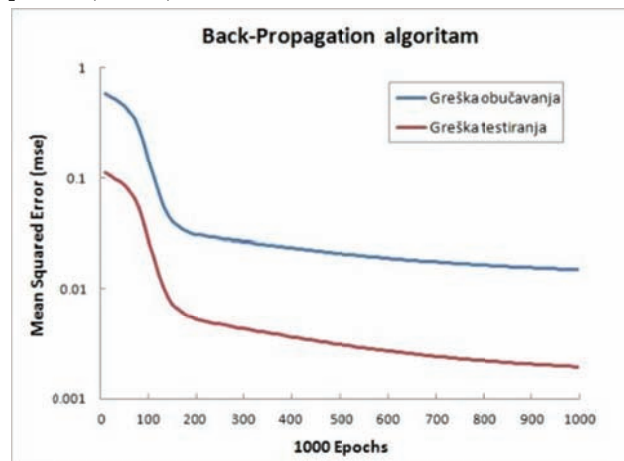


Slika 1. Prikaz greške QN (levo) i BP algoritma (desno) dobijenih u C#-u

4.1 Uticaj broja epoha

Uticaj broja epoha se najbolje vidi kada pratimo grešku obučavanja algoritma kome smo zadali veliki broj epoha. U našem slučaju pratili smo rezultate algoritama nakon izvršavanja 1000 epoha obučavanja. U C#-u je sličan uticaj broja epoha kod oba algoritma. Greška se smanjuje nakon svake epohe, ali je nakon određenog broja epoha pad sve manji. Kod QN algoritma najveći pad je u prvih

100 epoha, a nakon toga greška počinje sporije da opada (slika 1). Kod BP algoritma greška najviše konvergira ka minimumu u prvih 200 iteracija, a zatim opada sa blagim padom (slika 2).



Slika 2. Uticaj broja epoha na grešku BP algoritma

Broj epoha nema praktično nikakav uticaj na grešku u QN algoritmu u MATLAB-u, jer se najbolji rezultat nađe već nakon 50-ak epoha obučavanja. Rezultati dobijeni testiranjem BP algoritma u MATLAB-u daju sličan zaključak kao i u C#-u. Greška najviše opada u prvih 300 epoha.

4.2 Uticaj broja neurona u skrivenom sloju

Algoritmi su testirani sa 50 neurona u skrivenom sloju i dobijeni rezultati su poređeni sa rezultatima kada je 5 neurona u skrivenom sloju. Kod QN algoritma u C#-u broj neurona u skrivenom sloju ne utiče bitno na greške obučavanja i testiranja, ali je osetan uticaj na vreme obučavanja neuronske mreže. Što je veći broj neurona, proces obučavanja traje duže, a to je posledica računanja matrica i vektora većih dimenzija. Kod BP algoritma u C#-u je primetan uticaj većeg broja neurona, jer je greška veća. Veći broj neurona u mreži kod oba algoritma u MATLAB-u ima za posledicu veću grešku.

4.3 Uticaj broja trening parametara

Uticaj broja trening parametara je analiziran poređenjem rezultata mreže obučene skupom od 50 obučavajućih parova i skupom od 200 parova. Kod oba algoritma pokrenuta u MATLAB-u nema razlike u grešci obučavanja i testiranja, ali sa manjim skupom mreža je slabije obučena i dobijeni izlazi lošije prate željene rezultate. U C#-u ponašanje je isto za BP algoritam, dok je kod QN algoritma drugačije. Mreža trenirana skupom od 50 parova daje dobre rezultate, dok je greška mreže nakon obučavanja sa većim skupom u startu velika i algoritam ne uspeva da je smanji. Ukoliko smanjimo broj neurona u skrivenom sloju na 2 ili 3, tada algoritam uspešno konvergira i greška je na očekivanom nivou.

4.4 Uticaj početnih težina

Testiranjem oba algoritma sa različitim parametrima, primećeno je da početne težine više utiču na QN nego na BP algoritam. Taj uticaj je više izražen u C#-u nego u MATLAB-u. U zavisnosti od proizvoljnih težina, greška u prvom koraku može biti manja ili veća, što se odražava na broj epoha koji je potreban da se željena greška dosegne.

4.5 Uticaj parametra za podešavanje step length

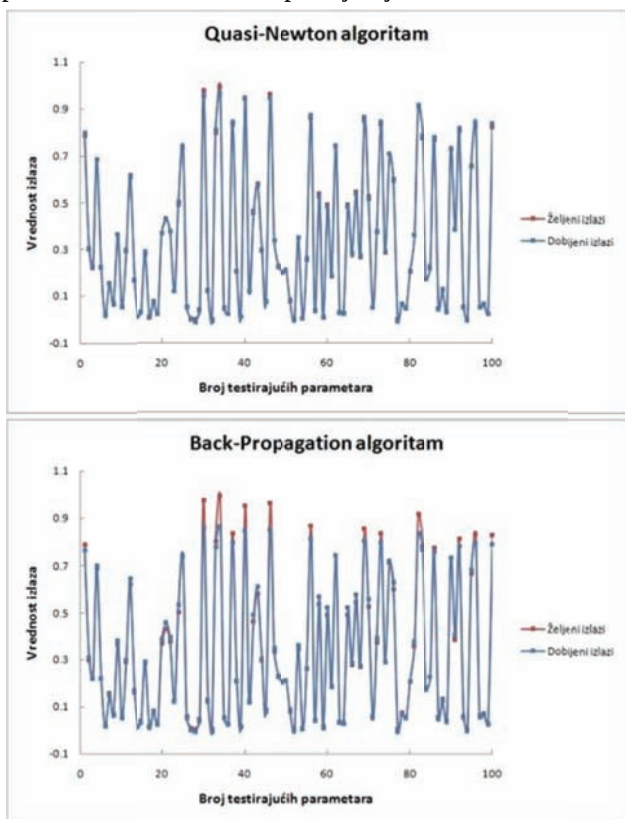
QN algoritam je testiran na uticaj promene parametra v , koji služi za podešavanje parametra step length α_k . α_k se podešava tako što se množi malom vrednošću v sve dok se ne zadovolji uslov (11). Za parametar v je tokom obučavanja korišćena vrednost 0.5. Kada se v poveća na 0.8 konvergiranje greške usporava i greška bude veća u odnosu na $v = 0.5$, za jednak broj epoha. Ukoliko smanjimo v na 0.2 tada greška brže konvergira i u redu veličine je kao kada je $v = 0.5$.

4.6 Poređenje C# i MATLAB nntool

Analizom rezultata je utvrđeno da algoritmi u MATLAB nntool-u daju bolje rezultate u odnosu na algoritme realizovane u C#-u. nntool koristi mnoge optimizacione metode kako bi poboljšao treniranje mreže. Ovde se pre početka treniranja izbacuju ulazni podaci koji se mnogo ne menjaju, vrši se normalizacija ulaznih podataka, validacija podataka, optimizacija algoritama, a postoje i dodatne opcije kao što je regression, pa zato MATLAB daje odlične rezultate pri rada sa neuronskim mrežama [6].

4.7 Testiranje obučene mreže novim ulazima

Da bi proverili koliko pouzdane rezultate daje neuronska mreža obučena u C#-u, testirali smo je sa skupom podataka različitih od skupa kojim je obučavana.



Slika 3. Stepen podudaranja dobijenih i željenih rezultata neuronske mreže obučene QN i BP algoritmom u C#-u

Na slici 3. je prikazan stepen podudaranja dobijenih i željenih izlaza mreže obučene QN i BP algoritmom. Obučena mreža je imala 5 skrivenih neurona, 200 epoha obučavanja i 100 trening parametara, a testirana je sa skupom od 100 test parametara čiji su ulazi u rasponu od 0 do 1. Kao što je na slici naznačeno, na X osi je prikazan broj test parametara, a na Y osi dobijeni izlazi. Plavom bojom su označeni dobijeni rezultati, a crvenom željeni

tačni rezultati. Kvadratići označavaju rezultat za svaki testirajući par. Obzirom da je greška obučavanja manja kod mreže obučene QN algoritmom u odnosu na BP algoritam, bilo je očekivano da rezultati testiranja to i potvrde. Posmatranjem crvenih i plavih kvadratića se vidi da je veći stepen podudaranja tačnih rezultata i izlaza dobijenih iz mreže obučene QN algoritmom, nego što je slučaj sa mrežom obučenom BP algoritmom.

5 ZAKLJUČAK

U radu je opisan i realizovan Quasi-Newton algoritam za obučavanje neuronskih mreža u programskom jeziku C#. Mreža je obučena za rešavanje kvadratne funkcije $f(x) = x^2$. Rezultati su poređeni i analizirana je njihova zavisnost od promene parametara kao što su broj epoha obučavanja, broj neurona u skrivenom sloju, broj obučavajućih parova i drugih podešavajućih faktora. U radu je opisan i Back-propagation algoritam, čiji su rezultati takođe analizirani i zatim poređeni sa rezultatima QN algoritma. Da bi slika o navedenim algoritmima bila potpunija, analizirani su i rezultati dobijeni u nntool-u programskog paketa MATLAB.

Nakon analize utvrđeno je da se neuronska mreža feed-forward arhitekture može uspešno obučiti za rešavanje kvadratne funkcije. Rezultati obučavanja zavise od pravilnog odabira različitih parametara, kao i algoritma koji primenjujemo za obuku. QN algoritam se pokazao kao uspešniji od BP algoritma po manjoj grešci i bržem konvergiranju ka minimumu. Ipak, za rešavanje složenih problema, koji zahtevaju veće obučavajuće skupove i mrežu sa većim brojem neurona, obučavanje QN algoritmom traje dosta duže i zahteva veće hardverske resurse, čime se dovodi u pitanje njegova efikasnost u tim situacijama. Međutim, ukoliko se radi o problemima aproksimacije funkcija, ovaj algoritam se pokazao kao jedan od najboljih za mreže koje imaju do nekoliko stotina težina.

6 LITERATURA

- [1] AForge Controls Library, Andrew Kirillov, 2006.
- [2] Jorge Nocedal, Stephen J. Wright, „Numerical Optimization”, SAD 1999.
- [3] Daniel Graupe, „Principles of Artificial Neural Networks”, SAD 2007.
- [4] Wenjun CHENG, Huanqin LI, Xiaoe RUAN, „Modified Quasi-Newton Algorithm for Training Large-scale Feedforward Neural Networks and Its Application”, Kina 2011.
- [5] <http://www.loya.5u.com/strane/toc.html>, „Veštačke neuronske mreže”, 2016.
- [6] MathWorks - MATLAB and Simulink for Technical Computing

Kratka biografija:



Strahinja Dedeić rođen je u Vrbasu 18. maja 1986. godine. Upisao je Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu 2005. godine, na smeru Mehatronika i kasnije opredelio za usmerenje Mehatronika, robotika i automatizacija. Osnovne akademske studije završio je 2012. godine.

**PROJEKTOVANJE UPRAVLJAČKE ELEKTRONIKE GORIONIKA NA PELET SA
MOGUĆNOŠĆU SAGOREVANJA KOŠTICA OD VOĆA****DESIGN OF THE CONTROL ELECTRONICS OF PELLET BURNERS WITH
POSSIBILITY OF BURNING PITS OF FRUITS**

Aleksandar Ristić, Vladimir Rajs, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – Rad opisuje upravljačku elektroniku gorionika na pelet sa mogućnošću sagorevanja koštica od voća. Opisani su podsticaji za realizaciju sistema, prikaz mogućih rešenja, merenje temperature, ulazno izlazne jedinice samog sistema i signalizacija i izgled uređaja.

Abstract – This paper describes the control electronics of pellet burners with the possibility of burning seed of the fruit. Described the incentives for the implementation of a system of possible solutions, measuring temperature, input-output units of the system and signaling the appearance of the device.

Ključne reči: pelet, mikrokontroler, elektronika, gorionik, upravljanje

1. UVOD

Ideja za realizaciju ove automatizacije podstaknuta je dugogodišnjim problemima zagrevanja stambenog prostora i globalnim problemom koji se ogleda u sigurnom nedostatku fosilnih goriva. Drugim rečima, načinom da se prilikom grejanja umanju potrošnja energenata, odnosno da se kontrolisanim sagorevanjem energenata uštedi njegova potrošnja.

Tema ovog rada je formiranje sistema za upravljanje gorionikom koji će omogućiti da se na što efikasniji način upravlja gorionikom za sagorevanje peleta, koštica od višnje, šljive, kajsije, breskve, kao i ljuski oraha, lešnika i sličnog voća. Sve do nedavno nije obraćano dovoljno pažnje na ove „nus proizvode“ koji sadrže veoma visok stepen energetske vrednosti koji čak pariraju i u odnosu na tradicionalna goriva (drvo, ugalj, gas, nafta, itd.).

**2. PODSTICAJ ZA RELIZACIJU SISTEMA I
ENERGETSKE VREDNOSTI GORIVA**

Autor, koji je zabrinut lošim iskoriscenjem fosilnih goriva, ali i njihovim konačnim količinama, je podstaknut na razmišljanje činjenicom o mogućem iskorišćenju goriva, koje jako malo ili gotovo nikako ne koristimo za zagrevanje, kao i o njihovim energetske vrednostima.

Jedno od mogućih goriva koja se mogu sagorevati, a nalaze se kao otpad u prehrambenoj (konkatorskoj) industriji su košćice višnje, šljive, kajsije, breskve, ali i ljuske oraha i lešnika. Jednostavnim tabelarnim uporednim prikazom energetske vrednosti ovog „otpada“ i tradicionalnih

goriva, navedenim u tabeli 1, dolazimo do jako zanimljivog zaključka: Sav taj „otpad“ ima jako dobru energetske vrednost koja je pogodna za zagrevanje, ali pod kontrolisanim uslovima.

Tabela 1. Energetske vrednosti pojedinih goriva [1]

Gorivo	Energetska vrednost [kJ/kg]
Lignit	14,185
Mrki ugalj	19,624
Košćica višnje	20,185
Košćica šljive	20,000
Ljuska oraha	18,990
Pelet bukova	18,700
Pelet suncokretova ljuska	17,550
Košćica breskve	19,600
Drvo	18,100
Benzin	42,040
Slama soje	15,200
Slama pšenice	13,700
Ulje za loženje	41,780

3. PRIKAZ I POREĐENJE MOGUĆIH REŠENJA

Zadatak je da se na što efikasniji način vrši upravljanje sistema za sagorevanje peleta, košćica i ljuspi. To možemo grubo podeliti u nekoliko celina:

1. Prema načinu mesta sagorevanja goriva:
 - a. Sagorevanje samo gravitacionim doziranjem (gorivo se dozira samo gravitaciono pužnim transporterom)
 - b. Sagorevanje gravitacionim i prinudnim doziranjem (gorivo se dozira gravitaciono pužnim transporterom, ali se još jednim transporterom doprema do mesta sagorevanja)
 - c. Sagorevanje gravitacionim doziranjem i mehaničkim čišćenjem rotacijom ili translacijom rešetke za sagorevanje (gorivo se doprema pužnim transporterom i dozira gravitaciono, ali se u toku sagorevanja automatski čisti to mesto sagorevanja)
2. Prema tipu sredine u kojoj se vrši sagorevanje, odnosno dopremanje vazduha:
 - a. Rad sa podpritiskom
 - i. Samo pomoću ventilatora koji uduvava vazduh
 - ii. Samo pomoću ventilatora koji izvlači vazduh
 - iii. Pomoću ventilatora koji uduvava i izduvava vazduh, s tim da ovaj koji izduvava ima veći protok od onog koji izduvava

NAPOMENA:

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

- b. Rad sa nadpritiskom
- i. Samo pomoću ventilatora koji uduvava vazduh
- ii. Pomoću ventilatora koji uduvava i izduvava vazduh, s tim da ovaj koji izduvava ima manji protok od onog koji uduvava.
- 3. Prema detekciji upaljenog goriva
 - a. Detekcijom pomoću foto ćelije
 - b. Detekcijom temperature dimnih gasova (merenje temperature)
 - c. Detekcijom temperature i svojstva dimnih gasova (lambda sonda)
- 4. Prema regulaciji doziranja
 - a. Doziranje u intervalima
 - b. Doziranje promenljivom brzinom
- 5. Prema kontroli ventilatora
 - a. ON-OFF regulacija ventilatora (bez regulacije)
 - b. Mehaničkim korigovanjem otvora za usis vazduha na ventilatoru
 - c. Frekventnoj regulaciji ventilatora
 - d. Naponskoj regulaciji ventilatora
- 6. Prema paljenju goriva
 - a. Kontaktnim paljenjem (direktnim kontaktom upaljača i goriva)
 - b. Beskontaktnim paljenjem (vrućim vazduhom)



Slika 1. Celokupni sistem montiran na kotlu

Na slici možemo videti sledeće elemente: pužni transporter, sklop gorionika sa upravljачkom elektronikom, rezervoar goriva i kotao na koji je montiran sam gorionik.

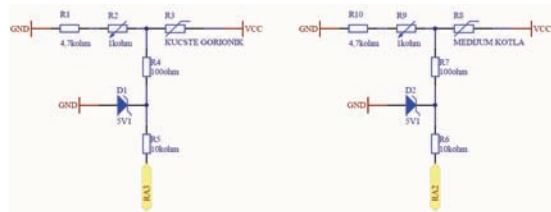
4. OPIS REALIZOVANOG SISTEMA

U ovom radu je dat predlog za realizaciju sistema za sagorevanje peleta, koštica i ljuspi, odnosno upravljanje celokupnim sistemom za sagorevanje gore pomenutih goriva. Sistem ima funkciju vršenja regulacije doziranja goriva, paljenja goriva, gasšnja plamena prema temperaturi sistema grejanja i ostalih spoljašnjih faktora.

Ulazne informacije koje koristimo su temperatura medijuma u kotlu, temperatura kućišta gorionika, temperatura dimnih gasova, aktivnost sobnog termostata, kapacitivna sonda za prisutnost goriva u rezervoaru. Upravljanje se vrši putem motora pužnog transportera, ventilatorom i upaljačem. Laboratorijski prototip, kasnije isprobao u praksi, mogao bi se u daljem razvoju uređaja softverski dosta unaprediti, ali bi se otkolonili i eventualni nedostaci.

4.1 Merenje temperature (temperatura medijuma kotla i temperatura kućišta gorionika)

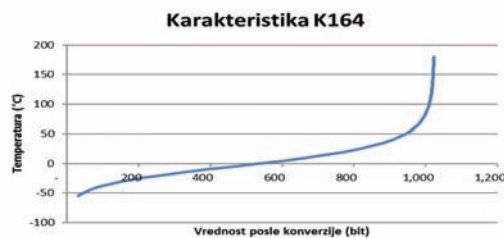
Temperatura se meri pomoću nelinearnog NTC termistora proizvođača „Siemens“ sa oznakom K164/10k/+ (slika 5.) tako što se termistor koristi kao promenljivi otpornik u naponskom razdelniku prikazanom na slici 2.



Slika 2. Šema naponskog razdelnika (merenje temperature)

Napon Vcc je napon napajanja naponskog razdelnika i njegova vrednost je 5V. Uloga cener diode D je da zaštiti ulaz mikrokontrolera od previsokog napona ukoliko se iz nekog razloga umesto termistora dovede neki veći napon ili eventualno dođe do fizičkog oštećenja termistora.

Nelinearnost termistora (slika 3.) ne utiče na poređenje temperatura, ali utiče na prikazivanje temperatura, što će biti kasnije objašnjeno u poglavlju Prikazivanje temperature.



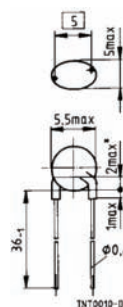
Slika 3. Nelinearna karakteristika termistora K164

Na isti način merimo i ostale temperature u sistemu i napone RA3 i RA2 sa naponskih razdelnika vodimo na mikrokontroler i vršimo analognodigitalnu konverziju sa rezolucijom od 10 bit-a.

Senzor je smešten u kućište (slika 4.) i zaliven dvokomponentnom poliuretanskom masom da bi se senzor izolovao od spoljašnjih fizičkih uticaja, prodora vlage i ostalih spoljnih oštećenja.



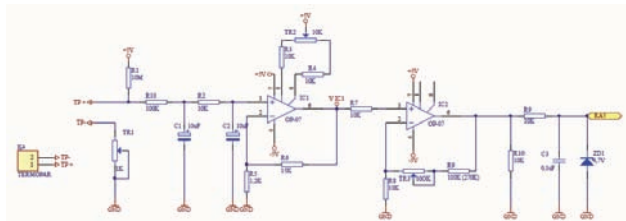
Slika 4. Fizički izgled senzora smeštenog u kućište



Slika 5. Fizički izgled senzora

4.2 Merenje temperature dimnih gasova

Merenje temperature dimnih gasova vršimo pomoću izolovanog termopara tipa J. Za prilagođenje izlaznog napona termopara koristimo operacione pojačavače tipa OP7. Pošto na krajevima termopara imamo napon male vrednosti reda mV koje treba pojačati na napon reda V i to u opsegu $0-5 V$. Pomoću dva neinvertujuća operaciona pojačavača pojačavamo napon sa termopara na veći, prihvatljiviji, naponski nivo pogodan za rad sa mikrokontrolerom (slika 6.). Pomoću potencimetra $TR1$ negativan kraj termopara vodimo ka masi, zatim do operacionog pojačavača preko otpornika $R1$, $R10$, $R2$ i kondenzatora $C1$ i $C2$ filtriramo deo spoljašnjih smetnji koje može termopar upiti u toku normalnog rada. Pomoću kola $IC1$ imamo izveden prvi pojačavački deo na kome preko potencimetra $TR2$ podešavamo *offset*. Pomoću otpornika $R5$ i $R6$ smo definisali pojačanje prvog pojačavačkog dela koje iznosi 13,5. Drugi pojačavački deo predstavlja kolo $IC2$ i na njemu pojačanje regulišemo pomoću potencimetra $TR3$ (može biti u opsegu 11-12) i otpornika $R9$ i $R8$. Na izlazu iz kola otpornicima $R10$ i $R9$, kondenzatorom $C3$ i diodom $ZD1$, filtriramo izlaz iz drugog operacionog pojačavača i štitimo da izlazni napon ne pređe maksimalnu granicu potrebnu za mikrokontroler. U master radu [12] su detaljnije karakteristike korišćenih integrisanih kola.

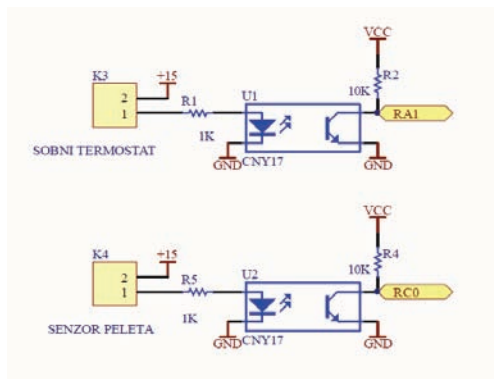


Slika 6. Šema prilagođenja izlaznog napona termopara na prilagođenje napona pogodnom mikrokontroleru 0-5V

4.3 Aktivnost sobnog termostata i kapacitivne sonde

Kao ulaznu jedinicu u sistemu koristimo optokaplere tipa CNY-17 preko kojih imamo informaciju o kontaktu sobnog termostata i kontaktima kapacitivnog senzora (slika 7.). Koristimo optokaplere iz razloga kako bismo što više smanjili uticaj spoljašnjih smetnji na ceo sistem. Pomoću otpornika $R1(R5)$ ograničavamo struju kroz internu diodu optokaplera, a otpornik $R2(R4)$ koristimo kao *pull-up* otpornik i taj izlazni deo ide ka mikrokontroleru.

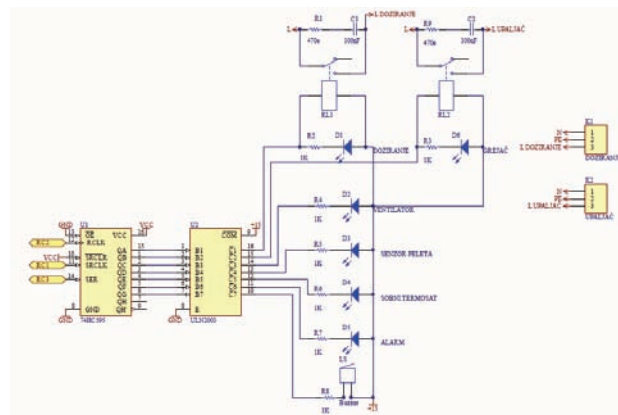
U master radu [12] su detaljnije karakteristike korišćenih integrisanih kola.



Slika 7. Šema ulaznog dela sobnog termostata i senzora peleta (kapacitivne sonde)

4.4 Upravljanje aktuatorima motorom pužnog dozatora, upaljačem i signalizacijom

Usled nedostatka slobodnih izlaza na mikrokontroleru pribegavamo da proširimo izlazni deo (slika 8.) pomoću serijskog pomeračkog registra $74HC595$ i sa njim upravljamo integrisanim darlingtonovim tranzistorima koji su integrisani u kolu $ULN2003$. Pomoću pomeračkog registra ($74HC595$) i drajverskog dela ($ULN2003$) upravljamo led diodama koje koristimo za signalizaciju, a tako i relejima koji direktno upravljaju aktuatorima koji se nalaze na mrežnom naponu.



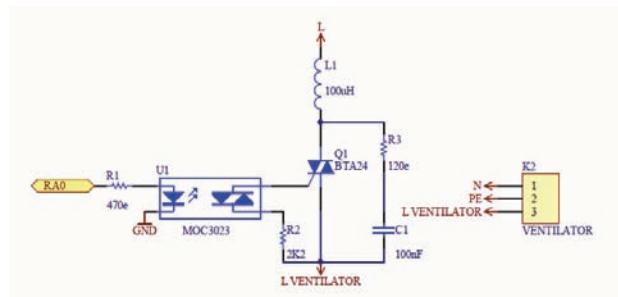
Slika 8. Šema izlaznog dela za upravljanje aktuatorima i signalizacijom

Upravljanje aktuatorima u ovom sistemu je prosta *on-off* regulacija (isključeno-uključeno) i stanja aktuatora su prikazana na uređaju pomoću LED dioda. Aktiviranje aktuatora je izvedeno pomoću releja koji se aktiviraju paralelno sa LED diodama koje signalizuju aktivnost aktuatora.

U master radu [12] su detaljnije karakteristike korišćenih integrisanih kola.

4.5 Upravljanje ventilatorom

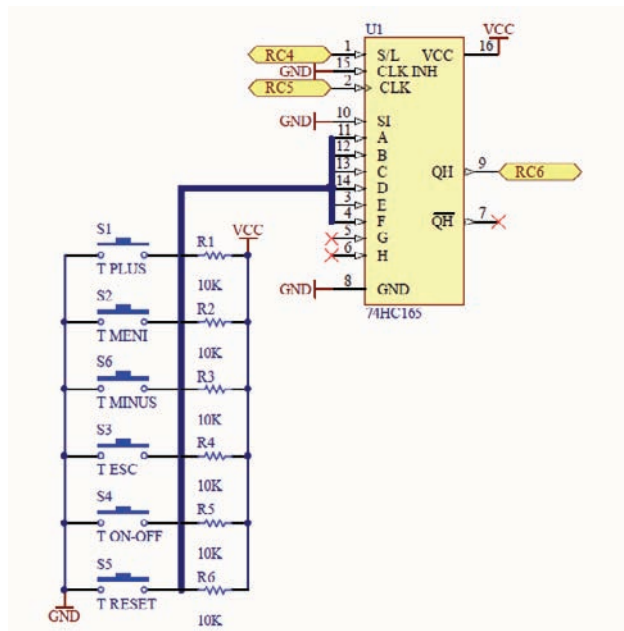
Da bi se regulisala brzina ventilatora, upravlja se ventilatorom pomoću trijaka tipa $BTA-24$ (Slika 9.). Trijacom se upravlja preko optoizolovanog drajvera trijaka $MOC3023$ koji ima integrisano *zero-crossing* kolo. Da bi se trijak zaštitio od visokih struja, koje su efekat induktivne komponente ventilatora, koristi se L i RC članovi koji ublažavaju pojavu istih. Direktno sa mikrokontrolera se upravlja integrisanom diodom MOC -a preko otpornika $R1$ i to impulsno širinskom modulacijom. Pomoću otpornika $R2$ ostvarujemo *zero-crossing* kolo i upravljamo trijakom. Otpornik $R3$ i kondenzator $C1$ nam predstavljaju RC član, a $L1$ je L član. U master radu [12] su detaljnije karakteristike korišćenih integrisanih kola.



Slika 9. Šema upravljanja radom ventilatora

4.6 Ulazni tasteri

Usled nedostatka slobodnih pinova na mikrokontroleru pribegavamo da proširimo ulazne parametre pomoću pomeračkog registra 74HC165 kojim vršimo komunikaciju preko samo tri linije, a ne preko šest, kao što bi nam bilo potrebno (slika 10.). Na svakom tasteru se nalazi pull-up otpornik. U master radu [12] su detaljnije karakteristike korišćenih integrisanih kola.

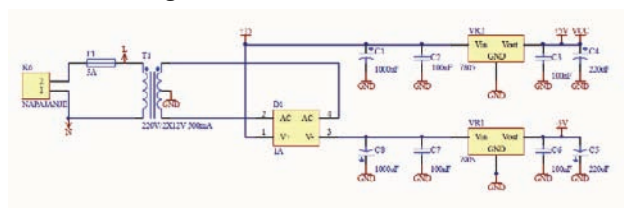


Slika 10. Šema ulaznih tastera za kontrolu uređaja

4.7 Napajanje uređaja

Za napajanje uređaja se koristi mrežni transformator snage 6VA sa izlazima 2x12V. Preko integrisanog grecovog spoja ispravljeni napon stabilizujemo pomoću linearnih stabilizatora napona.

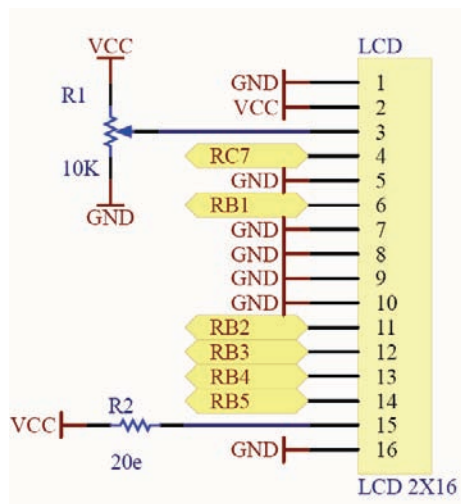
Za pozitivan izvor napajanja od 5V koristimo LM7805, a za negativan izvor napajanja od -5V koristimo LM7905 sa pratećim komponentama. Za napajanje relejnih izlaza i signalizacije koristimo samo ispravljeni napon od 15V (slika 11.). U master radu [12] su detaljnije karakteristike korišćenih integrisanih kola.



Slika 11. Šema napajanja uređaja

4.8 Informacioni displej

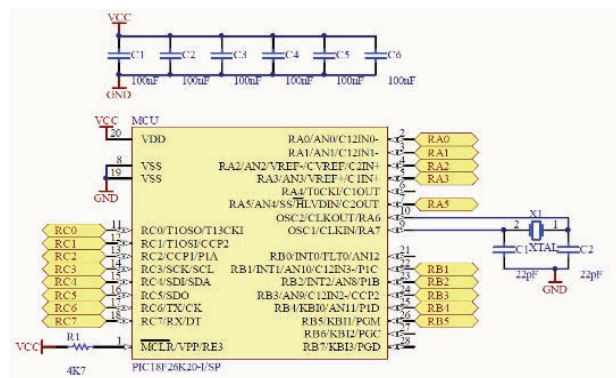
Kako bi korisnik imao što bolju interakcijom sa uređajem u uređaj je integrisan alfanumerički displej sa 2x16 karaktera. Za podešavanje kontrasta samog displeja koristi se potencijometar R1, a za ograničenje struje pozadinskog osvetljenja koristi se otpornik R2 (slika 12.). U master radu [12] su detaljnije karakteristike korišćenih integrisanih kola.



Slika 12. Šema informacionog displeja

4.9 Mikrokontroler

Kako bi ceo sistem funkcionisao, potrebno je periferiske ulazno-izlazne jedinice povezati sa mikrokontrolerom. Za ovaj uređaj je iskorišćen mikrokontroler PIC18F26K22. Kako bi se smanjio uticaj na sam mikrokontroler i ostala integrisana kola koriste se kondenzatori koji su postavljeni u paraleli sa napajanjem (Slika 13.). Mikrokontroler koristi kristalni oscilator od 8Mhz. U master radu [12] su detaljnije karakteristike korišćenih integrisanih kola.

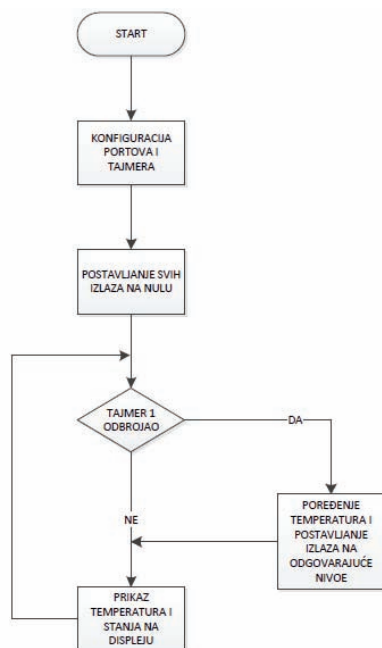


Slika 13. Šema mikrokontrolera ka ulazno izlaznim jedinicama

5. ALGORITAM PROGRAMA MIKROKONTROLERA

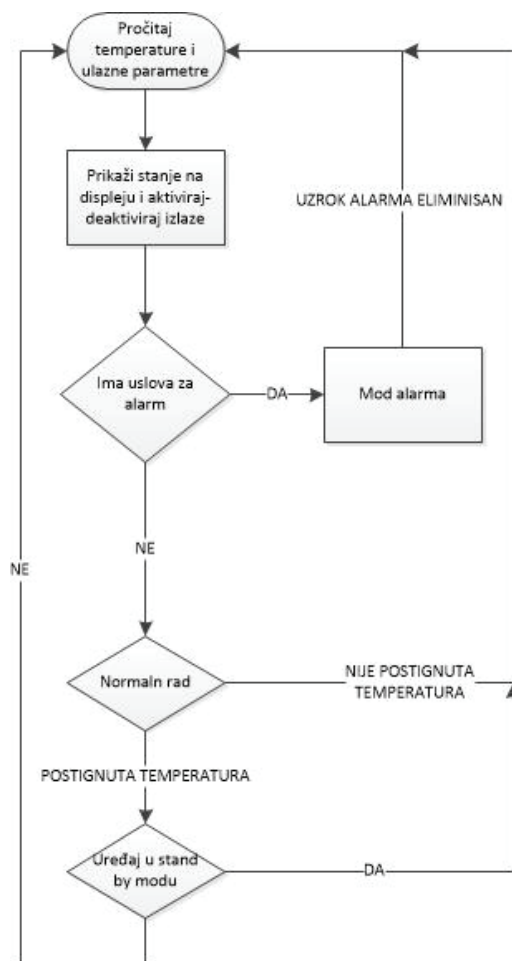
Programiranjem mikrokontrolera obezbeđen je algoritam koji obavlja celokupnu funkciju ovog sistema (slika 14.). Podeljen je u dve celine:

- Glavni deo koji prikazuje samo generalno tok programa
- Prikaz temperatura na displeju, poređenje parametara i upravljanje izlaznim portovima mikrokontrolera



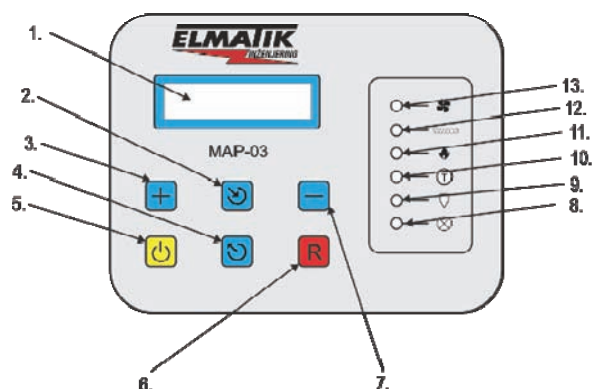
Slika 14. Osnovni algoritam toka programa mikrokontrolera

Algoritam za prikazivanje temperatura je prikazan na slici 15. i on pokazuje na koji način je rešeno prikazivanje temperatura, aktiviranje alarma, a tako i posatvljanje odgovarajućih izalza na željeno stanje.



Slika 15. Prikazivanje temperatura na displeju i gneralni tok programa uređaja

6. IZGLED UREĐAJA I ZNAČENJE LED SIGNALIZACIJE



Slika 16. Izgled uređaja i značenje signalizacije

Numerisane pozicije na slici 16. predstavljaju sledeće:

1. Informacioni displej
2. Taster za ulazak u meni
3. Taster za povećanje parametra
4. Taster za izlazak iz menija
5. Taster za uključenje-isključenje
6. Taster za reset
7. Taster za umanjenje parametra
8. LED signalizacija alarma
9. LED signalizacija prisutnosti goriva
10. LED signalizacija aktivnosti sobnog termostata
11. LED signalizacija aktivnosti upaljača
12. LED signalizacija aktivnosti motora pužnog dozatora
13. LED signalizacija aktivnosti ventilatora

7. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen jedan od mogućih načina realizacije sistema sa gorionikom za sagorevanje različitih tipova goriva. Prilikom izrade ovog sistema išlo se idejom da se postigne što veća ušteda energije, odnosno što veće iskorišćenje alternativnog izvora energije, u ovom slučaju koštica.

Predstavljeni algoritam i sam sistem je testiran u realnim uslovima i radi na osnovu očekivanja, odnosno u potpunosti izvršava zadatak za koji je projektovan.

Narednim razvojem uređaja, odnosno softverskim unapređenjem, može se dodati modulacija, tj. autmatsko menjanje količine doziranja goriva i brzine rada ventilatora zavisno od modula u kome se nalazi. Takođe se moraju ograničiti vrednosti određenih parametara (vreme doziranja, pauze između doziranja, vreme potpale i sl.) kako korisnik ne bi dovodio ceo sistem u nepoželjan režim.

8. LITERATURA

- [1] KGH INŽENJERING ZAJEČAR, <http://www.kgh.co.rs/wp-content/uploads/2013/12/Casovna-i-godisnja-potrosnja-goriva-za-automatik-kotlove.pdf>, (2016)
- [2] Development of a Sustainable Bioenergy Market in Serbia, <http://www.bioenergy->

- serbia.rs/images/documents/presentation/Bazna_studija_G_lavonjic.pdf, (2016)
- [3] Virtualni grad, [http://www.virtualnigrad.com/Kotlovi_i_setovi_za_grejanje_na_pelet_ekonomski_isplativo-134-15642.\(2016\)](http://www.virtualnigrad.com/Kotlovi_i_setovi_za_grejanje_na_pelet_ekonomski_isplativo-134-15642.(2016))
- [4] Portal Doo, <http://portal-doo.eu/portalwps/ponuda/kotlovi/pelettech-gorionik/>, (2016)
- [5] ATI TERMING, [http://termingkula.rs/hu/node/325.\(2016\)](http://termingkula.rs/hu/node/325.(2016))
- [6] Rauschert, <http://www.rauschert-igniter.com>, (2016)
- [7] Grant, [http://www.grantuk.com/spares/RBS115.\(2016\)](http://www.grantuk.com/spares/RBS115.(2016))
- [8] NBE, <http://nbe-global.com/index.php/blackstar-wood-pellet-boiler-systems/>, (2016)
- [9] AMWEI, http://www.amwei.com/sort.asp?sort_id=7, (2016)
- [10] Beril, http://www.beril.lv/apkures_katli.html?set=language:en, (2016)
- [11] EKO LINE, <http://www.kovan.ba/index.php/en/pelet-2>, (2016)
- [12] Ristić Aleksandar, Projektovanje upravljačke elektronike gorionika na pelet sa mogućnošću sagorevanja košćica od voća, Master rad, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka (2016)
- [13] Soteris A., Kalogirou, Solar Energy Engineering, Processes and Systems, Elsevier, (2009)
- [14] C. Laughton, Solar Domestic Water Heating, The Earthscan Expert Handbook for Planning, Design and Installation, Earthscan, (2010)
- [15] Ristić Aleksandar, Janoš Atila, Sistem za praćenje sunca, Primena senzora i aktuatora, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, (2011)
- [16] Ristić Aleksandar, Sistem za upravljanje solarnim sistemom za zagrevanje stambenog prostora i sanitarne vode, Diplomski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka (2012)
- [17] Etaž d.o.o., Oprema za centralno grejanje, klimatizaciju, vodovod i instalaciju, http://www.etazgrejanje.com/cms_upload/uploads/763_po_dni_kb.jpg (Oktobar 2012)
- [18] Grundfos, New alpha 2, Redefining reliability and efficiency, (2012)
- [19] Grejač plus d.o.o., radionica za izradu električnih grejača, http://www.grejac.com/slike/keramicki_grejaci/008.jpg, (Oktobar 2012)
- [20] Firstbreeze, Hausbau, <http://www.firstbreeze.com/TI-Privatordner/Blogs/Hausbau/wp-images/content/2005/2005-06-02-04.jpg>, (Oktobar 2012)
- [21] Ikoma, centar za građevinarstvo, grijanje, vodovod i sanitarije, <http://ikoma-plin.hr/Portals/IkomaPlinHr/PropertyAgent/8985/Images/1132.jpg> (Oktobar 2012)
- [22] Standard xchange a xylem brand, www.ittstandard.com, Air Cooled Heat Exchangers, (Oktobar 2012)
- [23] Brazetek heat exchangers, www.brazetek.com, Brazed Plate Heat Exchangers, Finned Coil Water to Air Heat Exchangers, (Oktobar 2012)

Kratka biografija:



Aleksandar Ristić rođen je u Zaječaru 1988. God. Bečelor rad odbranio je 2012.god na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronika – Primena senzora i aktuatora.



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

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2015. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Duško Bekut	Milan Rackov	Slavko Đurić
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slobodan Dudić
Aleksandar Ristić	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slobodan Krnjetin
Bato Kamberović	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Morača
Biljana Njegovan	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Sonja Ristić
Bogdan Kuzmanović	Đura Oros	Milan Vidaković	Srđan Kolaković
Bojan Batinić	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Srđan Popov
Bojan Lalić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Vukmirović
Bojan Tepavčević	Filip Kulić	Milica Miličić	Staniša Dautović
Bojana Beronja	Goran Sladić	Milinko Vasić	Stevan Milisavljević
Branislav Atlagić	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Stevan Stankovski
Branislav Nerandžić	Gordana	Miloš Živanov	Strahil Gušavac
Branislav Veselinov	Milosavljević	Milovan Lazarević	Svetlana Nikoličić
Branislava Kostić	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Tanja Kočetov
Branislava	Igor Budak	Miodrag Zuković	Tatjana Lončar
Novaković	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Turukalo
Branka Nakomčić	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Todor Bačkalić
Branko Milosavljević	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Toša Ninkov
Branko Škorić	Ivan Beker	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Damir Đaković	Ivana Katić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Plančak	Velimir Todić
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Popović	Veljko Malbaša
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Mitar Jcanović	Veran Vasić
Darko Reba	Jeličić	Mladen Kovačević	Veselin Avdalović
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mladen Radišić	Veselin Perović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Momčilo Kujačić	Vladan Radlovački
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Nađa Kurtović	Vladimir Katić
Dragan Jovanović	Jureša	Nebojša Pjevalica	Vladimir Radenković
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Strezoski
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nemanja	Vladimir Škiljajica
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Stanisavljević	Vlado Delić
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nenad Katić	Vlastimir
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Nikola Brkljač	Radonjanin
Dragana	Karl Mičkei	Nikola Đurić	Vuk Bogdanović
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Jorgovanović	Zdravko Tešić
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragiša Vilotić	Nešić	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Radivoje Rinulović	Željen Trpovski
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radovan Štulić	
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rastislav Šostakov	
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Slavica Mitrović	