



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXX

Број: 10/2015

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXX Свеска: 10

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

Уређивачки одбор:

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

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

Редакција:

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

Проф. др Драгољуб Новаковић
Мр Мирослав Зарић
Бисерка Милетић

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

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

Председник Савета: проф. др Радош Радивојевић

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је десета 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 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 01.08.2015. до 11.10.2015. год., а који се промовишу 04.12.2015. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

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

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

У овој свесци, са редним бројем 10, објављени су радови из области:

- машинства,
- електротехнике и рачунарства,
- грађевинарства,
- саобраћаја и
- графичког инжењерства и дизајна.

У свесци са редним бројем 11. објављени су радови из области:

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

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

	Strana
Radovi iz oblasti: Mašinstvo	
1. Boris Vukić, KONSTRUKCIJA EKONOMAJZERA	1687
2. Željko Sumzer, TEHNIČKO REŠENJE SISTEMA GREJANJA, KLIMATIZACIJE I PRIPREME TPV STAMBENOG OBJEKTA UPOTREBOM TOPLLOTNE PUMPE	1690
3. Vukašin Pavlović, PROJEKTOVANJE REGALNIH SKLADIŠTA UZ PRIMENU SIMULACIJA KAO METODA ZA OPTIMIZACIJU	1694
4. Pedja Knežević, BUKA, VIBRACIJE I URAVNOTEŽENJE ELEKTRIČNIH MAŠINA	1698
5. Miloš Jović, Jovan Dorić, PRILOG ISPITIVANJU POGONSKIH KARAKTERISTIKA OTO MOTORA SUS	1702
6. Vladimir Krčmar, STACIONARNI PROBLEMI PROVOĐENJA TOPLOTE	1706
7. Vilmoš Hajagoš, Milan Zeljković, OPTIMIZACIJA PROCESA PROJEKTOVANJA VENTILATORA ELEKTROMOTORA	1710
8. Armin Berecki, UNAPREĐENJE PRORAČUNA GLAVNOG NOSAČA MOSNE DIZALICE.....	1714
9. Danijel Ludoški, Savo Bojić, MODULARNA NAGIBNA PLATFORMA ZA ISTOVAR ŽITARICA	1718
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Milan Mudrinić, Dejan Nemec, XMPP PROTOKOL SA JINGLE EKSTENZIJOM	1721
2. Nenad Šćepanović, Željko Lukač, Stanislav Očovaj, Petar Jovanović, Nemanja Lukić, OPTIMIZACIJA VP6 DEKODERA U REALNOM VREMENU NA MIPS32 ARHITEKTURI; konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2011.....	1725
3. Đorđe Mijailović, Milan Vidaković, IMPLEMENTACIJA 3D IGRE BAZIRANE NA MREŽNOM KONTROLERU SA ANALIZOM SLIKE ..	1729
4. Boban Filipović, Milan Vidaković, IMPLEMENTACIJA KONTROLERA ZA VIDEO IGRE SA ANALIZOM SLIKE U REALNOM VREMENU	1733

5.	Milorad Spasojević, Veran Vasić, Đura Oros, PRIMENA ELEKTRIČNIH UREĐAJA U EKSPLOZIVNOJ SREDINI	1737
6.	Vedran Vidić, PRORAČUN TOKOVA SNAGA RADIJALNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA PRIMENOM RAJIČIĆ-eve I SCHIRMOHAMMADI-jeve METODE	1741
7.	Siniša Gutović, OGRAIČENJE STRUJE KRATKOG SPOJA U ELEKTROENERGETSKIM POSTROJENJIMA	1745
8.	Vesna Kešin, IMPLEMENTACIJA PUBLISH/SUBSCRIBE PATERNA U DISTRIBUIRANIM UPRAVLJAČKIM SISTEMIMA POMOĆU MICROSOFT WCF TEHNOLOGIJE	1749
9.	Milan Adamović, PROGRAMSKI MODEL AVATAROVOG LICA I ANIMIRANIH USANA	1753
10.	Nenad Knežev, WEBRTC API ZA KOMUNIKACIJU I PRENOS SADRŽAJA IZMEĐU INTERNET PRETRAŽIVAČA BEZ UPOTREBE SIGNALNOG SERVERA	1757
11.	Stefan Dejanović, ANALIZA PRIMENE NAPREDNIH KRIPTOGRAFSKIH TEHNIKA U ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA	1762
12.	Ištvan Lukači, ANDROID LIČNI ASISTENT ZA BLAGODEMENTNE KORISNIKE	1765
13.	Vladimir Gajinov, POREĐENJE REZULTATA DETEKCIJE PEŠAKA U SLICI I VIDEO DOBIJENIH ORIGINAL- NIM HOG PRISTUPOM I APROKSIMACIJOM ARHITEKTURE NEPOKRETNE TAČKE	1770
14.	Vladimir Todorović, JEDNO REŠENJE SISTEMA ZA AŽURIRANJE PROGRAMSKE PODRŠKE BEŽIČNIH UREĐAJA PUTEM MOBILNE MREŽE	1773
15.	Ivan Edelski, Srdjan Sladojevic, Mirjana Dulic, Predrag Jelovac, Darko Stefanovic, ONE SOLUTION OF WEB APPLICATION FOR DATA ACQUISITION FROM REMOTE SENSING DEVICES, konferencija INFOTEH, Jahorina, mart 2015.	1777
16.	Nikola Luburić, INFORMACIONI SISTEM KATASTRA KULTURE BAZIRAN NA JAVA EE PLATFORMI I ANGULARJS RADNOM OKVIRU	1782
17.	Miloš Jokić, RAZVOJ APLIKACIJE ZA DISTRIBUIRANU TOPOLOŠKU ANALIZU DISTRIBUTIVNE MREŽE U SERVICE FABRIC OKRUŽENJU	1786
18.	Silvija Baro, PRIMENA SEO TEHNIKA ZA UNAPREĐENJE DOSTUPNOSTI VEB SAJTA ISTRAŽIVAČKOG PROJEKTA	1790
19.	Nikola Prečanica, RESTAURACIJA OPTEREĆENJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA NAKON VELIKIH ISPADA	1794
20.	Aleksandar Nikolić, Dejan Nemec, PROJEKTOVANJE PASIVNE OPTIČKE MREŽE	1798
21.	Branislav Nikolić, RAZVOJ APLIKACIJE ZA EFIKASNIJU UPOTREBU MODELA PODATAKA ELEKTROENERGETSKE MREŽE	1802
22.	Nemanja Tovilović, PRIMENA AUTOMATIKE U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA	1806
23.	Слободан Вулић, ЈЕДНО РЈЕШЕЊЕ ДИСТРИБУИРАНОГ SCADA АКВИЗИЦИОНОГ СЕРВЕРА И ИНТЕГРАЦИЈА СА ADMS СОФТВЕРОМ	1810
24.	Goran Bratić, REALIZACIJA ALATA ZA PRISLUŠKIVANJE SCADA KOMUNIKACIJE PO PROTOKOLU IEC- 60870-5-104	1814

25. Nikola Vasić,	
ALGORITMI ZA DISTRIBUIRANO PREVOĐEŃE I POVEZIVANJE S# PROJEKATA	1818
26. Stefan Pejić, Helena Peić Tukuljac, Milan Knežević, Ištvan Papp,	
ONE IMPLEMENTATION OF EXTENDABLE APPLICATION FOR COLLECTING EPG DATA FROM INTERNET SOURCES; konferencija ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2014.	1822
27. Violeta Vukobrat, Nenad Jovanović, Stefan Pijetlović, Velibor Mihić,	
SISTEM ZA PROŠIRENJE DTV PODATAKA DODATNIM SADRŽAJEM SA INTERNETA; konferencija ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2014.	1825
28. Đorđe Kovačević, Violeta Vukobrat, Stefan Pejić, Ištvan Papp,	
BUILDING BLOCKS FOR GUI - NOVEL SOLUTION FOR COMPOSITE COMPONENT MANAGEMENT, konferencija ETRAN, Srebrno Jezero, juni 2015.	1828
29. Nikola Ćirić,	
PROJEKTOVANJE PRILAGODNOG BLOKA ZA PRETVARAČ VREMENA U DIGITALNU VREDNOST U VISOKONAPONSKOJ 180 nm CMOS TEHNOLOGIJI	1831
30. Tihamer Lauc, Marko Gecić, Darko Marčetić,	
DIREKTN OUPRAVLJANJE MOMENTOM ASINHRONE MAŠINE	1835
31. Andrija Sikirić,	
UTICAJ SNAGE GENERATORA NA STRUJE KRATKIH SPOJEVA I PODEŠENJE RELEJNE ZAŠTITE	1839

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Aleksandar Ilić,	
PROCENA STANJA I SANACIJA KONSTRUKCIJE TRŽNOG CENTRA U LOZNICI	1843
2. Tatjana Lazić,	
PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE DVOBRODNE HALE SA ANEKSOM U NOVOM SADU	1847
3. Tatjana Ćeranić,	
PROCENA STANJA, DOGRADNJA I ENERGETSKA SANACIJA ZGRADE OSNOVNE ŠKOLE „JOVAN POPOVIĆ” U NOVOM SADU	1851
4. Jasmina Starčević, Jasmina Dražić,	
ANALIZA RESURSA U VARIJANTAMA PLANIRANJA PROIZVODNJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE MONTAŽNE HALE	1855
5. Uroš Kraguljević,	
ANALIZA PRIMENE KOLOVOZNOG ZASTORA OD PREFABRIKOVANIH BETONSKIH ELEMENATA U PROJEKTOVANJU GRADSKIH SAOBRAĆAJNICA	1859
6. Marijana Rašević,	
UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM PROJEKTIMA U BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) OKRUŽENJU	1863
7. Miodrag Radonić,	
SEIZMIČKA ANALIZA ČELIČNE KONSTRUKCIJE	1867
8. Aleksandra Vujkov, Jasmina Dražić,	
VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA I IZBOR ZIDA IZMEĐU DVA STANA	1871
9. Ivana Krajnović,	
SUPERELEMENT METHOD IN DYNAMIC ANALYSIS OF NORTSTROSGRUMD LIGHTHOUSE	1875
10. Nenad Krklješ, Mirjana Malešev,	
PROCENA STANJA I PROJEKAT REKONSTRUKCIJE AB NADVOŽNJAKA NA MAGISTRALNOM PUTU POŽEGA – UŽICE	1879

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Miloš Damjanov,
CARINSKO POSTUPANJE I RIZICI U KONTEJNERSKOM TRANSPORTU 1883
2. Ивана Јовановић, Павле Гладовић,
МЕРЕ ЗА ПОБОЉШАЊЕ РАДА И ПОСЛОВАЊА СЕКТОРА ТРАНСПОРТА ПРЕДУЗЕЋА
АД „МИТРОСРЕМ“ 1887
3. Mirko Vujić,
UTICAJ LEVIH SKRETANJA DRUGOG RANGA NA TOKOVE PRVOG RANGA NA
NESIGNALISANIM RASKRSNICAMA 1891
4. Jovana Vukov,
ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA DRŽAVNOM PUTU II REDA, BROJ 107,
NA DEONICI OD NOVOG SADA DO BAČKOG PETROVCA 1895
5. Мара Томић, Мирјана Крањац,
ПРИМЕНА QGIS-a У ПРИКАЗУ ИСТОРИЈСКОГ РАЗВОЈА И АНАЛИЗИ ГРАДСКОГ И
ПРИГРАДСКОГ САОБРАЋАЈА НОВОГ САДА 1899
6. Sanja Tomasović,
ONLINE KUPOVINA U SRBIJI - ULOGA I ZNAČAJ POŠTE SRBIJE 1903
7. Petar Babić,
PRIMENA QGIS-A U VIZUELIZACIJI REZULTATA ANKETE O STEPENU ZADOVOLJSTVA
KORISNIKA USLUGA JP „POŠTA SRBIJE“ U NOVOM SADU 1907
8. Marko Radulović, Milica Miličić,
RAČUNARSKI PROGRAMI KAO PODRŠKA U UPRAVLJANJU TRANSPORTNIM
PROCESOM 1911

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Marko Petrović, Bojan Banjanin,
DIGITALIZACIJA TIPOGRAFSKOG PISMA AMARNA SA ANALIZOM I PRIMENOM
METODA ZA ODREĐIVANJE RAZMAKA IZMEĐU SLOVA 1915
2. Goran Nenadić, Dragoljub Novaković, Nemanja Kašiković,
RAZVOJ PROGRAMSKOG REŠENJA PRORAČUNA U OFSET ŠTAMPI 1919
3. Danijela Stojić, Gojko Vladić,
UTICAJ STILA NA POTROŠAČKI DOŽIVLJAJ POSMATRANOG PROIZVODA 1923
4. Petar Mulaj, Darko Avramović,
RAZVOJ MODELA ELEKTRONSKE PRODAVNICE POMOĆU PHP SYMFONY-A 1926
5. Tamara Šarac, Dragoljub Novaković, Neda Milić,
IMPLEMENTACIJA DALIM ENTERPRISE SOLUTION PLATFORME NA PRIMERU
GRAFIČKOG CENTRA 1930

KONSTRUKCIJA EKONOMAJZERA

DESIGN OF ECONOMISER

Boris Vukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazana konstrukcija ekonomajzera prema propisu SRPS EN 13445. Urađen je termodinamički i hidrodinamički proračun i određene su potrebne dimenzije delova aparata.

Abstract – This paper presents the calculation procedure of a economiser according to regulation SRPS EN 13445. Thermodynamic and hydrodynamic calculations are done and required dimensions are determined.

Ključne reči: Ekonomajzer, Termodinamički proračun, Hidrodinamički proračun, Mehanički proračun, Debljina zida

1. UVOD

Razmenjivači toplote su uređaji koji obezbeđuju protok toplotne energije između dva ili više fluida na različitim temperaturama. Koriste se za različite primene: procesnu industriju, hemijsku i prehrambenu industriju; elektroniku; inženjering životne sredine; iskorišćavanje otpadne toplote; klimatizaciju. U razmenjivačima toplote najčešće se javlja kombinacija provođenja i konvekcije toplote.

Ekonomajzeri su razmenjivači toplote koji zagrevaju tečnosti, (najčešće vodu), do, ali obično ne iznad tačke ključanja. Ekonomajzeri su tako nazvani jer mogu iskoristiti entalpiju fluida koji su zagrejani, ali ne na dovoljno visoku temperaturu da bi se mogli iskoristiti u kotlu, čime se bolje iskoristi entalpija i poboljšava efikasnost kotla. Oni su uređaji koji se dodaju kotlu, koji štede energiju koristeći dimne gasove iz kotla za zagrevanje hladne vode koja ulazi u kotao.

Za potrebe zagrevanja vode potrebno je konstruisati ekonomajzer sledećih karakteristika:

Tabela 1. Karakteristike dimnih gasova

	Dimni gasovi	
Pritisak	1,05	bar
Temperatura na ulazu	210	°C
Temperatura na izlazu	130	°C

Tabela 2. Karakteristike vode

	Voda	
Pritisak	15	bar
Maseni protok	35	kg/s
Temperatura na ulazu	30	°C
Temperatura na izlazu	50	°C

NAPOMENA:

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

2. TERMODINAMIČKI PRORAČUN

2.1 Toplotni bilans

Toplotna snaga ekonomajzera iznosi:

$$Q = \dot{m}_2 \cdot c_{p2} \cdot (t_{2k} - t_{2p}) \quad (1)$$

$$Q = 2923,6 \text{ kW}$$

gde je:

c_{p2} [kJ/kgK] - specifični maseni toplotni kapacitet vode

$\dot{m}_2$ [kg/s] - maseni protok vode

t_{2k} [°C] - temperatura vode na izlazu

t_{2p} [°C] - temperatura vode na ulazu

Maseni protok dimnih gasova iznosi:

$$\dot{m}_1 = \frac{Q}{c_{p1} \cdot (t_{1p} - t_{1k})} \quad (2)$$

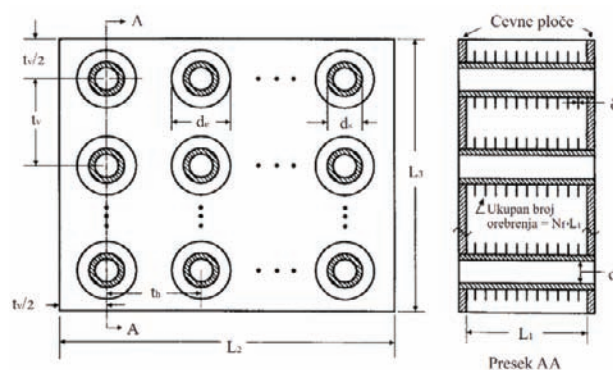
$$\dot{m}_1 = 32,03 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

gde je:

t_{1k} [°C] - temperatura dimnih gasova na izlazu

t_{1p} [°C] - temperatura dimnih gasova na ulazu

2.2 Usvajanje osnovnih geometrijskih karakteristika ekonomajzera



Slika 1. Geometrija ekonomajzera

Usvaja se linijski raspored cevi.

Usvajaju se dimenzije ekonomajzera:

- spoljašnji prečnik cevi: $d_s = 38 \text{ mm}$
- horizontalni korak cevi: $t_h = 90 \text{ mm}$
- vertikalni korak cevi: $t_v = 90 \text{ mm}$
- širina cevne ploče: $L_2 = 2160 \text{ mm}$
- visina cevne ploče: $L_1 = 1530 \text{ mm}$
- debljina orebrenja: $\delta = 1 \text{ mm}$
- korak orebrenja: $s = 9 \text{ mm}$
- visina orebrenja: $h_f = 10 \text{ mm}$

Broj cevi iznosi:

$$N_c = \frac{L_2 \cdot L_1}{t_h \cdot t_v} = 408 \quad (3)$$

2.3 Određivanje koeficijenta prelaza toplote sa strane cevi

Koeficijent prelaza toplote sa strane cevi iznosi:

$$\alpha_u = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_2}{d_u} = 6467,9 \frac{W}{m^2 K} \quad (4)$$

gde je:

Nu - Nuseltov broj

λ_2 [W/mK] - koeficijent provođenja toplote vode

d_u [m] - unutrašnji prečnik cevi

2.4 Određivanje koeficijenta prelaza toplote sa spoljašnje strane cevi

Koeficijent prelaza toplote sa spoljašnje strane cevi iznosi:

$$\alpha_m = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_1}{d_s} = 101,62 \frac{W}{m^2 K} \quad (5)$$

gde je:

Nu - Nuseltov broj

λ_1 [W/mK] - koeficijent provođenja toplote dimnih gasova

d_s [m] - spoljašnji prečnik cevi

Korekcija koeficijenta prelaza toplote:

$$\alpha_v = \alpha_m \cdot \left(1 - (1 - \eta_f) \cdot \frac{A_f}{A}\right) = 90,48 \frac{W}{m^2 K} \quad (6)$$

gde je:

η_f - efikasnost orebrenja

A_f [m²] - površina orebrenja

A [m²] - površina za razmenu toplote

2.5 Određivanje koeficijenta prolaza toplote

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_v} + R_1 + \frac{d_s}{\alpha_u} \cdot \left(\frac{1}{\alpha_u} + R_2\right) + \frac{d_s}{2 \cdot \lambda_3} \cdot \ln \frac{d_s}{d_u} \quad (7)$$
$$K = 65 \frac{W}{m^2 K}$$

gde je:

R_1 - otpor provođenju toplote usled zaprljanja sa strane dimnih gasova [W/m²K]

R_2 - otpor provođenju toplote usled zaprljanja sa strane vode [W/m²K]

λ_3 - koeficijent provođenja toplote izabranog čelika [W/mK]

2.6 Određivanje dimenzija ekonomajzera

Površina za razmenu toplote iznosi:

$$A = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{sr}} = 359,5 m^2 \quad (8)$$

Dužina cevi iznosi:

$$L_1 = \frac{A}{(\pi \cdot d_s \cdot N_c \cdot (1 - \delta \cdot N_f) + N_f \cdot N_c \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot (d_g^2 - d_s^2)}{4} + \pi \cdot d_g \cdot \delta\right))} \quad (9)$$

$L_1 = 2,078 m$

Usvaja se:

$L_1 = 2,1 m$

3. HIDRODINAMIČKI PRORAČUN

3.1 Određivanje prečnika priključka za vodu

Unutrašnji prečnik priključka se izračunava iz uslova:

$$\rho_2 \cdot w_{p2} \leq 2250 \frac{kg}{m \cdot s^2} \quad (10)$$

$$\rho_2 \cdot \left[\frac{4 \cdot \dot{m}_2}{\rho_2 \cdot 3,14 \cdot d_{p2}^2}\right]^2 \leq 2250 \frac{kg}{m \cdot s^2}$$

$$d_{p2} \geq 0,164 \cdot \dot{m}_2^{0,5} \cdot \rho_2^{-0,025}$$

$$d_{p2} \geq 81,6 mm$$

Usvaja se cev DN 100 Ø114,3x3,6 mm na osnovu DIN 2448

3.2 Pad pritiska sa strane cevi

Ukupni pad pritiska sa strane cevi iznosi:

$$\Delta p_{2u} = \Delta p_{2,tr} + \Delta p_{2,lok} = 37871,3 Pa \quad (11)$$

gde je:

$\Delta p_{2,tr}$ [Pa] - pad pritiska usled trenja

$\Delta p_{2,lok}$ [Pa] - pad pritiska usled lokalnih otpora

3.3 Pad pritiska pri strujanju fluida u međucevnom prostoru

$$\Delta p = \frac{G^2}{2 \cdot \rho_u} \left(\xi \cdot \frac{A}{A_{min}} \cdot \frac{\rho_u}{\rho_i} + (1 + \sigma^2) \cdot \left(\frac{\rho_u}{\rho_i} - 1\right) \right) \quad (12)$$

$$\Delta p = 321,7 Pa$$

gde je:

G [kg/m²s] - maseni fluks

ξ - koeficijent trenja

σ - odnos minimalne površine za protok fluida i ulazne površine

4. MEHANIČKI PRORAČUN

4.1 Određivanje potrebne debljine cilindričnog omotača

Materijal cilindričnog omotača je P235 GH, na osnovu materijala sledi određivanje nazivnog proračunskog napona:

$$f_D = 85,7 MPa$$

Debljina cilindričnog omotača (cevi Ø38) iznosi:

$$e = \frac{P \cdot D_e}{2 f \cdot z + P} \quad (13)$$

$$e = 0,47 mm$$

usvaja se vrednost $e_n = 2,9 mm$, na osnovu tabele za standardne bešavne cevi DIN 2448.

Debljina cilindričnog omotača (cevi Ø273) iznosi:

$$e = \frac{P \cdot D_e}{2 f \cdot z + P} \quad (14)$$

$$e = 3,37 mm$$

usvaja se vrednost $e_n = 6,3 mm$, na osnovu tabele za standardne bešavne cevi DIN 2448.

gde je:

e [mm] - potrebna debljina
 P [MPa] - proračunski pritisak
 D_e [mm] - spoljni prečnik
 f [MPa] - nazivni proračunski napon

4.2 Određivanje potrebne debljine danca

Šematski prikaz danca sa svim dimenzijama dat je na Slici 3.

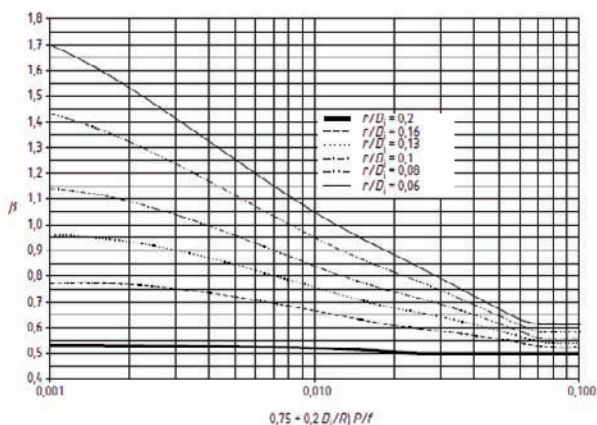
$$e_y = \frac{\beta \cdot P(0.75R + 0.2D_i)}{f} \quad (15)$$

$e_y = 3,2 \text{ mm}$

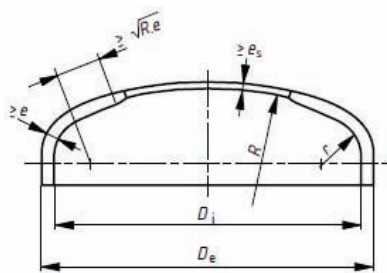
gde je:

β - koeficijent koji se dobija iz Slike 2.
 R [mm] - unutrašnji poluprečnik sfere
 D_i [mm] - unutrašnji prečnik cilindrične ivice

usvaja se vrednost $e_n = 6,3 \text{ mm}$, na osnovu EN 10253-2.



Slika 2. Koeficijent β za torisferična danca



Slika 3. Geometrija torisferičnog danca

4.3 Potrebne debljine priključaka

Priključak Ø114,3 mm

$$e = \frac{P \cdot D_i}{2f \cdot z - P} \quad (16)$$

$e = 1,35 \text{ mm}$

usvaja se vrednost $e = 3,6 \text{ mm}$, na osnovu tabele za standardne bešavne cevi DIN 2448.

Priključak Ø38 mm

$$e = \frac{P \cdot D_i}{2f \cdot z - P} \quad (17)$$

$$e = 0,41 \text{ mm}$$

usvaja se vrednost $e = 2,9 \text{ mm}$, na osnovu tabele za standardne bešavne cevi DIN 2448.

Priključak Ø33,7 mm

$$e = \frac{P \cdot D_i}{2f \cdot z - P} \quad (18)$$

$$e = 0,36 \text{ mm}$$

usvaja se vrednos $e = 2,6 \text{ mm}$, na osnovu tabele za standardne bešavne cevi DIN 2448.

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan termodinamički proračun, hidrodinamički proračun i mehanički proračun ekonomajzera prema propisu SRPS EN 13445. Radna materija u datom procesnom aparatu je voda na pritisku od 15 bara, koja struji kroz snop cevi, a u međucevnom prostoru struje dimni gasovi na pritisku od 50 mbar. Sam procesni aparat se sastoji iz delova:

- Centralnog dela, gde se nalaze cevne ploče i orebrene cevi i u tom delu se vrši razmena toplote
- Dva kolektora u kojima se skuplja voda iz cevnog snopa

6. LITERATURA

- [1] Sadik Kakac (2002). HEAT EXCHANGERS SELECTION, RATING, and THERMAL DESIGN.
- [2] Ramesh K. Shah (2003). Fundamentals of heat exchanger design.
- [3] Udruženje nemačkih inženjera (2010). VDI Heat Atlas
- [4] Standard SRPS EN 13445
- [5] Standard EN 1092
- [6] Standard EN 10253
- [7] Standard DIN 2448
- [8] Đ. Kozić, B. Vasiljević, V. Bekavac. Priručnik za termodinamiku, Mašinski fakultet, Beograd.

Kratka biografija:



Boris Vukić 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 – Procesna tehnika odbranio je 2013.god.

TEHNIČKO REŠENJE SISTEMA GREJANJA, KLIMATIZACIJE I PRIPREME TPV STAMBENOG OBJEKTA UPOTREBOM TOPLOTNE PUMPE**TECHNICAL SOLUTION OF HEATING, AIR CONDITIONING AND DHW PREPARATION OF RESIDENTAL BUILDING USING HEAT PUMP**

Željko Sumzer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu se iznosi tehničko rešenje grejanja, klimatizacije i pripreme tople potrošne vode (TPV) stambenog porodičnog objekta od 160 m², upotrebom toplotne pumpe, koja kao izvor i ponor toplote koristi podzemnu vodu.

Abstract – This paper provides technical solution for heating, air conditioning and domestic hot water (DHW) preparation for residential family building, with surface of 160 m², using a heat pump, which uses underground water as a heat source and heat pit.

Ključne reči: Grejanje, Klimatizacija, Topla potrošna voda, Toplotna pumpa

1. UVOD

Težnja za smanjenjem potrošnje finalne energije i upotrebom obnovljivih izvora energije u zgradarstvu čini toplotne pumpe naročito zanimljivim uređajima, kako u ulozi generatora toplote, tako i rashladnih uređaja. Toplotne pumpe u termo-mašinskim sistemima manjih stambenih zgrada su najčešće pokretane na električnu energiju, izuzetno dragocen energent, te stoga koncept sistema sa toplotnom pumpom i njegovu proizvodnost treba na pravi način vrednovati i uskladiti. Pre primene tehničkih rešenja u zgradarstvu treba preduzeti moguće pasivne mere energetske efikasnosti, naročito one vezane za iskorišćenje prirodnih uslova lokacije i građevinsko-arhitektonskog koncepta objekta. Jednu od bitnih regulativa u tom domenu predstavlja i Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, u Republici Srbiji usvojen 2011. godine.

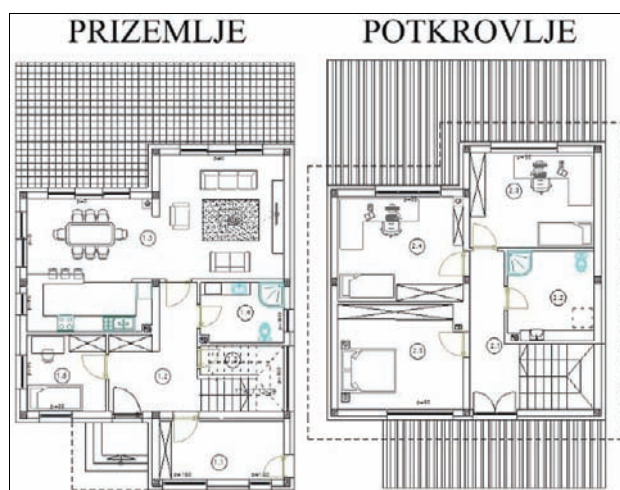
2. ZADATAK RADA

Zadatak diplomskog-master rada, iz kojeg ovaj rad proističe, je da se za porodičan četvoročlani stambeni objekat P+P1+T, površine 160 m² (slika 1.), na teritoriji Novog Sad, predloži i projektuje postrojenje za centralno grejanje, decentralnu klimatizaciju sa recirkulacijom vazduha i centralnu pripremu tople potrošne vode (TPV) upotrebom toplotne pumpe.

Za dati objekat je takođe bilo potrebno analizirati konstrukciju građevinskih elemenata termičkog omotača zgrade u skladu sa odredbama aktuelnog Pravilnika o energetske efikasnosti zgrada [1] u Republici Srbiji.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Momčilo Spasojević, docent.



Slika 1. Osnove predmetnog objekta

3. ANALIZA TERMIČKOG OMOTAČA

Sprovedenom analizom konstrukcija građevinskih elemenata termičkog omotača zgrade ukazano je na to da toplotni otpor koji pruža termički omotač zgrade zadovoljava aktuelne propise, odnosno da su koeficijenti prolaza toplote građevinskih elemenata omotača niži od maksimalno dozvoljenih prema [1] za dati element. Takođe, iz tih razloga nema bojazni od orošavanja unutrašnje površine konstrukcija, što se inače javlja usled pada temperature unutrašnje površine konstrukcija ispod tačke rose za uslove vlažnog vazduha u prostoriji.

Proračunom faktora toplotne stabilnosti konstrukcija u letnjem periodu utvrđeno je da nema većih oscilacija uticaja spoljnih uslova na toplotna opterećenja, koja se transmisijom kroz netransparentne građevinske elemente omotača zgrade javljaju u letnjem periodu u prostoriji.

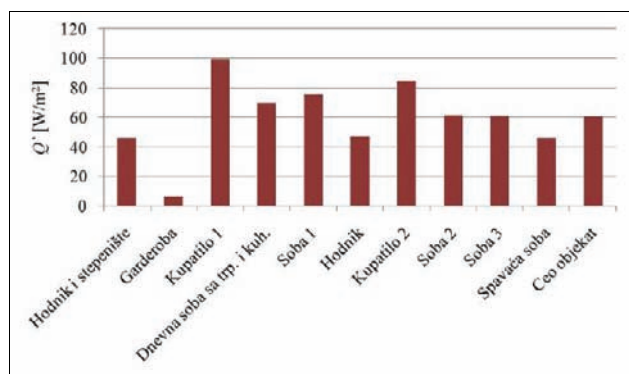
Sa aspekta difuzije i eventualne kondenzacije vodene pare unutar građevinskih konstrukcija utvrđeno je da u periodu vlaženja konstrukcije - 60 dana u zimskom periodu, ne dolazi do bitnije kondenzacije u konstrukcijama, odnosno da se eventualno nastala količina vlage iz konstrukcije oslobađa u dozvoljenom periodu isušivanja - 90 dana u letnjem periodu.

4. SISTEM GREJANJA

Za predmetni objekat projektovan je zatvoren toplovodni pumpni sistem centralnog grejanja, uz predviđene podne i radijatorske grejne površine.

Potreban kapacitet sistema za zagrevanje prostorija utvrđen je proračunom po metodi standarda SRPS EN 12831:2012, čime su u obzir uzeti transmisioni gubici toplote kroz elemente termičkog omotača zgrade, uključujući one nastale na linijskim toplotnim mostovima i ventilacioni gubici prostorija, nastali usled obezbeđivanja minimalno potrebnih higijenskih izmena vazduha. Pri tome gubici toplote vazduha u prostoriji ka tlu nisu prisutni iz razloga grejanja poda na višu temperaturu od temperature vazduha u prostoriji. Projektovano grejno toplotno opterećenje računato je za projektne uslove spoljnog vazduha $-14,8^{\circ}\text{C}$ i unutrašnje projektne uslove od 20°C u svim prostorijama, sem u kupatilskim, u kojima su projektovane temperature vazduha od 24°C .

Projektovano grejno toplotno opterećenje iznosilo je $9,4\text{kW}$, odnosno 61 W/m^2 grejanog prostora, sa udelom transmisionih gubitaka od 56% i ventilacionih gubitaka od 44%. Dodatni zagrevni kapacitet nije predviđan, pošto se smatra da je automatska regulacija sistema u stanju da obustavi noćni prekid u zagrevanju tokom najhladnijih dana. Na slici 2. dato je projektovano specifično grejno toplotno opterećenje po površinama prostorija.



Slika 2. Projektovano specifično grejno toplotno opterećenje po površinama prostorija

Podni sistem grejanja, izveden u mokrom postupku gradnje - zalivanjem cevi u estrih, predviđen je u svim prostorijama, sem u kotlarnici i dnevnoj sobi sa trpezarijom i kuhinjom. Dodatni cevasti radijatori su predviđeni u kupatilskim prostorijama, prostorijama najvećeg specifičnog gubitka toplote po površini poda, kako bi se smanjila potrebna temperatura vode u polaznom vodu sistema grejanja. Sistem je projektovan kao niskotemperaturski, režima $40/35^{\circ}\text{C}$.

Instalisan kapacitet podnog grejanja iznosio je $6,3\text{ kW}$ uz dodatnih 300 W radijatorskog grejanja. Pri tome je potrebna snaga koju je trebalo dovesti sistemu podnog grejanja iznosila $7,2\text{ kW}$, kako bi gubici ka okolini od 14% instalisane snage, nastali u konstrukciji podnog grejanja, bili podmireni.

5. SISTEM KLIMATIZACIJE

Projektovani sistem klimatizacije dnevnog boravka sa trpezarijom i kuhinjom izveden je kao decentralizovani sa recirkulacijom vazduha, odnosno bez funkcije provet-

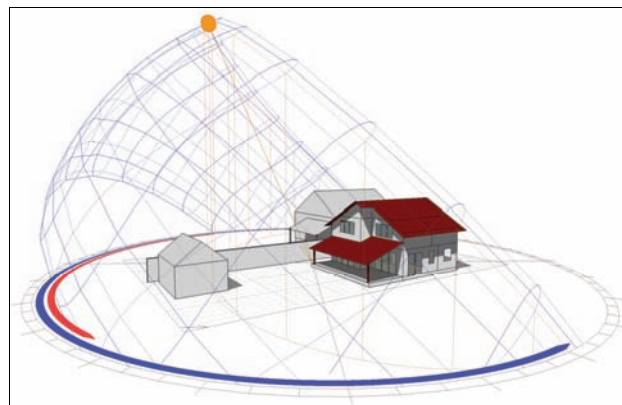
ravanja prostora. Provetravanje prostora obezbeđeno je prirodnim prozorskim provetravanjem, uz dodatno provetravanje putem okna u prostorijama sa povećanom aktivnosti izvora zagađenja, kupatilima i kuhinji. Prozorsko provetravanje nalazi opravdanost s obzirom na geometriju prostorija, relativno slabe izvore zagađenja i odsustvo ograničenja u pogledu imisije zvuka iz okoline [2,3,4].

Termodinamičke funkcije obrade vazduha: grejanje, hlađenje i sušenje vazduha, uz funkciju filtracije recirkulisanog unutrašnjeg vazduha, obezbeđene su ventilator-konvektorima u dvocevnom razvodu, sa vodom kao nosiocem toplote u režimu $40/35^{\circ}\text{C}$ za potrebe grejanja i $7/12^{\circ}\text{C}$ za potrebe hlađenja.

Potrebni kapaciteti za zagrevanje prostora utvrđeni su pomenutim standardom SRPS EN 12831:2012 (slika 2.), dok je rashladni kapacitet sistema utvrđen prema standardu VDI 2078:1996. Pri određivanju projektnog rashladnog toplotnog opterećenja u obzir su uzimani uticaji spoljašnjih i unutrašnjih dobitaka toplote.

Spoljašnje toplotno opterećenje je uključivalo toplotni uticaj potrebnog spoljašnjeg vazduha za održavanje minimalne higijenske izmene vazduha u prostoriji i uticaja spoljašnjeg vazduha i sunčevog zračenja kroz netransparentne i transparentne elemente termičkog omotača zgrade. Unutrašnje toplotno opterećenje je činilo toplotno opterećenje od ljudi, uređaja i susednih nehladenih prostorija.

Spoljašnji uslovi su usvajani za proračunsko vreme - 10h, letnjeg projektnog dana (slika 3.), definisanog za najtoplije doba godine - mesec juli, kada maksimalna projektna temperatura za područje Novog Sada dostiže 34°C , pri čemu je relativna projektna vlažnost 32%. Uslovi u klimatizovanoj prostoriji su projektovani na temperaturu od 26°C i 50% relativne vlažnosti vazduha, čime su preporučene maksimalne vrednosti razlike temperature spoljašnjeg i unutrašnjeg vazduha hlađenog prostora, od 4 do 8°C , nisu prekoračene.



Slika 3. Osunčanost objekta u proračunskom trenutku letnjeg projektnog dana - 21. juli, 10h

Izračunato projektovano rashladno toplotno opterećenje prostorije iznosi $4,9\text{ kW}$. Od toga je 80% opterećenja predstavljalo osetno opterećenje, koje direktno utiče na porast temperature u prostoriji, a preostalih 20% latentno

opterećenje u vidu povišenja vlage u vazduhu, čiji se toplotni efekat ostvaruje tek pri izdvajanju prekomerne vlage na hladnjacima ventilator-konvektora. Najveće toplotno opterećenje zadobijeno je od unutrašnjih uređaja 51% i komponente sunčevog zračenja koje prodire unutar prostorije 25%.

Instalisana snaga ventilator-konvektora iznosi $2 \times 1,6 = 3,2 \text{ kW}$ grejne snage i $2 \times 2,5 = 5 \text{ kW}$ rashladne snage, pri čemu je njihov kapacitet odvođenja vlage iz vazduha dovoljno veći od proračunom potrebnog.

6. SISTEM ZA PRIPREMU TPV

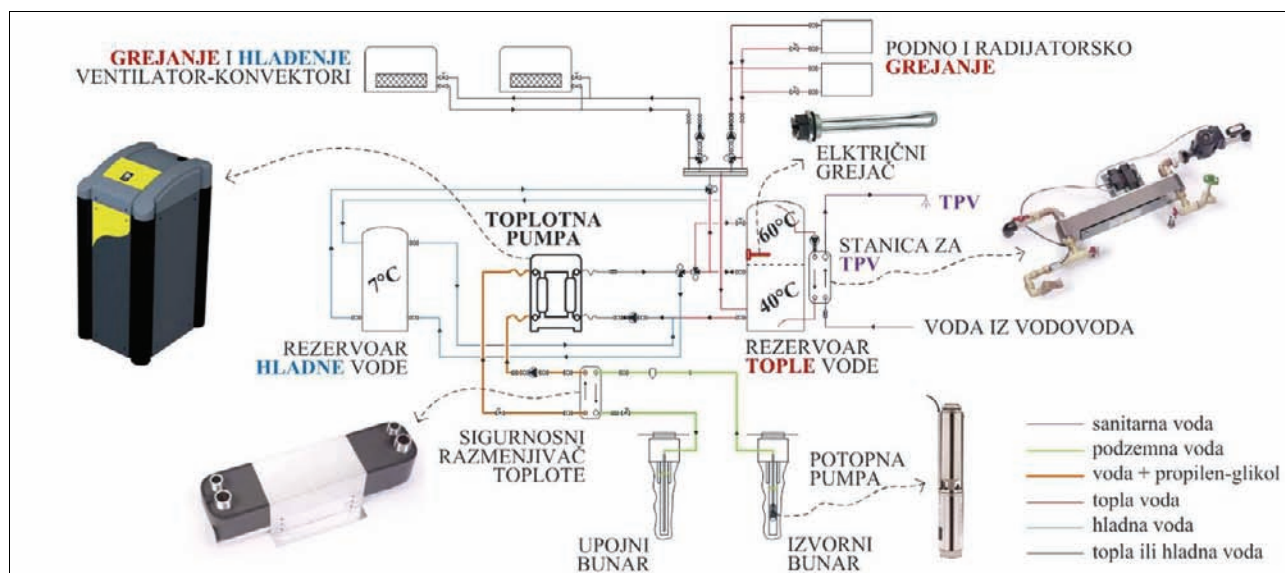
Potrebe objekta za TPV su utvrđene prema standardu DIN 4708:1994. Uzimanjem u obzir broja i vrste potrošačkih mesta i broja korisnika TPV došlo se do vrednosti potrebne toplote od $6,65 \text{ kWh/dan}$, odnosno uzimajući u obzir i temperaturu na koju se TPV priprema, od 45°C , i do vrednosti od $163 \text{ l/dan} / 4 \text{ osobe} = 41 \text{ l/dan/osobe}$.

U te svrhe predviđena je priprema TPV u protočnom akumulacionom režimu. Protočni režim podrazumeva da se pripremljena TPV ne skladišti, već priprema u momentu zahteva za njom - istakanja na potrošačkom

mestu. Sama priprema TPV se obavlja pomoću stanice za pripremu TPV (slika 4.), opremljene pumpom, kontrolerom i pločastim razmenjivačem toplote u kojem se u suprotnosmernom toku hladna voda iz vodovoda zagreva tehničkom grejnom vodom, prethodno akumuliranom na temperaturu od 60°C u akumulacionom rezervoaru.

Zapremina gornjeg dela akumulacionog rezervoara tople tehničke vode rezervisanog za potrebe pripreme TPV iznosi 400 l i čini prostor rezervoara iznad perforirane razdelne ploče, koja sprečava mešanje slojeva vode različite temperature, koji su prirodno formirani razlikom u gustini vode.

Prostor rezervoara ispod razdelne ploče rezervisan je za potrebe sistema grejanja, kome je potrebna voda niže temperature. Akumulacijom grejne tehničke vode je omogućeno smanjenje vršne potrebne snage generatora toplote za pripremu TPV sa 36 kW na $2,8 \text{ kW}$. Pri tome je kapacitet stanice za pripremu TPV usvojen u skladu sa proračunatim vršnim potrebnim protokom TPV od 15 l/min .



Slika 4. Principijelna šema projektovanog sistema grejanja, klimatizacije i pripreme TPV

7. TOPLOTNA PUMPA SISTEMA

Ulogu generatora toplote i rashladnog uređaja u projektovanom sistemu grejanja, klimatizacije i pripreme TPV objekta ima toplotna pumpa, nazivne snage 13 kW , sa mogućnošću rada u reverzibilnom režimu, koja uz potrošnju električne energije za pogon kompresora koristi podzemnu vodu kao izvor i ponor toplote.

Princip rada toplotne pumpe je zasnovan na levokretom ciklusu, odnosno kompresionom rashladnom procesu sa hladnom parom. Hladna para u procesu je primarni rashladni fluid, u ovom slučaju freon R410A. Kontinualnu cirkulaciju primarnog rashladnog fluida u procesu omogućuje spiralni elektromotorni kompresor. Elektronski ekspanzioni uređaj toplotne pumpe reguliše pritisak i protok rashladnog fluida, dok je razmena toplote sa ostatkom sistema obezbeđena pločastim razmenjivačima - isparivačem i kondenzatorom.

Reverzibilni način rada podrazumeva da toplotna pumpa ima mogućnost da promeni tok rashladnog sredstva, te stoga, isparivač načini kondenzatorom i obrnuto, odnosno da u sistemu po potrebi ima ulogu i rashladnog uređaja.

Princip rada toplotne pumpe uslovljava to da njena toplotna snaga bitno zavisi od odnosa temperatura koje se postižu u kondenzatoru i isparivaču, odnosno na tzv. toplom i hladnom kraju toplotne pumpe. Povećanjem odnosa temperatura toplog i hladnog kraja povećava se i potrebna snaga za kompresiju rashladnog fluida, tako da koeficijent učinka (COP) toplotne pumpe, definisan kao odnos ostvarenog korisnog toplotnog efekta i uloženog rada za pogon kompresora, opada.

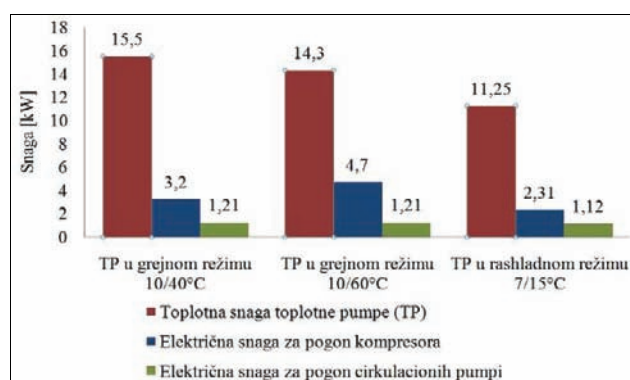
Podzemna voda korišćena je kao izvor toplote za potrebe grejanja i ponor toplote za potrebe hlađenja. Za pribavljanje i regeneraciju podzemne vode predviđena je izgradnja dva bunara - izvornog i upojnog, prečnika 125

mm, dubine 20 m na međusobnom rastojanju od 15 m u pravcu strujanja podzemnih voda. Pumpanje vode obezbeđeno je potopnom pumpom snage 750 W, pri čemu ona u cevovodu ostvaruje protok od 4,2 m³/h. Temperaturna razlika podzemne vode izvornog i upojnog bunara je projektovana na 3 K.

Kako bi razmenjivač unutar toplotne pumpe bio zaštićen od uticaja podzemne vode, predviđen je cirkulacioni međukrug mešavine vode i 25% propilen-glikola (antifriz), koji od podzemne vode razdvaja pločasti sigurnosni razmenjivač toplote. Nažalost, sigurnosni razmenjivač toplote, zbog nužnosti održanja temperaturske razlike pri prenosu toplote sa podzemne vode na antifriz, pogoršava temperaturski nivo izvora/ponora toplote. To dovodi do pada toplotne snage toplotne pumpe od 10% [5].

Sistem je koncipiran (slika 4) tako da u grejnom režimu rada toplotna pumpa podmiruje potrebe za toplotom ventilator-konvektora, podnog i radijatorskog grejanja i kombinovanog akumulacionog rezervoara ukupne zapremine od 820 l tople tehničke vode, koja se koristi za pripremu TPV i kao akumulacija sistema grejanja. Pumpa u rashladnom režimu rada rashlađuje vodu, u akumulacionom rezervoaru hladne vode zapremine 475 l, koju ventilator-konvektori potom koriste pri odvođenju rashladnog opterećenja iz prostorija. Za vreme rada toplotne pumpe u rashladnom režimu za potrebe zagrevanja rezervoara tople vode je predviđen električni grejač snage 3 kW.

Na slici 5. prikazan je odnos ostvarenih korisnih toplotnih snaga i potrebne električne snage za pogon značajnih potrošača u sistemu - kompresora toplotne pumpe i cirkulacionih pumpi sistema. Pri tome su razmatrana tri režima rada: pri bunarskoj vodi od 10°C (zimski period) i potrebama grejanja vode u sistemu na 40°C, bunarskoj vodi od 10°C i potrebama akumulacije vode za pripremu TPV u gornjem delu rezervoara tople tehničke vode na 60°C i pri bunarskoj vodi od 15°C (letnji period) i potrebama hlađenja vode u sistemu na 7°C.



Slika 5. Ostvarena korisna toplotna snaga i potrebna električna snaga za pogon značajnijih potrošača sistema

Ostvareni COP sistema u režimu grejanja na 40°C i hlađenja na 7°C iznosi oko 4,8, dok je režim grejanja na 60°C znatno nepovoljniji, pri čemu se ostvaruje COP 3. Ako se u obzir uzmu potrebne snage cirkulacionih pumpi sistema COP se u posmatranim režimima snižava od 20 do 30%.

8. ZAKLJUČAK

Obavljenom analizom građevinskih konstrukcija termičkog omotača objekta je potvrđena usklađenost njihovih termo-fizičkih svojstava sa zahtevima aktuelnog pravilnika o Energetskoj efikasnosti zgrada.

Projektovani niskotemperaturni režim sistema grejanja pogodan je za korišćenje energije podzemnih voda upotrebom toplotne pumpe.

Predviđenom toplotnom pumpom, sa mogućnošću rada u reverzibilnom režimu, omogućeno je grejanje i hlađenje vode istim agregatom, što je povećalo njegovu angažovanost i kompaktnost sistema.

Predviđenim akumulacionim rezervoarima tople i hladne tehničke vode, za potrebe grejanja i hlađenja objekta i pripreme tople potrošne vode, smanjen je broj pokretanja toplotne pumpe, omogućena je priprema tople potrošne vode bez prekida u grejanja objekta, smanjen je potrebni kapacitet proizvođača toplote za potrebe pripreme tople potrošne vode i omogućen je različit protok na strani potrošača i generatora toplote/rashladne mašine.

Predviđanjem jednog kombinovanog rezervoara, za potrebe akumulacije tehničke tople vode za grejanje i pripremu tople potrošne vode, obezbeđeni su manji gubici toplote i ušteda u prostoru kotlarnice.

Projektovani protočni režim pripreme tople potrošne vode je obezbedio higijenske uslove pripreme i korišćenja tople potrošne vode, bez zadržavanja veće količine zagrejane pitke vode, što sprečava razvoj legionele i drugih nepoželjnih organizama.

Ostvareni koeficijenti učinka sistema pokazuju prihvatljive vrednosti u režimu grejanja i hlađenja objekta, dok je priprema TPV toplotnom pumpom, uprkos manjem COP, opravdana s obzirom da se toplotna pumpa već koristi u svrhe grejanja i hlađenja objekta.

9. LITERATURA

- [1] PRAVILNIK O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI ZGRADA, Službeni glasnik RS, br. 61/2011, od 19.8.2011. godine
- [2] H. Recknagel, E.Šprenger, "Grejanje i klimatizacija", Interklima, Vrnjačka Banja, 2011.
- [3] B. Todorović, "Klimatizacija", SMEITS, Beograd, 2009.
- [4] M. Bogner, M. Miladinović, "Površinsko grejanje i hlađenje", ETA, Beograd, 2009.
- [5] ***, "Technical documentation - TERRA SW", 812298_Rev.2, IDM, Wien, 2013.

Kratka biografija:



Željko Sumzer rođen je u Novom Sadu 1991. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Termotehnika odbranio je 2015.god.

PROJEKTOVANJE REGALNIH SKLADIŠTA UZ PRIMENU SIMULACIJA KAO METODA ZA OPTIMIZACIJU**DESIGN OF STORAGE FACILITIES USING SIMULATION AS A METHOD FOR OPTIMIZATION**

Vukašin Pavlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Skladištenje robe jedna je od najvažnijih logističkih aktivnosti. Iz tog razloga je neophodno na adekvatan način projektovati i optimizovati raspored robe u skladištu kako bi se na najbolji način iskoristio skladišni prostor. U ovom radu razmatrana je problematika skladištenja dva proizvoda u skladištu, kao i uticaj zemljotresa na regalnu konstrukciju skladišta. Kao metoda za optimizaciju korišćene su simulacije u programskim paketima Enterprise Dynamics i Tower.

Abstract – Warehousing of goods is one of the most important logistic activities. For this reason it is necessary to adequately design and optimize the layout of goods in the warehouse to the best use of storage space. In this work discusses problems of storage of two products in stock, as well as the impact of the earthquake on the construction of warehouses from shelves. As a method for optimization were used in the simulation software packages Enterprise Dynamics and Tower.

Cljučne reči: Regalna skladišta, projektovanje, optimizacija, simulacija

1. UVOD

Nastankom Evropske zajednice (ukidanjem carina i granica), logistika robnog transporta dobija novi zamah i u sadašnjem smislu pod logistikom u tehnici mora se posmatrati ceo proces od svetskog tržišta (marketinga) preko robnog transporta, industrije (proizvodnje), distribucije roba do kupca i reciklaže. Ovo sve procesima transporta i skladištenja daje novu dimenziju (oko 1960. godine prave se prva visokoregalna skladišta), jer su proizvodnja delova i montaža sada usputne stanice u tokovima materijala, dok su pre bili baza, kojoj se prilagođavala okolina. Već oko 1970. godine analize tokova materijala sa značajnom ulogom skladišta pre procesa montaže postaje podloga za racionalizacije i optimizacije, posle čega komisioniranje za potrebe tržišta dobija sve veći značaj [1].

U ovom radu predstavljen je postojeći model regalnog skladišta u kome treba da se uskladišti dva tipa proizvoda. Prvi proizvod je dominantniji u odnosu na drugi proizvod i treba da bude uskladišten tako da iznosi približno 65%. Zadatak je optimizovati skladišni prostor i usvojiti svu potrebnu opremu skladišta.

NAPOMENA:

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

U radu su kao metod optimizacije korišćene simulacije u simulacionim softverima Enterprise Dynamics i Tower. Analizom dva modela regalnog skladišta, primenom simulacionog softvera Enterprise Dynamics, posmatran je stepen iskorišćenja viljuškara, kao i obrt robe kroz skladište, kako bi se utvrdila efikasnost sistema. U simulacionom softveru Tower analizirana su dva modela regalne konstrukcije pod uticajem seizičkih sila, kako bi se utvrdilo ponašanje, tačnije pomeranje konstrukcije regalnog skladišta ukoliko bi se dogodio zemljotres.

2. PROJEKTOVANJE I OPTIMIZACIJA REGALNIH SKLADIŠTA

Projektovanje skladišta u načelu obuhvata sve projektantske radove neophodne za izvedbu skladišne zgrade, odnosno skladišnih prostorija, kao i definisanje transportnih uređaja, te dodatne i pomoćne skladišne opreme, koja će se u određenom skladištu koristiti.

Cilj projektovanja skladišta je oblikovanje skladišnog sistema koji će zadovoljiti sve tehničke, tehnološke, informatičke, organizacione i ekološke zahteve uz najmanje troškove.

Optimizacija skladišta može biti ključno sredstvo u povećavanju produktivnosti kompanije. Dok postoje mnoge taktike za efikasno skladištenje robe, dvostruki pristup, naime smanjivanje gubitka prostora i povećavanje iskorišćavanja prostora, nude najbolje rezultate. [2]

Metodologija projektovanja i optimizacije skladišta koja se koristi za definisanje tehnološkog projekta novog ili poboljšanja postojećeg skladišta, može se sažeti u sledeće faze:

- Definisanje polaznih podataka,
- Formiranje transportnih jedinica koje će biti skladištene,
- Oblikovanje zona skladišta, tj. formiranje podnih paletnih mesta,
- Oblikovanje prostorne strukture skladišta,
- Izbor horizontalnih i vertikalnih nosača,
- Izbor mehanizacije pretovara za skladištenje robe,
- Troškovnik i specifikacije,
- Analiza vrednosti.

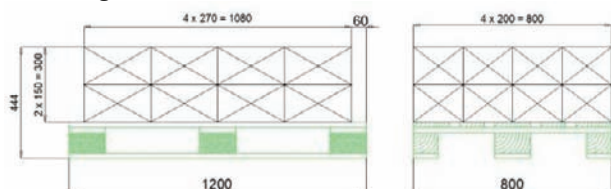
Definisanje polaznih podataka predstavlja početnu fazu projektovanja skladišnih sistema. Osnovni zadatak skladišta je da uskladišti dva proizvoda tako da u skladištu bude uskladišteno 65% prvog proizvoda. Proizvodi koji trebaju da se uskladište ne podležu roku trajanja, niti zahtevaju posebne klimatske uslove. Frekvencija dolaska robe je po uniformnoj raspodeli 0-60 min. Kamion koji doprema robu transportuje 32 palete.

Podaci o proizvodima:

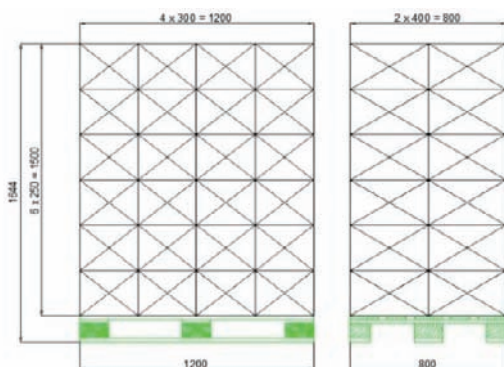
- Prvi proizvod: 27x20x15cm, težina kutije je 23,8 kg
- Drugi proizvod: 40x30x25cm, težina kutije je 15,82 kg

Na optimizaciju skladišnog prostora znatno utiče formiranje transportne jedinice. Za svaku paletu određenih mera treba proračunati broj jedinica ambalaže (kutija) koji se može smestiti na jednoj paleti. Pri slaganju ambalaže na palete treba što bolje iskoristiti prostor palete, osigurati njenu stabilnost i ne dopustiti da se donja ambalaža ošteti od gornje ambalaže.

Visina složenog materijala na paleti zavisi i od njegove težine, a ograničena je nosivošću transportnog sredstva. Ukoliko je formirana na loš način, optimizacija skladišnog prostora neće biti na zavidnom nivou, a to utiče na kapacitet skladišta. Da bi se utvrdio optimum transportne jedinice, razmotrana su dva slučaja po kriterijumu nosivosti transportne jedinice, tj. EURO palete nosivosti 1000 kg i 800 kg, gde je nakon analize usvojeno kao krajnje rešenje upotreba transportne jedinice nosivosti od 800 kg.

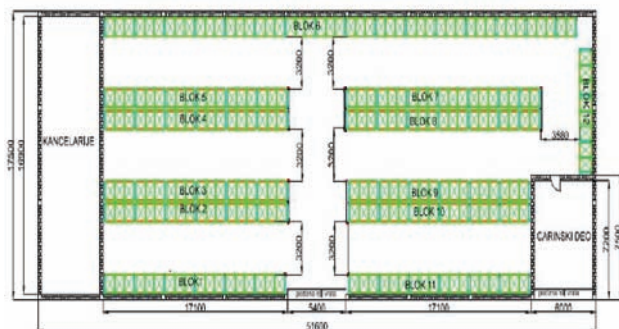


Slika 1: Transportna jedinica prvog proizvoda nosivosti 800 kg



Slika 2: Transportna jedinica drugog proizvoda nosivosti 800 kg

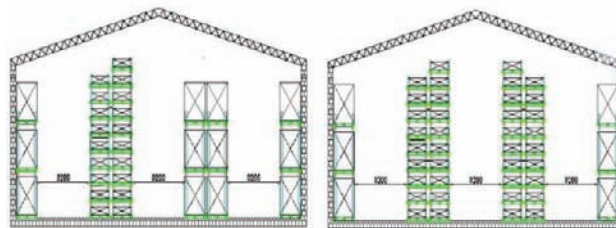
Nakon formiranja transportnih jedinica potrebno je napraviti plan rasporeda podnih paletnih mesta. Pri projektovanju podnih paletnih mesta u skladištu, treba voditi računa o tome da transportni putevi budu što kraći jer oni znatno utiču na broj viljuškara, efikasnost, kao i zamor rukovaoca koji upravlja viljuškarom.



Slika 3: Optimalno formiranje podnih paletnih mesta kapaciteta 235 podnih paletnih mesta

Oblikovanje prostorne strukture skladišta teži ka optimalnom iskorišćenju skladišnog prostora u vertikalnoj ravni. Sam process oblikovanja prostorne strukture podrazumeva proračunavanje iskorišćenja skladišnog prostora u vertikalnoj ravni, pri čemu se moraju poštovati propisi, pratiti preporuke i smernice, kako bi se zadovoljio osnovni uslov skladištenja proizvoda.

Da bi se pristupilo projektovanju, moraju se poštovati preporuke iz standarda koje definišu dozvoljene zapore od transportne jedinice do prve prepreke u horizontalnom i vertikalnom pravcu (rastojanje transportne jedinice od zidova, rastojanje transportne jedinice od krova, itd.)



Slika 4: Skica poprečnog preseka skladišta nakon oblikovanja prostorne strukture prikazane u dva preseka

Izbor horizontalnih i vertikalnih nosača zavisi od njihovog opterećenja. S obzirom da je u skladištu implementirano uzdužno skladištenje paleta u regale, horizontalni nosač se bira na osnovu sume opterećenja transportnih jedinica nosivosti 800 kg, pri čemu je horizontalni nosač opterećen sa 2 ili sa 3 palete po skladišnoj ćeliji, u zavisnosti od nacrtu skladišta.

Vertikalni nosači biraju se na osnovu sume vertikalnih opterećenja stuba.

Transportna sredstva koja se najčešće koriste u skladištima su regalne dizalice i viljuškari. U zavisnosti od sistema skladišta, načina pretovara transportnih jedinica iz kamiona u skladište, kao i finansija zavisi i sam izbor mehanizacije. U ovom sistemu usvojeno je kao jeftinije i fleksibilnije rešenje viljuškar.

Izbor transportnog sredstva najčešće zavisi od:

- Težine transportne jedinice koja se skladišti,
- Širine hodnika između regala,
- Visine dizanja tereta.

Potreban broj viljuškara određuje se na osnovu rezultata simulacija kao metode za optimizaciju.

3. SIMULACIJE KAO METODA ZA OPTIMIZACIJU

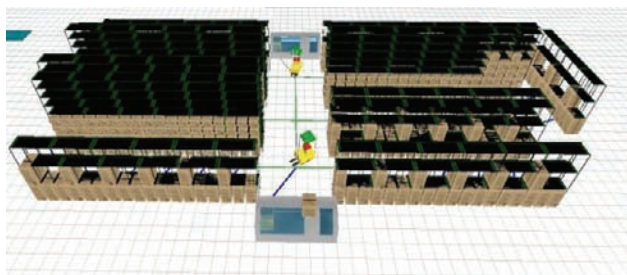
Računarske simulacije su postale moćan alat u logističkim procesima koji iterativnim ponavljanjem kroz variranja parametara vode ka optimizaciji. Simulacije su primenljive praktično na sve dinamičke procese koji se događaju tokom vremena u fazama planiranja, projektovanja (sistema), konstruisanja, eksploatacije [3]. Kao metoda za optimizaciju simulacijama korišćeni su programski paketi *Enterprise Dynamics* (ED), kao i programski paket *Tower*.

Simulacionim softverom ED su obuhvaćena dva modela skladišta, čiji je cilj međusobnog poređenja efikasnosti poboljšanog sistema sa razdvojenim U/I zonama u odnosu na jednu zajedničku, koja se ogleda u obrtu robe kroz

skladište, kao i kroz zauzetost mehanizacije pretovara. Takođe je istaknuto da je poređenje izvršeno u istim uslovima rada oba sistema.

Simulacionim softverom *Tower* je analiziran uticaj seizmičkih sila na dva modela regalnih konstrukcija, čime se želi doći do saznanja o deformaciji regalne konstrukcije, tj. da li će se regalna konstrukcija oštetiti i do koje mere.

Prvi simulacioni model predstavlja skladišni sistem sa jednom U/I zonom, pri čemu se u skladištu nalazi jedan viljuškar za preтовar robe. Drugi simulacioni model predstavlja poboljšanje skladišnog sistema tako što se u tom modelu nalaze dve U/I zone, gde se nalaze dva viljuškara za preтовar robe (za svaku U/I zonu posebno). Nakon završetka analize simulacija može se zaključiti koje rešenje je kvalitetnije.

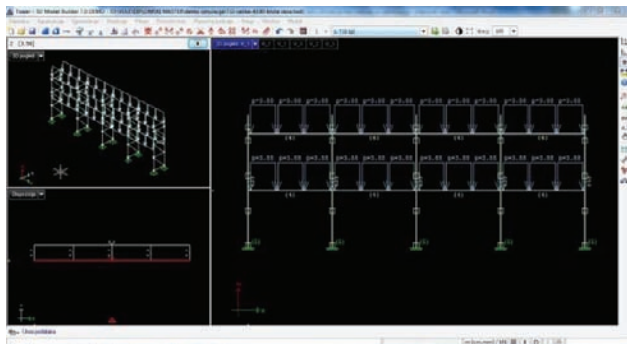


Slika 5: Prikaz simulacionog modela sa razdvojenim U/I zonama

Programski paket *Tower* služi za statičku i dinamičku analizu ravanskih i prostornih konstrukcija. *Tower* predstavlja simulacioni program za sveobuhvatnu analizu uticaja u ravanskim i prostornim konstrukcijama. Ovim softverom analiziran je uticaj seizmičkih sila na regalnu konstrukciju na kojoj se nalaze transportne jedinice kako bi se dokazalo ponašanje konstrukcije usled uticaja zemljotresa, tj. da li će doći do preturanja regalne konstrukcije ili ne. Proračun se sprovodi metodom konačnih elemenata, a geometrija modela se definiše grafički, iscrtavanjem konture konstruktivnih elemenata, zadavanjem poprečnih preseka nosača, parametara materijala, kao i opterećenja koja deluju na nosače.

Metodologija rada sa pomenutim softverom se može svrstati u nekoliko koraka:

- Kreiranje modela,
- Formiranje mreže metode konačnih elemenata,
- Modalna analiza,
- Proračun modela usled uticaja seizmičkih sila,
- Prikaz rezultata simulacije.



Slika 6: Izgled simulacionog modela u programskom paketu *Tower*

4. REZULTATI SIMULACIJA

Simulacionim softverom *ED* izvršena su merenja koja obuhvataju rad viljuškara koji je radio 7 dana u tri smene, kao i rad viljuškara 30 dana u tri smene. Dolazak i odlazak robe je definisan po uniformnoj raspodeli, tako da se ne zna tačno vreme dolaska i odlaska robe iz skladišta. Razlika u količini proizvoda koji su ušli/izašli iz skladišta tokom merenja, može se poboljšati ili pogoršati u zavisnosti od delovanja stohastike i na određenom vremenskom periodu trajanja simulacije. Stoga je izvršeno praćenje rada celog sistema na 30 dana tj. mesec dana rada u tri smene kako bi se utvrdilo oscilovanje obrta robe u skladištu.

Takođe je izvršeno merenje obrta robe kroz skladište.

U simulacionom modelu sa jednom U/I zonom vrednost stepena iskorišćenja viljuškara eksploatisanog 7 dana u 3 smene iznosi 82,21%, dok za 30 dana iznosi 81,26%.

U simulaciji, tokom 7 dana trajanja simulacije, u skladište je ušlo 3114 transportnih jedinica, a izašlo 3201 transportnih jedinica iz skladišta.

U simulacionom modelu sa razdvojenim U/I zonom postoje dva viljuškara, posebno za dolazak i za odlazak robe iz skladišta. Vrednost stepena iskorišćenja viljuškara eksploatisanog 7 dana u 3 smene, za dolazak robe iznosi 83,82%, dok vrednost stepena iskorišćenja viljuškara za odlazak robe iznosi 81,08%. Vrednost stepena iskorišćenja viljuškara eksploatisanog 30 dana u 3 smene, za dolazak robe iznosi 82,89%, dok vrednost stepena iskorišćenja viljuškara za odlazak robe iznosi 80,72%. Ove vrednosti o stepenu iskorišćenosti viljuškara su svakako na zadovoljavajućem nivou.

U simulaciji, tokom 7 dana trajanja simulacije, u skladište je ušlo 4416 transportnih jedinica, a izašlo 4554 transportnih jedinica iz skladišta.

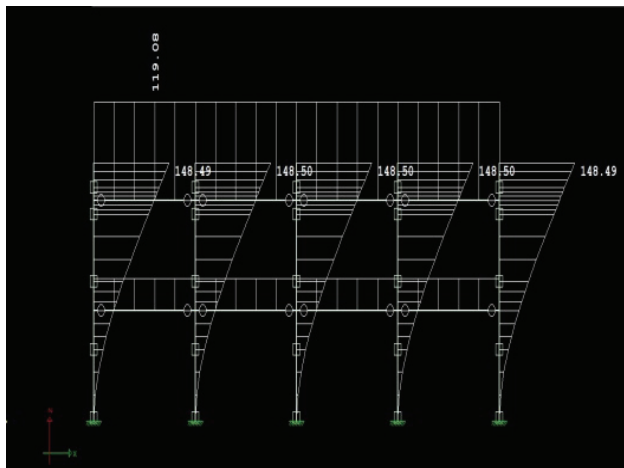
U simulaciji, tokom 30 dana trajanja simulacije, u skladište je ušlo 26.231 transportnih jedinica, a izašlo 27.093 transportnih jedinica iz skladišta.

U programskom paketu *Tower* izvršena je analiza uticaja seizmičkih sila na dve regalne konstrukcije na kojima su uskladištene transportne jedinice. U ovom simulacionom modelu, analiza je urađena pod pretpostavkom da vektor seizmičke sile deluje u pravcu X ose koja je usmerena aksijalno po dužini regalne konstrukcije i u pravcu ose Y koja je usmerena upravno u odnosu na osu X.

Regalne konstrukcije oba modela moraju zadovoljiti uslov maksimalnog dozvoljenog ugiba koji se računa prema izrazu $L/200$. Ukoliko bi se vrednosti dozvoljenog maksimalnog ugiba prekoračile, to bi značilo da je došlo do oštećenja nosača, u manjoj ili većoj meri.

Veza između horizontalnih i vertikalnih nosača regalnih konstrukcija izvedena je kao kruta i kao zglobova. Deformacije regalne konstrukcije primenom krute veze znatno su manje od vrednosti dobijenih za model sa zglobovom vezom. Vrednosti realnog pomeranja (deformacije) regalne konstrukcije dobijaju se kao srednje vrednosti pomeranja regalne konstrukcije sa krutom i sa zglobovom vezom između horizontalnih i vertikalnih nosača, gde su vrednosti za realna pomeranja regalne konstrukcije predstavljene u tabelama 1 i 2. Iz obe tabele se može uočiti da pomeranja regalne konstrukcije X_p ,

usled delovanja seizmičkih sila u pravcu X ose (S_x), ne zadovoljavaju uslov dozvoljenog maksimalnog ugiba, što znači da se može očekivati preturanje regalne konstrukcije, ukoliko bi se zadesio zemljotres u tom smeru. U tabeli 1 se može uočiti da pomeranja (Y_p) regalne konstrukcije na kojoj je uskladištena TJ1, usled delovanja seizmičkih sila u pravcu Y ose (S_y), ne zadovoljavaju uslov dozvoljenog maksimalnog ugiba, dok u tabeli 2 vrednosti pomeranja (Y_p) za regalnu konstrukciju na kojoj je uskladištena TJ2 zadovoljavaju uslov dozvoljenog maksimalnog ugiba, što znači da je regalna konstrukcija izložena elastičnom deformisanju, tako da neće doći do oštećenja regalne konstrukcije.



Slika 7: Primer dijagrama pomeranja regalne konstrukcije na kojoj je uskladištena TJ2, sa zglobovom između vertikalnih i horizontalnih nosača, usled dejstva seizmičkih sila S_x koje deluju u pravcu X-ose

Tabela 1: Vrednosti realnog pomeranja (deformacije) regalne konstrukcije na kojoj je uskladištena TJ1, usled uticaja seizmičkih sila

TJ1	S_x		S_y	
	X_p	Y_p	X_p	Y_p
V-ram1	124.13	0	0	38.08
V-ram2	124.23	0	0	49.26
V-ram3	124.24	0	0	56.31
V-ram4	124.23	0	0	49.26
V-ram5	124.13	0	0	38.08
H-ram1	124.13	0	0	56.17
H-ram2	124.13	0	0	56.31

Tabela 2: Vrednosti realnog pomeranja (deformacije) regalne konstrukcije na kojoj je uskladištena TJ2, usled uticaja seizmičkih sila

TJ2	S_x		S_y	
	X_p	Y_p	X_p	Y_p
V-ram1	52.11	0	0	7.17
V-ram2	52.71	0	0	14.2
V-ram3	52.61	0	0	14.61
V-ram4	52.71	0	0	14.2
V-ram5	52.11	0	0	7.17
H-ram1	52.12	0	0	14.47
H-ram2	52.11	0	0	14.61

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirana je metodologija projektovanja i optimizacija skladišnog prostora unutar regalnih skladišta, gde su definisane osnovne postavke ove problematike kao i predložena rešenja.

Na osnovu analiza vezanih za formiranje transportne jedinice, prostorne i zapreminske strukture, zaključuje se da pravilno raspoređena roba na paleti znatno utiče na kapacitet skladišta.

Simulacija kao metod za optimizaciju rada pomenutih sistema u programskim paketima ED i TOWER, bila je izuzetno koristan alat kojim su se obuhvatili svi neophodni parametri za dobijanje korisnih rezultata i sa kojom se jedino moglo izvesti istraživanje svih pomenutih parametara. Simulacije su veoma olakšale zadatak koji je, naizgled vrlo jednostavan, dovoljno kompleksan da se bez nje ne bi mogao završiti u ovako kratkom roku i dobiti tako realistični rezultati.

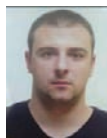
Uticaj seizmičkih sila na regalnu konstrukciju zavisi od mnogo faktora, a najveću ulogu ima zadavanje veza između elemenata konstrukcije. Sama veza između vertikalnih i horizontalnih nosača je diskutabilna, jer u realnom svetu, veza između ta dva nosača je negde između krute i zglobove veze, a stvarna vrednost krutosti veze između njih nije tačno definisana. Softverskim paketom Tower je moguće zadati vezu sa određenom krutosti, naravno ukoliko poznajemo tačan podatak o krutosti veze.

Broj U/I zona, kao i frekvencija dolaska i odlaska robe znatno utiču na obrt robe u skladištu. Razdvajanjem U/I zona smanjuju se redovi čekanja kamiona, postiže se povećanje frekvencije dolaska i odlaska robe iz skladišta tj. povećava se obrt robe kroz skladište i što je najbitnije dobija se na kvalitetu logistike skladištenja koja utiče na ekonomičnost poslovanja.

6. LITERATURA

- [1] Milosav Georgijević: *Tehnička logistika, FTN - skripta, Univerzitet u Novom Sadu, 2009.*
- [2] Radanović Rade: *Teorija modeliranja i simulacija, FTN – skripta, Univerzitet u Novom Sadu, 2005.*
- [3] Milosav Georgijević, Radenko Kostić: *Podna transportna sredstva, Novi Sad, 2007.*

Kratka biografija:



Vukašin Pavlović rođen je u Vrbasu 1989. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo - Projektovanje računarom, transport i logistika, odbranio je 2015.god.

**BUKA, VIBRACIJE I URAVNOTEŽENJE ELEKTRIČNIH MAŠINA
NOISE, VIBRATIONS AND BALANCING OF ELECTRIC MACHINES**

Pedja Knežević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je dat teorijski prikaz i objašnjenje uzroka povećanih vibracija kodelektričnih mašina kao i tipova neuravnoteženosti. Takođe je dat konkretan primer balansiranja rotora električne mašine u dve ravni

Abstract – In this thesis we have considered the theoretical background on increased vibrations, noise levels and types of unbalances on rotating parts of an electrical machine. The thesis also contains an example of a real protocol for two-plane rotor balancing.

Cljučne reči: Buka, vibracije, uravnoteženje, električne mašine

1. UVOD

Problem šuma i vibracija kod električnih mašina sve više dobija na značaju. Potrebe za što većom efikasnošću i produktivnošću ovih mašina dovela je do toga da je potreba za smanjenjem vibracija došla do posebnog izražaja. Naime, energija sistema umesto da se upotrebi za koristan rad biva delimično rasuta na oscilacije čime se smanjuje koeficijent iskorišćenja mašine i uređaja.



Slika 1. Vetrogeneratori

U savremenim postrojenjima zahteva se da nivo buke i šuma električnih mašina bude sveden na najmanju moguću meru. Ovi zahtevi su i propisani aktima koji se odnose na zaštitu dinamičkog integriteta rotora, za šta je dovoljno proučavanje niskog opsega frekvencija, dok se u skorije vreme opseg frekvencije u kojoj se proučava ponašanje mašine znatno povećao. Projektovanje električnih mašina koje zadovoljavaju moderne zahteve industrije je veoma kompleksan zadatak, čiji pojedini delovi još uvek nisu sasvim jasni.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Livija Cvetičanin, red.prof.

2. MERENJE VIBRACIJA

Merenje vibracija je efektivan i nenametljiv metod praćenja stanja mašine. Analiza dobijenih rezultata nam potvrđuje da li je montaža ili popravka dobro izvršena, i da li je balansiranje izvršeno u propisanim granicama.

Vibracije mašina se mere uređajem koji mehaničku energiju oscilovanja pretvara u električnu. Merač vibracija transformiše mehaničku vibracionu energiju akcelometra u električni signal i prikazuje izmerenu veličinu kao broj. Senzor merača prima mehanički signal, pretvarač transformiše energiju, a pokazivač (analogni ili digitalni) daje vrednost po određenoj skali. Merač vibracija je vrsta elektronskog stetoskopa. Može se koristiti kao zaseban uređaj za sakupljanje podataka o vibracijama radi ocene trenda ili kao dijagnostički instrument za utvrđivanje greške na mašini.

Merenje vibracija se vrši pri normalnim ustaljenim radnim uslovima mašine. Na primer, kada rotor, kućište i glavni ležaji dostignu radnu temperaturu i kada mašina radi pri ustaljenom režimu (na primer pri stalnom naponu, protoku, pritisku i opterećenju). Kod mašina koje rade pri promenljivoj brzini ili opterećenju, merenje je potrebno izvršiti kako pri svim vršnim (ekstremalnim) uslovima tako i pri uslovima između graničnih.

Od mnogobrojnih mogućnosti koje se ukazuju za ocenu nivoa vibracija najpodesnija je veličina efektivne brzine oscilovanja V_{eff} . Efektivna brzina za jednofrekventni sistem je definisana kao

$$V_{eff} = \left(\frac{1}{2}\right) s \omega \quad (1)$$

Gde je

$$\omega = 2\pi f = \frac{\pi n}{30} \quad (2)$$

Gde je s - amplituda oscilovanja u mm, ω - kružna frekvencija oscilovanja u s^{-1} , f - frekvencija oscilovanja u Hz, i n - broj obrtaja u min^{-1} . Međutim na mašini se ne može očekivati samo jedan jedini harmonik već se pojavljuju takve oscilacije koje sadrže veliki broj različitih frekvencija $f_1, f_2, \dots, f_n$ sa različitim amplitudama $s_1, s_2, \dots, s_n$. Da bi se dobila prava slika o vibracijama mašina moraju se utvrditi sve komponente vibracija koje je sačinjavaju. Optimalna vrednost se može dobiti kada se pojedine komponente vibracija sabere na sledeći način:

$$V_{eff} = \sqrt{\sum_1^n (a_i V_{effi})^2} \quad (3)$$

gde je komponenta efektivne brzine V_{effi}

$$v_{effi} = \frac{1}{2} S_i \omega_1 \quad (4)$$

i a_i korekcionni faktor u zavisnosti od frekvencije oscilovanja.

Prema tome, da bi se dala ocena o vibracionom stanju potrebno je znati ukupni nivo vibracija V_{eff} ali i izvršiti frekventnu analizu po pojedinim frekvencijama $f_1, f_2, \dots, f_n$. Na osnovu ovih podataka moguće detektovati nepravilnosti ali i oštećenja na rotoru električne mašine.

3. MERENJE BUKE

Najrasprostraniji način merenja buke je pomoću merača zvuka, koji meri zvučni pritisak. Uslovi pod kojima se mere parametri buke moraju biti ujednačeni i dovoljno poznati kako bi i rezultati bili međusobno uporedivi. Nije uvek moguće vršiti merenja u specijalizovanim laboratorijama koje su zvučno izolovane. Uticaji spoljašnje sredine ne mogu biti direktno odstranjeni, ali je moguće smanjiti njihov uticaj.

Potrebno je ustanoviti da li je buka u okolini slučajnog karaktera ili se možda ponavlja periodično. Ako je u pitanju slučajni karakter, poželjno je po mogućnosti odabrati drugo vreme za glavno merenje, u slučaju kada se buka okoline periodično ponavlja, prvo se izvrši merenje buke okoline, izvrši se spektralna analiza a zatim se ustanovi odnos pojedinih harmonika. Naknadno, ovi harmonici se mogu oduzeti od rezultata glavnog merenja. Za detektovanje razlika u zvučnom pritisku koristimo mikrofone ili merače nivoa zvuka.

Prilikom izbora opreme za merenje, neophodno je odabrati takav mikrofoni, koji je u mogućnosti da detektuje sve frekvencije koje su važne za naše merenje. Dobijeni analogni signal se obrađuje na računaru, dakle potrebno je da se on konvertuje u digitalni. A/D konverteri rade upravo to. Sama analiza rezultata se vrši u specijalnom softveru



Slika2. Shema merenja buke [5]

4. TIPOVI NEURAVNOTEŽENOSTI

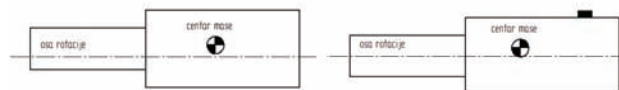
Pozicija centra mase i glavnih osa inercije je određen raspodelom mase u telu. Neuravnoteženost se javlja kad se osa rotacije i glavna osa inercije ne poklapaju. Neuravnoteženost je osobina mase. Ona postaje osobina tela kada se definiše osa rotacije. Balansiranje je način kojim možemo uticati na osobine mase, da bi što više približili osu rotacije centru mase, ili glavnoj osi inercije.

Jedinica neuravnoteženosti je gmm (gram milimetar), i definiše se preko formule:

$$U = wr \quad (5)$$

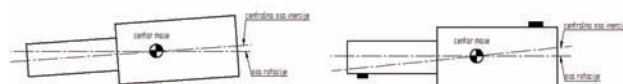
Gde je w – masa tega koji se dodaje radi uravnoteženja, r – radijus na kome se taj teg dodaje. Kako je neuravnoteženje složenije, tako se i formula proširuje.

Statička neuravnoteženost nastaje kada osa rotacije ne prolazi kroz centar mase. Ova vrsta neuravnoteženosti je idealizovan slučaj i ima za uslov da je osa rotacije paralelna glavnoj osi inercije.



Slika 3. Statička neuravnoteženost

Sprežna neuravnoteženost sa javlja kada centralna osa inercije nije paralelna sa osom rotacije



Slika 4. Sprežna neuravnoteženost

Da bi se korigovala neuravnoteženost, neophodno je da se dva jednaka tega dodaju na telo, u raspodeli 180° po obimu tela, u dve korekzione ravni. Pozicija korekcionih ravni je proizvoljna, pod uslovom da proizvod mase koja se dodaje, radijusa na kojoj se ona dodaje r_i razdaljine između korekcionih ravnid ima istu vrednost kao i neuravnoteženost.

Dinamička neuravnoteženost je najčešći slučaj neuravnoteženosti, gde centralna osa inercije i osa rotacije nisu paralelne i mimoilaze se.



Slika 5. Dinamička neuravnoteženost

Za korekciju dinamičke neuravnoteženosti je neophodno izvršiti korekciju u dve ravni. Potrebno je tačno definisati aksijalni položaj korekcionih ravni, a korekcija se određuje sa masom tegova i radijusom na kojem se oni nanose r .

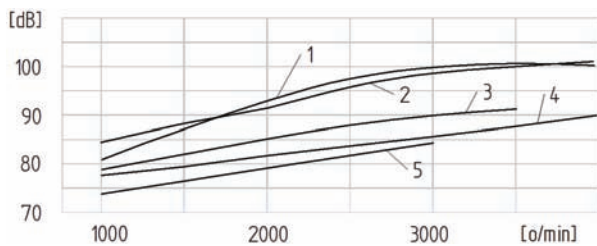
5. IZVORI VIBRACIJA I BUKE

Električna mašina je složena kombinacija međusobno povezanih oscilatornih sistema sa raznim izvorima pobuna, od kojih su neki glavni prikazani u tabeli. Svaki od ovih izvora ima svoj karakterističan opseg vibracija.

Kotrljajni ležajevi su aktivni izvori vibracija. Vibracije izazvane kotrljajnim ležajevima određuju izvedba, veličina, klase tačnost ležajeva, broj obrtaja rotora, opterećenje, kao i konstrukcija i preciznost izvedbe nosećih sklopova mašine.

Industrija je razvila posebne niskošumne ležajeve sa regulisanim vibracijama. Kod ovih ležaja nameću se dodatni tehnički uslovi koji obezbeđuju ograničavanje nivoa vibracija.

Značajni faktori koji utiču na vibroaktivnost kotrljajućih ležajeva je njihovo naleganje na osovinu, kao i kvalitet obrade odgovarajućih površina. Veoma veliki uticaj imaju radijalni udarevi, zaobljenost, necilindričnost i nesaosnost. Bilo koji od ovih poremećaja izaziva deformaciju prstenova i dovodi do rasta njihovih vibroaktivnosti.



Slika 6. Buka različitih kotraljajnih ležajeva: 1 – valjkasti, 2 – dvoredi kuglični, 3,4,5 – radijalni kuglični ležajevi [6]

U električnim mašinama sa jednosmernom strujom može da se javi šum četki, čije osnovna frekvencija iznosi:

$$f = \frac{kn}{60} i(6)$$

gde je k – broj kolektora, $i = 1, 2, 3 \dots$ harmonična buka.

Izvor buke u sklopovima mašina može biti nesavršenost geometrije kolektora i kliznih prstenova, preveliko trenje na ploči kolektora itd. Vibroaktivnost četki na kliznom prstenu je takođe zavisna od parametara opruga i četki, a takođe ima uticaj i elastoplastični patinasti kontaktni sloj između četki i kolektora.

U svim električnim mašinama se u nekoj meri javlja magnetni šum. Princip rada električne mašine je takav da je on povezan sa pobudama magnetnih polja, koja se periodično menjaju što je izvor vibracija i šuma.

Kod obrtanja mašina jednosmerne struje postoji periodična promena vazdušnog zazora, tako i magnetne provodljivosti zavisno od toga da li se u tom trenutku kod posmatrane tačke nalazi žljeb ili zub. Zajedno sa fluktuacijom magnetne provodljivosti menja se i indukcija u vazdušnom zazoru, tako i privlačna magnetna sila.

Aerodinamički šum kod ventilirajućih električnih mašina nastaje zbog obrtanja rotora, obrtanja impelera ventilator i prolaza vazduha kroz vazdušne kanale mašine.

Ukoliko je magnetni šum suzbijen, drugi glavni izvor šuma je ventilator. Kod samoventilirajućih mašina rashladni ventilator je nasađen na vratilo mašine.

Najodgovarajući način smanjenja aerodinamične buke električne mašine su aktivni tipovi prigušivača, gde prigušivanje zavisi od apsorbujućeg materijala, njegove debljine i površine koju on pokriva.

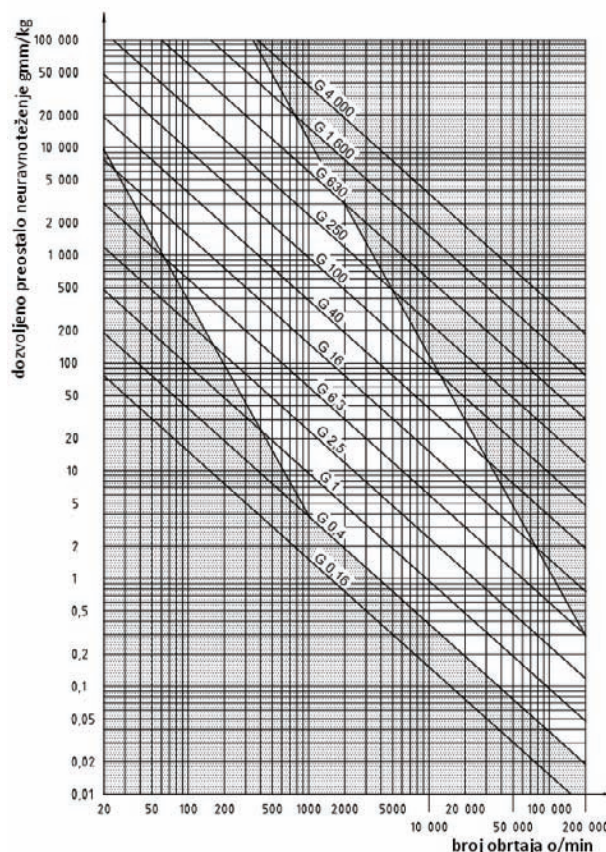
Kod samoventilirajućih mašina, mesta gde se javlja najveća buka jesu otvori gde se vazduh usisava i izduvava. Prigušivači su najčešće montirani na ova mesta. Kod mašina sa prinudnom ventilacijom, prigušivači se montiraju kod puža ventilatora.

6. PRIMER KOREKCIJE NEURAVNOTEŽENOSTI ROTORA ELEKTRIČNE MAŠINE

Dati su podaci o neuravnoteženosti rotora električnog generatora. Merenja su izvršena u radnim uslovima i prema postupku koji je jasno definisan i uspešno se koristi u praksi.

Balansiranje ovog rotora će se vršiti prema standardu ISO 1940-1, kako bi on zadovoljio propisani kvalitet. Ovaj

standard propisuje dozvoljenu meru preostalog debalansa, u zavisnosti od zahtevanog kvaliteta.



Slika 7. Određivanje dozvoljenog preostalog neuravnoteženja [3]

Postoje neke izvedbe rotora gde na određenom ramenu imaju namensku ploču koja služi za pomoć pri balansiranju, neki drugi rotori imaju predviđeno mesto za dodavanje materijala na priteznoj ploči lim paketa.

Protokol balansiranja ukratko izgleda ovako: Rotora se vrti određenim brojem obrtaja unapred određeno vreme. Nakon isteka definisanog vremena, balanser zaustavlja rotor. Balans mašina daje informaciju balanseru o meri neuravnoteženosti koja postoji na rotoru, kao i o njenom položaju u uglovima (ponaosob u prvoj i u drugoj ravni balansiranja). Koristeći informaciju o definisanom položaju ravni za korekcije, daje informaciju o masi materijala koju je potrebno dodati.

Detaljan opis protokola uravnoteženja rotora se nalazi u radu, u poglavlju 4.

7. LITERATURA

- [1] Gary K. Grim, J. W. (n.d.). THE BASICS OF BALANCING. Retrieved 10 13, 2014, from Balance Technology Inc. (BTI): www.balancingtechnology.com
- [2] INTERNATIONAL STANDARD. (2001-04-01). ISO 1925 Mechanical vibration — Balancing — Vocabulary (Fourth edition). Case postale 56, CH-1211 Geneva 20: ISO copyright office.

- [3] INTERNATIONAL STANDARD. (2003-08-15). ISO 1940-1 Mechanical vibration — Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) state, Specification and verification of balance tolerances (Second Edition). Case postale 56, CH-1211 Geneva 20 : ISO copyright office .
- [4] Marcel Janda, O. V. (n.d.). Noise of Induction Machines. Retrieved 04 29, 2015, from INTECH: <http://www.intechopen.com/books/induction-motors-modelling-and-control/noise-of-induction-machines>
- [5] Rieger, N. F. (1986). Balancing of Rigid and Flexible Rotors. The Shock and Vibration Information Center, United States Department of Defense.
- [6] Григорьев, Н. (1974). Бибрация Энергетических Машин, Справочное Пособие. Leningrad: Машиностроение, Ленинградское Оделение.

Kratka biografija:



Peda Knežević rođen je u Senti 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Tehničke mehanike odbranio je 2015.god.

Dr Livija Cvetićanin je redovni profesor za naučnu oblast Teorija mašina i mehanizama od 1991. i redovni profesor za oblast Mehanika od 1994. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

PRILOG ISPITIVANJU POGONSKIH KARAKTERISTIKA OTO MOTORA SUS**CONTRIBUTION TO THE TESTING OF SPARK IGNITION INTERNAL COMBUSTION ENGINE OPERATING PARAMETERS**

Miloš Jović, Jovan Dorić *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršena je analiza rada motora sa aspekta uticaja ugla pretpaljenja na njegove izlazne karakteristike. Istraživanje je obuhvatilo uticaj ovog parametra na pogonske karakteristike motora SUS značajne za njegovu eksploataciju, kao što su efektivna snaga (P_e), obrtni moment (M), časovna potrošnja goriva (G_h) i specifična efektivna potrošnja goriva (g_e). Rezultati pokazuju da je optimalni ugao pretpaljenja od bitnog značaja za efikasan i kvalitetan rad motora. Rezultati su publikovani u vidu dijagrama i tabela čime se omogućuje lak uvid i praćenje uticaja ugla pretpaljenja na karakteristike ispitivanog motora SUS.

Abstract – In this paper was presented an analysis of the engine characteristics from the aspect of the preignition angle. The research covered influence of this parameter on the driving characteristics of IC engine significant for its exploitation, as well as the effective power (P_e), torque (M), time fuel consumption (G_h) and specific fuel consumption (g_e). Results demonstrate that the optimum of preignition angle is essential for efficient and effective work of the engine. The results are published in the form of diagrams and tables allowing easy access and monitoring of the preignition angle on combustion characteristics of the test engine.

Ključne reči: Mašinstvo, motori SUS, ugao pretpaljenja, pogonske karakteristike motora SUS

1. UVOD

Problem zagađenja okoline sve više zaokuplja pažnju. Osnovni razlog za to je ubrzani tehnološki razvoj koji je praćen intenzivnim povećanjem energetske potrebe. U pokušajima da za svoje potrebe iskoristi što više energije sadržane u prirodnim resursima, čovek sve više negativno utiče na svoju okolinu, pa i pomenuti problem zagađenja postaje sve veći. Značajan udeo u ovom negativnom uticaju na životnu sredinu ima emisija izduvnih gasova motornih vozila i motori SUS. Moglo bi se zaključiti da se ovaj udeo smanjuje sa tehnološkim napretkom motora SUS, imajući u vidu da proizvođači automobila primenjuju sve naprednija tehnološka rešenja, čiji je jedan od osnovnih ciljeva da čovekovu okolinu poštede od štetnog uticaja. U tom slučaju, može se konstatovati da će i briga o zaštiti životne sredine vremenom biti sve veća.

NAPOMENA:

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

1.2 Cilj rada

Kod oto motora jedan od bitnih uticajnih faktora od kojih zavisi efikasnost i ekonomičnost rada motora jeste i ugao pretpaljenja. U tom smislu u ovom radu je potrebno uraditi:

- analizu i prikaz pogonskih karakteristika motora SUS i način njihovog snimanja tj. određivanja;
- analizu i prikaz osnovnih karakteristika motornih kočnica za ispitivanje MSUS;
- ispitivanje na probnom stolu sa motornom kočnicom, uticaj ugla pretpaljenja na (P_e) i (g_e) u zavisnosti od režima rada motora i
- na kraju dati odgovarajući zaključak rada.

2. POGONSKIE KARAKTERISTIKE MOTORA

Pogonskim karakteristikama motora podrazumevaju se parametri koje motor razvija pri svom radu na određenom režimu. Osnovne pogonske karakteristike motora, važne za njegovu eksploataciju, predstavljaju zavisnost efektivne snage (P_e), obrtnog momenta (M), časovne potrošnje goriva (G_h) i specifične efektivne potrošnje goriva (g_e) od režima rada motora. Rad motora definiše se brojem obrtaja kolenastog vratila i položajem regulacionog organa kojim se reguliše snaga motora. Kod oto motora regulacioni organ je leptir, kojim se promenom protočnog preseka, menja količina punjenja, dok je regulacioni organ kod dizel motora u pumpi visokog pritiska, kojim se reguliše količina ubrizganog goriva po ciklusu. Kada se režim rada motora ne menja tokom određenog intervala vremena predstavlja ustaljeni režim rada. Režim rada ako se menja, radi se o nestacionarnom radu motora. Proizvođač motora definiše nominalni režim rada motora, odnosno nominalne karakteristike. Nominalna snaga (P_N) podrazumeva efektivnu snagu koju motor, pod određenim uslovima eksploatacije, može da razvije na određenom broju obrtaja (n_N). Od namene motora, nominalna snaga (P_N) može da se poklapa ili da je više ili manje udaljena od maksimalne snage koju motor može da ostvari na tom broju obrtaja. Nominalna snaga (P_N) i nominalni broj obrtaja (n_N), kao i druge karakteristike koje motor razvija na tom broju obrtaja i pri tom opterećenju, nazivaju se nominalne karakteristike. Izuzev nominalnih karakteristika, u zavisnosti od namene motora definišu se i druge karakteristike.

3. SNIMANJE POGONSKIH KARAKTERISTIKA

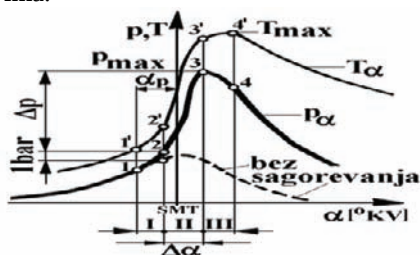
Ispitivanje motora može se realizovati i u uslovima eksploatacije i u laboratorijskim uslovima. Ispitivanja u eksploataciji su jednostavnija ispitivanja u cilju provere pojedinih parametara u toku same eksploatacije motora, časovne potrošnje goriva, pritiska i temperature ulja, temperature rashladne tečnosti itd. Laboratorijska ispitivanja omogućavaju vrlo kompleksna merenja, pod strogo definisanim uslovima rada, izvode se na probnim stolovima za ispitivanje motora. Osnovu probnih stolova čine motorske kočnice. To su apsorpcioni dinamometri u kojima se apsorbuje efektivna snaga motora, efektivna snaga koju motor razvija preobražava se u kočnici u neki drugi vid energije. Za ispitivanje motora najčešće se primenjuju hidraulične i električne kočnice u izvesnim slučajevima i vazdušne kočnice. Postoje takođe i mehaničke kočnice, ali se one smatraju zastarelim i praktično se ne primenjuju.

4. EKSPERIMENTALNI DEO

U ovom poglavlju su data ispitivanja motora SUS na probnom stolu i analiza uticaja statičkog ugla pretpaljenja na efikasnost i ekonomičnost rada, uticaj na pogonske karakteristike i proces sagorevanja smeše u cilindrima motora.

4.1 Ugao pretpaljenja kao uticajni faktor na rad motora

Zbog postojanja perioda pritajenog sagorevanja kao što je poznato, neophodno je da se varnica na svećici javi pre nego što klip motora dođe do SMT. Ugao za koji se javlja varnica na svećici pre SMT naziva se ugao pretpaljenja. Početni ugao pretpaljenja podešava se pri radu motora na minimalnom broju (1er gas) obrtaja praznog hoda, relativnim zakretanjem kućišta razvodnika paljenja, za koje su pričvršćena platinska dugmad u odnosu na vratilo sa bregovima.



Slika 4.1.: Tok proces sagorevanja kod oto motora u p-v dijagramu [1]

Dalju regulaciju ugla pretpaljenja, dinamički ugao pretpaljenja u zavisnosti od režima rada motora automatski vrše posebni uređaji, regulatori pretpaljenja. Promenu ugla pretpaljenja u zavisnosti od broja obrtaja vrši centrifugalni regulator pretpaljenja tako da sa porastom broja obrtaja povećava ugao pretpaljenja a, sa smanjenjem broja obrtaja smanjuje ugao pretpaljenja. Regulaciju ugla pretpaljenja u zavisnosti od opterećenja motora vrši vakuum regulator koji povećava ugao pretpaljenja sa smanjenjem opterećenja i smanjuje

pretpaljenje sa povećanjem opterećenja. Oba pomenuta regulatora konstruktivno se izvode u okviru razvodnika paljenja. Proces sagorevanja kod oto motora deli se u tri karakteristične faze, odnosno perioda (Slika 4.1.: Tok proces sagorevanja kod oto motora u p-v dijagramu [1]).

4.2. Merna instalacija

Zavisno od vrste ispitivanja, odnosno cilja ispitivanja motora, pojavljuje se potreba za merenjem i sračunavanjem određenih parametara. Već prema vrsti ispitivanja odrediće se unapred kako će se meriti, načiniće se plan ispitivanja. Analizom dobijenih vrednosti proizilazi zaključak o ispitivanim karakteristikama koje su menjane u toku ispitivanja motora. Za određivanje pojedinih mernih veličina na raspolaganju danas postoji širok asortiman, manje više usavršenih mernih instrumenata i uređaja. Zbog toga se upoznajemo sa principima rada osnovnih tipova uređaja i instrumenata za određivanje osnovnih veličina pri ispitivanju motora.

4.2.1 Probni sto i merna oprema

Glavne komponente probnog stola su oto motor EFI 1.1 i dinamometar SCHENCK W230 sa svojim komandnim ormanom.



Slika 4.2.: Probni sto i merna oprema

Kolenasto vratilo motora je pomoću spojnice spregnuto sa vratilom dinamometra, što omogućava da se promenom parametara dinamometra menja spoljašnje opterećenje motora. Promena parametara dinamometra ostvaruje se pomoću odgovarajućih komandi na njegovom komandnom ormanu.

Upravljanje razvijenom snagom motora ostvaruje se pomoću regulacione ručice, i odgovarajućom sajlom koja je povezana sa leptirom motora.

Osim glavnih komponenti probnog stola, koje omogućavaju uspostavljanje režima rada motora odnosno izbor njegove radne tačke, tu su i komponente, pomoću kojih se vrši merenje relevantnih veličina i akvizicija dobijenih podataka. U ostalu opremu spadaju svi relevantni senzori, koji su uglavnom integrisani u okviru motora ili u okviru dinamometra.

Pojačavač mernih signala KWS/T-5 sa obaveznom pratećim laboratorijskim izvorom jednosmernog napona i adaptivni sistem za upravljanje motorom VEMS32. VEMS kontroler ne bi trebalo da spada u ostalu opremu, jer je njegova primarna funkcija upravljanje motorom.



Slika. 4.3.: VEMS upravljačka jedinica (VEMS kontroler) [2]

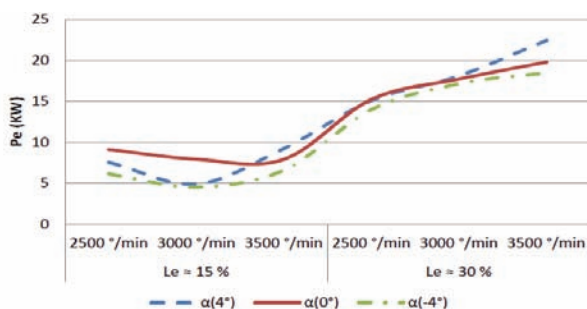
Međutim, u ovom istraživanju su u većoj meri korišćene pogodnosti koje VEMS nudi u prikupljanju i obradi podataka o važnim motorskim parametrima, pa je zato i uvršten u kategoriju merne opreme. Tu su još i dva personalna računara: laptop i desktop.

4.2.2 Rezultati ispitivanja i analiza

Prilikom ispitivanja cilj je da se pokaže uticaj ugla pretpaljenja ($\alpha(^{\circ})$) u kombinaciji sa otvorenošću leptira (L_e) od 15% i 30% na pogonske karakteristike motora značajnih za njegovu eksploataciju, kao što su efektivna snaga (P_e), obrtni moment (M), časovna potrošnja goriva (G_h) i specifična efektivna potrošnja goriva (g_e), koje zavise od velikog broja konstrukcionih i eksploatacionih faktora. Dobijeni rezultati ispitivanja motora su dati grafički i tabelarno. Prilikom ispitivanja ugao pretpaljenja rezultatima istraživanja je obeležen na sledeći način:

- $\alpha(0^{\circ})$ – optimalni ugao pretpaljenja,
- $\alpha(4^{\circ})$ – ugao pretpaljenja povećan za 4° (ranije paljenje smeše) u odnosu na optimalni ugao pretpaljenja,
- $\alpha(-4^{\circ})$ – ugao pretpaljenja umanjnjen za 4° (kasnije paljenje smeše) u odnosu na optimalni ugao pretpaljenja.

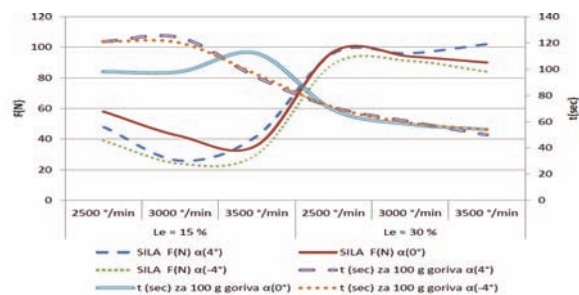
Zbog lakše analize dobijenih rezultata ispitivanja i uticaja ugla pretpaljenja na pogonske karakteristike oto motora. Optimizacijom prostora tokom pisanja rada nisu mogli da budu prikazani svi rezultati ali su izdvojeni najzanimljiviji.



Grafik 4.1.: Efektivna snaga motora P_e

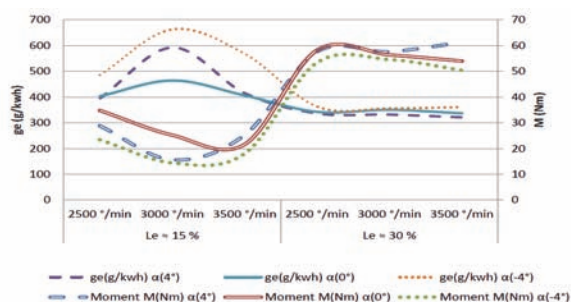
Na grafiku 4.1 predstavljena je zavisnost efektivne snage motora koju motor proizvode P_e (kw) u zavisnosti od ugla pretpaljenja, broja obrtaja i otvorenosti leptira. Proizilazi zaključak da pri manjem otvoru leptira (15 %) i optimalnom uglu pretpaljenja $\alpha(0^{\circ})$ i otvorenosti leptira (30 %) i uglu pretpaljenja od $\alpha(4^{\circ})$, postiže se najveća efektivna snaga motora.

Odstupanje ugla pretpaljenja od optimalne vrednosti dovodi do gubitka efektivne snage motora.



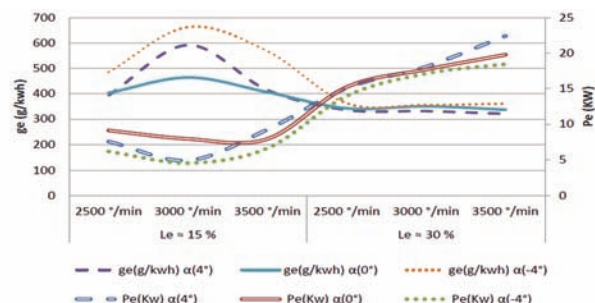
Grafik 4.2.: Zavisnost sile F (N) i potrošnje 100g goriva za vreme t (sec)

Na grafiku 4.2 prikazani su rezultati sile koju proizvodi motor i potrošnja 100 g goriva pri promeni ugla pretpaljenja u zavisnosti od broja obrtaja i otvorenosti leptira, proizilazi zaključak da je sila koju motor proizvede veća to je potrošnja goriva 100g za određeno vreme veća, tj. veća količina goriva se potroši za kraće vreme.



Grafik 4.3.: Zavisnost momenta sile M i specifične potrošnje goriva g_e

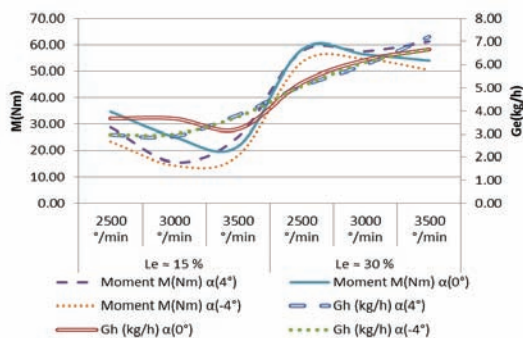
Na grafiku 4.3 prikazani su rezultati zavisnosti momenta sile koju proizvodi motor i specifične potrošnje goriva pri promeni ugla pretpaljenja u zavisnosti od broja obrtaja i otvorenosti leptira, što je moment sile koju motor proizvede veći to je specifična potrošnja goriva manja i obrnuto.



Grafik 4.4.: Zavisnost efektivne snage P_e i specifične potrošnje goriva g_e

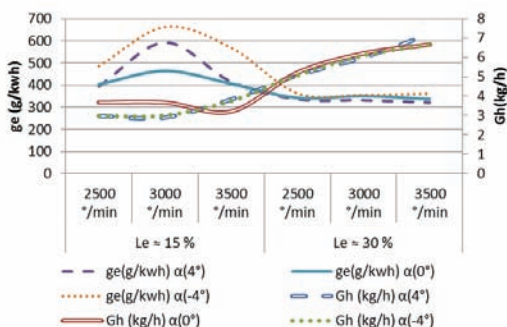
Na grafiku 4.4 prikazani su rezultati zavisnosti efektivne snage motora i specifične potrošnje goriva pri promeni ugla pretpaljenja u zavisnosti od broja obrtaja i otvorenosti leptira što dovodi do zaključka da je efektivna

snaga motora veća pri manjoj specifičnoj potrošnji goriva i obrnuto.



Grafik 4.5.: Zavisnost časovne potrošnje G_h i momenta sile M

Na grafiku 4.5 prikazani su rezultati zavisnosti momenta sile motora i časovne potrošnje goriva pri promeni ugla pretpaljenja u zavisnosti od broja obrtaja i otvorenosti leptira, što prizilazi da je moment sile motora veći pri većoj časovnoj potrošnji goriva i obrnuto.



Grafik 4.6.: Zavisnost časovne potrošnje goriva G_h i efektivne potrošnje goriva g_e

Na grafiku 4.6 prikazani su rezultati zavisnosti efektivne potrošnje goriva i časovne potrošnje goriva pri promeni ugla predpaljenja u zavisnosti od broja obrtaja i otvorenosti leptira proizilazi zaključak da je efektivna potrošnja goriva veća pri manjoj časovnoj potrošnji goriva i obrnuto.

Rezultati koji su prikazani grafički su omogućili bolji uvid u rad motora i zavisnosti koje važe za pojedine parametri rada motora i značaj ugla pred paljenja kod oto motora.

5. ZAKLJUČAK

Analizom motora SUS i dobijenih rezultata ispitivanja na probnom stolu, proizilazi zaključak da je ugao pretpaljenja jedan od značajnih faktora, koji utiče na rad, ekonomičnost i međuzavisnost pogonskih karakteristika motora kao što su:

- efektivana snaga P_e ,
- obrtni moment M ,
- časovna potrošnja goriva G_h ,
- specifična potrošnja goriva g_e i

- ostali parametri i faktori koji nisu uzeti u razmatranje ovim radom su: pritisak u cilindrima, temperatura izduvnih gasova, toksičnost produkata sagorevanja itd.

Odstupanje ugla pretpaljenja od optimalne vrednosti pogoršava rad motora koji se odražava na pogonske karakteristike, što je prikazano dobijenim rezultatima ispitivanja motora. Nepovoljan uticaj nepodešenosti ugla pretpaljenja se manifestuje kroz bučni rad, pregrevanje izduvne grane i povećanje toksičnosti izduvnih gasova što za posledicu ima skraćanje radnog veka i otkaz motora. Zbog čega proizvođači primenjuju sve naprednija tehnološka rešenja u proizvodnji motora, što za posledicu ima očuvanje životne okolina od štetnog uticaja rada motora SUS. Zbog toga je neophodno da ugao pretpaljenja kao bitan faktor rada motora bude optimalan, što za posledicu treba da ima, bolji rad, manju potrošnju goriva, veću snagu, manje zagađenje tj. toksičnost izduvnih gasova motora čime se produžava radni vek i bezbednost samog motora.

6. LITERATURA

- [1] I. Klinar, "Motori sa unutrašnjim sagorevanjem", FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2008.
- [2] mr N. Nikolić, "Razvoj metoda dijagnostike usisnog sistemamotora sa unutrašnjim sagorevanjem", Doktorska disertacija, Novi Sad, 2015.
- [3] J. Dorić, "Teorija motora SUS", FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2015.
- [4] M. C. Živković, "Motori sa unutrašnjim sagorevanjem I deo", Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, 1976.
- [5] M. C. Živković, Radivoje Trifunović, "Ispitivanje motora sa unutrašnjim sagorevanjem", Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, 1987.
- [6] Torović T., "Osnovi motora SUS", FTN izdavaštvo, Novi Sad, 1994.
- [7] I. Klinar, "Oprema motora SUS", univerzitetski udžbenik, FTN Novi Sad, 1993.

Kratka biografija:



Miloš Jović rođen je u Novom Sadu 1982. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti motori sus i vozila – Automobilsko inženjerstvo odbranio je 2015. god.



dr Jovan Dorić rođen je u Novom Sadu 1983. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2012. god., a od 2008 je stalno zaposlen na katedri za motore i vozila. Oblast interesovanja su motori sus. Autor ili koautor je više od 90 naučnih radova različitih kategorija.

STACIONARNI PROBLEMI PROVOĐENJA TOPLOTE**STATIONARY PROBLEMS OF HEAT CONDUCTION**Vladimir Krčmar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – Rad je posvećen modeliranju i analizi stacionarnih problema provođenja toplote. Prikazani su globalni i lokalni modeli provođenja toplote i prateći granični uslovi. Oni su primenjeni u modeliranju i analizi problema provođenja toplote, kao što su minimizacija toplotnih gubitaka, zagrevanje fluida u cilindričnoj cevi i hlađenje fisionog materijala. Pokazano je da se kontrolom određenih parametara u modelu mogu poboljšati performanse uređaja u kojima postoje procesi provođenja toplote.

Abstract – This paper is devoted to modelling and analysis of stationary problems of heat conduction in rigid bodies. Two approaches to modeling are presented - global and local one - along with appropriate boundary conditions. They were applied to modeling and analysis of heat conduction problems, such as minimization of heat losses, heating of fluid in a cylindrical tube and cooling of fissionable material within a fuel element. It was shown that appropriate control of certain parameters of the model could lead to a better performance of the devices in which heat conduction processes occur.

Ključne reči: Modeliranje, stacionarni problemi, provođenje toplote

1. UVOD

Provođenje toplote u tehničkim problemima uključuje fenomene difuzije, zračenja, stabilnosti i turbulencije [1]. Među njima se difuzija izdvaja svojom konceptualnom jednostavnošću. Sa jedne strane, problemima provođenja toplote se može pristupiti sa teorijskog aspekta, praćenog odgovarajućom matematičkom analizom [1,2]. Međutim, ovi problemi su široko zastupljeni u tehnici i neophodno je sagledati fizički smisao rezultata koji se dobijaju teorijskom analizom.

Cilj ovog rada je da prikaže različite metode modeliranja problema provođenja toplote u čvrstim telima, kao i da dobijene modele primeni u analizi konkretnih tehničkih problema. Stoga će najpre biti analizirana struktura problema provođenja toplote. Zatim će biti proučeni globalni i lokalni modeli provođenja toplote i formulisani odgovarajući dopunski uslovi. Prikazani modeli će na kraju biti primenjeni u analizi konkretnih tehničkih problema.

2. OPŠTE NAPOMENE O MODELIRANJU

Matematički modeli predstavljaju matematičke izraze relacija između fizičkih veličina i opisuju određene fizičke procese. Ove relacije mogu imati dvojak karakter i delimo ih na opšte (fizičke) zakone i posebne (konstitutivne) relacije. Opšti zakoni iskazuju fundamentalne relacije između fizičkih veličina i ne zavise od sredine u kojoj se odvija proces, niti od vrste materijala koji je izložen spoljašnjim uticajima. U okvirima mehanike primeri za to su zakon održanja mase, jednačina promene količine kretanja i jednačina promene energije. Konstitutivne relacije opisuju reakciju sredine (materijala) na promene u fizičkim veličinama i zavise od same strukture neprekidne sredine. Tipični primeri su jednačine stanja idealnog gasa, jednačine za napone u Njutnovskim fluidima i Furijev zakon provođenja toplote.

S obzirom na strukturu matematičkog modela, mehanički i termodinamički problemi mogu biti određeni i neodređeni. Ako su za formulaciju problema dovoljni opšti zakoni, kažemo da je problem određen. Ako je, međutim, opštim zakonima neophodno pridružiti konstitutivne relacije, onda je problem neodređen. Problemi provođenja toplote spadaju u neodređene probleme, zato što je pored energijske jednačine neophodno opisati i mehanizam kojim se ostvaruje prenos toplote, a to daje konstitutivna relacija.

U problemima prenosa toplote mogu se uočiti dva osnovna mehanizma: difuzija i radijacija. Toplota se *difuzijom* prenosi kroz jednu sredinu, ili posredstvom kontaktne površi dve različite sredine, ukoliko postoji neuniformna temperaturna raspodela. Na molekularnom nivou, mehanizam difuzije se sagledava kao razmena kinetičke energije između molekula u oblastima visoke i niske temperature. To se posebno odnosi na elastične sudare molekula u gasovima, na kretanje slobodnih elektrona u metalima, kao i na uzdužne oscilacije atoma u čvrstim izolatorima električnih provodnika.

Transportni mehanizam *radijacije* nije u potpunosti razjašnjen do danas. Neki od efekata zračenja mogu se opisati pomoću elektromagnetnih talasa i metodima kvantne mehanike. Prema talasnoj teoriji, tela za vreme zračenja kontinuirano pretvaraju deo svoje unutrašnje energije u elektromagnetne talase, odnosno drugi oblik energije. Ovi talasi putuju kroz prostor brzinom svetlosti, dok ne udare u drugo telo, gde se deo njihove energije apsorbira i ponovo pretvara u unutrašnju energiju.

NAPOMENA:

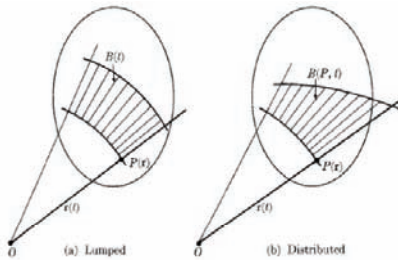
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srboљub Simić, red.prof.

3. FORMULACIJE OPŠTIH FIZIČKIH ZAKONA

Prvi korak u formulisanju jednog opšteg zakona sastoji se u izboru sistema ili kontrolne zapremine. Drugi korak u formulaciju opšteg zakona podrazumeva izbor oblika u kom će on biti iskazan. Opšti zakoni mogu biti formulisani u sledećim oblicima [3,4]:

1. globalni (homogenizovani, lumped),
2. lokalni (neprekidno raspodeljeni).

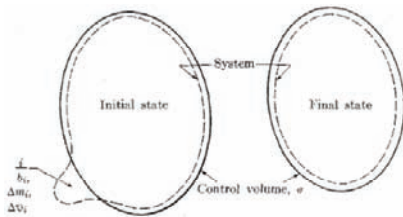
Globalni oblik fizičkog zakona predstavlja njegov uprošćeni oblik koji se sastoji od konačnog broja elemenata i u kojima su veličine stanja uniformne (homogene), odnosno ne zavise od položaja već samo od vremena, $B(t)$. Ovo je prikazano na Slici 1 sa zapreminskim delom B . U tački $P(\mathbf{r})$, gde $\mathbf{r}$ označava vektor položaja tačke P , $B = B(t)$ i $B = B(P, t)$, označavaju lumped (ili prosečnu) i lokalnu vrednost, veličine stanja B .



Slika 1. Globalni i lokalni opis veličine stanja

3.1. Globalna formulacija fizičkih zakona

Prilikom formulacije opštih zakona može se posmatrati sistem, odnosno materijalna zapremina u kojoj nema razmene materije, ili kontrolna zapremina, kroz čiju granicu postoji razmena materije. Ako sa B označimo srednju vrednost veličine stanja u sistemu, a sa B_σ njenu srednju vrednost u kontrolnoj zapremini, onda važi sledeća transformaciona formula:



Slika 2. Globalni oblik modela

$$\frac{dB}{dt} = \frac{dB_\sigma}{dt} - \sum_{i=1}^N b_i \omega_i, \quad (1)$$

gde je b_i gustina po jedinici mase veličine B koja ulazi u zapreminu na mestu i , a ω_i je odgovarajući maseni protok.

Relacija (1) se može neposredno primeniti na globalnu formulaciju zakona održanja mase:

$$0 = \frac{dm_\sigma}{dt} - \sum_{i=1}^N \omega_i. \quad (2)$$

Jednačina promene energije, odnosno prvi zakon termodinamike u globalnom obliku, ima sledeću strukturu:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{dE_\sigma}{dt} - \sum_{i=1}^N e_i \omega_i = q - P, \quad (3)$$

gde P označava snagu (brzinu vršenja rada sistema na okolini), a q je toplota predata sistemu. Energija sistema ima sledeću strukturu:

$$E = U + \frac{1}{2} mV^2 + mgz + U_{hem.} + U_{nukl.}, \quad (4)$$

gde je U unutrašnja energija.

3.2. Lokalna formulacija fizičkih zakona

Da bi se fizički zakoni prikazali u lokalnoj formulaciji, veličine stanja treba tretirati kao polja koja zavise od položaja i vremena. Pri tome se promena veličina stanja posmatra u infinitezimalnoj kontrolnoj zapremini. Tada se zakon održanja mase može zapisati u obliku:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0, \quad (5)$$

gde je ρ gustina mase, a $\mathbf{V}$ brzina neprekidne sredine. Prvi zakon termodinamike u diferencijalnom obliku glasi:

$$\rho \frac{de}{dt} + \nabla \cdot (p\mathbf{V} + \mathbf{q}) = u''', \quad (6)$$

gde je e energija, p pritisak, $\mathbf{q}$ toplotni protok, a u''' stopa rasta lokalne unutrašnje energije po jedinici zapremine.

4. PROVOĐENJE TOPLOTE U ČVRSTIM TELIMA

4.1. Jednačina provođenja toplote

Posmatrajmo sada provođenje toplote u čvrstom telu koje je nestišljivo ($\rho = \text{const.}$) i nalazi se u stanju mirovanja ($V = 0$). Priraštaj unutrašnje energije jednak je tada priraštaju temperature, $du = c dT$ (c je specifična toplota), pa se energijska jednačina (6) svodi na sledeći oblik:

$$\rho c \frac{dT}{dt} + \nabla \cdot \mathbf{q} = u''', \quad (7)$$

gde d/dt predstavlja materijalni izvod. Ova jednačina predstavlja opšti zakon koji određuje promenu temperature u čvrstom telu.

Problem provođenja toplote opisan jednačinom (7) je neodređen jer je neophodno izraziti toplotni protok $\mathbf{q}$ i brzinu promene unutrašnje energije u''' . Za to su nam potrebne konstitutivne relacije. Ovde ćemo se osloniti na Furijeov zakon provođenja toplote koji uspostavlja vezu između toplotnog protoka i priraštaja (gradijenta) temperature:

$$\mathbf{q} = -k \nabla T, \quad (8)$$

gde je k toplotna provodljivost materijala. Ona može biti konstantna, ali postoje i materijali kod kojih zavisi od temperature. Tada se često usvaja linearna aproksimacija $k = k_0(1 + \beta T)$.

Kombinovanjem jednačina (7) i (8) dobija se jednačina provođenja toplote za homogena izotropna čvrsta tela i idealne nestišljive tečnosti:

$$\frac{dT}{dt} = a \nabla^2 T + \frac{u'''}{\rho c}, \quad (9)$$

gde je $a = k/\rho c$.

4.2. Granični uslovi

Pošto se u radu razmatraju samo stacionarni problemi provođenja toplote, važiće $\partial T / \partial t = 0$. Stoga je jednačini provođenja toplote (9) neophodno pridružiti odgovarajuće granične uslove. Ovde ćemo navesti najvažnije tipove:

1. zadana temperatura na granici (može biti konstantna ili funkcija položaja);
2. zadat toplotni fluks na granici (može biti konstantan ili funkcija položaja); u opštem slučaju ovaj uslov glasi:

$$\pm k \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)_\sigma = \pm q'', \quad (10)$$

gde je q'' toplotni protok na granici sa spoljašnjom sredinom;

3. adijabatska granica (izolacija); u ovom sličaju je $q'' = 0$, pa imamo:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)_\sigma = 0. \quad (11)$$

4. konvektivni prenos toplote u okolinu; kada se prenos toplote preko granice kontinuuma ne može propisati, može se pretpostaviti da je proporcionalan razlici temperatura granice i okoline: $q_c = h(T_\sigma - T_\infty)$; tada se granični uslov može zapisati u obliku:

$$\pm k \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)_\sigma = h(T_\sigma - T_\infty), \quad (12)$$

gde je h koeficijent prenosa toplote.

5. granična površ dva kontinuuma različitih toplotnih provodljivosti:

$$k_1 \left(\frac{\partial T_1}{\partial n} \right)_\sigma = k_2 \left(\frac{\partial T_2}{\partial n} \right)_\sigma. \quad (13)$$

Napomenimo da izbor graničnih uslova ne zavisi samo od fizičke situacije, već i od fizičkih svojstava sredine. Na primer, ako se uslov (12) posmatra u slučaju neizolovane cevi poluprečnika R , onda se bezdimenzionisanjem dobija:

$$\pm \left[\frac{\partial T}{\partial \left(\frac{r}{R} \right)} \right]_\sigma = \frac{hR}{k} (T_\sigma - T_\infty), \quad (14)$$

gde vidimo da se za $k \gg h$ granični uslov svodi na uslov adijabatske granice.

5. ANALIZA STACIONARNIH PROBLEMA PROVOĐENJA TOPLOTE

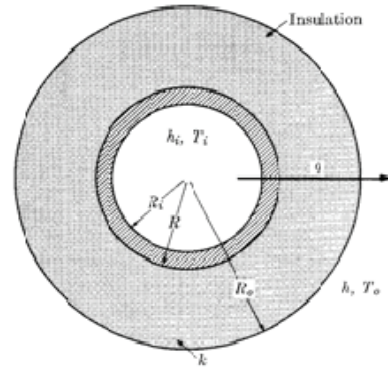
U ovom odeljku ćemo analizirati dva stacionarna problema provođenja toplote koja su od značaja u tehničkim primenama. Prvi je problem izolacije cevi, koji će nam ilustrovati primenu globalne formulacije u analizi provođenja toplote. U drugom primeru, problemu hlađenja fisionog materijala, videće se lokalna analiza problema sa dva domena.

5.1. Problem izolacije cevi

Fluid temperature T_i , struji kroz cev unutrašnjeg i spoljašnjeg poluprečnika R_i i R . Unutrašnji i spoljašnji koeficijenti prenosa toplote su h_i i h_0 . Temperatura fluida koja okružuje cev je $T_0 < T_i$. Želimo smanjiti gubitak toplote unutrašnje tečnosti izolacijom cevi (Slika 3).

Stoga je potrebno odrediti toplotne gubitke unutrašnje tečnosti kao funkciju debljine izolacije. Pretpostavićemo da je toplotna provodljivost zida cevi velika u poređenju sa toplotnom provodljivošću izolacije, $k_{cevi} \gg k_{izol}$, kao i da je koeficijent prenosa toplote između unutrašnjeg fluida i cevi veliki u poređenju sa spoljašnjim koeficijentom prenosa toplote, $h_i \gg h_0$. Zbog ovih relacija se konvektivni otpor unutrašnjeg fluida i konduktivni otpor cevi mogu zanemariti, pa se i

temperatura spoljašnje površi cevi zanemarljivo malo razlikuje od temperature unutrašnje površi, $T(R_i) = T_i = T(R)$.



Slika 3. Fizički model

Globalna formulacija problema provođenja toplote kroz cev podrazumeva korišćenje analogije između toplotnih i električnih pojava, što dovodi do relacije [3]:

$$\frac{1}{U_0} = \frac{R_0}{k} \ln \left(\frac{R_0}{R} \right) + \frac{1}{h_0}, \quad (15)$$

gde je U_0 koeficijent provođenja toplote, $q = U_0 A_0 (T_i - T_0)$, a $A_0 = 2\pi R_0 L$ površina omotača cevi dužine L . Na taj način se dolazi do izraza za toplotni protok:

$$\frac{q}{2\pi R_0 L (T_i - T_0)} = \frac{1}{\ln \left(\frac{R_0}{R} \right) + \frac{k}{h_0 R_0}}. \quad (16)$$

Toplotni protok ćemo analizirati u bezdimenzijskom obliku, koristeći bezdimenzijski protok $\hat{q}$, bezdimenzijsku koordinatu r i bezdimenzijski parametar - Bioov broj Bi :

$$\hat{q} = \frac{q}{2\pi k L (T_i - T_0)}, \quad r = \frac{R_0}{R}, \quad Bi = \frac{Rh}{k}. \quad (17)$$

Tada se jednačina (16) svodi na:

$$\hat{q} = \frac{Bi r}{1 + Bi r \log r} = \frac{1}{\frac{1}{Bi r} + \log r}. \quad (18)$$

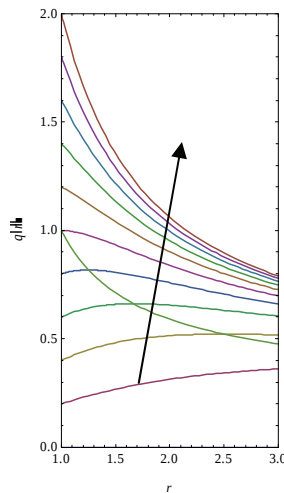
Analiza ovog izraza pokazuje da postoji kritična vrednost Bioovog broja, odnosno kritični radijus r^* , pri kojoj toplotni protok ima lokalni maksimum:

$$\frac{d\hat{q}}{dr} = 0 = \frac{Bi(1 - Bi r)}{(1 + Bi r \log r)^2}, \quad r^* = \frac{1}{Bi}. \quad (19)$$

Sa porastom vrednosti Bioovog broja, kritični radijus cevi iščezava i tada sa povećanjem radijusa izolacije imamo očekivano smanjenje gubitka toplote (Slika 4).

5.2. Problem hlađenja fisionog materijala

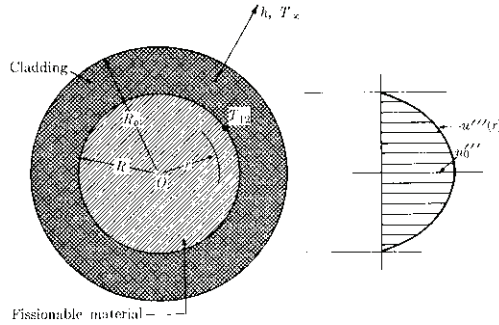
Gorivi element nuklearnog reaktora sastoji se od fisionog materijala u obliku sfere poluprečnika R , koji je okružen sfernom ljuskom spoljnog radijusa R_0 . Temperatura rashladne tečnosti, koja okružuje ljusku je T_∞ , a koeficijent prenosa toplote je h (Slika 5). U fisionom materijalu se generiše nuklearna unutrašnja energija čija je raspodela po jedinici zapremine:



Slika 4. Dijagram $\hat{q}(r)$ za različite vrednosti B_i (strelica pokazuje smer porasta B_i); prikazana je i kriva kritičnog radijusa.

$$u'''(r) = u_0''' \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]. \quad (20)$$

gde je u_0''' unutrašnja energija generisana u centru sfere.



Slika 5. Fizički model

Polazeći od jednačine provođenja toplote (9) u stacionarnom slučaju, pod pretpostavkom da temperatura fisionog materijala T_1 i omotača T_2 zavisi samo od radialne koordinate r , jednačine koje opisuju problem glase [3]:

$$\frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dT_1}{dr} \right) + \frac{u_0'''}{k_1} \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right] r^2 = 0, \quad 0 < r < R, \quad (21)$$

$$\frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{\partial T_2}{\partial r} \right) = 0, \quad R < r < R_0. \quad (22)$$

Ovim jednačinama su pridruženi sledeći granični uslovi:

1. $T_1(0) < \infty$;
2. $T_1(R) = T_{12} = T_2(R)$;
3. $k_1 \frac{dT_1}{dr}(R) = k_2 \frac{dT_2}{dr}(R)$;
4. $-k_2 \frac{dT_2}{dr}(R_0) = h(T_2(R_0) - T_\infty)$.

Rešenje ovog problema u bezdimenzijskom obliku glasi:

$$\hat{T}_1(r) = \frac{7}{60} + \frac{2\delta}{15\kappa(1+\delta)} + \frac{2}{15\eta(1+\delta)^2} - \frac{r^2}{6} + \frac{r^4}{20}, \quad 0 < r < 1,$$

$$\hat{T}_2(r) = \frac{2}{15\eta(1+\delta)^2} - \frac{2}{15\kappa(1+\delta)} + \frac{2}{15\kappa r}, \quad 1 < r < 1 + \delta,$$

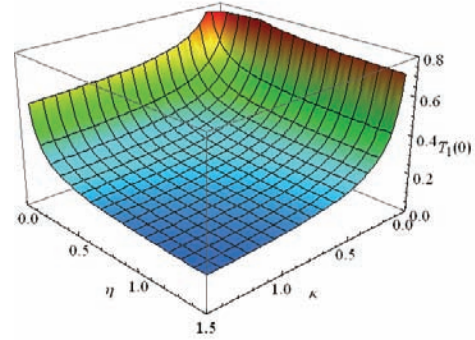
gde je:

$$\hat{T}_{1/2} = \frac{T_{1/2} - T_\infty}{T_r}, \quad T_r = u_0''' \frac{R^2}{k_1}, \quad \frac{k_2}{k_1} = \kappa, \quad \eta = \frac{hR}{k_1}, \quad \delta = \frac{R_0 - R}{R}.$$

Posmatrajmo temperaturu u centru sfere u zavisnosti od parametara η i κ - odnosa toplotnih provodljivosti rashladne tečnosti, odnosno omotača i sfere. Parametri κ i η moraju biti različiti od 0 da bi temperatura u centru sfere bila konačna (ograničena).

Pri fiksiranoj debljini omotača temperatura u centru sfere opada i sa porastom η , i sa porastom κ .

Sa istovremenim neograničenim porastom η i κ temperatura u centru sfere asimptotski teži vrednosti $7/60$. Na Slici 6. je grafički prikazan ovaj rezultat za debljinu omotača $\delta = 0.8$.



Slika 6. Temperatura u centru sfere za $\delta = 0.8$.

6. ZAKLJUČAK

U radu su analizirani stacionarni problemi provođenja toplote. Naglašeno je da se fizički zakoni mogu formulisati u globalnom i lokalnom (diferencijalnom) obliku. Analizirani su i karakteristični granični uslovi, kao i uticaj fizičkih parametara na njihovu strukturu. Prikazani modeli su primenjeni u analizi problema izolacije cevi i hlađenja fisionog materijala.

7. LITERATURA

- [1] R.B. Bird, W.E. Stewart and E.N. Lightfoot, *Transport Phenomena*, John Wiley & Sons, 2002.
- [2] H.S. Carslaw and J.C. Jaeger, *Conduction of Heat in Solids*, Oxford University Press, 1959.
- [3] V.S. Arpaci, *Conduction Heat Transfer*, Addison-Wesley, 1966.
- [4] V.S. Arpaci, A. Selamet and S.-H. Kao, *Introduction to Heat Transfer*, Prentice Hall, 2000.

Kratka biografija:



Vladimir Krčmar rođen je u Novom Sadu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo – Modeliranje nelinearnih sistema odbranio je 2015.god.

OPTIMIZACIJA PROCESA PROJEKTOVANJA VENTILATORA ELEKTROMOTORA

OPTIMIZATION OF THE DESIGNING PROCES OF ELECTRIC MOTORS COOLING FAN

Vilmoš Hajagoš, Milan Zeljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan automatizovan sistem u okviru CAD programskom paketu Autodesk Inventor baziran na modularnom projektovanju za projektovanje ventilatora elektromotora velike snage. U drugom delu rada su, primenom programskog paketa Ansys Workbench, prikazane analize statičkog ponašanja celog modela i jednog segmenta modela.

Abstract – In this paper an automated system in CAD software package Autodesk Inventor-in is presented, which is based on modular designing. The second part presents the analysis of the cooling fan and one segment of the model in CAE software package Ansys Workbench.

Ključne reči: Modularna projektovanja, ventilator,

1. UVOD

Razvoj jednog proizvoda treba da obuhvata sve funkcionalne zahteve, tehnološke zahteve, potrebe kupca i cene proizvoda kao i razvoja. Ako se žele da smanje troškovi proizvoda, jedno od mogućih rešenja je da se razvije automatizovan sistem baziran na modularnom projektovanju. Metod modularnog projektovanja predstavlja savremeni pristup u projektovanju proizvoda koji je danas opšte prihvaćen u mnogim oblastima: automobilske industriji, industriji motora sa unutrašnjim sagorevanjem, elektromotora, kućnih aparata, itd. Osnovna ideja modularnog projektovanja je da se iz postojećeg skupa međusobno izmenljivih modula projektuju proizvodi različitih dimenzija i funkcionalnih karakteristika.

U ovom radu je prikazan jedan automatizovan sistem razvijen u okruženju CAD programskom paketu Autodesk Inventor-u koji je baziran na modularnom projektovanju. U drugom delu rada su, primenom programskog paketa Ansys Workbench, prikazane analize statičkog ponašanja celog modela i jednog segmenta modela. Prema ovoj analizi mogu se identifikovati opterećenja ventilatora kao i mesta javljaju naponi u konstrukcijama.

2. OSVRT NA ZAVARENE KONSTRUKCIJE ELEKTROMOTORA

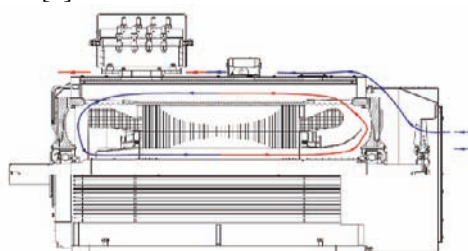
Elektromotori su električne mašine koje pretvaraju električnu energiju u mehaničku. Većina elektromotora rade na principu elektromagnetne indukcije, ali postoje i motori koji koriste druge elektromehaničke fenomene, kao što su elektrostatika sila i piezoelektrični efekat.

Fundamentalni princip na kome se zasniva princip rad elektromagnetski motori je da se u namotaj koji se nalazi u magnetnom polju dovede električna energija, pri tome magnetno polje stalnih magneta dolazi u kontakt sa magnetnim poljem namotaja te dolazi do obrtanja namotaja (odnosno rotora). Ova sila je opisana Lorencovim zakonom i njen pravac je normalan na provodnik i pravac magnetnog polja [1].

2.1. Hlađenje elektromotora

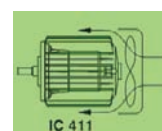
Sve rotacione električne mašine generišu toplotu, kao rezultat električnih i mehaničkih gubitaka u mašini. Gubici imaju veliku vrednost na startu ili kod dinamičkog kočenja. Takođe, gubici se obično povećavaju sa povećanjem opterećenja. Hlađenje mora da neprekidno prenese rashladni medijum, kao što je vazduh, na zagrejane površine. Različite metode hlađenja rotacionih mašina su klasifikovane standardom IEC 34.6. Vazdušno hlađenje obično cirkuliše interno i eksterno od strane jednog ili više ventilatora montiranih na rotor. Da bi se omogućio rad mašine u oba smera rotacije, ventilatori su izrađeni sa pravim lopaticama, a izrađuju se od aluminijuma ili čelika. Pored toga, spoljašnje kućište motora je obično sa rabrima za hlađenje, u cilju povećanja površine razmene toplote.

Najčešći tip motora ima potopno zatvoren ventilator koji hladi i koji je montiran na slobodnom kraju vratila motora (slika 1). Postoje uzdužne rebre za hlađenje na površini kućišta motora. Dizajnirani su tako da vode protok vazduha blizu površine motora, čime se poboljšava hlađenje. Ovaj tip hlađenja ima oznaku **IC411** prema IEC standardu [2].



Slika 1: Potpuno zatvoreno hlađenje elektromotora

Prema IC411: Primarna rashladna tečnost cirkuliše kružno kroz mašinu i odaje toplotu kroz spoljašnju površinu. Ventilator se pomera u zavisnosti od brzine vratila motora (slika 2)



Slika 2: Šema hlađenja IC411

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bio dr Milan Zeljković, red.prof.

3. UNIFIKACIJA VENTILATORA ZK MOTORA I PROGRAMSKO REŠENJE U AUTODESK INVENTOR-U

U današnje vreme, se najčešće elektromotori veće snage konstruišu i proizvede prema zahtevu kupca. To podrazumeva povećanje broja različitih konstrukcija, a u najvećem slučaju je moguća modifikacija. Kod ventilatora je njihovu dimenziju moguće prilagoditi postojećim kućištima i poklopcima. Ali takođe postoje zahtevi prema ventilatorima, kao što je cirkulisanje vazduha između rebra za hlađenje ili hlađenje namotaja. Treba da se proračunaju i druge karakteristike, kao što su: buka, pritisak, i dr.

Ventilatori imaju veliki stepen prilagodavanja prema zahtevu kupca, zbog čega se broj varijanti ventilatora stalno povećava. Za rešenje tog problema neophodan je sistem koji organizuje i grupiše primenu ventilatora, tipove, karakteristike i dimenzije.

3.1. Teorijske osnove za unifikaciju ventilatora

Karakteristike ventilatora (Q , Δp_u , ili Δp_{st} i P) pored svojih geometrijskih dimenzija zavisi od više parametara. To su: D – prečnik radnog kola, n – broj obrtaja, ρ – gustina medijuma, i η – viskoznost. Zbog velikog broja promenljivih veličina, bezdimenzionisane vrednosti su podeljene u četiri glavne grupe[3].

Tipične bezdimenzionisane vrednosti [3]:

- ψ – koeficijent pritiska,
- ϕ – koeficijent količine,
- λ – koeficijent performansi,
- Re – Reynoldsov broj.

Kod konstruisanja **radijalnog** ventilatora koristi se još i dole navedeni izraz, gde je b – širina lopatica [3].

$$\phi^* = \frac{Q}{D \cdot \pi \cdot b \cdot u_t} \quad (1)$$

Najvažnija funkcija ventilatora je hlađenje motora na određenu temperaturu. Prema izradu (2) poznata je potrebna količina protoka vazduha za hlađenje, to jest koliki protok ventilator treba da obezbedi.

$$Q = \frac{\sum P_g}{C_p \cdot \rho \cdot \Delta \theta} \quad (2)$$

gde je:

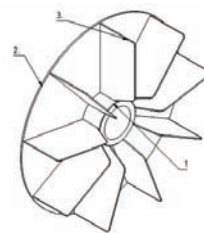
- $C_p \cdot \rho = 1,033$ (zatvoreni) ili $1,065$ (otvoreni),
- ρ – gustina medijuma,
- $\Delta \theta$ – 15°C (zatvoreni) ili 20°C (otvoreni)
- $\sum P_g$ – toplotni gubitak [kW]
- Q – protok potreban za hađenje [kW]

3.2. Unifikacija spoljašnjih i unutrašnjih ventilatora

Kod motora ZKE i ZKIE postoji više tipova ventilatora sa različitim dinemzijama. Tokom godina je izvršeno više modifikacija na ventilatorima. Na osnovu skupa svih modifikacija svih ventilatora, napravljena je analiza prema nekoliko karakteristika:

- Protok vazduha
- Buka
- Proizvodnost (mašine koje postoje u fabrici)
- Cena
- itd.

Prema ovom aspektu je uzet jedan radijalni ventilator sa pravim lopaticama (slika 3). Ovaj tip je najlakši za proizvodnju u kompaniji "ATB Sever", i zadovoljava gore navedene zahteve. Ostali tipovi su skuplji ili proizvodnja dugo traje sa postojećom opremom. Na slici 3 je prikazana konstrukcija spoljašnjih ventilatora i njihovih delova.



Slika 3: Delovi spoljašnjeg ventilatora: 1. glavak; 2. čeonu ploča; 3. lopatice

Prema analizi ventilatora koji su u funkciji, najbolje rešenje je dobijeno za $\phi^*=0,17$ na četvoropolnim motorima ($D=400\text{mm}$) i za $\phi^*=0,15$ na šestopolnim i osmopolnim motorima ($D=600\text{mm}$). Na osnovu ovih podataka proračunate su širine potrebne za hađenje.

Prema ovom rešenju i rezultatima ostverenim u praksi, unificirane su sledeće širine lopatica (B): 132mm, 150mm, 180mm, 212mm i 300mm. Maksimalna širina je postavljena na 300mm, zato što je u praksi primećeno da dovoljno hladi elektromotor, međutim ovo se ne odnosi na osnu visinu 560, pošto ne postoje reference za ovu dimenziju. Osmopolni motori imaju manji broj obrtaja ali veću efikasnost, odnosno manje toplotne gubitke, tako da se mogu postaviti iste širine kao i kod šestopolnih. Broj lopatica je 9.

Drugi tip ventilatora koji je analiziran je unutrašnji ventilator (slika 4). Ovaj tip ima veću primenu i ispunjava sve uslove za hlađenje namotaja, zbog toga je samo ovaj tip razvijen u okviru programskog rešenja.



Slika 4: Unutrašnji ventilatori

Unutrašnji ventilatori hlade namotaje, postavljeni su na rotor pomoću elemenata za vezu ili zavarivanjem. U ovom rešenju je uzeto povezivanje pomoću elemenata za vezu (šest zavrtnjeva M12). Iz prakse se zna da je najbolje rešenje dobijeno ako je odnos prečnika $D_s/D_u=1,4$ i odnos između sirina i spoljašnjih prečnika $B/D_s=0,14$, i sa 15 lopatica. D_s je povezan za prečnik rotora, i u odnosu na njega je manji za 5 mm. Ako se zna spoljašnji prečnik, prema datom odnosu mogu se proračunati sve potrebne veličine.

3.3. Programsko rešenje razvijeno u okruženju Inventor-u

Autodesk Inventor je jedna CAD aplikacija za kreiranja 3D digitalnih prototipova koji se koriste u dizajnu, vizuelizaciji i simulaciji proizvoda. U okviru ovog programa može se realizovati parametrizacija modela, povezivanje parametara u excel tabeli, eksport i inport

podataka iz excela, pravljenje makroa (rules) koji upravljaju nekim automatizovanim komandama, kreiranje formula za olakšavanje rada, i dr.

Povezivanje Inventor i Excel nije komplikovano, samo treba da se poštuju neki uslovi, kao što su:

- Excel tabela treba da bude u određenoj formi na prvoj strani (Sheet1), Inventor ne čita drugu formu. U prvoj koloni ide naziv dimenzije ili podataka, u drugoj koloni vrednosti, i u trećoj su jedinice.
- Nazivi ne smeju da sadrže razmak između reči (spejs) Na primer: "Broj Lopatice" - neadekvatan, "Broj_lop" - adekvatan
- Između redova ne sme da bude prazan red, zato što Inventor čita dok ne stigne do praznog reda

Kada se želi da napravi jedan parametrizovan model (pomoću Excel tabele) prvo se otvori funkcija "Parameters" u tab "Manage". Posle toga se pročita tabela pomoću "Link" gde treba da se nađe lokacije tabele i oznaka prve ćelije (cell).

Makro (rules) se koristi za automatizaciju upravljanja i modifikaciju modela, crteža, sklopova, formula i dr. Ova aplikacija se nalazi u tab "Manage", u grupu "iLogic", i zove se "Add Rule". Ovde postoji mogućnost povezivanja makro-a za neke dimenzije, učitavanje parametara ili nekih drugih podataka.

Neke od makro-a koji su se koristili u automatizovanom sistemu:

- Postavljanje i oduzimanje modela od sklopa, fičera od modela ili pogleda od crteža. Ovde treba da se stavi šta su ograničenja ili šta je uslov za pojedinačne fičere ili delove ("If...Then...ElseIf...Then...End If") i funkcije ("Feature.IsActive ("Extrusion")", "Component.IsActive("Componenet")" ili "ActiveSheet.View("VIEW10").View.Suppressed")
- Automatsko otvaranje dokumenata pomoću funkcija "ThisDoc.Launch("\mesto ili folder\tačno ime sklopa, modela ili crteža . i njegov format")"
- Export funkcija u različite formate, kao što su IGES, STEP, DWG, DFX, PDF, i dr., na određenom mestu ("strFolder")

4. ANALIZA STATIČKOG PONAŠANJA I OPTIMIZACIJA

U najčešćem slučaju na lopatice deluju tri opterećenja: naponi zbog centrifugalne sile, opterećenja zbog razlika u pritisku na prednjoj i zadnjoj strani lopatica, i savojni napon zbog deformacije lopatica. U praksi je dovoljno uzeti u obzir samo centrifugalne sile [1].

U ovom delu rada su prikazane analize centrifugalnih opterećenja ventilatora primenom programskog paketa Ansys Workbench. Prikazani su naponi po veličini kao i gde su najkritičnija mesta u konstrukciji. Proračunata kritična mesta su poređena sa realnim podacima na fizičkim modelima I konstatovano je dobro poklapanje rezultata. Primenom navedenog programskog sistema analizirana su alternaivna rešenja koje omogućuju samjenje napona. Na kraju je napravljena detaljna analiza zavarenog sloja.

Posle razmatranja više konstrukcionih rešenja za ojačavanje ventilatora uzet je prsten koji je zavaren na kraj lopatica.

Ova verzija je najjednostavnija za izradu i ima najveći uticaj na krutost ventilatora.

4.1. Definisanja 3D modela radijalnog ventilatora

Dimenzije su uzete od unificiranih vrednosti, ali su napravljeni novi 3D modeli, tako da se može dobiti najboja diskretizovana verzija, da rezultati budu najadekvatniji na kraju analize. Zanimareni su geometrijski detalji koji nemaju valiki uticaj na analizu, ali pojednostavljaju geomeriju. Na primer: zanemarene su oborene ivice koje nisu bile u funkciji, napravljeni su tako da eliminišu bezkonačno male zapremine. Teoretski kontakt je tačka, i dobijaju se bazkonačno mali prostori kada se približi ovoj tački. To teba da se eliminiše za dobijanje adekvatno diskretizovanog modela i rešenja na kraju.

Modeli su urađeni u Autodesk Inventor-u, s obzirom na prethodno navedene modifikacije. Gabaritne dimenzije prstena su prikazane u tabeli 1., D_U i D_S su prečnici prstena za ojačavanje a debljina prsten je 3mm.

Tabela 1: Gabaritne dimenzije

D	400mm	600mm
B	150/180/212/300	132/150/180/212/300
D_S	380mm	570mm
D_U	230mm	500mm

4.2. Definisanje graničnih uslova i opterećenja

U Workbench-u je preuzet model u IGES formatu. Svi modeli su analizirani na isti način, da bi se dobili rezultati koji se mogu porediti. Metod diskretizacije, definisanja graničnih uslova i postavljanja opterećenja je realizovan na isti način.

Diskretizacija se vršila pomoću primarnog podešavanja komande "Body sizing", tačnije unutar "Body sizing" pomoću opcije "Sphere of Influence", koja omogućava na određenom mestu u određenoj sferi povećanje rezulucije elemenata. Ovo se koristilo na mestu zavarenog sloja, gde se javio najveći napon.

Centrifugalna opterećenja mogu da se postave kao sile na lopatice, ali za to je potreban ručni proračun centrifugalne sile. Drugi način je samo postavljanje broja obrtaja na oderđenom mestu. U Workbench-u postoji mogućnost da se zada samo broj obrtaja i program automatski proračunava sile. Kod ove analize se koristio ovaj način.

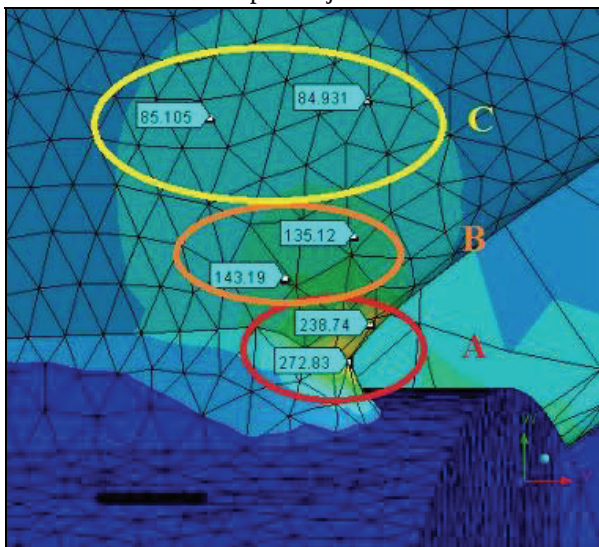
4.3. Rezultati

Rezultati analize u okviru prostprocesorskog modula Workbench-a predstavljeni su grafičkim prikazom deformisanog oblika modela u bojama, pri čemu svaka boja odgovara određenoj vrednosti pomeraja kao i prikaz raspodele napona.

U ovoj analizi na kraju su dobijene vrednosti napona [MPa], i identifikovana su kritična mesta kao i napon koji se u njima generiše. Kritične zone su podeljene u A, B, C zone, zavisno od opterećenja. Zone su prikazane na slici 5.

Najkritičnija zona je A, zato što na ovom mestu ima ivica ge može da se pojavi koncentracija napona, i zbog ove koncetracije javlja se lom lopatice. Analizom svih lopatica može se zapaziti da su kod lopatica širine do **150mm** maksimalni naponi **68** i **87 MPa**. Oni su u

dozvojenim rasponu za navedeni materijal. Preko širine lopatica **212mm** rezultati su veći od **162 MPa**, koji indukuju postavljanja prstena za ojačavanje. Za dimenzije **180mm** najveći naponi su oko **116 i 119 MPa**, koji ne indukuju zavarivanje prstena, ali u predstavljenom automatskom sistemu su postavljeni.



Slika 5: Naponi u lopaticama ($D=600\text{mm}$ i $B=300$)

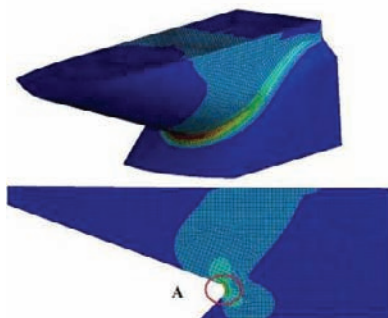
4.4. Analiza segmenta zavarenog slojja

U predhodnom poglavlju rada su prikazani metod i rešenje analize opterećenja cetrifugalnih sila, ali na rezultate su jako uticali metod diskretizacije i oblik i veličina konačnog elementa. Što je više elementata i bolje diskretizovana stuktura, to su rešenja tačnija. To teško može da se uradi ako je model kompleksan i velik. U ovakvim analizama je dobro da se nađe kritično mesto i posle toga napravi druga analiza sa detaljima.

Za to postoji takozvani "Submodeling", kada se odseca jedan segment celog sklopa ili modela, i on se diskretizuje na određen način. Taj segment treba da se odseče i podeli na određen način, da bude lakše postavljanje metode diskretizacije u toku procesa. Opterećenja i ograničenja ne treba poračunati, može da se uzme od prethodne analize (analiza celog modela).

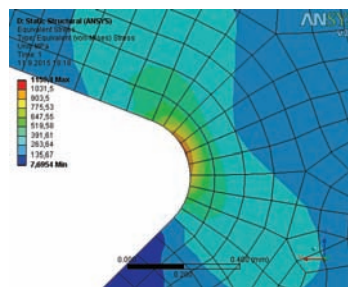
Kao primer je uzet isti model kao kod predhodne analize, samo je u Workbench-u napravljen segment pomoću funkcije za modeliranje. Ovaj segment je napravljen na mestu gde su se pojavili najveći naponi u predhodnoj analizi, da bi sagledao detaljni redosleda napona u zavarenom sloju.

Na slici 6 prikazan je rezultat i na njemu se dobro vidi koncentracija napona na određenim mestima, dok je na slici 7 prikazano kako se javlja napon na ivicama.



Slika 6: Ceo segment (gore) i presek (dole)

Dobijani rezultati su veći nego što sto je dobijeno globalnom analizom zbog povećanja broja elemenata i metode diskretizacije, ali na ovoj slici se može videti detaljno kako se javljaju naponi i kako su raspoređeni na površini i ivici. Posle ove analize dobijeni su slični rezultati kao što se javljaju u praksi.



Slika 7: Detalj - A

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je razvijen sistem baziran na teorijskom rešenju (zbog ograničenih konkretnih podataka), za projektovanje ventilatora elektromotora zavarene konstrukcije. Posle prikupljanja više podataka iz ove oblasti može se razvijeno rešenje lako dograditi i može se proširiti na druge ventilatore i poklopce ventilatora.

U drugom delu rada su prikazani metod i neka rešenja za analizu statičkog ponašanja primenom metoda konačnih elemenata. Rezultati su pokazali tačan efekat prstena za ojačavanje na ventilatorima, i da je vidljivo smanjuju napone od 30% do 70%. To je posebno značajno kod najvećih ventilatora, sa 330 MPa sanjuje se napon na 98 MPa. Ovaj način je najjednostaviji za izradu i ima najveći efekat na ponašanje ventilatore. Postoje i druga moguća rešenja, ali ovaj tip ventilatora je najlakši za proizvodnju u kompaniji "ATB Sever" iz Subotice.

6. LITERATURA

- [1] Electric motor, Wikipedia, 2015. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor
- [2] Electrical Engineering Portal, Cooling and Ventilation of Electric Motors (IC), 2015, URL: <http://electrical-engineering-portal.com/cooling-and-ventilation-of-electric-motors-ic>
- [3] Gruber, J.: Ventilátorok. 2. javított kiadás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.

Kratka biografija:



Vilmoš Hajagoš rođen je u Senti 1990. god. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2014. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodno mašinstvo – Računarom podržane tehnologije odbranio je septembra 2015.god.



Milan Zeljković, dipl. mašinski inženjer doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1996. god. U zvanje redovni profesor je izabran 2007.godine. Naučna oblast proizvodno mašinstvo, a uža naučna oblast mašine alatke, fleksibilni tehnološki sistemi i automatizacija postupaka projektovanja.

UNAPREĐENJE PRORAČUNA GLAVNOG NOSAČA MOSNE DIZALICE

UPGRADING THE CALCULATION FOR MAIN GIRDER OF OVERHEAD BRIDGE CRANE

Armin Berecki, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Kroz ovaj rad predstavljeno je rešenje konstrukcije glavnog nosača dvogredne mosne dizalice, kao i proračun glavnog nosača po standardima JUS i SRPS. U uvodnom delu izložen je kratak pregled uobičajnih formi i načina izvođenja noseće konstrukcije mosne dizalice sa odgovarajućim napomenama. Prikazano je i izabrano rešenje kutijaste zavarene noseće konstrukcije, sa šinama staze kolica na gornjim pojasnim limovima, nad unutrašnjim bočnim limovima. Osim glavnog nosača, prikazan je i proračun vijčane veze prema SRPS U.E7.140. Nakon proračuna napona u nosaču, dati su i dijagrami napona u poprečnom preseku glavnog nosača.

Abstract – Through this paper its given solution to modeling main girder of double girder overhead bridge crane, as well as the calculation of main girder by norms: JUS and SRPS. The introductory section gives a brief overview of the usual forms and solutions of main girder with appropriate comments. Through the paper its shown geometric solution of close-box welded cross section of main girder with mounting rail trolley tracks on the upper flange, over the internal side web. Apart from the main girder, its also shown the calculation of bolts, by folowing norm: SRPS U.E7.140. After the calculation of stress in the girder, it has been given the stress diagrams on the cross section of the main girder.

Ključne reči: Mosne dizalice, Noseća konstrukcija, Dokaz čvrstoće, Dokaz elastične stabilnosti

1. UVOD

Osnovni zadatak ovog rada je da se prikaže izabrano rešenje kutijaste zavarene noseće konstrukcije mosne dizalice, za zadate vrednosti nosivosti dizalice, raspona staze dizalice, brzine dizanja itd.

Rad, osim izabranog rešenja noseće konstrukcije, sadrži i dokaze čvrstoće i elastične stabilnosti, proračun vijčanih veza, kratku simulaciju metodom konačnih elemenata i tehničku dokumentaciju.

Mosne dizalice koriste se pri manipulaciji najrazličitijim vrstama tereta u proizvodnim halama, radionicama, skladišnim prostorima, energetskim objektima, valjaonicama, livnicama, kod obavljanja tehnoloških procesa, montaže ili demontaže opreme i sl.

Dvogredna mosna dizalica sadrži dva glavna nosača po kojima se kreću kolica sa teretom. Nesimetričnost

opterećenja u odnosu na glavne ose inercije zahteva nesimetričnu konstrukciju glavnog nosača i samim tim komplikovaniji proračun.

Dvogredne mosne dizalice imaju, bez premca, najveću nosivost za sopstvenu težinu. Geometrijske karakteristike ove dizalice omogućavaju veće visine dizanja, zato što se kolica kreću po gornjim pojasnim limovima glavnih nosača i što se zahvatno sredstvo pozicionira između njih.

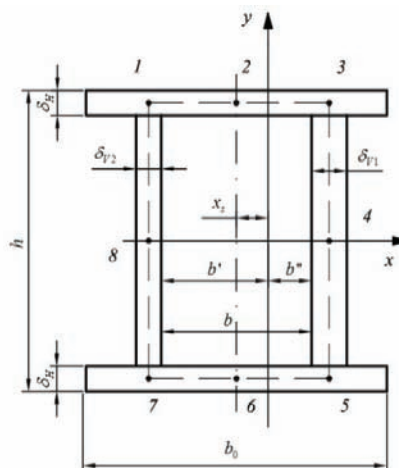
Šine po kojima se kreće most, kod zatvorenih objekata oslanjaju se na građevinsku konstrukciju objekta, a pri radu na otvorenom staza se izvodi kao posebna konstrukcija od armiranog betona ili čelika. Dimenzije glavnog nosača su usvojene u odnosu na preporuke i kraći prethodni proračun. Nakon toga proverene su vrednosti napona koje su poredene sa dozvoljenim naponima po standardima.

2. PRORAČUN GLAVNOG NOSAČA

Proračun glavnog nosača sastoji se iz nekoliko delova: određivanje geometrijskih karakteristika metodom proračuna za tankozidne profile, usvajanje koeficijenata po standardima, određivanje vrsta naprezanja i vrednosti napona [1].

2.1. Određivanje geometrijskih karakteristika

Određivanje geometrijskih karakteristika poprečnog preseka izvršeno je metodom proračuna zatvorenih tankozidnih profila [2]. Ovaj metod pokazao se prilično tačan kada su limovi profila mnogo tanji od visine i širine poprečnog preseka. Na poprečnom preseku se usvajaju tačke koje formiraju neutralnu liniju, a zbog nesimetričnosti poprečnog preseka, prvo je određen položaj težišta, slika 1.



Slika 1. Položaj srednje linije i položaj težišta poprečnog preseka glavnog nosača

NAPOMENA:

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

Nakon toga izvršeno je određivanje aksijalnih momenata inercije za horizontalnu i vertikalnu težišnu osu. Dati su proračuni otpornih momenata i statičkih momenata površine.

2.2. Usvajanje korekcionih faktora

Vrednosti koeficijenata usvojene su po standardima JUS M.D1.050, SRPS EN 13001 i SRPS EN 15011, gde se isti usvajaju u zavisnosti od dinamičkog opterećenja, radnih uslova dizalice, bezbednosnih mera itd.

Standard JUS M.D1.050 propisuje dva važna koeficijenta: dinamički koeficijent i koeficijent pogonske klase.

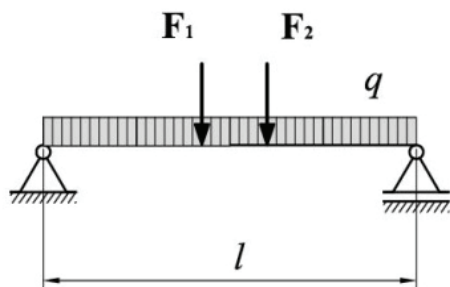
Standard SRPS EN 13001 je evropski standard koji propisuje više klasa opterećenja, različite klase dizalice i različite klase dizanja. Standard daje i dva načina za sprovođenje proračuna, a propisuje pet različitih koeficijenata sa kojima se koriguju opterećenja u zavisnosti od uslova rada, kao i parcijalne i globalne faktore sigurnosti.

Standard SRPS EN 13001 specificira opšte uslove, zahteve i metode sprečavanja mehaničkih opasnosti kod dizalice, konstrukcijom ili teorijskom proverom. Proračunom se dokazuje da je dizalica, uzimajući uslove rada dogovorene između korisnika, konstruktora i proizvođača, kao i stanja za vreme montaže i transporta, konstruisana u skladu sa zahtevima bezbednosti.

Standard SRPS EN 15011, koji se odnosi na mosne i portalne dizalice, je evropski standard, koji preciznije definiše kako konstruktivne, tako i bezbednosne zahteve i mere zaštite za ovu vrstu dizalica. Sem osnovnih koeficijenata koji se pozivaju na SRPS EN 13001, ovaj standard propisuje i koeficijente rizika i faktore opterećenja.

2.3. Vrste naprezanja i proračun napona

Jako je važno za sam proračun da se prepoznaju opterećenja u glavnom nosaču, koja su izazvana: samom težinom glavnog nosača, težinom šine po kojoj se kreću kolica, težinom samih kolica i težinom tereta. Ako je prikazan glavni nosač kao model proste grede (slika 2),

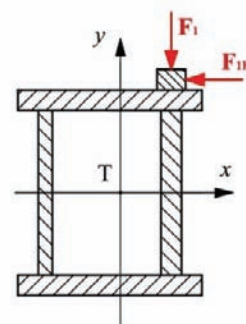


Slika 2. Model glavnog nosača u obliku proste grede

i njegov poprečni presek zajedno sa opterećenjima (slika 3), može se uočiti nekoliko vrsta naprezanja.

Dakle, vidimo da postoji savijanje silama u vertikalnoj ravni, koje je ujedno i najveće opterećenje. Zbog ne simetričnosti opterećenja od sile F_1 koja je sila pritiska od točka kolica, dolazi do torzije preseka i smicanja.

Usled sile F_{1H} koja uglavnom potiče od inercijalne sile i pojavljuje se tokom kretanja dizalice, javlja se savijanje u horizontalnoj ravni i torzija preseka.



Slika 3. Poprečni presek glavnog nosača sa prikazanim vertikalnom silom usled težine tereta i kolica i horizontalnom silom usled inercijalnog kretanja

Usled nesimetričnosti opterećenja, koje se javlja zbog položaja šine kolica koja se nalazi iznad bočnog nosača, javljaju se i ozbiljna uvijanja glavnog nosača. Proračun na uvijanje izveden je prema modelu štapa uklještenog na krajevima. Dakle, pretpostavljeno je da se točak dizalice ne odiže od šine ni u jednom momentu.

Tangencijalni napon u nosaču usled uvijanja računati su po teorijskom proračunu uvijanja zatvorenih tankozidnih profila. Pretpostavka je da se poprečni presek slobodno deformiše, ali ne u svojoj ravni, zapravo, oblik poprečnog preseka ostaje nepromenjen.

Tangencijalni naponi prouzrokovani savijanjem silama i uvijanjem se nalaze u istoj ravni pa su sabirani, odn. oduzimani, naravno, posmatran je nepovoljniji slučaj.

Osim navedenih vrsta naprezanja, javlja se i napon ispod točka kolica koji je lokalnog karaktera. Na kraju računaju se uporedni naponi sa kojima se dokazuje nosivost konstrukcije. Uporedni naponi se dobijaju iz jednačine (1) kao:

$$\sigma_{up} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3 \cdot \tau_{xy}^2}. \quad (1)$$

Vrednosti σ_x , σ_y , τ_{xy} su vrednosti normalnih i tangencijalnih napona u određenom poprečnom preseku sa određenim pravcima. U radu su računati najnepovoljniji slučajevi opterećenja sa maksimalnom dozvoljenom težinom tereta, u najnepovoljnijem položaju.

Spajanje limova noseće konstrukcije dizalice vrši se zavarivanjem. Dokaz statičke čvrstoće šavova izveden je za najnepovoljnije opterećeni sučeoni šav i ugaoni šav, preko napona u šavovima. Limovi na bočnim stranama, kao i gornji i donji pojasni limovi se nastavljaju sučeonim šavovima. Spajanje bočnih limova sa donjim i gornjim pojasnim limom vrši se pomoću ugaonih šavova sa ili bez provarenog korena.

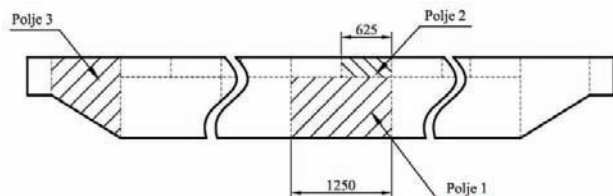
Nakon određivanja svih napona, na poprečnom preseku glavnog nosača pokazani su normalni i tangencijalni naponi u vertikalnoj ravni. Dijagrami napona nacrtani su na osnovu dobijenih vrednosti napona u karakterističnim tačkama nosača [3].

3. DOKAZ ELASTIČNE STABILNOSTI

Elastična stabilnost glavnog nosača proverava se proračunima na izbočavanje bočnih i pojasnih limova, kao i dokazom sprečenog bočnog izvijanja.

Pretpostavke koje su neophodne za sprovođenje proračuna su da je lim idealno ravan i slobodno oslonjen duž ivica, kao i da su opterećenja idealno centrična.

Da bi se izbočavanje nosača smanjilo, u unutrašnjosti kutijastog profila se postavljaju uzdužna i poprečna rebra (dijafragme), slika 4. Prvo se usvaja broj poprečnih rebra, koji se određuje u odnosu na razmak između poprečnih rebra. Ove vrednosti usvajaju se prema preporučenim vrednostima, datim u standardu SRPS U.E7.121.



Slika 4. Raspored polja za koje će se sprovesti proračun

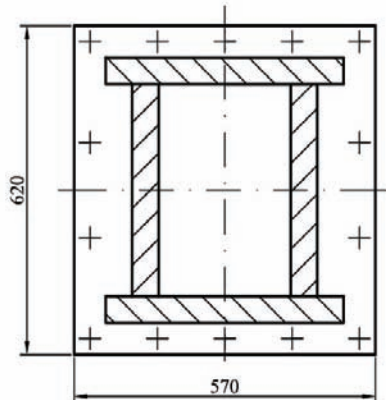
Postupak dokazivanja elastične stabilnosti vrši se za svako polje posebno, i izvodi se za 3 različita polja: Polje 1 je veliko polje između poprečnih ukrućenja (visokih dijafragmi) i uzdužnog ukrućenja na sredini nosača, Polje 2 je malo polje između kratke dijafragme, visoke dijafragme, uzdužnog ukrućenja i gornjeg pojasnog lima, dok je Polje 3 veliko polje na samom kraju glavnog nosača, u kojoj se proveravaju tangencijalni naponi, jer imaju veće vrednosti na krajevima nosača.

Pored dokaza sprečenog izbočavanja, u radu je proračunat i dokaz sprečenog bočnog izvijanja. Proračuni su sprovedeni po standardu SRPS U.E7.101.

4. PRORAČUN VIJAKA I ČEONE PLOČE

Proračun vijaka i spojeva sproveden je po standardu SRPS U.E7.140, koji se odnosi na vijke visoke klase čvrstoće, koji se koriste na nosećim čeličnim konstrukcijama.

Prethodnim proračunom [4], usvojeni su vijci metričkog navoja veličine M20. Broj vijaka kojim se jedna čeona ploča glavnog nosača vezuje sa bočnim nosačem je 14, raspoređenih u obliku pravougaonika, jednako udaljenih od ivica nosača slika 5. Usvojena klasa čvrstoće vijaka je 10.9 sa naznačenom zateznom čvrstoćom.



Slika 5. Raspored zavrtnjeva na čeonoj ploči

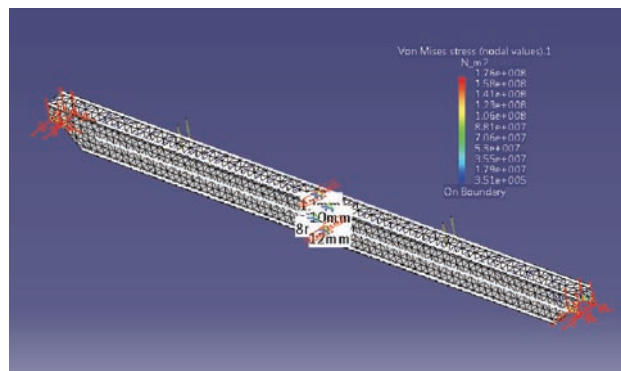
Nakon dimenzionisanja vijaka, u standardu je dat i način dimenzionisanja čeone ploče, koje se vrši ograničavanjem maksimalne sile zatezanja u najopterećenijem vijku.

Na kraju prikazan je i dokaz čvrstoće šavova kojima se vezuje čeona ploča za ostatak glavnog nosača, kao i dimenzionisanje iste.

Izvršeno je i dimenzionisanje bočnog lima u bočnim nosačima mosta dizalice.

5. KRATKA PROVERA NAPONSKOG STANJA NOSAČA METODOM KONAČNIH ELEMENATA

U programskom paketu CATIA V5R20 modeliran je glavni nosač mosne dizalice kao tankozidni kutijasti profil. Metodom 2D-konačnih elemenata formirana je mreža. Zadana su ograničenja i opterećenja, nakon čega je izvršena simulacija, slika 6.



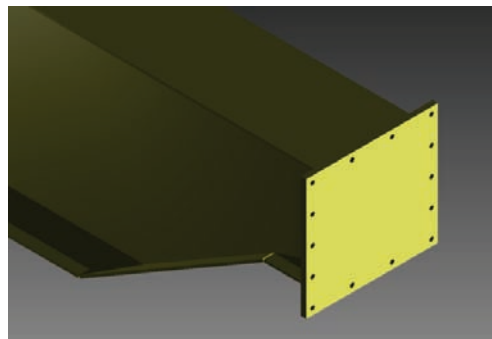
Slika 6. Model glavnog nosača u programskom paketu CATIA

Poređenjem rezultata vrednosti napona dobijenih metodom konačnih elemenata i po standardu JUS M.D1.050, ustanovljeno je da su odstupanja manja od 10%.

6. ZAKLJUČAK

Na kraju proračuna glavnog nosača sa propratnim delovima i elementima, prikazana je tehnička dokumentacija, koja se sastoji iz sklopnog crteža sa opisom zavera, i radioničkih crteža delova konstrukcije. Izrada tehničke dokumentacije rađena je po ugledu na [5].

Trodimenzijski model glavnog nosača sa čeonim pločama modeliran je u programskom paketu Autodesk Inventor 2014, slika 7.



Slika 7. Čeona ploča na kraju glavnog nosača, 3D model

Metoda dozvoljenog napona je još uvek zastupljena metoda za dokaz čvrstoće mašinskih konstrukcija. Ova metoda se koristi i za dokaz zamorne čvrstoće materijala, koja u ovom radu nije prikazana.

Noviji standardi propisuju i novije metode proračuna, npr. metoda graničnog stanja, gde se smatra da zavisnost opterećenja konstrukcije nije u linearnoj zavisnosti sa naponskim stanjima u istoj, što zahteva složeniji proračun. Trenutno, najzastupljeniji evropski standard je tzv. Evrokod (Eurocode, kao deo sistema EN standarda) koji postepeno zamenjuje stare standarde.

Prepoznavanje rasporeda napona, kao i proračun njihovih vrednosti u nesimetričnoj konstrukciji, glavni su deo ovog rada i smatraju se inženjerskim pristupom rešavanju problema. Veliki deo samog pristupa je oslonjen na teorijske osnove otpornosti materijala.

Unapređenje proračuna ogleda se njegovoj primenljivosti na nesimetrične poprečne preseke tankozidnih kutijastih nosača, što se praktično ne sreće u literaturi.

Dalji razvoj procedura dokazivanja čvrstoće konstrukcija kreće se ka numeričkim metodama proračuna korišćenjem računara, koji se moraju koristiti uz veliki oprez i porediti sa teorijskim, odnosno eksperimentalnim rezultatima.

7. LITERATURA

- [1] R. Šostakov, “*Dizalice*“ (autorizovana skripta), Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011.
- [2] A. Zelić, “*Određivanje tangencijalnih napona i centra smicanja na primeru kutijastog nosača mosne dizalice*”, Seminarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014.

- [3] V. Šimić, “*Otpornost materijala II*”, Školska knjiga d.d., Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2002.
- [4] V. Miltenović, “*Mašinski elementi*”, Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Niš, 2009.
- [5] Z. Milivojević, M. Rackov, S. Kuzmanović, I. Knežević, “*Izrada konstrukcione dokumentacije*”, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2015.

Kratka biografija:

Armin Berecki rođen je u Zrenjaninu 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva odbranio je 2015.god.

MODULARNA NAGIBNA PLATFORMA ZA ISTOVAR ŽITARICA MODULAR UNLOADING TRUCK TILTER TIPPER FOR GRAIN

Danijel Ludoški, Savo Bojić; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj: U radu je predstavljeno idejno rešenje nagibne platforme za istovar žitarica. Unapređenje postojećih rešenja je neophodno zbog sve većih zahteva tržišta, brzine završetka radova, ali, i kao najbitnije za krajnjeg korisnika, niža cena uz visoku pouzdanost mašina. Tehničko rešenje teži unifikaciji elemenata i mogućnosti modularne gradnje. Rezultati kojiće biti komentarisani u radu su preuzeti iz diplomskog i master rada autora.

Ključne reči: Platforma, istovar

Abstract: The work represents preliminary design of the modular tilting platform for unloading of grain. Improvement of the existing solutions is necessary due to the increasing market demands, the speed of completion, as well as the most important for the end user, lower price with high reliability machine. The technical solution tends to the unification of elements and features modular construction. The results that will be commented in this paper are taken from the graduate and master thesis of the author.

Keywords: Tilting platform, unloading

1. UVOD

Nagibna platforma za istovar se koristi u industriji gde se traži što brži istovar rasutog materijala. Najveću primenu nalaze u prehrambenoj industriji za istovar semena žitarica i industrijskog bilja iz teretnih motornih vozila.

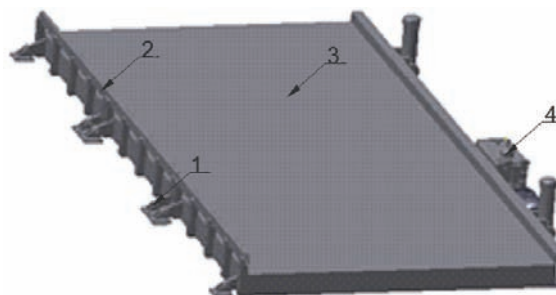
S obzirom da se u zemljama kao što je Srbija tek pojavljuju relativno mala lična skladišta poljoprivrednih proizvoda, ovakav proizvod može naći svoje mesto na tržištu. U Vojvodini je česta pojava da se prvo grade silosi i prijemni koševi u koje se zrnasti proizvodi istovaraju sa traktorskih prikolica kipovanjem ili ručno, a tek kada se kapacitet prijema robe poveća se dodatno ugrađuju platforme za istovar. Najveći problem koji se pojavljuje pri ovakvom načinu gradnje su radovi na iskopavanju kanala za smeštaj hidrauličnog sistema i građevinski radovi koji to prate.

Kapacitet ovakvih istovarnih sistema zavisi od: organizacije rada, transportnog sistema koji prihvata istovareni materijal, veličine vozila koja dovoze materijal itd. U praksi ostvareni kapacitet je oko 100 t/h istovarenog materijala. Za ovakav kapacitet se zahteva izuzetno velika pouzdanost sistema i ne sme se dovoditi u pitanje. Gubici u slučaju havarije na sistemu znatno premašuju uloženi novac za povećanje pouzdanosti.

NAPOMENA:

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

Platforma se sastoji od rešetkaste metalne konstrukcije pokrivene rebrastim limom, ograde za prihvatanje bočne sile usled klizanja pneumatika vozila po gazećoj površini usled njnog naginjanja, hidrauličnog sistema za podizanje i upravljačkog modula, kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Model nagibne platforme
1. Zglob, 2. Ograda, 3. Metalna konstrukcija,
4. Hidraulični sistem

2. IZBOR ZGLOBA MODULARNE ISTOVARNE PLATFORME ZA ISTOVAR ŽITARICA IZ TERETNIH VOZILA

2.1. Karakteristike materijala

Za zglobove je odabrana osovina sa tačnim naleganjem. Konstrukcija uški je takva da osovina bude dvosečna (dve smičuće ravni). Podaci za dozvoljene napone u materijalu S275JR su usvojeni iz Evrokoda, i prema njemu će biti vršen proračun.

Najveći tangencijalni napon

$$\tau = 190 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

Najveći normalni napon

$$\sigma = 275 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

Najveći dopušteni tangencijalni napon je:

$$\tau_{dop} = \frac{\tau}{S_{\tau}} = \frac{190}{5} = 38 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

Gde je $S_{\tau}=5$ i predstavlja stepen sigurnosti za smicanje

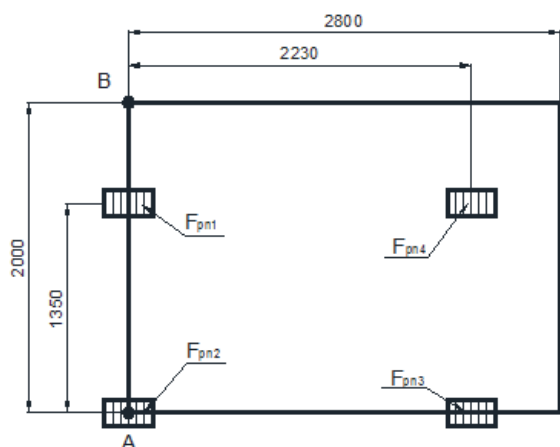
Najveći dopušteni normalni napon je:

$$\sigma_{dop} = \frac{\sigma}{S_{\sigma}} = \frac{275}{5} = 55 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

Gde je $S_{\sigma}=5$ i predstavlja stepen sigurnosti za površinski pritisak

2.2. Raspored opterećenja

Posmatraće se slučaj kada je najopterećeniji zglob „A“ sa slike 2. Na platformi se mogu naći dve osovine zbog njenih dimenzija. U ovom slučaju je jedna osovina vozila na samom poprečnom nosaču, a da je on na kraju sklopa platforme.



Slika 2. Raspored opterećenja segmenta platforme

Uz pretpostavke da je prenošenje opterećenja od naspamnih točkova samo glavnim poprečnim nosačima, odnosno po konturi koja je prikazana na slici 2, opterećenje u tački „A“ sa prethodne slike je:

$$F_A = F_{pn2} + F_{pn1} \cdot \frac{l_l - l_o}{l_l} + \left(F_{pn3} + F_{pn4} \cdot \frac{l_l - l_o}{l_l} \right) \cdot \frac{l_b - l_{bt}}{l_b}$$

Kako su sva opterećenja jednaka, prethodna jednačina se svodi na:

$$\begin{aligned} F_A &= F_{pn} \cdot \left(1 + \frac{l_l - l_o}{l_l} \right) + \left(F_{pn} \cdot \left(1 + \frac{l_l - l_o}{l_b} \right) \right) \cdot \frac{l_b - l_{bt}}{l_l} \\ &= F_{pn} \cdot \left(1 + \frac{l_l - l_o}{l_l} \right) \cdot \left(1 + \frac{l_b - l_{bt}}{l_b} \right) \\ F_A &= 49,05 \cdot \left(1 + \frac{2000 - 1350}{2000} \right) \cdot \left(1 + \frac{2800 - 2230}{2800} \right) \\ &= 78,22 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

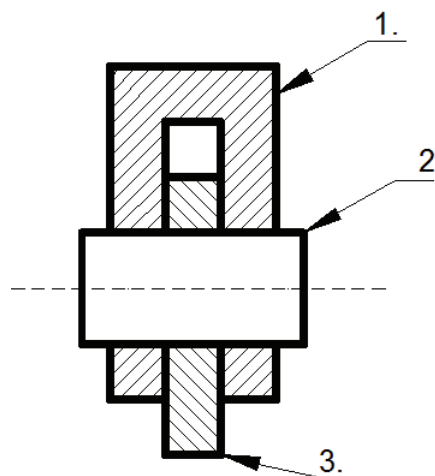
gde su:

- $F_{pn}=49,05$ [kN] – opterećenje jednim točkom
- $l_l=2000$ [mm] – dužina segmenta platforme
- $l_o=1350$ [mm] – međuosovinsko rastojanje
- $l_b=2800$ [mm] – širina platforme
- $l_{bt}=2230$ [mm] – širina između točkova kamiona

2.3. Osovinica za platformu

Najveća sila koja se pojavljuje u zglobojnoj vezi platforme i betonske osnove je za slučaj kada platforma nema oslonac na betoniranoj podlozi (moment kada deluju hidro-cilindri i platforma se odvaja od podloge). Za taj slučaj opterećenja se traži potreban prečnik osovinice.

Na osnovu prethodno izračunate sile koja iznosi 78,22 kN i dozvoljenih napona za usvojeni materijal se prema slici 3 izračunavaju minimalno potrebne vrednosti.



Slika 3. Elementi uške platforme

1. Nepokretna uška, 2. Osovinica, 3. Pokretna uška

Potrebna površina poprečnog preseka osovinice je:

$$A_{min} = \frac{F_A}{n \cdot \tau_{dop}} = \frac{78,22 \cdot 1000}{2 \cdot 38} = 1029,21 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Gde su:

- $F_A=78,22$ [kN] – najveće opterećenje osovinice
- $n=2$ – broj ravni presecanja osovinice
- $\tau_{dop}=38$ [N/mm²] – dopušteni tangencijalni napon

Prečnik osovinice je:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{min}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1029,21}{\pi}} = 36,2 \text{ [mm]}$$

- $A_{min}=1029,21$ [mm²] – minimalno potrebna površina preseka osovinice

Usvojen prečnik osovinice je $d=40$ mm.

2.4. Uške na platformi

Potrebna površina naleganja je

$$A_{min} = \frac{F_A}{\sigma_{dop}} = \frac{78,22 \cdot 1000}{55} = 1422,18 \text{ [mm}^2\text{]}$$

- $F_A=78,22$ [kN] – najveće opterećenje osovinice
- $\sigma_{dop}=55$ [N/mm²] – dopušteni normalni napon

Najmanja debljina ploče uške je

$$t_{min} = \frac{A_{min}}{d} = \frac{1422,18}{40} = 35,56 \text{ [mm]}$$

- $A_{min}=1029,21$ [mm²] – minimalno potrebna površina preseka osovinice
- $n=2$ – broj uški na koje naleže osovina
- $d=40$ [mm] – prečnik osovinice

Za pokretnu ušku usvojena je debljina $t_p=40$ mm.

2.5. Kontrola preseka osovinice

Površina osovinice koja naleže na srednju, pokretnu ušku je:

$$A = t_p \cdot d = 40 \cdot 40 = 1600 \text{ [mm}^2\text{]}$$

- $t_p=40$ [mm] – debljina ploče za pokretnu ušku
- $d=40$ [mm] – prečnik osovinice

Površinski pritisak je

$$\sigma = \frac{F_A}{A} = \frac{78,22 \cdot 1000}{1600} = 48,89 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

$$\sigma = 48,89 \left[\frac{N}{mm^2} \right] < \sigma_{dop} = 55 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

- $F_A=78,22$ [kN] – najveća vrednost sile koja deluje na osovinicu
- $A=1600$ [mm²] – površina osovinice izložena pritisku

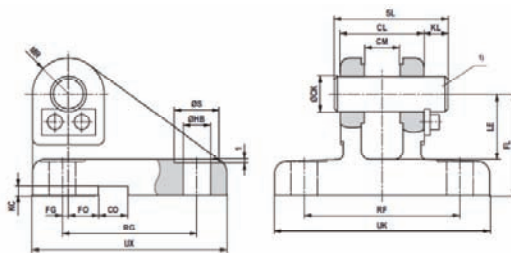
Normalni napon zadovoljava uslove.

2.5. Uške za pričvršćenje platforme za podlogu

Uške se usvajaju kao gotov element. Ovakav način korišćenja mašinskih elemenata znatno smanjuje cenu. Za samostalnu proizvodnju uški su potrebni dodatni radnici, mašine, pojavljuje se otpad materijala, dodatno vreme...

Uške na koje se vezuje platforma i fundament su proizvođača „Bosch Rexroth“ i izabrane su prema nosivosti i prečniku osovinice.

Usvojene uške su prikazane na slici 4. Oznake CLCA 40, sledećih ugradnih mera:



Slika 4. Dimenzije nepokretne uške platforme

Tabela 2. Dimenzije nepokretne uške „Bosch Rexroth“, Nemačka

Tip	Nazivna sila [kN]	ØCK [mm] H9	CL [mm] h16	CM [mm] A12	CO [mm] N9	FG [mm] js14	FL [mm] js12	FO [mm] js14	ØHB [mm] H13	KC +0,3
CLCA 40	80	40	90	40	36	17,5	76	6	22	8,4
	KL [mm]	LE [mm] min.	MR [mm] max.	RF [mm] js14	RG [mm] js14	ØS [mm]	SL [mm]	UK [mm] max.	UX [mm] max.	Masa [kg]
	16	52	40	140	125	33	110	185	170	8,5

3. ZAKLJUČAK

Problemi koji su najznačajniji za istovarni sistem su:

- zahtev za izgradnjom kanala
- mobilnost platforme
- da se može staviti na bilo koju ravnu podlogu
- transport segmenata prevoznim sredstvom
- modularna konstrukcija koja može da se naknadno produžava
- jednostavna proizvodnja (segmenti jednostavni za manipulisanje tokom proizvodnje)
- brza montaža i postavljanje kao i vreme isporuke platforme kod kupca
- prilikom modularne nadogradnje nije neophodno prepravljati hidraulični sistem
- prihvatljiva cena

Ovakvim novim konceptom platforme su rešeni gotovi svi nedostaci. Mobilnost je ograničena potrebom da se rastave zavrtanjske veze sa podlogom, a za dalji transport i veze segmenata. Prihvatljivost cene je uvek subjektivna procena. Ako se uzme u obzir način sklapanja klasične platforme, radni sati kvalifikovanih radnika na terenu i novca za pripremu mesta ugradnje su svedeni na najmanju moguću vrednost.

Prednost u odnosu na dosadašnja rešenja je u mogućnosti širokog odabira potrebnih dimenzija, naknadnog povećanja dužine, jednostavnog servisa svih pokretnih delova jer se nalaze na lako dostupnom mestu itd.

4. LITERATURA

- [1] Androić B, Dujmović D, Džeba I. 2009. Metalne konstrukcije 1.: Stručna knjižara, Zagreb, Hrvatska.
- [2] Miltenović V. 2009. Mašinski elementi.: Mašinski Fakultet, Niš.
- [3] Miltenović, V. 2009. Mašinski elementi, tabele i dijagrami.: Mašinski fakultet, Niš.
- [4] Rašković D. 1980. Otpornost materijala.: Naučna knjiga, Beograd.
- [5] Vladić J. 1991. Mehanizacija pretovara II.: Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad.
- [6] Anonim. 2009. EN1993-1-3:2006 – Evrokod. Deo 3: Proračun čeličnih konstrukcija. Građevinski fakultet, Beograd.

Kratka biografija:

Danijel Ludoški rođen je u Zrenjaninu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti mašinstva – Mašinske konstrukcije, transportni sistemi i logistika odbranio je 2015.god.

XMPP PROTOKOL SA JINGLE EKSTENZIJOM**XMPP PROTOCOL WITH JINGLE EXTENSION**Milan Mudrinić, Dejan Nemec, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisane su osnove i metode funkcionisanja XMPP protokola, kao fleksibilnog protokola za komunikaciju između dva ili više entiteta, kojem se lako dodaju nove funkcionalnosti. Kao jedan primjer dodavanja funkcionalnosti, u radu je opisana Jingle ekstenzija, za uspostavljanje multimedijalnih sesija.

Abstract – In this paper fundamentals of XMPP protocol, as a flexible protocol for communication between two or more entities are described. New functionalities can be easily added. As one example of adding the functionality, Jingle extension for multimedia sessions is described.

Ključne reči: XMPP, flexible protocol, Jingle, multimedia sessions.

1. UVOD

Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP) je aplikacioni profil od Extensible Markup Language (XML) koji omogućuje, gotovo u realnom vremenu, razmjenu strukturiranih ali i proširivih podataka između bilo koja dva ili više mrežnih entiteta. U radu će biti opisane temeljne metode XMPP protokola: podešavanje i dijeljenje XML protoka, kanali za šifrovanje, autentifikacija, rukovanje greškama, i komunikacione primitive za razmjenu poruka, dostupnost mreže (“prisutnost”) i interakcije zahtjev-odgovor.

Svrha XMPP jeste da omogući razmjenu relativno malih komada strukturiranih podataka (tzv. “XML strofa”) preko mreže između bilo koja dva (ili više) entiteta. XMPP je obično implementiran koristeći distribuiranu klijent-server arhitekturu, u kojem se klijent mora spojiti na server kako bi dobio pristup mreži i na taj način bi mu se omogućila razmjena XML strofa s drugim entitetima (koji mogu biti povezani sa drugim serverima).

U ovom radu pokazano je kako se klijenti povezuju sa serverima i određuje osnovne semantike XML strofe. Međutim, ovaj rad ne definiše “korisnost” XML strofe koja bi mogla biti razmijenjena kada se uspješno uspostavi veza.

Umjesto toga, ova korisnost je definisana u okviru različitih XMPP ekstenzija. U ovom radu biće prikazana upotreba jedne takve ekstenzije – Jingle, namjenjene osnovnom uspostavljanju i menadžmentu tačka-tačka medijske sesije (npr. video pozivi, slanje fajlova itd.) između dva XMPP entiteta.

NAPOMENA:

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

2. OSNOVI XMPP PROTOKOLA

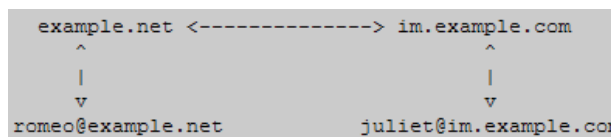
XMPP pruža tehnologiju za asinhronu, “sa kraja na kraj” razmjenu strukturiranih podataka putem direktnog i postojanog XML protoka između distribuirane mreže globalno adresabilnih klijenata i servera.

Iako je arhitektura XMPP slična sistemu e-pošte, ona uvodi nekoliko modifikacija kako bi olakšalo komunikaciju u skoro realnom vremenu.

Kao i kod e-pošte, XMPP koristi globalno jedinstvene adrese (na osnovu Domain Name System-a), kako bi se rutirale i dostavile poruke preko mreže. Svi XMPP entiteti su adresabilni na mreži, većinom klijenti i serveri, ali i razne dodatne usluge koje mogu koristiti klijenti i serveri.

U principu, server adrese su u obliku <domainpart> (npr. <im.example.com>), nalozi hostovani na serveru su u obliku <localpart@domainpart> (npr. <juliet@im.example.com>, nazivaju se i “goli JID”), a posebno povezani uređaj ili resurs koji je trenutno nadležan za interakciju sa nalogom je u obliku <localpart@domainpart/resourcepart> (npr. <juliet@im.example.com/balkon>, naziva se i “full JID”). Iz istorijskih razloga, XMPP adrese se često nazivaju Jabber ID ili JIDs.

U praksi, XMPP se sastoji od mreže klijenata i servera koji međusobno komuniciraju. Tako, na primjer, korisnik <juliet@im.example.com> povezana sa serverom <im.example.com> bi mogla razmjenjivati poruke, prisustvo i druge strukturirane podatke s korisnikom <romeo@example.net> povezanim sa serverom <example.net>. Ovaj obrazac je poznat iz protokola poruka koje koriste globalne adrese, kao što su e-mail mreže. Kao rezultat toga, komunikacije sa kraja na kraj u XMPP su logično peer-to-peer, ali fizički jesu klijent-server-server-klijent, kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Dijagram komunikacije u XMPP

Klijent je entitet koji uspostavlja XML protok ka serveru indentifikujući se pomoću akreditiva registrovanog računa (putem SASL pregovaranja) i onda izvršava rezervisanje resursa kako bi se omogućila isporuka XML strofe između servera i klijenta nad dogovorenim protokom. Klijent zatim koristi XMPP da komunicira sa svojim serverom, drugim klijentima, i bilo koji drugim entitetima na mreži, gdje je server odgovoran za isporuku strofe drugim povezanim klijentima na istom serveru ili ih usmjeravanja ka udaljenim serverima.

Višestruki klijenti mogu se istovremeno povezati na server u ime istog registrovanog računa, gdje se svaki klijent razlikuje po resourcepart delu XMPP adrese (npr. <juliet@im.example.com/balcony> vs <juliet@im.example.com/komore>).

Server je entitet čije su primarne odgovornosti:

- Upravljanje XML protokolom s povezanim klijentima i dostava XML strofe odgovarajućim klijentima preko dogovorenog protoka; to uključuje odgovornost za osiguravanje da se klijent indentifikuje serveru prije nego što mu se dozvoli pristup na XMPP mrežu.
- U skladu s lokalnom politikom komunikacija server-server, upravljanje XML protoka sa daljinskim serverima i put XML strofe onima serverima preko dogovorenih protoka.

3. XML PROTOCI

Dva fundamentalna koncepta omogućuju brzu, asinhronu razmjenu relativno malih strukturiranih informacija između XMPP entiteta: XML protoci i XML strofe. Ovi pojmovi su definisani u nastavku.

Definicija XML protoka:

XML protok je kontejner za razmjenu XML elemenata između bilo koja dva entiteta na mreži. Početak XML protoka je obilježen nedvosmislenim otvaranjem “zaglavlja protoka” (tj. XML <stream> taga s odgovarajućim atributima i deklaracijama u prostoru imena), dok je kraj XML protoka obilježen nedvosmisleno tagom zatvaranja XML </stream>. Tokom trajanja protoka, entitet koji ga je pokrenuo može poslati neograničen broj XML elemenata putem protoka, bilo elemenata koji se koriste za pregovaranje protoka (npr. za dovršetak pregovora TLS ili SASL pregovaranje) ili XML strofe. “Inicijalni protok” je zahtjevan s inicijalnog entiteta (obično klijenta ili servera) na prijemni entitet (obično server), a može se vidjeti kao odgovor na inicijalnu entitetsku “vezu sa” ili “sastanak s” prijemnim entitetom. Inicijalni protok omogućuje jednosmjernu komunikaciju iz inicijalnih entiteta na prijemni entitet. Kako bi se omogućila razmjena strofa od prijemnog entiteta na inicijalni entitet, prijemni entitet mora pregovarati protok u suprotnom smjeru (“odgovor protok”).

Definicija XML Strofa:

XML strofa je osnovna jedinica značenja u XMPP. Strofa je element prvog nivoa (na dubini = 1 protoka) čija su imena elemenata: “message”, “presence”, ili “IQ”, a čiji prostor imena je “Jabber: klijent” ili “Jabber: server”. Za razliku od toga, elementi prve razine kvalifikovani na bilo koji drugi prostor imena nije XML strofa (streaming greške, streaming osobine, TLS-vezani elementi, SASL-vezani elementi, itd.), niti je <message/>, <prisutnost /> ili <iq/> element koji je osposobljen od strane “Jabber klijenta:” ili “Jabber: server” prostora imena. XML strofa obično sadrži jedan ili više podelemenata koliko je potrebno kako bi se prenijele željene informacije, koje mogu zadovoljiti uvjete od strane bilo kog XML prostora imena.

Postoje tri vrste strofa: message, presence i IQ (kratica za “Info / Upit”). Ove vrste strofa osiguravaju tri različite komunikacijske primitive: “push” mehanizam za opšte poruke, specijalni “objavi-pretplati” mehanizam za emito-

vanje informacija o dostupnosti mreže, te “zahtjev-odgovor” mehanizam za više strukturirane razmjene podataka. Nakon povezivanja na odgovarajuću IP adresu i port koji prima entitet, inicijalni entitet otvara tok slanjem protok zaglavlja (“početni tok zaglavlja”) na prijemni entitet (Primjer 1).

```
I: <?xmlversion='1.0'?>
<stream:stream from='juliet@im.example.com'
to='im.example.com' version='1.0' xml:lang='en'
xmlns='jabber:client'
xmlns:stream='http://etherx.jabber.org/streams'>
```

Primjer 1. Zahtjev za otvaranje protoka

Prijemni entitet tada odgovara slanjem vlastitog zaglavlja protoka na početni entitet (Primjer 2).

```
R: <?xmlversion='1.0'?>
<stream:stream from='im.example.com'
id='++TR84Sm6A3hnt3Q065SnAbbk3Y='
to='juliet@im.example.com'
version='1.0' xml:lang='en' xmlns='jabber:client'
xmlns:stream='http://etherx.jabber.org/streams'>
```

Primjer 2. Odgovor na zahtjev za otvaranje protoka

Iz razloga što prijemni entitet djeluje kao vratar ka domenskim uslugama, nameću se određeni preduslovi za povezivanje kao klijent ili kao peer server. U najmanju ruku, inicijalni entitet mora se indentifikovati prijemnom entitetu prije nego što je dozvoljeno poslati strofe na prijemni entitet (za klijent-na-server protok to znači korištenje SASL). Međutim, prijemni entitet može postaviti obavezne uslove za pregovore, osim autentičnosti, kao što su šifriranje pomoću TLS. Prijemni entitet obavještava inicijalni entitet o takvim uslovima putem slanja “osobina protoka” – skupom određenih interaktivnih protokola koje inicijalni entitet mora dovršiti prije nego što će prijemni entitet prihvatiti XML strofe iz inicijalnog entiteta.

Postojanje uslova za povezivanje podrazumijeva da protoci treba da se pregovaraju. Redoslijed slojeva implicira da je pregovaranje protoka višefazni proces. Nadalje struktura nameće dva faktora:

1. data osobina protoka može biti data samo određenim entitetima ili tek nakon ispunjenosti drugih osobina i
2. osobine protoka mogu biti obavezne za pregovaranje ili dobrovoljne za pregovaranje.

Konačno, iz bezbjednosnih razloga, strane trebaju odbaciti znanje koje su stekli tokom pregovaračkog procesa. To se radi čišćenjem konteksta starog protoka i razmjenu novih zaglavlja protoka preko postojeće TCP veze.

Ako inicijalni entitet uključi u početni protok zaglavlje “version” atribut postavljen na vrijednost od najmanje “1.0”, nakon slanja odgovora prijemni entitet mora da pošalje zaglavlje sa <features/> podelementom na inicijalni entitet u cilju objavljivanja svih uslova za nastavak pregovaračkog procesa. Svaki uslov ima oblik podelementa <features/> elementa, obilježen je u prostoru imena koja se razlikuje od prostora imena protoka i prostora imena podataka. <features/> element može sadržavati jedan podelement, sadržavati više podelemenata, ili biti prazan (Primer 3).

Ako određena osobina protoka jeste ili može biti obavezna za pregovaranje, definicija ove osobine mora učiniti jedno od sljedećeg:

1. Izjavljuje da je osobina uvijek obavezna za pregovaranje; ili
2. Specifikuje način da prijemni entitet odredi osobinu kao obavezno za pregovore za tu interakciju.

```
R: <stream:features>
<starttls xmlns='urn:ietf:params:xml:ns:xmpp-tls'
    <required/>
</starttls>
</stream:features>
```

Primjer 3. Strofa sa <features> elementom

Prijemni entitet pokazuje na završetak pregovaračkog procesa slanjem na inicijalni entitet ili prazan <features/> element ili <features/> element koji sadrži samo osobine dobrovoljne-za-pregovore. Kada to učini, prijemni entitet može poslati prazan <features/> element, ali ne smije slati dodatne osobine protoka na prijemni entitet. Nakon što je pregovaranje protoka kompletno, inicijalnom entitetu je jasno da može poslati XML strofu preko protoka koliko god se protok održava na obje strane.

XML protok iz jednog entiteta u drugi može biti zatvoren u bilo koje vrijeme, bilo zbog specifične greške u protoku ili u nedostatku greške (npr. kada klijent jednostavno završava svoju sjednicu).

Protok je zatvoren slanjem zatvaranjem</ stream> taga.

Atributi protoka jesu:

- OD (from) atribut
- DO(to) atribut
- ID atribut
- “xml: lang” atribut
- “version” atribut

Kad se javi greška protoka, korijenski element protoka mora sadržavati <error/> podelement koji je definisan u prostoru imena protoka. Greška podelement mora biti poslana na odgovarajući entitet ako se vidi da je došlo do greške na razini protoka.

4. STARTTLS PREGOVARANJE

XMPP uključuje metodu za osiguranje od neovlaštenog posmatranja i prisluškivanja. Ova metoda kanalne enkripcije čini se uz korištenje Transport Layer Security (TLS) protokola, posebno u “STARTTLS” proširenju koji je napravljen po uzoru na slična proširenja za IMAP, POP3, i ACAP protokole. Naziv XML prostora imena za STARTTLS proširenje je “urn:ietf:params:xml:ns:xmpp-tls”.

Podrška za STARTTLS je obavezna u XMPP klijentskim i serverskim implementacijama (Primer 4).

Primjenjuju se sljedeća pravila:

1. Entiteti ne smiju slati bilo kakve daljnje XML podatke dok se TLS pregovor ne kompletira.
2. Kada se koristi bilo koji od obaveznih za implementaciju ciphersuites, prijemni entitet mora predočiti potvrdu.
3. Da bi međusobni certifikat za provjeru autentičnosti bio moguć, prijemni entitet treba poslati zahtjev za certifikat na početni entitet, te početni entitet treba poslati certifikat na prijemni entitet.
4. Prijemni entitet bi trebalo da odabere koji će certifikat predstaviti na temelju domainpart sadržanom u “DO” atributu zaglavlja početnog protoka.
5. Da bi se utvrdilo da li će TLS pregovaranje uspjeti, inicijalni entitet mora pokušati potvrditi certifikat

prijemnog entiteta u skladu s postupcima provjere valjanosti certifikata.

6. Ako inicijalni entitet predstavi certifikat, prijemni entitet mora pokušati potvrditi certifikat inicijalnog entiteta u skladu s postupcima provjere valjanosti certifikata.
7. Nakon uspješnog TLS pregovora, svi daljnji podaci dostavljeni od strane bilo koje stranke moraju biti zaštićeni s pregovaračkim algoritmima, ključevima, i tajnama.

```
R: <stream:features>
<starttls xmlns='urn:ietf:params:xml:ns:xmpp-tls'
    <required/>
</starttls>
</stream:features>
```

Primjer 4. Strofa za STARTTLS kao obavezno

TLS Neuspjeh

Ako TLS pregovor rezultira neuspjehom, prijemni entitet mora raskinuti TCP vezu.

Prijemni entiteti ne smiju slati zatvaranje </stream> tag prije dovršetka TCP veze (do neuspjeha je došlo na TLS sloja, a ne XMPP sloju).

TLS uspjeh

Ako je TLS pregovor uspješan, entiteti moraju postupiti na sljedeći način:

1. Inicijalni entitet mora odbaciti bilo kakve informacije koje se prenesene u slojevima iznad TCP od prijemnog entiteta prije nego je TLS stupio na snagu.
2. Prijemni entitet mora odbaciti bilo kakve informacije koje se prenose u slojevima iznad TCP dobijenim od inicijalnog entiteta prije nego je TLS stupio na snagu.
3. Inicijalni entitet mora poslati novo početno zaglavlje protoka na prijemni entitet u šifriranoj vezi.
4. Prijemni entitet mora odgovoriti s novim odgovorom zaglavlja protoka putem šifrirane veze (za koju se mora generisati novi ID protoka umjesto da se koristi stari ID protoka).
5. Prijemni entitet mora poslati osobine protoka na inicijalni entitet, koji ne smije uključivati STARTTLS osobinu, ali koji bi trebao uključivati SASL osobinu protoka.

5. SASL PREGOVARANJE

XMPP uključuje metodu za provjeru indentifikacije protoka pomoću XMPP specifični profilom Simple Authentication and Security Layer (SASL) protokolom. SASL omogućuje opštu metodu za dodavanje podrške provjere indentifikacije za protokole bazirane na vezama, a XMPP koristi XML prostor imena profila od SASL. Naziv XML prostor imena za SASL dodatak je “urn:ietf:params:xml:ns:xmpp-sasl”.

Podrška za SASL pregovaranje je obavezna u XMPP klijentskim i serverskim implementacijama.

Nakon SASL pregovora, strane moraju ponovno pokrenuti protok.

Sljedeća pravila oblikovanja podataka odnose se na SASL pregovore:

1. Tokom SASL pregovaranja, entiteti ne smiju poslati bilo koji razmak kao separator između XML elemenata (tj. od posljednjeg karaktera <auth/> elementa prve razine, do posljednjeg karaktera <success/> elementa prve razine). Ova zabrana

pomaže kako bi se osigurala pravilna preciznost bezbjednosnog sloja bajta.

2. Svi XML karakter podaci sadržani unutar XML elementa moraju biti kodirani pomoću BASE 64.
3. Kao što je službeno navedeno u XML shemi za "urn:ietf:params:xml:ns:xmpp-sasl" prostoru imena, prijemni entitet može uključivati jednu ili više program specifičnih podelemenata unutar <mechanisms/> elementa tako da pruži informacije koje bi mogle biti potrebne od strane inicijalnog entiteta kako bi dovršili uspješno SASL pregovaranje koristeći jedan ili više od ponuđenih mehanizama.

Identifikacioni identitet je opcioni identitet uključen od strane inicijalnog entiteta koji treba da djeluje kao određeni identitet. U klijent-na-server protoku, to će najvjerojatnije biti korišteno od strane administratora da obave neki zadatak upravljanja u ime drugog korisnika, dok će se u server-na-server protoku to najvjerojatnije koristiti za određivanje dodatnih servisa na XMPP servisu.

6. VEZIVANJE RESURSA

Nakon što se klijent autorizuje sa serverom, on mora vezati određene resurse za protok, tako da server može pravilno adresirati klijenta.

To jest, mora postojati XMPP resurs povezan s osnovnim JID (<localpart@domainpart>) klijenta, tako da je adresa za korištenje tokom tog protoka u formi punog JID <localpart@domainpart/resource> (uključujući resourcepart).

To osigurava da server može isporučiti i primati XML strofu od strane klijenta u odnosu na entitete različite od servera ili računa klijenta.

Podrška za vezivanje resursa je obavezna u XMPP klijentskim i serverskim implementacijama.

Nakon vezivanja resursa, strane ne smiju ponovno pokrenuti protok.

Nakon slanja novog odgovora zaglavlje protoka ka klijentu nakon uspješnog SASL pregovaranja, server MORA sadržavati <bind/> element kvalifikovan po "urn:ietf:params:xml:ns:xmpp-bind" prostoru imena u osobini protoka koje predstavlja klijentu.

Server NE SMIJE uključiti vezivanje resursa u osobinu protoka sve dok se klijent ne autentifikuje, obično pomoću uspješnog SASL pregovora.

7. JINGLE XMPP EKSTENZIJA

Svrha Jingle jeste omogućiti jedan-na-jedan, tačka-tačka medijske veze između XMPP entiteta, gdje se pregovaranje odvija preko XMPP signalizacije i mediji se razmjenjuju preko kanala podataka. Jingle je osmišljen na modularan način:

- Programeri mogu lako priključiti podršku za razne vrste aplikacija, kao što su glasovne i video chat, prijenos datoteka, dijeljenje aplikacija, zajedničko uređivanje, i siguran prijenos sa kraja na kraj XML protoka.
- Metode prenosa su također modularne, tako da Jingle implementacije može koristiti bilo koji odgovarajući datagram prenos kao što User Datagram Protocol (UDP), putem dogovora, itd.

- Ovaj modularni pristup također proširuje na bezbjednosne uslove koje treba ispuniti prije nego što se aplikacioni podaci razmjenjuju putem određenog prometa.

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisan je osnovni princip i način rada XMPP protokola iz kojeg se vidi da je sam protokol veoma jednostavan i obezbjeđuje na jednostavan način, putem xml strofa, uspostavljanje veze i skoro u realnom vremenu razmjenu podataka između dva ili više entiteta. Pri tome XMPP nije samo ograničen na razmjenu poruka između dvije ili više osoba u chat aplikacijama, već entiteti mogu biti i neki procesi ili aplikacije (npr. senzori koji šalju podatke).

Zahvaljujući svoj fleksibilnosti i proširivosti, koja je prikazana putem Jingle proširenja, ovaj protokol postaje sve popularniji za upotrebu.

Kao što se vidi na upotrebi Jingle protokola, Jingle samo dodaje svoje osobine i ponašanje na već postojeće presence, IQ i message XML strofe.

Nedostaci XMPP protokola jesu:

- Koristi tekstualni model podataka, a ne binarni, čime se povećava ukupan broj prenesenih bajta putem TCP veze.
- Pošto se zasniva na XML modelu podataka, prije obrade mora proći kroz XML obradu, čime se uvodi dodatno kašnjenje, to je izraženije u aplikacijama koje rade u realnom vremenu i obrađuju veliku količinu XML podataka.

10. LITERATURA

- [1] [RFC6120](#) Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Core
- [2] [XEP-0166](#) Jingle core
- [3] Jiapu Pan, Willis J. Tompkins, *A real-time QRS detection algorithm*, IEEE transaction on biomedical engineering, br. 3, str. 230-235, mart 1985. godine

Kratka biografija:



Milan Mudrinić rođen je u Prijedoru 1973. god. Diplomski-master rad odbranio je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroelektronika



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.

Optimizacija VP6 dekodera u realnom vremenu na MIPS32 arhitekturi

Nenad Šćepanović, Željko Lukač, Stanislav Očovaj, Petar Jovanović, Nemanja Lukić

Sadržaj — U ovom radu su opisane metode optimizacije VP6 dekodera na MIPS32 baziranoj arhitekturi. Korišćene su optimizacione tehnike na nivou C jezika i asemblera za MIPS32 arhitekturu. Ukratko su opisani VP6 dekođer sa glavnim osobinama i MIPS procesor koji poseduje DSP ASE instrukcijski set. Izvršeno je profilisanje za dva niza podataka, i na osnovu tih rezultata vršena je optimizacija. Optimizacija je urađena upotrebom vektorizacije. Na kraju je izmereno vreme izvršavanja dekodera za nizove podataka, i dobijeno ubrzanje za oba testna slučaja. Prikazan je udeo funkcija u potrošnji procesorskog vremena nakon optimizacije. Rezultati su prikazani i analizirani.

Ključne reči — MIPS32, SIMD, VP6 dekođer, realno vreme

I. UVOD

OBLAST multimedijalnih komunikacija se trenutno ubrzano odvija i uslovljava uvođenje novih video i audio standarda u nove multimedijalne elektronske uređaje, čiji je važan uslov za krajnjeg korisnika rad u realnom vremenu. Kako nove tehnologije zahtevaju sve veću moć obrade računarskih arhitektura, koja je do određene mere ograničena, potrebno je značajno optimizovati programsku podršku na datoj računarskoj arhitekturi da bi se omogućio rad u realnom vremenu.

Cilj ovog rada je optimizacija VP6 video dekodera na MIPS arhitekturi za rad u realnom vremenu. VP6 dekođer se nalazi u ffmpeg-u [6], koji predstavlja skup različitih kodeka. MIPS procesorska jezgra imaju široki opseg instrukcijskog seta i visoke performanse.

Predloženo rešenje rada je da se prvo profiliše VP6 dekođer za ulazne podatke, i da se zatim funkcije koje imaju najviše udela u potrošnji procesorskog vremena optimizuju za rad u realnom vremenu, uzimajući u obzir specifične odlike MIPS32 arhitekture. Pri optimizaciji je

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 44009, od 2011. godine.

Nenad Šćepanović, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: nenad.scepanovic@rt-rk.com)

Željko Lukač, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija, (e-mail: zeljko.lukac@rt-rk.com).

Stanislav Očovaj, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija, (e-mail: stanislav.ocovaj@rt-rk.com).

Petar Jovanović, RT-RK D.O.O., Srbija, (e-mail: petar.jovanovic@rt-rk.com).

Nemanja Lukić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija, (e-mail: nemanja.lukic@rt-rk.com).

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Nenada Šćepanovića. Mentor je bio prof. dr Miodrag Temerinac.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2011.

posebno važno obratiti pažnju na MIPS DSP ASE [2] i MIPS32 instrukcijske setove [3] i njihove mogućnosti

II. VP6 (VIDEO FORMAT I DEKODER)

VP6 je video format sa gubicima i video kodek, koji je u širokoj upotrebi za Flash video [4]. Ovaj kodek se obično koristi u Adobe Flash, Flash Video i JavaFX media datotekama [7]. Kvalitet je generalno lošiji od H.264 ili VP8, ali uvažen, usaglašen je odlično zbog širenja Flash Player [4].

Svrha video kompresije je da se neobrađeni video sabije u formu koja je lakša za upravljanje i smeštanje u memoriju [5]. Zatim se podaci otpakuju. Mnogi moderni kodeci uključujući VP6 koriste algoritme sa gubicima, što znači da dekodirani video ne odgovara tačno neobrađenom izvoru. Neke informacije su selektivno žrtvovane kako bi se postigao mnogo veći stepen kompresije. Cilj dizajniranja kodeka je da se minimizira ovaj gubitak, a da se maksimizira kompresija.

Na prvi pogled VP6 ima mnogo toga zajedničkog sa drugim vodećim kodecima. Koristi kompenzaciju pokreta da izbacii vremenski preopširne podatke, DCT transformaciju da izbacii prostorno preopširne podatke, kružni filter (*loop filter*) da bi se rešio problem artefakta bloka, i entropijsko kodiranje da bi se iskoristile statičke povezanosti.

Neke od osobina VP6 kodeka, zbog kojih je on bio pogodan za ovaj rad [8]:

- Podržava više-prolazno kodiranje.
- Visoko podesiva kontrola toka podataka.
- Podesive kontrole koje omogućuju različit kvalitet na izlazu.
- Optimizovano da proizvede odličan kvalitet za materijal visoke rezolucije.
- Dizajniran za jeftine DSP procesore.
- Programsko rešenje koje se lako može nadograditi.
- Visoko kvalitetna naknadna obrada koji potpuno otklanja artefakte (*block, ringing*).

III. OSOBINE MIPS PROCESORA

Familija MIPS 74K jezgra spada u 32-bitno RISC jezgro visokih performansi, koje uključuju superskalarno izvršenje [1]. Mikroarhitektura poseduje sledeće osobine:

- ograničena jezgra, jedna grana za ALU i jedna za učitavanje/smeštanje podataka (AGEN)
- množenje i deljenje imaju zasebnu granu, i nalaze se u ALU

- jedinicu koja služi za izvršenje van redosleda (*out-of-order*)

Ovakve platforme imaju mogućnost korišćenja DSP ASE instrukcija, čime se dobija vektorizovano izvršavanje. Svrha DSP ASE instrukcija je da ubrza algoritme u oblastima kao što su audio/video kompresija, obrada slika, komunikacije itd. Dve glavne prednosti korišćenja DSP ASE instrukcija su:

- mnoge od DSP ASE instrukcija rade u SIMD modu i izvršavaju određene operacije istovremeno na nekoliko podataka spakovanih u 32-bitne vektore
- DSP ASE instrukcije automatski izvršavaju dodatne operacije kao što su zaokruživanje i saturacije, što bez njih zahteva značajan broj procesorskih ciklusa za implementaciju.

IV. PROFILISANJE VP6 DEKODERA

Analiza performansi, poznatija kao profilisanje, predstavlja ispitivanje ponašanja programa korišćenjem informacija sakupljenih u toku samog izvršavanja programa. Analizom performansi utvrđuju se delovi programa koji su pogodni za optimizaciju brzine izvršavanja ili korišćenja memorije, jer delove programskog rešenja koji se retko izvršavaju nema smisla optimizovati, zbog toga je neophodno znati koji se delovi programskog rešenja najčešće izvršavaju.

Prilikom analiziranja performansi prati se broj ciklusa procesora potrebnih za svaku funkciju, pomoću kojih se izračunava njegova zauzetost.

Profilisanje je urađeno za dva testna slučaja, čije su osobine prikazane u tabeli 1. Rezultati su predstavljeni u tabelama 2 i 3, gde se nalaze funkcije koje će biti optimizovane. Uz ime funkcije stoji udeo funkcije u obradi dekodera.

Prikazane su samo funkcije od značaja za VP6 dekođer. Funkcije *ff_vp3_idct_add_c* i *ff_vp3_idct_put_c* su u modulu koji radi inverznu diskretnu kosinusnu transformaciju. Struktura im je slična sa malim razlikama. Pri tom su te funkcije već optimizovane u ranijim verzijama dekodera. Zato je optimizacija tih funkcija bila dodatni izazov.

U ffmpeg-u se za vp6 koriste neke prethodno implementirane funkcije. Npr. *put_h264_chroma_mc8_c* je h264 filter koju koristimo prilikom vp6 kodovanja. Funkcija *ff_vp6_filter_diag4_c* predstavlja vp6 dsp funkciju, a *vp6_filter_hv4* je vp6 filter.

TABELA 1: OSOBINE TESTNIH SLUČAJA

	<i>Okvira</i>	<i>Rezolucija</i>	<i>Protok [kpbs]</i>
Prvi testni slučaj	2686	512x384	434
Drugi testni slučaj	5246	720x408	2048

TABELA 2: REZULTATI PROFILISANJA ZA PRVI TESTNI SLUČAJ

<i>Ime funkcije</i>	<i>%</i>
<i>ff_vp3_idct_add_c</i>	25,0781
<i>put_h264_chroma_mc8_c</i>	12,7494
<i>ff_vp6_filter_diag4_c</i>	4,4932
<i>vp6_filter_hv4</i>	2,1764
<i>ff_vp3_idct_put_c</i>	1,8361

TABELA 3: REZULTATI PROFILISANJA ZA DRUGI TESTNI SLUČAJ

<i>Ime funkcije</i>	<i>%</i>
<i>ff_vp3_idct_add_c</i>	21,2712
<i>put_h264_chroma_mc8_c</i>	9,6978
<i>ff_vp6_filter_diag4_c</i>	4,1098
<i>vp6_filter_hv4</i>	1,9678
<i>ff_vp3_idct_put_c</i>	1,2462

V. OPTIMIZACIJE VP6 DEKODERA

Optimizacija programskog rešenja za 74K superskalarne procesore je veoma zahtevan posao. Prvo, procesor sam radi veoma dobar posao nalazeći spreman-za-izvršenje (*ready-to-execute*) instrukcije i koristi njih za prikrivanje kašnjenja (*delay*), kašnjenje memorije, i drugih događaja koji bi izazvali zastoj protočne strukture. Drugo, izvršavanje instrukcija van redosleda (*out-of-order*) otežava analizu i optimizaciju aplikacije. Mnoge optimizujuće tehnike realizuje neposredno kompajler i nije potrebna nikakva akcija od strane programera da bi se ona sprovela.

Programsko rešenje je pisano na takav način da se težilo pisati što više instrukcija unutar jednog asemblerskog bloka, kako bi bilo više opcija za postavljanje instrukcija nakon onih posle kojih bi nastao zastoj usled čekanja rezultata. Instrukcije koje imaju najveće kašnjenje su smeštane na početak asemblerskog bloka, i nakon njih su postavljane druge instrukcije koje su mogle biti izvršavane u paraleli

Bilo je potrebno smanjiti broj pristupa memoriji i raditi što više operacija koje je moguće u paraleli kako bi se dobili što bolji rezultati. Smanjen broj pristupa memoriji je izveden tako što se umesto uzimanja 8-bitnih ili 16-bitnih vrednosti, uzima 32-bitna vrednost iz memorije, u kojoj se nalazi četiri 8-bitne, ili dve 16-bitne vrednosti, koje se onda prema potrebi računanja raspoređuju unutar 32-bitne vrednosti. U odnosu na originalno programsko rešenje, sa njima se izbegava nepotrebno pristupanje memoriji i do osam puta unutar jednog prolaza petlje. U radu su korišćene MIPS32 instrukcije za učitavanje neporavnatih podataka, jer bi se bez njih gubilo znatno na potrošnji procesorskog vremena.

Učitavanje koeficijenata filtera se radi van petlje, čime se izbegava dodatni pristup memoriji, koji se javlja u originalnom programskom rešenju. Rad sa akumulatorima je bio koristan jer omogućava učitavanje konstanti, čime je izbegnuto dodatno korišćenje instrukcije sabiranja, i korišćenje DSP ASE aritmetičkih instrukcija koje izvršavaju više instrukcija u paraleli.

Načini optimizacije u radu:

- u slučaju kada se rezultat neke instrukcije, čije izračunavanje traje duže od jednog ciklusa, koristi odmah nakon njegovog izračunavanja, nastaje zasto, pa su se između tih instrukcija postavljale nezavisne instrukcije u cilju boljeg iskorišćenja procesorskog vremena
- pisanje programskog rešenja na način koji bi trebalo da koristi grane protočne strukture ALU/AGEN radi smanjenja potrošnje ciklusa
- obrada pixela u paraleli

DSP ASE instrukcije za množenje i akumuliranje parova označenih 16-bitnih vrednosti unutar funkcije *ff_vp3_idct_add_c* (isto važi i za funkciju *ff_vp3_idct_put_c*) nisu davale iste rezultate kao originalno programsko rešenje [2]. Kod tih instrukcija se množe odgovarajući parovi širine 8 bita, i proizvodi se sabiraju. Krajnji rezultat može biti veći od 16 bita, tj. može biti 17 bita, i zato ga je nemoguće postaviti unutar 16 bita, odnosno uraditi paralelizaciju množenja. Zbog svega navedenog, prostora za paralelizaciju nije bilo puno.

Obrada funkcije *put_h264_chroma_mc8_c* zasniva se na računanju sa 8-bitnim vrednostima. Zbog izlaska iz opsega nije moguće raditi DSP ASE instrukcije nad nizovima 8-bitnih vrednosti. Zato su postavljene 8-bitne vrednosti unutar svake 16-bitne vrednosti jednog 32-bitnog registra. Korišćene su DSP ASE instrukcije nad tim podacima, čime je urađena paralelizacija.

Funkcije *ff_vp6_filter_diag4_c* i *vp6_filter_hv4* imaju sličnu strukturu, u kojoj je akcenat na množenju 8-bitnih brojeva sa 16-bitnim, što je zbog opsega mogućih vrednosti za testne slučajeve bilo moguće postaviti u 16 bita, samim tim i moguće koristiti DSP ASE instrukcije za množenje i akumuliranje parova 16-bitnih vrednosti.

Jedan od problema koji je postojao tokom implementacije, jeste taj što se nakon obrade tačaka unutar assemblerskog bloka, na kraju samog assemblerskog bloka rezultat nalazi u akumulatoru, pa je trebalo taj rezultat smestiti u registar, i nakon toga uraditi pomeranje u desno 7 bita, pri čemu nastaje zasto od 6 ciklusa. Zasto se probao rešiti uz pomoć tehnike nazvane protočno strukturiranje programske podrške (software pipelining) [1], ali poboljšanja nije bilo. Da bi se smanjio zasto posle smeštanja u registar, postavljane su druge operacije smeštanja u registar ili neke druge instrukcije.

VI. REZULTATI OPTIMIZACIJE

Rezultati optimizacije su ispitivani za dva testna slučaja. Prikazani su rezultati smanjenja potrošnje ciklusa svake funkcije ponaosob, i odnos potrošnje vremena za obradu originalnog i optimizovanog dekodera.

Funkcija koja se izdvaja po svojoj ulozi u dekodru je *ff_vp3_idct_add_c*, zbog procenta pojavljivanja u dekodru koji ide i do 25% u zavisnosti od testnog slučaja. Zbog toga ona ima najveći prioritet za optimizaciju. Nakon optimizacije funkcije dobijeni su rezultati prikazani u

tabela 4, gde su navedene srednje vrednosti potrošnje ciklusa za originalno i optimizovano programsko rešenje u zavisnosti od ulaznih podataka, i procenat optimizacije koji je dobijen. Funkcija koja takođe ima dosta udela u potrošnji procesorskog vremena je *put_h264_chroma_mc8_c*, rezultati su prikazani u tabeli 5.

TABELA 4: REZULTATI POTROŠNJE CIKLUSA

<i>ff_vp3_idct_add_c</i>	<i>Orig.</i>	<i>Opt.</i>	%
Prvi testni slučaj	479,742	396,012	17,45
Drugi testni slučaj	618,412	533,29	13,76

TABELA 5: REZULTATI POTROŠNJE CIKLUSA

<i>put_h264_chroma_mc8_c</i>	<i>Orig.</i>	<i>Opt.</i>	%
Prvi testni slučaj	532,55	291,61	45,24
Drugi testni slučaj	492,76	310,43	37,00

Rezultati optimizacije variraju u zavisnosti od ulaznog niza podataka, u smislu da se funkcije dekodera više ili manje pozivaju. Procenat optimizacije je visok najviše zahvaljujući obrada tačaka u paraleli. Funkcije *ff_vp6_filter_diag4_c*, *vp6_filter_hv4*, *ff_vp3_idct_put_c* i njihovi rezultati prikazani su u tabelama 6-8. Ubrzanja funkcija su značajna ali ipak sve tri funkcije u zbiru imaju manji uticaj na optimizaciju dekodera od funkcije *put_h264_chroma_mc8_c*.

TABELA 6: REZULTATI POTROŠNJE CIKLUSA

<i>ff_vp6_filter_diag4_c</i>	<i>Orig.</i>	<i>Opt.</i>	%
Prvi testni slučaj	2385,69	1684,76	29,38
Drugi testni slučaj	2365,62	1688,38	28,62

TABELA 7: REZULTATI POTROŠNJE CIKLUSA

<i>vp6_filter_hv4</i>	<i>Orig.</i>	<i>Opt.</i>	%
Prvi testni slučaj	1089,89	746,83	31,47
Drugi testni slučaj	1080,23	732,80	32,16

TABELA 8: REZULTATI POTROŠNJE CIKLUSA

<i>ff_vp3_idct_put_c</i>	<i>Orig.</i>	<i>Opt.</i>	%
Prvi testni slučaj	928,3	808,38	12,91
Drugi testni slučaj	852,86	766,13	10,16

Nakon optimizacije funkcija dekodera izmereno je pet vremena potrebnih za obradu ulaznih podataka, i izračunata srednja vrednost. U tabeli 9 su prikazane srednje vrednosti vremena i ubrzanje čitavog dekodera u zavisnosti od ulaznog niza podataka. S obzirom na to da je originalni dekodera optimizovan u odnosu na ranije verzije VP dekodera, rezultati su značajni.

TABELA 9: REZULTATI POTROŠNJE VREMENA DEKODERA

<i>VP6 dekodera</i>	<i>Vreme orig.</i>	<i>Vreme opt.</i>	%
Prvi testni slučaj	41,67	37,84	9,19
Drugi testni slučaj	181,35	158,5	12,59

Nakon optimizacije VP6 dekodera je urađeno profilisanje, da bi se video novi odnos udela funkcija u dekodernu, tabele 10 i 11.

TABELA 10: REZULTATI PROFILISANJA ZA PRVI TESTNI SLUČAJ

<i>Ime funkcije</i>	<i>%</i>
<i>ff_vp3_idct_add_c</i>	20,3645
<i>put_h264_chroma_mc8_c</i>	5,9469
<i>ff_vp6_filter_diag4_c</i>	8,6881
<i>vp6_filter_hv4</i>	3,8601
<i>ff_vp3_idct_put_c</i>	1,7634

TABELA 11: REZULTATI PROFILISANJA ZA DRUGI TESTNI SLUČAJ

<i>Ime funkcije</i>	<i>%</i>
<i>ff_vp3_idct_add_c</i>	19,2706
<i>put_h264_chroma_mc8_c</i>	3,9938
<i>ff_vp6_filter_diag4_c</i>	6,7079
<i>vp6_filter_hv4</i>	3,0336
<i>ff_vp3_idct_put_c</i>	1,0313

Iz rezultata se vidi da je procenat udela funkcija u dekodernu značajno promenjen. Funkcijama *ff_vp3_idct_add_c* i *put_h264_chroma_mc8_c* se procenat znatno smanjio, zbog čega se drugim funkcijama procenat povećao ili smanjio u zavisnosti od testnog slučaja.

VII. ZAKLJUČAK

U radu su prikazane optimizacije VP6 dekodera sa rezultatima. Rezultati dobijeni profilisanjem pre i nakon optimizacije daju uvid u ubrzanje svake funkcije u procentima, i ubrzanje čitavog dekodera u procentima. Funkcije su optimizovane u intervalu od 10,16 do 45,24 % u zavisnosti od testnog slučaja. Dekoder je ubrzan 9,19% za prvi testni slučaj i 12,59% za drugi testni slučaj.

Uzimajući u obzir da je *ff_vp3_idct_add_c* funkcija koja ima najznačajniju ulogu u VP6 dekodernu, u budućem radu će se fokusiranjem na tu funkciju pokušati dobiti još veće ubrzanje.

LITERATURA

- [1] Programming the MIPS® 74K™ Core Family for DSP Applications, MIPS Technologies, 2009.
- [2] MIPS® Architecture for Programmers Volume IV-e: The MIPS® DSP Application-Specific Extension to the MIPS32® Architecture, MIPS Technologies, 2010.
- [3] MIPS® Architecture For Programmers Volume II-A: The MIPS32® Instruction Set, MIPS Technologies, 2010.
- [4] VP6 overview, <https://app.zencoder.com/docs/guides/encoding-settings/vp6-advanced>
- [5] VP6 kodek, <http://www.eetimes.com/design/signal-processing-dsp/4017712/The-On2-VP6-codec-how-it-works>
- [6] FFmpeg, <http://wiki.multimedia.cx/index.php?title=FFmpeg>
- [7] VP6, <http://en.wikipedia.org/wiki/VP6>
- [8] Advantages of True Motion VP6 Technology, <http://multimedia.cx/mirror/vp6-white-paper.pdf>

ABSTRACT

This paper describes the optimization of VP6 decoder for the MIPS based architectures. Programming languages C and inline assembler for the MIPS32 architecture were used. VP6 decoder with the main features is described, as well as MIPS processor and opportunities it offers. Profiling was performed for two data sets, and on the basis of these results optimization was performed using the vectorization. Finally, the execution time was measured for the decoder with data set, improvement for both test cases was obtained. Percentage of the consumption of the functions after optimization was calculated. The results were presented and analyzed.

REAL-TIME VP6 DECODER OPTIMIZATION FOR MIPS BASED ARCHITECTURES

Nenad Šćepanović, Željko Lukač, Stanislav Očovaj,
Petar Jovanović, Nemanja Lukić

IMPLEMENTACIJA 3D IGRE BAZIRANE NA MREŽNOM KONTROLERU SA ANALIZOM SLIKE**IMPLEMENTATION OF 3D GAME BASED ON THE IMAGE ANALYSIS NETWORK CONTROLLER**

Dorđe Mijailović, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

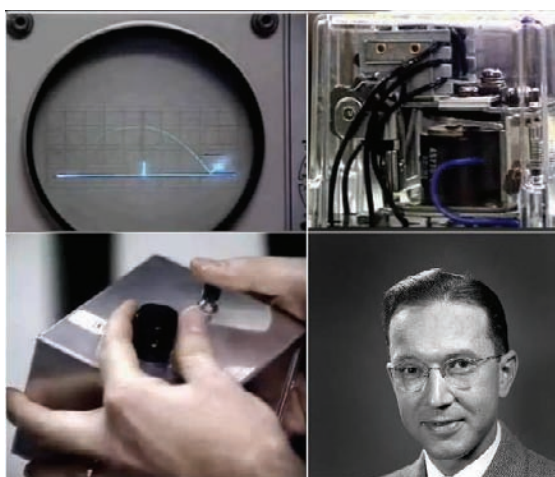
Kratak sadržaj: U radu su date teorijske osnove vezane za elektronske igre, alate za razvoj igara i mrežno programiranje u igrama. Pored toga detaljno je prikazana i specifikacija sistema koji implementira 3D igru sa podrškom za mrežni kontroler sa mogućnošću analize slike u realnom vremenu. Sistem je razvijen pomoću alata Unity.

Abstract: This paper provides theoretical background of video games, tools for their development and network programming for them. This paper also gives a specification of a system that implements 3D game with the support for the controller capable of realtime image analysis. The application is developed using Unity game engine and development tool.

Ključne reči: Unity game engine, Mono, Network programming, C#, computer vision, Multiplayer.

1. UVOD

Igre kao posebna vrsta aktivnosti ljudi i životinja su oduvek bile sastavni deo njihovih života. O potrebi za igrom su pisali mnogi filozofi i psiholozi i o tome se vode večite debate, ali ono što je očigledno je da sredstva kojima se ljudi igraju, odnosno igračke, u korak prate razvoj tehnike.



Slika 1. "Tennis za dvoje" na osciloskopu i njen tvorca

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Milan Vidaković.

Kreativni umovi koji su doprinicali razvoju tehnologija u datom istorijskom momentu gotovo u svim zabeleženim slučajevima su na neki način svoja otkrića koristili u zabavne svrhe. Klasičan primer te "dijagonale" između nauke i igre je upravo prva zabeležena video igra (slika 1), odnosno igračka konzola koju je 1958. godine Vilijam Higinbotam kreirao na osciloskopu koristeći jedno dugme i potencijometar kao kontroler generišući takav električni signal da se na ekranu osciloskopa iscrtava slika koja predstavlja teniski teren i lopticu koju je moguće upravljati pomenutim kontrolerom [1].

Kao inspiracija za ovaj rad poslužila je igra "Duck Hunt" (slika 2) koja je među prvim upotrebila kontroler sa nekom vrstom analize slike umesto prostog upravljanja pritiskom na tastere upravljača.



Slika 2. "Duck Hunt" i kontroler u vidu optičkog pištolja

Princip detekcije pogotka primenjen u ovoj igri je baziran na foto-diodi koja je detektuje beli kvadrat na crnoj pozadini koji predstavlja metu u momentu opaljivanja. Analiza slike u ovom slučaju je izuzetno primitivna i svodi se na detekciju bele boje na crnoj pozadini.

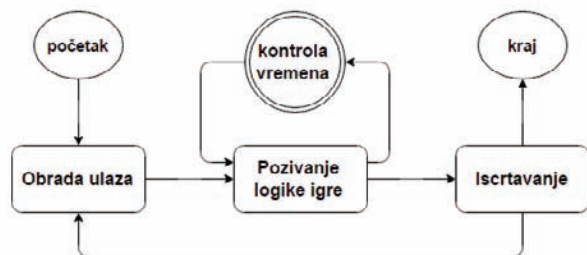
Današnje video igre su uglavnom trodimenzionalne sa prilično detaljnom grafikom zahvaljujući razvoju procesne moći računara.

S obzirom na procesnu moć savremenog kućnog računara sasvim je realno napraviti takvu 3D igru kojom će upravljati kontroler koji uz pomoć kamere analizira sliku u realnom vremenu i detektuje koordinate pogotka na ekranu u koji nišani, šaljući zatim informacije o koordinatama 3D aplikaciji putem mrežnog protokola.

Aplikacija uz pomoć mehanizama, zasnovanih na matematičkoj trodimenzionalnog prostora, detektuje pogodak u metu i broji rezultat za svakog od korisnika povezanih sa aplikacijom.

2. ARHITEKTURA SAVREMENIH IGARA

Kako je hardver omogućavao izvršavanje sve zahtevnijih aplikacija, tako ga je i kompleksnost igara u korak pratila. Kao i kod svih vrsta softvera visoke kompleksnosti, izdvojile su se neke od najčešće korišćenih arhitektura pri razvoju ovih programa. Najčešće zastupljena arhitektura se zasniva na petlji igre koja sekvencijalno izvršava osnovne korake poput analize korisničkog unosa, obrade fizike i logike igre i na kraju iscrtavanja slike na ekran. Grafički prikaz jedne takve, uprošćene, petlje je dat na slici 3.



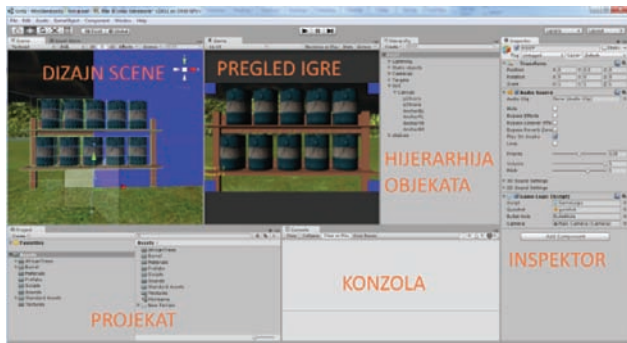
Slika 3. Blok dijagram petlje igre

3. ALATI ZA RAZVOJ IGARA, UNITY

Kako je tržište kompjuterskih igara postajalo sve zahtevnije, tako se i javila potreba za efikasnijim razvojem igara. Iz te potrebe su se pojavili prvi alati za razvoj igara, čiji je zadatak bio da generalizuju i reše određene probleme koji su zajednički za većinu ovih aplikacija, a neki od tih problema su:

- 1.implementacija petlje igre,
- 2.komunikacija sa operativnim sistemom,
- 3.upravljanje podsistemom za zvuk,
- 4.upravljanje podsistemom za sliku,
- 5.upravljanje podsistemom za mrežu i
- 6.upravljanje podsistemom za korisnički ulaz,
- 7.obrada fizike,
- 8.alati za kreiranje nivoa, itd.

Objedinjavanjem nabrojanih funkcionalnosti sa alatom za 3D modelovanje i alatom za pisanje skripti u programskom jeziku JavaScript i/ili *UnityScript* nastao je alat *Unity* [2] čiji je korisnički interfejs dat na slici 4.



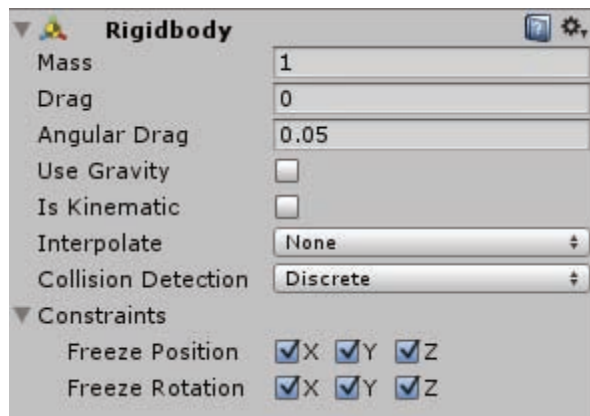
Slika 4. Korisnički interfejs alata Unity

3.1. Osnovni pojmovi u okviru alata Unity

Osnovni gradivni element scene je objekat igre. Svi elementi igre su organizovani u hijerarhiju tako da se osnovne transformacije (položaj, rotacija, translacija) primenjene na neki objekat igre prenose i na njegove podobjekte. Najbitniji objekti igre korišćeni u aplikaciji

opisanoj ovim radom su kamera, osvetljenje, teren, izvor zvuka, kao i trodimenzionalna geometrijska tela kreirana unutar 3d prostora.

Unity sadrži i podsistem za fiziku kojim je moguće manipulirati objekte igre kojima je pridružena komponenta pod nazivom "*Rigid Body*" čiji je ekran za podešavanja dat na slici 5. Ova komponenta omogućava da se na objekat igre pridruže fizička svojstva poput mase, koeficijenta trenja i slično.



Slika 5. Podešavanja komponente za fizička svojstva objekata igre

3.2. Pisanje skripti u Unity

Dinamika, odnosno kreiranje logike igre se vrši pisanjem skripti u nekom od podržanih programskih jezika. *Unity* koristi poseban alat za pisanje skripti, pod nazivom "*MonoDevelop*" [3]. Svaka skripta se pridružuje u vidu komponente objektima igre i kao takva ima pristup svim atributima objekta i mogućnost da te attribute u određenim momentima menja. Pod pojmom "određeni momenti" se podrazumeva poziv metoda klase *GameObject* koje je moguće implementirati i koje se zovu prilikom pokretanja igre, iscrtavanja frejma, jednom po prolazu kroz petlju igre, itd.

Jedna od najvažnijih osobina ovog alata je određivanje pogođenog objekta na zadatim koordinatama ekrana, odnosno *ray casting*. Ovom tehnikom je moguće odrediti koji objekat u trodimenzionalnoj sceni se nalazi na putu zamišljenog zraka normalnog na zadatu tačku ekrana što je u ovom projektu našlo primenu u simulaciji pogotka virtuelnim metkom.

4. ARHITEKTURA 3D IGRE

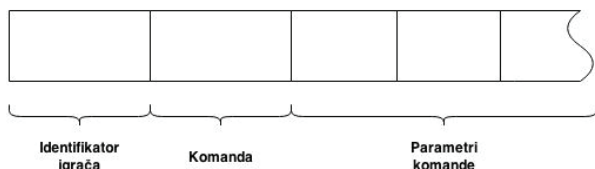
Unity u velikoj meri diktira arhitekturu igre, posebno u delu koji se odnosi na glavnu petlju igre i upravljanje podsistemima za zvuk, grafiku, izvršavanje skripti, fiziku, itd.

Glavnu petlju igre izvršava sistem pozivajući pri svakom prolazu odgovarajuće metode u svim skriptovima. U igri koja je predmet ovog rada je posebno razvijen mrežni podsistem za komunikaciju sa kontrolerom zasnovan na TCP/IP protokolu implementiranom u *c#* programskom jeziku. Sva logika je pisana u skriptovima koji su po prirodi *Unity* aplikacije vezani za određeni objekat kojim upravljaju, odnosno čije osobine menjaju. Primer takvog skripta je klasa za upravljanje ispisom rezultata i referentnih tačaka na ekranu koja je vezana za objekat igre *Canvas* namenjen iscrtavanju 2D teksta i grafike.

Pored takvih skripti, postoje i izuzeci poput skripta, odnosno klase, koje nisu vezane za konkretan objekat, već postoje nezavisno unutar aplikacije. Klasa *GameLogic* predstavlja centralno mesto logike igre, zaduženo za povezivanje ostalih delova sistema u koje spada podsistem za mrežnu komunikaciju opisan klasom *NetworkServer* i *Scoring* koji je zadužen za brojanje poena.

5. MREŽNO PROGRAMIRANJE U UNITY

Unity skripte je moguće pisati u programskom jeziku C# [4] što nam omogućava korišćenje funkcionalnosti iz *System.Net* biblioteke ugrađene u sam C#. Ovaj set funkcija omogućava otvaranje kanala za komunikaciju putem TCP protokola korišćenjem *socket*-a. Ovom tehnikom se otvara komunikacioni kanal niz koji je moguće transparentno slati podatke između dva povezana kraja nevezano za programski jezik druge aplikacije. Posebna komponenta aplikacije koja se izvršava na posebnoj niti prihvata konekcije kontrolera i odvaja posebnu nit za svakog od korisnika za komunikaciju sa njim. Posebne niti su potrebne kako spore mrežne operacije ne bi blokirale ostatak aplikacije.



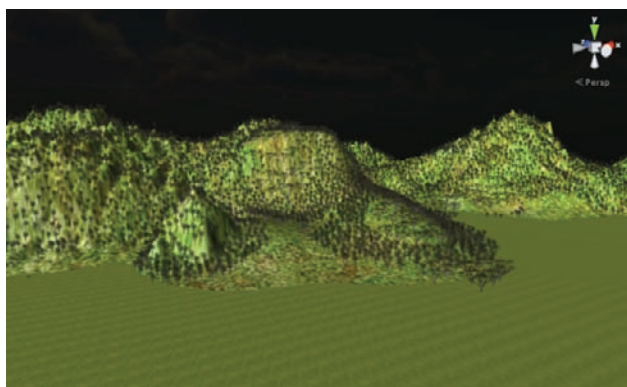
Slika 5. Format poruke

Da bi aplikacija mogla da komunicira sa kontrolerom putem mreže, definiše se protokol sastavljen od imena igrača, komande i liste parametara odvojene specijalnim znakom. Blok dijagram protokola je dat na slici 6. Ovakvim protokolom je moguće poslati komandu igri od strane kontrolera za izvršavanje pucnja na zadatim koordinatama, kao i komande za uspostavu i prekid veze.

6. KONSTRUKCIJA SCENE

Pre same konstrukcije scene, potrebno je kreirati *Unity* projekat i u njemu kreirati scenu koja sadrži prostor za 3D objekte.

Konstrukcija scene počinje definisanjem ravni koja predstavlja površinu zemlje, kao i oslikavanjem terena i dodavanjem teksture trave, čime se dobija scena kao na slici 6 uz dodavanje osvetljenja i kamere na željenu poziciju.



Slika 6. Scena: teren

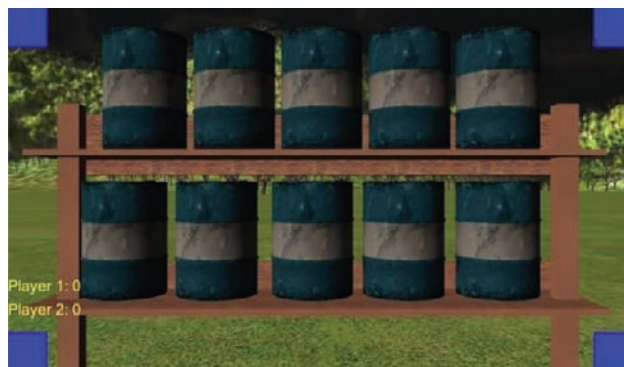
Nakon ovog koraka se dodaju statični elementi, u ovom slučaju police na kojima će stajati mete u vidu buradi, kao na slici 7.



Slika 7. Scena: mete

Nakon ovog koraka se dodaju statični elementi, u ovom Burad, odnosno mete, se označavaju posebnom oznakom (*tag*) kako bi se pri detekciji pogotka poeni dodavali samo ukoliko je pogodeni objekat meta. Kako bi uopšte detekcija pogotka bila moguća (*raycasting*) potrebno je dodati komponentu *Colider* nad svakom metom.

Poslednji korak u konstrukciji scene predstavlja definisanje objekta igre pod nazivom "platno" (*canvas*)



Slika 8. Izgled scene sa referentnim plavim tačkama

na kom će biti iscrtan rezultat, imena korisnika, kao i referentne tačke za kontroler. Izgled platna sa kompletnom scenom je dat na slici 8.

7. MEHANIZAM DETEKCIJE POGOTKA NA ZADATIM KOORDINATAMA

Na slici 9 je dat deo koda pisan u jeziku c# kojim se detektuje da li se predmet, odnosno meta, nalazi na koordinatama ekrana koje je kontroler poslao nakon pucnja. Glavni problem je odrediti pravu u 3D prostoru koja je normalna na površinu ekrana u zadatoj tački i pronaći prvi predmet kroz koji ta prava prolazi, ali uzimajući u obzir projekciju koja nije ortogonalna. *Unity* obezbeđuje ranije pomenutu tehniku *Raycasting*-a.

U listingu 1 se može prvo videti transformacija koordinatnog sistema kamere u koordinatni sistem ekrana obrtanjem *epsilon* ose. Zatim se vrši *raycasting* u zadatoj tački ekrana, gde kao rezultat dobijamo pogodeni objekat. Nad tim objektom vrši se provera da li je u pitanju legitimna meta i ako jeste primenjuje se sila kroz podsistem za fiziku u smeru zraka, odnosno metka. Ujedno se iscrtava na mestu pogotka tekstura rupe od metka i reprodukuje se zvuk pucnja.

```

public void shoot(string player, int w, int h){
    //Konverzija ulaznih koordinata u unity koordinate
    Vector2 spot = new Vector2(w, Screen.height - h);

    //RaycastHit RaycastHit;
    Ray ray = camera.ScreenPointToRay(spot);
    RaycastHit hit;

    if (Physics.Raycast(ray, out hit, 100)){

        // Pogodak
        if(hit.rigidbody != null){
            // Pogodak u mete
            if("target".Equals(hit.rigidbody.tag)){
                // Poeni
                Scoring.GetInstance().addScore(player, 1);
                hit.rigidbody.AddForce(ray.direction * 800);
                // Oznaci kao pogodjeno
                hit.rigidbody.tag = null;
            }

            // Bullet hole
            Vector3 pos = hit.point;
            Quaternion rot = hit.rigidbody.transform.rotation;
            rot.eulerAngles += new Vector3(270, 0, 0);
            GameObject bHole =
                (GameObject)Instantiate(bulletHole, pos, rot);
            bHole.transform.parent= hit.rigidbody.transform;
        }
    }

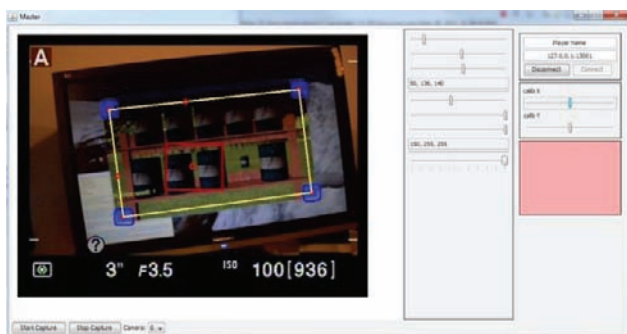
    // Zvuk
    AudioSource.PlayClipAtPoint(gunshot,
        camera.transform.position);
}

```

Listing 1. Primer pisanja skripta u Unity, Raycasting

8. MEHANIZAM ANALIZE SLIKE U REALNOM VREMENU

Aplikacija kontrolera vrši analizu slike na osnovu referentnih tačaka iscrtanih u uglovima ekrana posebnom bojom kao na slici 9. Na osnovu ovih tačaka kontroler je u mogućnosti da detektuje ivice ekrana i proračuna poziciju u koju nisani (centar slike sa kamere kontrolera) u odnosu na te tačke. Pozicija nišanjenja se izražava u procentima po širini i visini. Izračunate koordinate se zatim šalju putem mrežnog podsistema putem komande "SHOOT".



Slika 9. Izgled ekrana kontrolera sa detektovanim referentnim plavim tačkama pri analizi slike

S obzirom da se detekcija referentnih tačaka oslanja na boju, potrebno je odabrati takvu boju da se što više razlikuje u odnosu na pozadinu same igre. Za potrebe rešavanja tog problema u igri je moguće pritiskom na taster razmaka promeniti boje referentnih tačaka.

9. ZAKLJUČAK

U uvodu rada je dat kratak osvrt na relevantne momente u istoriji elektronskih igara sa osvrtom na upravljački interfejs, načine komunikacije kao i na sam razvoj igara od tekstualnih ka 3D igrama. Naveden je i momenat kada je *Nintendo* objavio igru sa optičkim kontrolerom koji analizira sliku na ekranu. U ovom radu je opisan i rešen problem implementacije 3D igre takve da podržava kontroler koji analizira sliku u realnom vremenu tako da šalje koordinate ekrana igri u koje je trenutno usmeren. Dato je i rešenje za komunikaciju između kontrolera i igre zasnovano na TCP/IP protokolu. Sama igra je implementirana u razvojnom okruženju *Unity*. Na ovaj način rad opisuje proces nastanka savremene 3D aplikacije, odnosno igre sa savremenim načinom interakcije sa korisnikom uz demonstraciju mrežne komunikacije unutar igre.

10. LITERATURA

- [1] Wiki, History of game development,
https://en.wikipedia.org/wiki/Video_game_development
- [2] Unity documentation,
<http://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
- [3] Mono documentation,
<http://www.mono-project.com/docs/>
- [4] C# language specification,
<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms228593.aspx>

Kratka biografija:

Đorđe Mijailović je rođen 28.1.1985. u Šapcu, Srbija. Osnovnu i srednju školu je završio u Šapcu. Školske 2004/2005 je upisao Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Računarstvo i automatika, položio je sve ispite predviđene planom i programom. Osnovne akademske studije je završio i diplomirao na temu „Implementacija web servisa za RTGS naloge u okviru projekta sistema platnog prometa“ kod profesora Milosavljević Branka sa ocenom deset. Položio je sve ispite predviđene planom i programom na master akademskim studijama.

Milan Vidaković je rođen u Novom Sadu 1971. godine. Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu završio je doktorske studije 2003. godine. Na istom fakultetu je 2014. godine izabran za redovnog profesora iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika*.

**IMPLEMENTACIJA KONTROLERA ZA VIDEO IGRE SA ANALIZOM SLIKE U
REALNOM VREMENU****IMPLEMENTATION OF GAME CONTROLLER FOR VIDEO GAMES WITH REAL TIME
CAPTURE ANALYSIS**

Boban Filipović, Milan Vidaković; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj: Rad objašnjava i prikazuje obradu slike u realnom vremenu za potrebe video igre. Objašnjava i upotrebu OpenCV biblioteke namenjenu za podršku kompjuterskom vidu. Implementacija kontrolera je izvršena upotrebom programskog jezika Java u programskom okruženju Eclipse.

Abstract: This paper explains and shows image capture and analysis for use in the area of video games. It also explains the use of the OpenCV library mainly used in the field of real-time computer vision. The code has been implemented using the Eclipse programming environment Eclipse and Java programming language.

Ključne reči: OpenCV, OpenCV library, OpenCV for Java, Java, Java swing, Computer vision, Real-time computer vision.

1. UVOD

Istorija igara [1][2] se može pratiti od samih početaka ljudskog postojanja. Igre su oduvek bile neizostavni deo svih kultura i ujedno su i jedan od najstarijih oblika ljudske interakcije. Rekviziti korišćeni u igranju bili su odraz trenutnog tehnološkog napretka i stanja u društvu. Sa pojavom računara i igre su dobile svoj novi oblik, pomerajući teren u kompjuterski procesor.

Za početak razvoja informacionih tehnologija uzima se 18-ti vek. Međutim, tek 1946. godine ENIAC je predstavljao prvi korak prema pravim računarima. Programiran je kroz povezivanje međusobnih veza među različitim komponentama i imao je sposobnost paralelnog računanja. Kod računara druge generacije pojavljuju se i prvi programski jezici. Popularne mašine ovog doba su IBM 7090, 7070 i 1410. Za računare treće generacije je karakteristično korišćenje integrisanih kola otkrivenih 1965. godine. Pojavio se grafički monitor, programski jezici su postali jednostavniji (*Basic*) a počeo je i razvoj prenosa podataka.

Neizbežno je bilo da se u nekom momentu ukrste čovekova arhaična potreba za igranjem sa pojavom računara.

Samim tim je došlo do ekspanzije razvoja pomagala za interakciji čovek-računar prilikom igranja video igara. S obzirom da se kao glavni izlaz računara koristi monitor, nametnula se potreba za obradom videa kao vidom dvosmerne komunikacije između čoveka i računara.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Milan Vidaković.

Razvoj pomagala pri igranju video igara se prati kroz period od početnih jednostavnih džojstika sa samo jednim tasterom do današnjeg dana kada postoje tehnologije koje simuliraju virtuelnu realnost. Ovakav napredak nije bio moguć bez alata koji omogućavaju optimizovanu obradu slike. Obrada videa u realnom vremenu se popularno naziva *Computer vision* a jedan od alata namenjen obradi kompjuterskog vida je OpenCV.

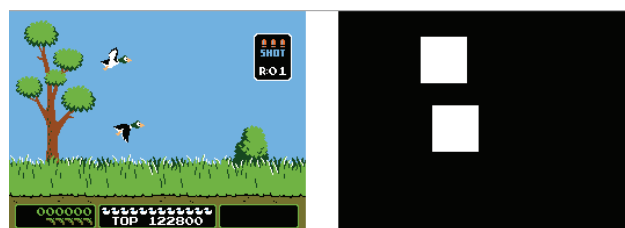
**2. PRIMER KONTROLERA ZA IGRU KOJA SE
BAZIRA NA ANALIZI SLIKE**

Duck hunt je igra razvijena od strane Nintendo, lansirana u Japanu 1984. godine. Igra se igrala iz prvog lica i izazvala je ogroman komercijalni uspeh zahvaljujući revolucionarnom načinom igranja. Princip detekcije pogotka primenjen u ovoj igri je baziran na foto-diodi koja je detektuje beli kvadrat na crnoj pozadini koji predstavlja metu u momentu opaljivanja. Foto-dioda je bila smeštena u kontroler u obliku pištolja, koji se zvao *Zapper* (Slika 1).



Slika 1. *Zapper*

Način na koji je zaper radio je za to vreme bio revolucionaran. Kada bi se pritisnuo okidač na zaperu, igra bi za jedan frejm potamnela sliku. Onda u narednom frejmu samo okolina meta bi za jedan frejm imala belu boju dok bi ostali deo ekrana ostao taman (slika 2).



Slika 2. Ekran u momentu pucnja

Sledeći frejm i svaki naredni bi zapravo bila sama igra. Ovako bi zaper detektovao promenu od crne ka beloj boji ukoliko bi bio pogodak. Ukoliko bi na ekranu bilo više meta, jedna od meta bi bila bele boje duže nego druga.

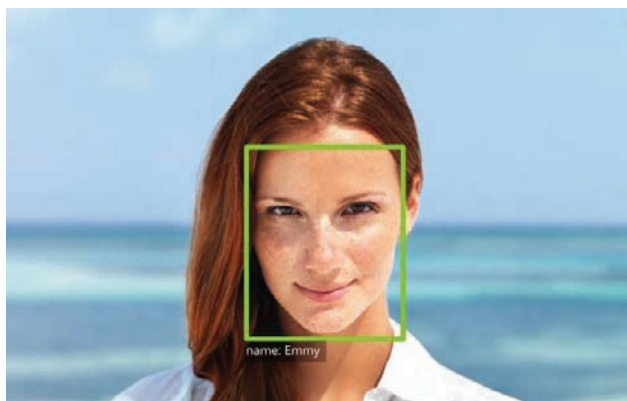
Tako je zaper mogao da razlikuje više meta istovremeno. Razlog zbog čega bi u početnom frejmu bila zatamljena je sprečavanje slučaja da je zaper trajno okrenut ka izvoru svetla. S obzirom da zaper detektuje svetlost, može se koristiti isključivo na CRT ekranima.

3. COMPUTER VISION I OPENCV BIBLIOTEKA

Napredak i razvoj hardvera omogućio je istovremeno i razvoj visokozahtevnih softverskih procesa. Jedan od takvih zahteva je i obrada slike u real-time vremenu. *Computer vision* (CV) – kompjuterski vid [3] je polje koje uključuje metode dobavljanja, obrade, analize i razumevanja slike, uopšteno to je pokušaj prezentovanja višedimenzionalnih podataka kroz brojnu ili simboličku informaciju. Razvoj ove oblasti praktično je značio pokušaj da se ljudski vid zameni elektronskim. Razumevanje slike zahtevalo je korišćenje kombinacije pomagala, kao što su geometrija, fizika, statistika i sl.

Kao naučna disciplina, polje *computer vision*-a je zapravo dobavljanje informacije iz slike. Podaci slike mogu biti višestruki, kao npr. video sekvence, istovremena slika sa više kamera ili čak višedimenzionalna slika sa magnetne rezonance.

Primene kompjuterskog vida su višestruke. Sadašnji svet teško da se može zamisliti bez obrade videa i slike. Neki od najprepoznatljivijih primena su prepoznavanje lica (*face recognition*) (Slika 3).



Slika 3. Prepoznavanje lica (*face recognition*)

Oblasti na koje možemo podeliti kompjuterski vid su rekonstrukcija scene (*scene reconstruction*), detekcija pokreta (*event detection*), video praćenje (*video tracking*), prepoznavanje oblika (*object recognition*), učenje (*learning*), indeksiranje (*indexing*), procena pokreta (*motion estimation*), i rekonstrukcija slike (*image restoration*).

OpenCV [4] je biblioteka funkcija namenjenih za real-time obradu slike. Razvijen je u Intelu u Rusiji i besplatan je za korišćenje.

Zvanično je lansirao 1999. godine, inicijalno kao pokušaj da se unaprede procesorski zahtevne aplikacije. Konkretno u tom slučaju zahtevne su bile 3D prezentacija zidova kao *real-time ray tracing*. Osnovni zadaci u početku bili su između ostalih optimizacija koda za infrastrukturu kompjuterskog vida.

OpenCV je pisan u C++ programskom jeziku. Iako je ova biblioteka napisana u C++ jeziku, njeni autori su kroz različite interfejsе omogućili korišćenje biblioteke i u

drugim programskim jezicima. Trenutno potpuno podržani jezici su *Python*, *Java* i *Matlab*. Za *Java* programski jezik ova biblioteka je "zamotana" u *OpenCV for Java* biblioteku, tako da svaka C++ funkcija ima odgovarajući par u Javi. Ovim je postignuto da se bez značajnog gubitka performansi omogući korišćenje biblioteke u Javi na način koji je intuitivan *Java* programerima. *OpenCV* podržavaju svi poznatiji operativni sistemi (*Windows*, *Linux*, *Android*, *BlackBerry* i sl.).

OpenCV koristi modularnu strukturu što znači da koristi više deljenih ili statičkih biblioteka.

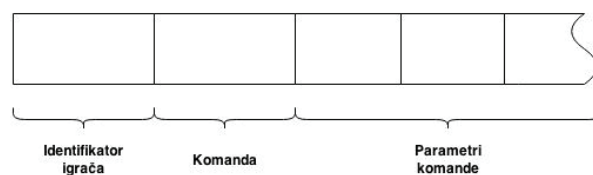
4. PRIMENA ANALIZE SLIKE NA UPRAVLJANJE IGROM

Predmet ovog rada je implementacija kontrolera sa analizom slike za upravljanje 3D aplikacijom, odnosno igrom. Kontroler će se sastojati od video kamere koja će snimati sadržaj ekrana na kom se prikazuje video igra i aplikacije koja analizira sliku u realnom vremenu. Analizom referentnih tačaka na ekranu, kontroler će utvrditi poziciju na koju nišani i putem mrežnog protokola poslati informacije o koordinatama nišanja samoj igri. Referentne tačke će biti prepoznate isključivo pomoću prepoznavanja boja, tako da je neophodno da igra iscrta takve referentne tačke da se njihove boje ne poklapaju sa bojom pozadine. Pod pojmom "realnog vremena" se podrazumeva obavljanje operacije snimanja, analize slike i slanja rezultata preko lokalne mreže unutar zadatog intervala koji iznosi za potrebe ovog zadatka oko 50 milisekundi.

5. KOMUNIKACIONI PROTOKOL

Komunikacija kontrolera sa igrom vrši se preko TCP/IP veze. Pošto se veza uspostavi, kontroler šalje poruku aplikaciji. U poruci su podaci o igraču, tj. njegovo ime. Po prijemu poruke, aplikacija registruje novog igrača. Sve buduće komande sa te konekcije biće pripisane registrovanom igraču.

Poruka je u tekstualnom formatu. Obavezan deo u poruci je ime igrača kao i komanda. Zatim slede parametri komande (Slika 4).



Slika 4. Format poruke

Prijava na aplikaciju se vrši slanjem identifikatora igrača i komande "HELLO". Komanda nema parametara.

Koordinate hica se šalju od strane kontrolera, i izračunavaju se na osnovu obrade slike. Koordinate su u poruci ceo broj i predstavljaju procenat udaljenosti hica u odnosu na širinu i visinu ekrana.

Poruka za odjavu sa sistema se sastoji od identifikatora igrača i komande "DISCONNECT". Sistem ukloni igrača i prekida mrežnu komunikaciju sa kontrolerom.

Komunikacija je implementirana pomoću *Socket*-a, odnosno skupa klasa koji u javi enkapsuliraju čitav TCP/IP na takav način da je

6. OBRADA SLIKE

Klasa *CaptureWorker* učitava video frejm po frejm i u isto vreme vrši obradu. Ova klasa implementira *Runnable* interfejs i izvršava se na posebnoj niti kako ne bi blokirala iscrtavanje interfejsa na glavnoj niti.

@Override

```
public void run() {
    System.out.println("Starting capture");
    VideoCapture capture = new
VideoCapture(device);
    final Mat webcam_image = new Mat();
    // Read the video stream
    // frame by frame
    while (!Thread.interrupted()) {
        capture.read(webcam_image);
        // Do the processing...
    }
}
```

Listing 1. Učitavanje slike sa uređaja

Za učitavanje videa koristimo klasu *VideoCapture* (listing 1). Konstruktoru klase prosledjujemo parametar *device*. *Device* je identifikator uređaja koji snima. Ukoliko postoji samo jedna kamera *device* ima vrednost 0. Funkcijom *read* u objekat *webcam_image* smeštamo jedan frejm. Svaki frejm se obrađuje u jednom prolazu *while* petlje. Frejm je objekat tipa *Mat()* koji predstavlja matricu popunjenu informacijama za svaki piksel slike. Izračunamo centar kamere i vrednost čuvamo u objektu *cameraCenter* koji je tipa *Point()*.

Ukoliko *webcam_image* objekat nije prazan, pocinjemo sa učitavanjem minimalne i maksimalne *HSV* vrednost sa slajdera na formi.

Fukcijom *cvtColor()* konvertujemo sliku iz jednog modela boja u drugi. U ovom slučaju sliku konvertujemo iz *RGB* u *HSV*. *HSV* koristimo jer je lakši za pojmljenje opsega u modelima boja. Funkcija *inRange()* proverava da li se elementi niza nalaze između elemenata druga dva niza

Fukcija *getStructuringElement()* vraća struktuirani element. U našem slučaju to je pravouganik 8 puta 8 piksela. Funkcija *erode()* uklanja šum.

Zatim se funkcijom *dilate()* se vrši operacija suprotna funkciji *erode()*. U kombinaciji ove dve fukcije uspeći smo da obradimo sliku izazvavši efekat "peglanja" granica.

Funkcija *Core.split()* pretvara niz od više kanala u vise nizova jednog kanala. Tako objekat *hsv_image* možemo da razložimo na 3 komponente: *H(hue)*, *S(saturation)* i *V(value)*. Funkcija *convertTo()* vrši konverziju vrednosti piksela u odredjeni tip podataka. Funkcija *magnitude()* izračunava zbir dva dvodimenzionalna vektora. *Bitwise_and()* funkcija vrši konjukciju po bitu između dva niza ili dva niza i skalarne vrijednosti. Zatim *GaussianBlur()* funkcijom dodatno isključujemo šum. Traženje kontura i njihovo iscrtavanje postizemo korišćenjem funkcija *findContours()* i *drawContours()*.

Sledeće što moramo uraditi je naći centre mase kontura.

Ukoliko postoje tačno 4 konture, što je zapravo i očekivana situacija, prvo ih sortiramo i razvrstavmo po ćoškovima. Zatim iscrtavamo te tačke kao i linije koje ih spajaju.

Uz pomoć *PointUtils* klase koja sadrži metode za proračune u analitičkoj geometriji i funkcije *getPerpendicularPoint()* (Listing 2), nalazimo tačke koje su projekcija tačke na pravu, i to projekcija centra kamere na pravu koju definišu gornja leva i gornja desna tačka, kao i projekciju centra kamere na krajnje leve dve tačke, i iscrtavamo ih.

```
public static void getPerpendicularPoint
(Point lineStart, Point lineEnd, Point
perpendicularPoint, Point result) {

    // Koeficijent pravca gornje linije
    double k =
        (lineStart.y - lineEnd.y) / (lineStart.x - lineEnd.x);
    // n gornje linije
    double n = lineEnd.y - lineEnd.x * k;
    // Koeficijent pravca normalne linije
    double kN = -1 / k;
    // Jednacina prave : y = kx + n
    // Jednacina normalne prave: y = kNx + nN
    // Jednacina normalne prave kroz centar nisanjenja
    // yC = kN(xC) + nN
    // nN = yC - kN(xC)
    double nN = perpendicularPoint.y - kN *
perpendicularPoint.x;
    // Sistem od dve jednacine
    // y - kx = n
    // yC - kNx = nN
    RealMatrix coefficients = new
Array2DRowRealMatrix(
        new double[][] { { -k, 1 }, { -kN, 1 } }, false);
    DecompositionSolver solver = new
LUDecomposition(coefficients).getSolver();
    RealVector constants = new
ArrayRealVector(new double[] { n, nN }, false);
    RealVector solution = solver.solve(constants);
    result.x = solution.getEntry(0);
    result.y = solution.getEntry(1);
}
```

Listing 2. Funkcija *getPerpendicularPoint()*

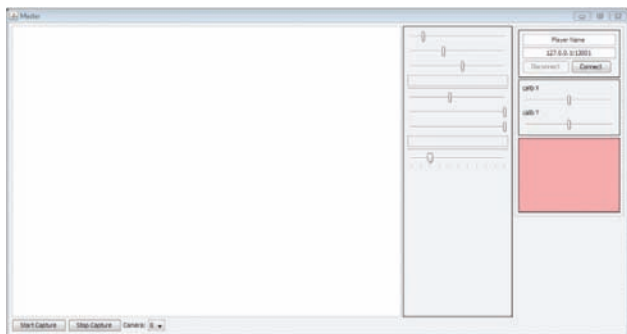
Zatim izračunavamo procentualnu pozicionu vrednost projektovane tačke na duž, u odnosu na dužinu duži. Tu vrednost šaljemo pozivom funkcije *updateShootCoords()* i time zapravo okidamo pucanj (Listing 3).

```
double topLineLen = PointUtils.pointsDistance(topLeft,
topRight);
double horDist = PointUtils.pointsDistance(topLeft,
perpPointTop);
int shootX = (int) ((horDist / topLineLen) * 10000);
double leftLineLen = PointUtils.pointsDistance(topLeft,
bottomLeft);
double vertDist = PointUtils.pointsDistance(topLeft,
perpPointLeft);
int shootY = (int) ((vertDist / leftLineLen) * 10000);
```

Listing 3. Izračunavanje procenta koordinata za slanje

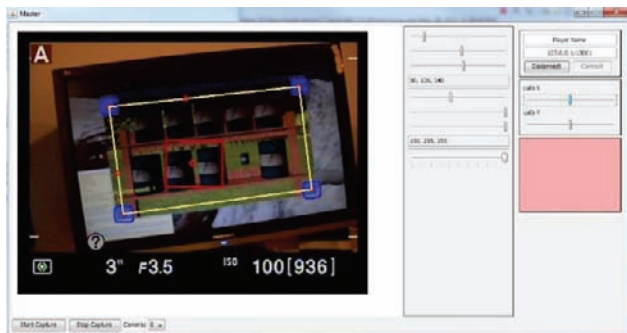
7. IZGLED APLIKACIJE

Na slici se vidi korisnički interfejs (Slika 5). Krajnje desno se mogu videti polja za unos imena korisnika kao i polje za unos parametara mreže sa odgovarajućim dugmadima za uspostavu i prekid mreže. Ispod spomenute sekcije se nalazi sekcija za kalibraciju gde korisnik pomoću dva slajdera može da podesi preciznost nišanja. U srednjem delu se nalaze slajderi za podešavanje HSV opsega boja za detekciju reper tačaka.



Slika 5. *Korisnički interfejs*

Na sledećoj slici se vidi izgled aplikacije prilikom aktivnog korišćenja (Slika 6). Krajnje levo se nalazi panel na kojem kontroler iscrta sliku sa kamere uz dodatne podatke kao što su reper regioni (oivičeni plavom konturom), čiji su centri masa spojeni žutim linijama. Na žutim linijama u vidu crvenih tačaka je data projekcija centra kamere na pomenute linije, dok je sam centar predstavljen crvenom tačkom u sredini. Sistem ovu sliku prikazuje u realnom vremenu.



Slika 6. *Finalni izgled aplikacije*

8. ZAKLJUČAK

Informaciono društvo, a moglo bi se reći i informaciona civilizacija i informaciona era u kojoj danas živimo sama po sebi nameće potrebu razvoja svih tehnologija i oblasti života. Neizostavna oblast ljudskog delovanja je i igra, koja je uporedo sa razvojem informacionih tehnologija dobijala razne oblike i još uvijek se razvija.

U uvodu rada je dat kratak osvrt na evolutivni razvoj elektronskih igara od početka do danas. Akcenat je na igrama koje su svojim inovacijama pravile korak napred ka samom kraju razvoja, što bi zapravo predstavljao sistem koji bi simulirao potpuni osećaj virtuelne stvarnosti. Morali smo spomenuti i kompjuterski vid, koji u ovom radu svoj značaj daje u interakciji između korisnika i sistema.

Cilj zadatka je bio da se pokaže kako bilo koji uređaj za snimanje u kombinaciji sa pravim softverom može da posluži kao sredstvo za prenos informacija iz stvarnog života na sistem, dajući prividan osećaj potpune kontrole. Kompjuterski vid poslužio je kao spona između uređaja i sistema, formirajući smislenu informaciju na osnovu snimljenog. Takvu informaciju sistem prima i zna kako da je upotrebi.

Izazov je bio pronaći pravi alat koji bi imao mogućnost brze i efektne obrade videa kako bi igranje igre po ovom principu imalo smisla. Kašnjenje u obradi i samim tim kašnjenje u odzivu bilo bi neprihvatljivo. U ovom slučaju OpenCV biblioteka se pokazala kao moćan alat za obradu slike u realnom vremenu. Sa izuzetno visokim performansama kao i lakoćom korišćenja nametnula se kao najbolji kandidat. Obrada slike, prepoznavanje oblika od značaja, otklanjanje šuma namtenuli su se u početku kao problemi koji su lako prevaziđeni OpenCV alatima. Nekoliko mesta za poboljšanje rešenja se izdvojilo tokom implementacije. Otpornost na šum je osnovni aspekt koji treba unaprediti, kao i otpornost na gubljenje jedne ili više reper tačaka iz fokusa. Otpornost na objekte iz okoline koji imaju istu boju bi bilo dobro mesto za unapređenje. Takođe korisniku bi bilo od značaja mogućnost da sam definiše reper tačke na osnovu kojih se vrši pozicioniranje ekrana u odnosu na video. Na sve ove i mnoge druge stvari bi trebalo obratiti pažnju pre pokušaja komercijalne upotrebe.

Razvoj elektronskih igara i pomagala pri igranju će nastaviti svoj razvoj. Ovakva i slična rešenja mogu biti karike u lancu događaja koji će na kraju dovesti do konačnog rešenja simulacije stvarnosti, a koje će to rešenje biti budućnost će pokazati.

9. LITERATURA

- [1] Game and console evolution,
https://en.wikipedia.org/wiki/Video_game_console
- [2] Video games history,
<http://www.pbs.org/kcts/videogamerevolution/history>
- [3] Computer vision,
https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_vision
- [4] OpenCV documentation,
<http://opencv.org/>

Kratka biografija:

Boban Filipović rođen je 29.9.1985. u Baru, Crna Gora. Osnovnu i srednju školu je završio u Budvi. Školske 2004/2005 je upisao Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, osek Računarstvo i automatika, položio je sve ispite predviđene planom i programom. Osnovne akademske studije je završio i diplomirao na temu „Implementacija web servisa za RTGS naloge u okviru projekta sistema platnog prometa“ kod profesora Milosavljević Branka sa ocenom deset. Položio je sve ispite predviđene planom i programom na master akademskim studijama

Milan Vidaković je rođen u Novom Sadu 1971. godine. Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu završio je doktorske studije 2003. godine. Na istom fakultetu je 2014. godine izabran za redovnog profesora iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika*.

PRIMENA ELEKTRIČNIH UREĐAJA U EKSPLOZIVNOJ SREDINI**THE APPLICATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT IN EXPLOSIVE ENVIRONMENTS**Milorad Spasojević, Veran Vasić, Đura Oros, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada su električni uređaji u Ex izvedbi koji se koriste u prostorima gde postoji mogućnost od eksplozije.

Abstract – The paper focuses on electrical devices in Ex version which are used in areas where there is a possibility of an explosion.

Cljučne reči: električni uređaji, Ex zaštita, eksplozija

1. UVOD

Razvoj tehnologije uneo je mnoge opasnosti u ljudsku atmosferu, među koje se može uvrstiti i eksplozivna atmosfera. Opasnost od nastajanja eksplozije postoji na svim mestima gde se pojavljuju eksplozivne smeše gasova, para i zapaljive prašine. Da ne bi došlo do katastrofalnih eksplozija i da bi električni uređaji mogli normalno da funkcionišu u eksplozivnoj sredini moraju biti za to posebno napravljeni u takozvanoj protiveksplozivnoj izvedbi (Ex izvedba).

2. KLASIFIKACIJA EKSPLOZIVNIH SMEŠA

Osnovna podela električnih uređaja namenjenih za rad u eksplozivnim sredinama sastoji se od dva područja, i to:

- Područje I – podzemni rudnici (metan CH₄ i ugljena prašina);
- Područje II – industrija (svi gasovi i pare u savremenoj industrijskoj tehnologiji izuzev rudnika).

2.1. Klasifikacija zapaljivih gasova i para prema temperaturi

Temperaturna klasa električnog uređaja nam daje informaciju o tome kolika je maksimalna temperatura koja može da nastane na njegovoj površini u normalnom radu ili u naznačenom slučaju kvara. Temperaturne klase za grupu II električnih uređaja su date u tabeli 1.

Tabela 1. Temp. klase za grupu II električnih uređaja

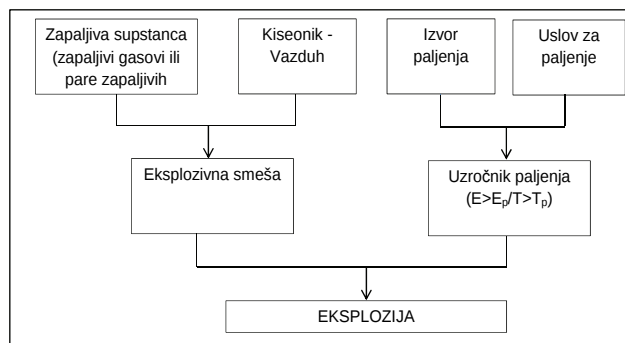
Temperaturna klasa	Dozvoljeno zagrevanje – max. temperatura el. uređaja (°C)
T1	≤ 450
T2	≤ 300
T3	≤ 200
T4	≤ 135
T5	≤ 100
T6	≤ 85

NAPOMENA:

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

2.2. Klasifikacija protiveksplozivnih zaštita

Na slici 1. [1] se nalazi dijagram nastanka eksplozije gde se jasno vide dva potrebna i dovoljna uslova da bi došlo do eksplozije.



Slika 1. Nastanak eksplozije

Na osnovu ovog dijagrama možemo izvršiti podelu protiveksplozivnih zaštita na primarnu i sekundarnu zaštitu. Primarna protiveksplozivna zaštita je skup mera koje imaju za cilj sprečavanje formiranja eksplozivne atmosfere, na primer ventilacija, tehnološke mere u procesu i slično.

Sekundarna protiveksplozivna zaštita je skup mera koje imaju za cilj onemogućavanje stvaranja uslova za paljenje izazvanog nekim izvorom paljenja.

Uzročnik paljenja eksplozivne atmosfere je svaki uzročnik inicijalnog paljenja eksplozivne smeše, a to će biti ako sadrži u momentu paljenja dovoljnu toplotnu energiju koju može predati smeši, odnosno dovoljnu temperaturu u odnosu na temperaturu paljenja smeše.

Uzročnici paljenja se mogu podeliti, prema osnovnoj podeli na električne i neelektrične.

2.3. Vrste sekundarne protiveksplozivne zaštite

Vrste sekundarne protiveksplozivne zaštite [2], prema kojima se uz odgovarajuće standarde izrađuju električni uređaji su:

1. Nepropaljivo kućište „Exd“ (neprodorni oklop) – tip uređaja kod koga je kućište u stanju da izdrži unutrašnju eksploziju.
2. Povećana bezbednost „Exe“ – tip uređaja kod koga se primenjuju dodatne mere, tako da isti ima povećanu bezbednost od mogućnosti povećanja temperature i pojave luka ili varnice unutar i na spoljnjim delovima uređaja.
3. Svojstvena bezbednost (samosigurnost) – tip uređaja kod kojih je protiveksplozivna zaštita bazirana na ograničenju energije uzročnika paljenja.
4. Inkapsulirani uređaji „Exm“ – tip uređaja čiji su delovi, koji bi mogli da zapale eksplozivnu atmosferu, obloženi kompaundom (elastomerom).

5. Potapanje u ulje „Exo“ – tip uređaja koji je ceo ili u pojedinim delovima potopljen u ulje.
6. Povećan pritisak „Exp“ (nadpritisak) – tip uređaja kod koga je kućište pod pritiskom u odnosu na spoljašnju sredinu (ostvareno pomoću zaštitnog gasa unutar kućišta).
7. Punjenje peskom „Exq“ – tip uređaja kod koga je kućište napunjeno peskom ili nekim drugim praškastim materijalom sa specificiranim karakteristikama.
8. Uređaji sa tipom zaštite „Exn“ – tip uređaja koji ima osobinu da ne varniči u normalnom pogonu i da je hermetički zatvoren.

3. VRSTE I RASPROSTRANJENOST ZONA OPASNOSTI

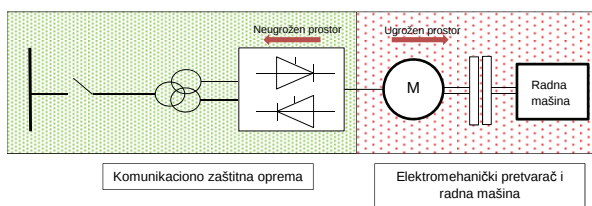
Zone opasnosti od eksplozije možemo podeliti na:

1. Zona opasnosti 0 – prostor u kome eksplozivna smeša postoji trajno ili se pojavljuje često ili je njena pojava ne suviše česta ali je trajanje duže.
2. Zona opasnosti 1 – prostor u kome eksplozivna smeša ne postoji trajno ili se ne pojavljuje često, ali se ipak može očekivati u normalnim pogonskim situacijama.
3. Zona opasnosti 2 – prostor u kome eksplozivna smeša postoji samo u nenormalnim pogonskim situacijama, dok je verovatnoća pojave u normalnim pogonskim uslovima zanemarljiva.

Za zone opasnosti 0, 1, 2 pod eksplozivnom atmosferom se podrazumeva eksplozivna smeša zapaljivog gasa, para i vazduha. Kod ugroženih prostora od smeše prašina zone se dele na zonu višeg stepena zaprašenosti (zona 11) i zonu nižeg stepena zaprašenosti (zona 12).

4. IZBOR OPREME U EX SREDINI

Potrebno je komponente elektromotornog pogona kao što su: izvor napajanja, električne zaštite, pretvarači električne energije i slično, postaviti izvan prostora ugroženog eksplozivnom atmosferom, što je ilustrovano na slici 2.



Slika 2. Elektromotorni pogon u eksplozivnom prostoru

Izborom zaštitne opreme mogu se smanjiti rizici od pregrevanja kablova i oštećenja električnih potrošača koji rade u Ex prostoru. Ovo je jako bitno, jer u koliko se kvar ne primeti na vreme može sam uređaj može biti uzročnik paljenja.

5. VENTILACIJA

Iz praktičnih razloga ventilaciju prostora ugroženih eksplozivnim smešama delimo na prirodnu i prisilnu ventilaciju.

Pod prirodno ventiliranim prostorima smatramo sve prostore u kojima se strujanje i izmena vazduha izvodi pod uticajem prirodnih promena temperature i pritiska u prostoriji.

Prisilno ventilirani prostori se koriste tamo gde uslovi prirodne ventilacije ne mogu osigurati zadovoljavajuću

ventilaciju. Pod prisilnom ventilacijom smatramo kretanje vazduha uzrokovano mehaničkim putem.

6. MOTORI U EX IZVEDBI

Motori u protiveksplozivnoj zaštiti Exe odlikuju se visokom kvalitetom materijala, robusnom izvedbom, visokom IP zaštitom, ležajevima podmazanim za celi vek trajanja, završnim premazom otpornim na uticaje vremena i koroziju te izolacijskim sastavom visoke dielektrične čvrstoće predviđenim za rad preko frekvencijskog pretvarača.

Za izolaciju namotaja statora motora povećane bezbednosti koriste se materijali klase izolacije F ili H.

7. ELEKTRIČNA ZAŠTITA U EKSPLOZIVNIM SREDINAMA

Konstrukcijom uređaja predviđenih za eksplozivnu sredinu eliminiše se paljenje eksplozivne smeše u normalnom radu i sprečava nastanak opasnog unutrašnjeg kvara sa prihvatljivo malom verovatnoćom, ali ukoliko do kvara ipak dođe, deluje električna zaštita.

7.1. Zaštita od preopterećenja

Do strujnog preopterećenja može doći zbog povećanja momenta gonjene mašine, smanjenje napona u mreži i zbog gubitka napona jedne faze ili asimetrije napona pri prekidima faznih provodnika.

Uopšteno ova zaštita može da bude indirektna ili direktna. Indirektnu zaštitu čine prekostrujni okidači i releji (motorni zaštitni okidači), koji nadziru zagrevanje namotaja posredno, preko struje.

Direktna termička zaštita motora od preopterećenja podrazumeva direktan nadzor temperature sondama (termistorima) ugrađenim u namotaj motora.

7.2. Zaštita od kratkog spoja

Kratki spoj, bilo gde u mreži, jedan je od najopasnijih uzročnika paljenja. Osnova zaštite da kratki spoj ne bude uzročnik paljenja eksplozivne atmosfere svodi se na pouzdanu preventivnu zaštitu koja mora sprečiti da dođe do pojave kratkog spoja ili da izazovemo prekid struje nastalog kratkog spoja pre nego što dođe do gore navedenih efekata.

7.3. Zaštita od atmosferskog pražnjenja

Atmosfersko pražnjenje u obliku udara groma u eksplozivnu atmosferu biće siguran uzročnik paljenja zbog lučnog pražnjenja.

Kao zaštita od ove pojave da atmosfersko pražnjenje bude uzročnik paljenja eksplozivne atmosfere, stoji nam na raspolaganju samo dobra gromobranska zaštita.

7.4. Zaštita od statičkog elektriciteta

Moramo odmah naglasiti da je pražnjenje u eksplozivnoj atmosferi najpodmukliji uzročnik paljenja eksplozivne atmosfere u industrijskim procesnim postrojenjima.

Postoji više metoda za zaštitu od statičkog naelektriciteta, ali metoda sprečavanja opasnog nagomilavanja statičkog naelektrisanja je najefikasnija mera.

7.5. Sistemi zaštite od visokih napona dodira

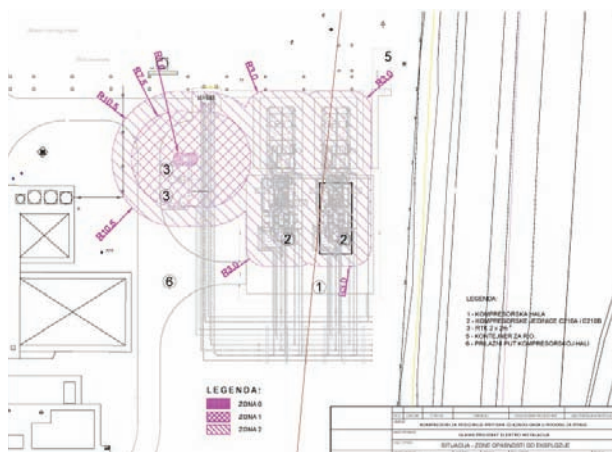
Prilikom kvara električnog uređaja pri kome isti dolazi na odgovarajući napon, tzv. napon dodira, moguće je izazvati

paljenje eksplozivne smeše. U zoni opasnosti 0 dozvoljena je upotreba isključivo IT sistema. U zoni opasnosti 1 pored IT sistema dozvoljena je upotreba i TT i TN-S sistema, a u zoni opasnosti 2 pored navedenih sistema zaštite dozvoljena je upotreba i TN-C-S sistema.

8. PRIMER EX ZAŠTITE NA KOMPRESORU ZA PODIZANJE IZLAZNOG PRITISKA

U Pogonu za pripremu i transport nafte i gasa (PITNIG) ugrađene su dve kompresorske stanice sa dve identične kompresorske jedinice C-210 A i C-210 B u novoizgrađenu halu. Pored hale nalaze se hladnjaci za hlađenje kompresora i rezervoar tehnološke kanalizacije u daljem tekstu RTK.

Na slici 3 je prikazana klasifikacija eksplozivnih prostora unutar hale i oko RTK.



Slika 3. Klasifikacija eksplozivnih prostora

Za protiveksplozivnu izvedbu elektroopreme u (izbor temperaturne klase T1.../T6 i grupe gasova A/B/C) bitne su fizičko-hemijske karakteristike gasa bitne sa aspekta zaštite od požara i zaštite od eksplozije. U tabeli 2 su prikazane karakteristike gasa koji se javlja u kompresorskoj hali, a u tabeli 3 za RTK.

Tabela 2. Fizičko-hemijske osobine metana (dominantan u sastavu prirodnog gasa)

Fizičko-hemijske osobine materije	Grupa gasova	Temp. razred	Plamiste (°C)	Temp. paljenja (°C)	Gran. eksploziv. (% vol.)	Klasa opasnosti (SRPS Z.C.0.005)
METAN	IIA	T1	-161	538	5-15	FxIB

Tabela 3. Fizičko-hemijske osobine ulja za podmazivanje kompresora

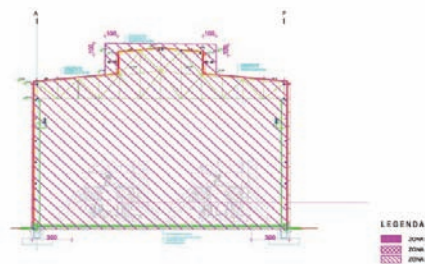
Fizičko-hemijske osobine ulja za podmazivanje	Grupa gasova	Temp. razred	Temperatur a klucanja (oC)	Temp. paljenja (oC)	Viskozno st na 40oC (mm2/s)	Klasa opasnosti (SRPS Z.C.0.005)
	IIA	T3	360	225	288-352	Fx IVB

Pored navedenih tabela, za određivanje zona i opreme potrebni su nam crteži zona, koji su prikazani na slici 4 za kompresor i slici 5 za RTK.

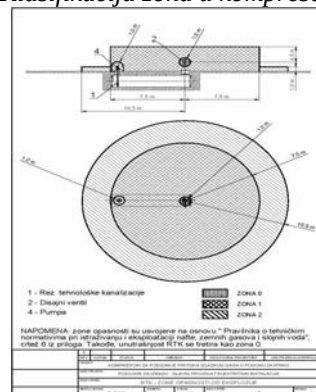
Pražnjenje RTK se izvodi pomoću pumpe, koja se nalazi na jednom od dva otvora rezervoara. Sa slike 5 se vidi da je motor pumpe u zoni 1. Karakteristike motora pumpe RTK su date u tabeli 4.

Pumpa RTK radi u dva režima, ručno i automatski, a izbor se vrši pomoću jednopolnog dvopložajnog prekidača ručno/automatski. Startovanje pumpe u ručnom režimu izvedeno je preko start/stop tipkala u II 2 Gb EEx

ed II AT3 izvedbi, prema SRPS EN 60079-1[3] i SRPS EN 60079-7 [4].



Slika 4. Klasifikacija zona u kompresorskoj hali



Slika 5. Klasifikacija zona RTK

Tabela 4. List podataka motora RTK

A. PODACI O MOTORU										F. DODATNA OPREMA			
1. Tip motora:		Trofazni ☒ Monofazni ☐		14. Kočnica:		☐ da ☐ ne ☒							
2. Tip rotora:		Kavezni ☒ Kružnokolutni ☐		15. Napon kočnice:		DC ☐ V ☐ AC ☐ V ☐ Hz ☐							
3. Nazivna snaga:		P _u = 5,5 kW		16. Termička zaštita:		☐ da ☐ ne ☒							
4. Nazivni napon:		U _n = 400 V											
5. Nazivna frekvencija:		f _n = 50 Hz											
6. Nazivna brzina:		n _n = 2900 min ⁻¹											
7. Oblik ugradnje IM: V1 (DIN 42950)													
8. Klasa izolacije:		F ☒ B ☐											
9. Vrsta pogona:													
S1 ☐ S2 ☐ S3 ☐ S4 ☐ S5 ☐ S6 ☐ S7 ☐ S8 ☐ S9 ☐ S10 ☐													
10. Stepen zaštite IP:		Motor: IP55 Kutija: ☐ IP55											
11. Ex zaštita motora:		d ☐ e ☐ n ☐											
Ex zaštita priključne kutije:		d ☒ e ☐ n ☐											
Vrsta medija:		gas (G) ☒ prašina (D) ☐											
Područje primene: I ☐ II ☒ III ☐													
Zona opasnosti: 1 ☐ 2 ☐ 21 ☐ 22 ☐													
12. Pozicija kutije:		levo ☒ desno ☐ Gore ☐											
13. Uvodnica na priključnoj kutiji: M 32x1,5, NPT navoj													

Tabela 5. List podataka motora hladnjaka

A. PODACI O MOTORU										F. DODATNA OPREMA									
1. Tip motora:		Trofazni ☒ Monofazni ☐		14. Kočnica:		☒ da ☐ ne ☒				15. Napon kočnice:		☒ DC V ☐ AC V ☐ Hz							
2. Tip rotora:		P= 30 kW																	
3. Nazivna snaga:		U= 400 V																	
4. Nazivni napon:		f= 50 Hz																	
5. Nazivna frekvencija:		n= 2907 min ⁻¹																	
6. Nazivna brzina:		B3 (DIN 42950)																	
7. Oblik ugradnje IM:		F ☒ B ☐																	
8. Klasa izolacije:																			
9. Vrsta pogona:																			
10. Stepen zaštite IP:		Motor: IP65 Kutija: IP65																	
11. Ex zaštita motora:		d ☒ e ☐ n ☐																	
Ex zaštita priključne kutije:		d ☒ e ☐ n ☐																	
Vrsta medija:		gas ☒ prašina ☐																	
Područje primene:		I ☐ II ☒ III ☐																	
Zona opasnosti:		1 ☐ 2 ☒ 21 ☐ 22 ☐																	
12. Pozicija kutije:		levo ☐ 100desno ☐ gore ☐																	
13. Uvodnica na priključnoj kutiji:		M 63x1,5, NPT navoj																	

C. AMBIJENTALNI USLOVI									
17. Temperatura:		de -30 do +50 (40/50) °C							
18. Nadmorska visina:		do 1000 m							
19. Rad u prostoru:		Zatvoreno ☒ Otvoreno ☐							
20. Zasićenost atmosfere:		Prašina ☐ Vuga ☐							
D. USLOVI STARTOVANJA									
21. Način startovanja:		F i f = 100% / 100%							
Oprećenje %:		100 0.89 0.905							
		75 0.87 0.890							
		50 0.855 0.855							

U automatskom režimu upravljanje se vrši preko nivo prekidača, za detekciju nivoa u minimalno 3 tačke, u Ex izvedbi, zona 0, koji se montira drugom otvoru rezervoara. Nivo prekidač koji se koristi je u izvedbi II (1)G EEx ia II CT3 Ga prema SRPS EN 60079-0 [5] i SRPS EN 60079-11 [6]. S obzirom da su nivo sklopke u protiveksplozivnoj izvedbi 'ia', postavljane su tri jedno-kanalne sigurnosne barijere, u izvedbi II (1)G [Ex ia Ga] IIC, na koje su povezani signali sa nivo prekidača.

Svaki kompresor poseduje svoj hladnjak, koji se nalazi izvan hale. Elektromotori hladnjaka stižu kao deo paketa kompresora u izvedbi II 2G EEx de IIA T3 Gb. Karakteristike motora hladnjaka su date u tabeli 5.

8.1. Osvetljenje u unutar kompresorske hale

Prema slici 4 zona opasnosti od eksplozije deo svetiljki se nalazi u Ex zoni 2, te je njihova izvedba II 3G EEx nR IIA T2 Gc, predviđene za upotrebu u zonama opasnosti od eksplozije 2, prema SRPS EN 60079-17 [7]. Urađena su dva strujna kruga za osvetljenje u hali, po pola svetiljki na jedan krug.

Svetiljke se pale pomoću prekidača 0-1 koje je Ex zaštite II 2G EEx e IIA T2 Gb, prema SRPS EN 60079-7, predviđenim za upotrebu u zonama opasnosti od eksplozije 1 i 2. Razvodne kutije za instalaciju osvetljenja su izvedbi II 2G EEx e IIA T2 Gb, prema SRPS EN 60079-7.

8.2. Zaštita od direktnog napona dodira

Za potrošače kompresorske stanice zaštita od previsokog napona dodira je predviđena u sistemu mreže TN-S, a za potrošače na RTK se iz trafostanice mora voditi 5 žila tj. razdvojen PE i N vod.

8.3. Izjednačenje potencijala

Zaštita od statičkog naelektrisanja izvedena je ekvipotencijalizacijom (izjednačenjem potencijala) svih metalnih delova nadzemne mašinsko tehnološke opreme i cevovoda i povezivanjem na uzemljivač. Premošćenje se izvelo zupčastim podloškama koje se postavljaju ispod šrafova koji povezuju prirubnice ili provodnikom tipa P-Y 1x16 mm², koji je opremljen kabel papučicama na oba kraja, uz obavezno postavljanje zupčastih podloški.

8.4. Statički elektricitet

Kod rezervoara tehnološke kanalizacije, je postavljen stubić za uzemljenje autocisterni. Stubić je opremljen provodnikom za uzemljenje autocisterni tipa P/F-Y 1x16 mm² dužine 10 metara sa "krokodil" štipaljkom za njegovo povezivanje sa autocisternom. Provodnik je povezan na uzemljivač preko instalacionog prekidača 0-1 za zonu 1, nominalne struje In=16A, u protiveksplozivnoj zaštiti II 2G EEx de IIA T3 Gb.

8.5. Gromobranska zaštita

Prema slici 5 se vidi da se zona opasnosti izdiže 1m iznad žaluzina na lanterni krovne konstrukcije hale. Pošto je krovna konstrukcija urađena sa termopanelima izrađenim u dva sloja plastificiranog čeličnog lima debljine 0,6mm, zaključuje se da krovna konstrukcija ne bi smela da direktno prihvati atmosfersko pražnjenje, prema SRPS EN 62305-3 [8].

Za prihvatni sistem gromobranske instalacije hale odabran je sistem paralelnih žica koji se montira na štapnim hvataljkama, konzolama. Fiktivna sfera zaštite prema tabeli 2 standarda SRPS EN 62305-3, za nivo IV, iznosi $r = 20$ m, (r je poluprečnik). Prihvatni sistem je urađen od prihvatnih žica, fi 9 mm prema SRPS EN 62561-2 [9] na konzolama visine od 2 m od gornje ivice krova, poprečno u četiri reda, uzdužno rastojanje se predviđa od oko 6 m. Kao glavni spustni provodnici na objektu predviđeni su noseći čelični kutijasti profili konstrukcije objekta debljine zida preko 4mm. Uzemljivač je izveden

pocinkovanom čeličnom trakom FeZn 25x4 mm, koja je položena u zemljani rov na dubini 0,8 m oko objekta, na rastojanju 2,0 m.

8.6. Isključenje u slučaju hitnosti (emergency switch off)

Za potrebe nužnog/hitnog isključenje, na prikladnom mestu ili mestima izvan opasnog područja predviđen je prekid napajanja potrošača u zoni opasnosti od eksplozije. Nužno isključenje treba da isključi pored faznih provodnika i neutralni vod.

Nužno isključenje potrošača kompresorske jedinice A i B se vrši sa dva mesta:

1. Pored samog kompresora i lokalnog kontrolnog panela, udarnim tipkalom u kućištu izvedbe II 2G EEx ed IIC T3 Gb, prema SRPS EN 60079-1 i SRPS EN 60079-7.
2. Van kompresorske hale, na cevnom mostu, van zone opasnosti, na putu za evakuaciju.

Sa tipkala signal nužnog isključenja kompresora A i B se vodi na dvokanalni sigurnosni relej (redundantni sistem), na pripadajući kontrol panel kompresora A/B. Dalje, sa sigurnosnog releja signal se distribuira na stezaljke MCC-A/B, odakle se vrši isključenje potrošača kompresora.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu pokušano je da se na pristupačan način objasni i pokaže kako se može izbeći pojava eksplozije u uslovima kad postoji opasnost od pojave eksplozivnih smeša zapaljivih gasova, para zapaljivih tečnosti i prašina sa vazduhom, a u tom ili obližnjem prostoru se koriste električni uređaji koji bi mogli svojom varnicom izazvati paljenje te smeše. Cilj rada jeste prikaz i obrada mogućnosti eliminacije nastanka eksplozivnih smeša.

4. LITERATURA

- [1] Ljiljana V. Pavlović i Zoran M. Lazetić, "Asinhroni motori u protiveksplozivnoj zaštiti povećana bezbednost", Beograd 2008
- [2] Nenad Marinović, "Protueksplozivna zaštita električnih uređaja", Zagreb 1986
- [3] SRPS EN 60079-1 – Eksplozivne atmosfere - Deo 1: Oprema zaštićena nepropaljivim kućištem "d", 2008
- [4] SRPS EN 60079-7 – Eksplozivne atmosfere - Deo 7: Oprema u povećanoj bezbednosti "e", 2010
- [5] SRPS EN 60079-0:2012/A11, Eksplozivne atmosfere - Deo 0: Oprema – Opšti zahtevi – izmena, 2015
- [6] SRPS EN 60079-11 – Eksplozivne atmosfere - Deo 11: Oprema zaštićena svojstvenom bezbedošću, 2012
- [7] SRPS EN 60079-17 - Eksplozivne atmosfere - Deo 17: Pregled i održavanje električnih instalacija, 2012
- [8] SRPS EN 62305-3 – Zaštita od atmosferskog pražnjenja — Deo 3: Fizičko oštećenje objekata i opasnost po život, 2013
- [9] SRPS EN 62561-2 - Komponente sistema za zaštitu od atmosferskog pražnjenja (LPSC) — Deo 2: Zahtevi za provodnike i uzemljivače

Kratka biografija:

Milorad Spasojević rođen je u Beogradu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2015.god.

**PRORAČUN TOKOVA SNAGA RADIJALNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA PRIMENOM
RAJIČIĆ-eve I SCHIRMOHAMMADI-jeve METODE****LOAD FLOW CALCULATION FOR RADIAL DISTRIBUTION NETWORK BY USING
RAJIČIĆ AND SCHIRMOHAMMADI METHODS**

Vedran Vidić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan proračun tokova snaga na dva načina koja su verifikovana na test mreži sa 17 čvorova u programskom jeziku FORTRAN, kao i izvršeno njihovo poređenje koristeći razne kriterijume.

Abstract – This paper presents a calculation of power flows in two different ways which are verified on a test network with 17 nodes in the programming language FORTRAN, as well as their comparison made using a variety of criteria.

Ključne reči: Distributivne mreže, proračun tokova snaga, Schirmohammadi, Rajičić.

1. UVOD

U savremenim elektrodistributivnim preduzećima evidentan je stalni porast potreba za što kvalitetnijom i sigurnijom isporukom električne energije potrošačima. To znači da distributivna mreža (DM) treba da ima ne samo mali broj kvarova, već i kvalitetne napone, male gubitke aktivne snage, sa kontrolisanim preuzimanjem reaktivne snage od prenosne mreže, itd. U DM kvalitetna isporuka električne energije može da se obezbedi investiranjem u skupu energetske opremu, primenom značajno jeftinije opreme za automatizaciju i primenom sofisticiranih sistema za automatizaciju i upravljanje distributivnih mreža (DMS – distributivni menadžment sistem).

Primenom DMS omogućeno je da se u distributivnom preduzeću kvalitetno obave svi tehnički poslovi. Samo neki od njih su: nadzor i komandovanje, analiza, upravljanje, planiranje pogona i razvoja DM, itd. U osnovi gotovo svih proračuna nalaze se proračuni tokova snaga. Mogućnosti dva specijalizovana metoda za proračun tokova snaga u DM [1,6] razmatrane su u ovom radu DMS.

2. DISTRIBUTIVNE MREŽE

Od proizvođača do potrošača DM predstavlja poslednji stepen u isporuci električne energije. One su dominantno radijalne, sa malim brojem izuzetaka. Uzroci za formiranje petlji su [2]:

- paralelan pogon dva napojna transformatora, npr. u svrhu besprekidnog prebacivanja dela sredjenaponske mreže sa jednog na drugi napojni transformator,
- besprekidno prebacivanje potrošnje sa jednog sredjenaponskog izvoda na drugi,
- niskonaponska mreža se napaja sa više distributivnih transformatora.

NAPOMENA:

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

Uobičajeno za proračune elektroenergetskih mreža, pa samim tim i za proračune tokova snaga potrebno je [2]:

- formirati matematički model mreže,
- postaviti matematički model problema tokova snaga (odrediti vektor stanja – fazore napona svih čvorova),
- rekonstruisati režim mreže (veliçine od interesa).

2.1. Potrošač

U zavisnosti od tipa potrošača vrednost snage njegove potrošnje ne zavisi od promene napona, zavisi linearno odnosno od kvadrata promene napona [3]:

$$S_x(U_x) = k_{spx} P_x^{spec} - j k_{sqx} Q_x^{spec} + k_{ipx} \frac{U_x}{U_{nNN}} P_x^{spec} - \quad (1)$$

$$j k_{iqx} \frac{U_x}{U_{nNN}} Q_x^{spec} + k_{ypx} \left(\frac{U_x}{U_{nNN}} \right)^2 P_x^{spec} - j k_{yqx} \left(\frac{U_x}{U_{nNN}} \right)^2 Q_x^{spec}$$

2.2. Vodovi

Vodovi su elementi elektroenergetskog sistema za prenos i distribuciju napona i električne energije, pri čemu se razlikuju nadzemne i kablovske deonice [8]. Za njihovo modelovanje najčešće se koristi π ekvivalentna šema.

2.3. Transformatori

Transformator služi za transformaciju električne energije sa jednog na drugi naponski nivo (posredstvom magnetne sprege, bez galvanskih veza i pokretnih dijelova). Pri transformaciji dolazi do gubitaka električne energije (u nastavku rada efekti tih gubitaka su zanemareni).

3. TOKOVI SNAGA

Proračun tokova snaga se sastoji u proračunu promjenljivih stanja (odnosno, kompletnog režima) DM, na bazi poznatog napona izvora napajanja mreže (korena) i poznatih potrošnji u svim čvorovima mreže. Ova funkcija predstavlja jednu od najznačajnijih i najšire korišćenih energetskih funkcija u upravljanju DM. Ona se koristi ili samostalno, ili kao moduo, odnosno osnova, u okviru drugih energetskih funkcija [1].

U ovom radu polazi se od pretpostavki da su svi elementi DM uravnoteženi elementi [5].

Izrazito slaba upetljanost DM, ukoliko je uopšte ima, veliki odnos R/X (daleko veći nego u prenosnim mrežama [1]) iziskuje primenu različitih modela i proračune u odnosu na one koji se primenjuju u prenosnim mrežama.

Navedene razlike imaju za posledicu da standardne metode za proračun tokova snaga davno verifikovane u prenosnim mrežama imaju značajno manju efikasnost kada se primenjuju u DM. Takođe, prenosne mreže

koriste proračune koje se zasnivaju na matičnom pristupu, a takav pristup zahtijeva da se u svakoj iteraciji riješi linearizovana matrica sistema dimenzija $n \times n$ (n je broj čvorova) što zbog velikih dimenzija DM, njihove slabe upetljanosti i visokog odnosa R/X prouzrokuje slabu uslovljenost matrica sa kojom je problem opisan. Posledica je da su postupci bazirani na matičnom proračunu neefikasni pri rješavanju problema tokova snaga u DM [1].

4. RAJIČIĆ-eva METODA PRORAČUNA TOKOVA SNAGA

U zavisnosti od tipa potrošača primena ove metode je numerički iterativan, odnosno neiterativan postupak. Ukoliko se potrošnja modeluje kao konstantna kompleksna struja ili kao konstantna admitansa tada je ovaj algoritam neiterativan.

Ako se potrošnja modeluje kao konstantna snage ili konstantan moduo struje i konstantan faktor snage onda je algoritam iterativan [6].

4.1. Kratak pregled rukovanja granama i čvorovima u balansiranim radijalnim mrežama

Osnovna pravila [6]:

- svaka grana ima napojni i prijemni čvor,
- indeks prijemnog je manji od indeksa napojnog čvor,
- indeks grane jednak je indeksu prijemnog čvor.

Za određivanje topologije, kao informacija za topološku strukturu radijalne mreže potreban je samo jedan vektor pokazivač, koji sadrži indekse napojnih i prijemnih čvorova. Na osnovu tog vektora, u proračunu nazad i naprijed, organizovana je obrada grana i čvorova DM.

4.2. Metod sumiranja admitansi

Definicija tri tipa admitansi [6]:

- Admitansa $\hat{Y}_{Lk}$ čvora k ($k=1, \dots, n$) je zbir svih otočnih admitansi Π ekvivalentnih kola vodova i transformatora, koje se stiču u čvoru k i admitanse kondenzatora ako postoje u čvoru k .
- Admitansa $\hat{Y}_{Nk}$ čvora k ($k=1, \dots, n$) je admitansa mreže čvora k , uključujući prethodno priključenu $\hat{Y}_{Lk}$.
- Admitansa $\hat{Y}_{Bk}$, čvora k ($k=1, \dots, n$) je admitansa mreže čvora k , uključujući i granu k .

Proces proračuna je organizovan u dvije faze:

- prva faza – priprema,
- druga faza – proračun vrednosti fazora napona čvorova.

Prije početka proračuna treba postaviti:

$$\hat{Y}_{Nk} = \hat{Y}_{Lk}, k = 1, \dots, n \quad (2)$$

Obrada grane k započinje proračunom vrednosti:

$$\hat{D}_k = \frac{1}{1 + \hat{Z}_k \cdot \hat{Y}_{Nk}} \quad (3)$$

Zatim se izračunava admitansa dijela mreže koji se svrstava u granu k uključujući rednu impedansu grane k :

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{Bk} &= \frac{1}{\hat{Z}_k + \frac{1}{\hat{Y}_{Nk}}} = \hat{Y}_{Nk} \cdot \frac{1}{1 + \hat{Z}_k \cdot \hat{Y}_{Nk}} \\ &= \hat{D}_k \cdot \hat{Y}_{Nk} \end{aligned} \quad (4)$$

Dodavanjem $\hat{Y}_{Bk}$ iznosu $\hat{Y}_{Ni}$, tj. $\hat{Y}_{Ni(prije)}$, dobija se :

$$\hat{Y}_{Ni(poslije)} = \hat{Y}_{Ni(prije)} + \hat{Y}_{Bk} \quad (5)$$

Napon na prijemnom čvoru k je:

$$\hat{V}_k = \hat{V}_i - \hat{Z}_k \cdot \hat{I}_k = \hat{V}_i - \hat{Z}_k \cdot \hat{Y}_{Nk} \cdot \hat{V}_k \quad (6)$$

ili

$$\hat{V}_k = \hat{V}_i \cdot \hat{D}_k \quad (7)$$

4.3. Proširena metoda sumiranja admitansi

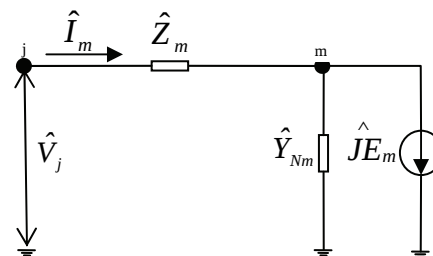
U ovom delu razmatra se DM u kojoj se opterećenje sastoji od dve komponente: konstantna admitansa i konstantne kompleksne struje. I sada se proračuna vrednosti napona čvora organizuje u dvije faze, od kojih je prva faza priprema. Opterećenje čvora modelovano kao konstantna kompleksna struja ekvivalentira se strujnim generatorom $\hat{J}_k$ [6].

Ako se razmatra grana k , prebacivanje strujnog generatora iz čvora k u čvor i , u čvoru i se dobija novi strujni generator čija je vrednost:

$$\hat{J}_{(i)k} = \hat{E}_k \cdot \hat{Y}_{Bk} = \hat{E}_k \cdot \hat{D}_k \cdot \hat{Y}_{Nk} = \hat{D}_k \cdot \hat{J}_k \quad (8)$$

Struja čvora k može direktno da se prebaci u čvor m primenom sledećeg izraza:

$$\hat{J}_{m(k)} = \hat{J}_k \cdot \prod_{l \in \alpha_{k-m}} \hat{D}_l \quad (9)$$



Slika 1. Deo mreže za lakše razumjevanje narednih formula

U delu DM koji se napaja preko čvora m može da bude velik broj potrošača (strujnih generatora). Njihov ekvivalentni uticaj, gledano iz čvora m , definisan je izrazom:

$$\hat{J}E_{m(k)} = \sum_{k \in \beta_m} \hat{J}_{m(k)} + \hat{J}_m \quad (10)$$

Napon u čvoru m definisan je izrazom:

$$\hat{V}_m = \hat{V}_j - \hat{Z}_m \cdot \hat{I}_m = \hat{V}_j - \hat{Z}_m \cdot (\hat{Y}_{Nm} \cdot \hat{V}_m + \hat{J}E_m) \quad (11)$$

Konačno sređivanjem prethodnog izraza dobija se:

$$\hat{V}_m = \hat{D}_m (\hat{V}_j - \hat{Z}_m \cdot \hat{J}E_m) \quad (12)$$

Sledi da je i proširena metoda sumiranja admitansi takođe ne-iterativan postupak.

4.4. Proširena metoda sumiranja struja

Ako se razmatra DM u kojoj postoje svi tipovi potrošača, tada je njihova snaga modelovana sledećim izrazom [6]:

$$P_i + jQ_i = P_{0i} (A_{0i} + A_{1i} \cdot V_i + A_{2i} \cdot V_i^2) + jQ_{0i} (B_{0i} + B_{1i} \cdot V_i + B_{2i} \cdot V_i^2) \quad (13)$$

U fazi pripreme, potrebno je da se za svaki čvor k odredi komponenta konstantne admitanse opterećenja:

$$\hat{L}_k = P_{0k} \cdot A_{2k} - jQ_{0k} \cdot B_{2k} \quad (14)$$

Dodavanjem $\hat{L}_k$ admitansi koja odgovara čvoru k , dobija se ekvivalentna admitansa $\hat{Y}_{Lk}$. U drugom delu faze pripreme izračunavaju se elementi vektora $\hat{D}$, $\hat{Y}_N$ i $\hat{Y}_B$.

U drugoj fazi radi se proračun napona čvorova. Posmatra se samo deo opterećenja modelovan kao konstantna admitansa, dok su preostale dvije komponente opterećenja modelovane odgovarajućim strujnim generatorima [6]. Ukupna struja strujnog generatora u čvoru k je:

$$\hat{J}_k = \frac{P_{0k} (A_{0k} + A_{1k} \cdot V_k) + jQ_{0k} (B_{0k} + B_{1k} \cdot V_k)}{\hat{V}_k^*} \quad (15)$$

Pošto struja $\hat{J}_k$ zavisi od napona $\hat{V}_k$, čija vrednost na početku procesa nije poznata, sada je proračun napona iterativan proces. U svakoj iteraciji čvor se modeluje sa po otopnom admitansom i strujnim generatorom čime je omogućeno da se proračun napona realizuje po istom postupku kao što je objašnjeno u prethodnom odeljku.

4.5. Proračun za balansiranu slaboupetljanu mrežu

Upotreba metode sumiranja admitansi se preporučuje u slučaju da su svi potrošači u slaboupetljanoj mreži tipa konstantne admitanse. U slučaju da je opterećenje mješovito, mora da se koristi proširena metoda sumiranja struja. Razmatraju se petlje koje su formirane pomoću rednih elemenata. Za svaku od petlji se bira po jedna veza, a prekidanje svake veze na jednom od njihovih čvorova uzrokuje uvođenje para kontrolnih tačaka i tako dobijena radijalna DM se naziva radijalna slaboupetljane DM [6]. Neophodno je uvesti dodatne strujne generatore na svakoj tački prekida, radi uspostavljanja jednakosti između slabo upetljane DM i njenog radijalnog modela, koji se mogu izračunati pomoću matricne jednačine:

$$\hat{Z} \cdot \hat{J}_B = \hat{D}U \quad (16)$$

Da bi se izračunali naponi čvorova u radijalnom modelu mogu se koristiti postupci iz prethodnog dijela.

4.6. Proračun za nebalansiranu slaboupetljanu mrežu

U slučaju nebalansiranih radijalnih i slaboupetljanih DM, koristi se trofazni reprezentiv grana, potrošača itd. Svaka grana je predstavljena matricom impedansi dimenzija 3x3 [6]:

$$\hat{Z}_k^{a,b,c} = \begin{bmatrix} \hat{Z}_k^{aa} & \hat{Z}_k^{ab} & \hat{Z}_k^{ac} \\ \hat{Z}_k^{ba} & \hat{Z}_k^{bb} & \hat{Z}_k^{bc} \\ \hat{Z}_k^{ca} & \hat{Z}_k^{cb} & \hat{Z}_k^{cc} \end{bmatrix} \quad (17)$$

Opterećenja su predstavljena matricama admitansi dimenzija 3x3, a struje vektorima dimenzija 3x1.

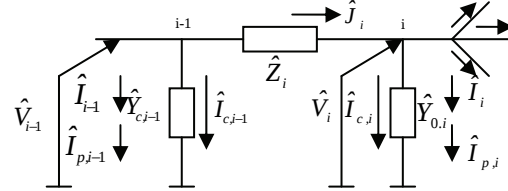
Postupak je veoma sličan postupku koji je prikazan za balansirane slaboupetljane DM.

5. SHIRMOHAMMADI-jev METOD

Shirmohammadi-jev metod, poznat kao metod sumiranja struja, predstavlja još jedan specijalizovan postupak za proračun tokova snaga u DM [1].

5.1. Algoritam sumiranja struja

Algoritam počinje sa pripremom: učitavanje podataka o DM, numeraciji grana i čvorova po lejerima i setovanje indeksa iteracija (h) na početnu vrijednost ($h=1$). Nakon pripreme počinje iterativni postupak.



Slika 2. Ekvivalentna šema grane

Svaka iteracija se sastoji od sledeća tri koraka [1]:

1. Proračun injektiranih struja

$$\hat{I}_i^h = \left(\frac{\hat{S}_{p,i}}{\hat{V}_i^{h-1}} \right)^* + \hat{Y}_{0,i} \cdot \hat{V}_i^{h-1}, i = 1, \dots, n_{cv} \quad (18)$$

2. Proračun struja po granama – zamena unazad

$$\hat{J}_i^h = \hat{I}_i^h + \sum_{j \in i} \hat{J}_j^h, i = n_{gr}, \dots, 1 \quad (19)$$

3. Proračun napona u čvorovima – zamena unapred

$$\hat{V}_i^h = \hat{V}_{i-1}^h - \hat{Z}_i \cdot \hat{J}_i^h, i = 1, \dots, n_{cv}. \quad (20)$$

Na kraju svake iteracije se ispituje uslov konvergencije:

$$Dp^h < \varepsilon, Dq^h < \varepsilon, \quad (21)$$

gdje su:

$$Dp^h = \max \left\{ \left| \Delta p_i^h \right| \right\}, Dq^h = \max \left\{ \left| \Delta q_i^h \right| \right\}, i = 1, \dots, n_{cv}. \quad (22)$$

Debalansi snage za svaki čvor se računaju prema sledećim relacijama:

$$\Delta p_i^h = \text{Re} \left(\Delta \hat{S}_i^h \right) = \text{Re} \left(\hat{S}_i^h - \hat{S}_i \right) \quad (23)$$

$$\Delta q_i^h = \text{Im} \left(\Delta \hat{S}_i^h \right) = \text{Im} \left(\hat{S}_i^h - \hat{S}_i \right) \quad (24)$$

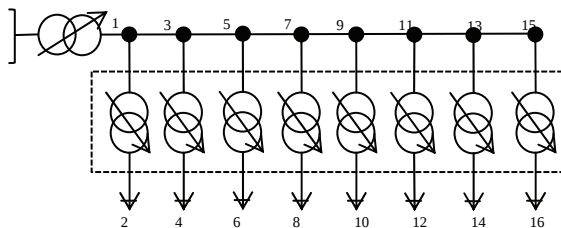
a injektirana snaga u čvoru i na osnovu izraza:

$$\hat{S}_i^h = \hat{V}_i^h \cdot \left(\hat{I}_i^h \right)^* - \left(\hat{Y}_i \right)^* \cdot \left| \hat{V}_i^h \right|^2. \quad (25)$$

Ako su uslovi konvergencije ispunjeni iterativni postupak se završava, u suprotnom prelazi se na sledeću iteraciju.

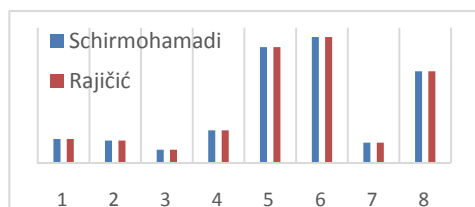
6. POREĐENJE DVE RAZMOTRENE METODE

U ovom delu upoređeni su rezultata tokova snaga koji su dobijeni primenom dve razmatrane metode. Verifikacija metoda izvršena je primeru jednostavne DM, slika 3.



Slika 3. Test mreža

Pritom, upoređene su vrednosti modula fazora napona čvorova, fazora struje grana, fazora struja čvorova, aktivne i reaktivne snage, kao i broj iteracija koji je bio potreban da proračun konvergira.



Slika 4. Rezultati proračuna modula struje (struja izražena u [A]) potrošača

Tabela 1. Broj iteracija za dve metode proračuna tokova snaga (kombinovana potrošnja) za nasumično izabrane sate

Metoda →	Schirmohammadi	Rajičić
Vremenski trenutak ↓		
1. sat	2	2
3. sat	2	2
5. sat	2	2
6. sat	3	3
7. sat	3	3
10. sat	3	3
15. sat	3	3
18. sat	3	3
22. sat	3	3
23. sat	3	3
24. sat	3	2

7. ZAKLJUČAK

U radu je razmatran problem proračuna tokova snaga radialne DM. Teoretski i numerički upoređene su dve metode, Rajičićeve i Schirmohammadi-jeve. Kao podrška, u radu je razvijen program u programskom jeziku fortran.

Na osnovu primera koji su realizovanih u ovom radu uočeno je da se primenom dve metode dobijaju identični rezultati, pri čemu su razlike u konvergenciji postupka zanemarivo male. Za razmatrani primer, 17 čvorova, primenom obe metode, proračuni su realizovani trenutno.

Iz rada se može zaključiti da korišćenjem bilo koje od dvije razmatrane metode može veoma brzo da se dođe do kvalitetnog rešenja.

8. LITERATURA

1. D.Schirmohammadi, H.W.Hong, A.Semlyen, G.X.Luo: A Compensation-Based Power Flow Method for Weekly Meshed Distribution and Transmission Network; *IEEE Trans. on PS*, Vol. 3, No. 2, May 1988, pp. 753-762.
2. P.Vidović: *Nesimetrični tokovi snaga distributivnih mreža*, magistarska teza, FTN Novi Sad, novembar 2008.
3. V.C.Strezoski: *Analiza elektroenergetskih sistema*, skripta, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2011.
4. G.Švenda: *Specijalizovani softveri u elektroenergetici*; Beleške s predavanja, Novi Sad, 2014.
5. M.Obrenić, *Proračun tokova snaga u elektrodistributivnim mrežama primenom matičnog pristupa*, master rad, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2014
6. D.Rajičić, R. Taleski: Two Novel Methods for Radial and Weakly Meshed Network Analysis, *Electric Power Systems Research* 48, December, 1998, pp. 79-87
7. G.Švenda: *Osnovi elektroenergetike: Matematički modeli i proračuni*; Novi Sad
8. V.Strezorski: *Osnovi elektroenergetike (elektroenergetski sistemi)*; radni materijal, školska 2002/2003.god

Kratka biografija:



Vedran Vidić rođen je u Derventi (Republika Srpska), 01.09.1990. god. Srednju elektrotehničku školu (Tehničar računarstva) završio 2009. god. u Derventi. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2013. god. Iste godine upisao se na master studije.

OGRANIČENJE STRUJE KRATKOG SPOJA U ELEKTROENERGETSKIM POSTROJENJIMA**FAULT CURRENT LIMITING IN ELECTRICAL POWER STATIONS**

Siniša Gutović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu se analiziraju uređaji za ograničenje struje kratkog spoja u prenosnim i distributivnim mrežama. Navedena je njihova osnovna podjela po načinu djelovanja kao i karakteristike u normalnim režimima rada i režimima sa kratkim spojevima. Sa stanovišta primjene limitera struje u realnim elektroenergetskim sistemima analiziraju se slučajevi kada se oni koriste za sekcionisanje sabirnica ili kada se redno vežu sa nekim elementom u pogonu. Pomenute analize i simulacije kratkih spojeva analiziraju se na primjeru visokonaponskog razvodnog postrojenja sa dvostrukim sistemom sabirnica.

Abstract – In this paper, a fault current limiters used in transmissions and distributions networks are analyzed. Classification of the fault current limiters are given as well as their characteristics in normal and fault mode. From the point of their usage in electrical power systems different cases are analyzed, such as busbar de-coupling and series connection with other elements in operation. All analyzes and simulations of short circuits are done on an example of high voltage substations with double busbar arrangements.

Ključne riječi: Ograničenje struje kratkog spoja, limiteri struje, prigušnica, sekcionisanje sabirnica.

1. UVOD

U ovome radu analizira se primjena uređaja za ograničenje struje kratkog spoja. Analiziraju se njihove osnovne karakteristike i primjena u elektroenergetskim sistemima. Takođe je naveden primjer proračuna u kome se pokazuje njihova efikasnost u ograničavanju struje kratkog spoja. Osnovni uzroci povećanja struje kratkog spoja su povećan udio obnovljivih izvora energije i izgradnja novih interkonektivnih vodova.

Povećana vrijednost struje kratkog spoja uzrokuje: oprema trpi dodatna termička i mehanička naprezanja, povećava se napon koraka i dodira, otežano je gašenje električnog luka, itd.

U drugoj glavi opisuju se četiri vrste limitera struje koje se najčešće koriste.

U trećoj glavi naveden je primjer kojim se pokazuje efikasnost limitera za ograničenje struje kratkog spoja. U četvrtoj glavi dat je zaključak a u petoj je navedena literatura.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Duško Bekut, red.prof.

2. PREGLED MJERA ZA OGRANIČENJE STRUJE KRATKOG SPOJA

Limiteri struje se mogu podijeliti u dvije velike grupe: pasivni i aktivni limiteri. Pasivni limiteri povećavaju vrijednost impedanse u normalnom pogonu i u pogonu sa kvarom. Aktivni limiteri brzo povećavaju vrijednost impedanse samo u pogonu sa kvarom. U ovome radu opisano su četiri limitera struje koji se najčešće koriste u eksploataciji elektroenergetskih sistema:

- Prigušnice za ograničenje struje kratkog spoja
- Strujni limiteri
- Superprovodnički limiteri struje
- Poluprovodnički limiteri struje

2.1. Prigušnice za ograničenje struje kratkog spoja

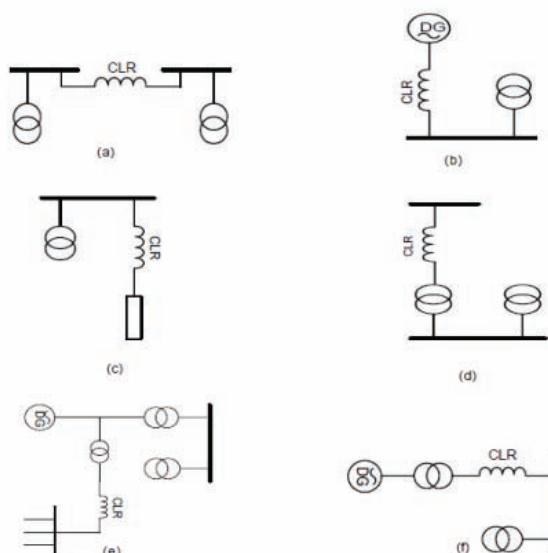
Postoje dva tipa prigušnica za ograničenje struje kratkog spoja: suve i uljne prigušnice [1]. Suve prigušnice imaju vazdušno jezgro sa bakarnim ili aluminijским namotajima, slika 1. Uljne prigušnice se rijetko koriste za ograničenje struje kratkog spoja, zbog saturacije magnetskog kola kada kroz namotaje protekne struja kratkog spoja. Prednost uljnih prigušnica ogleda se u većoj dielektričnoj konstanti ulja od vazduha što značajno utiče na dimenzije prigušnice i prostor koji zauzima u postrojenju. Druga prednost uljnih prigušnica je zato što ulje bolje provodi toplotu od vazduha.



Slika 1. Vazdušna prigušnica

Pad napona na prigušnici u normalnom pogonu, zavisno od mjesta ugradnje u sistemu, nekada može da bude otežavajući faktor u njenoj ciljanoj primjeni [2]. Na primjer u prenosnim mrežama vezivanjem prigušnice redno sa vodom dolazi do zakretanja fazora napona pa se nekada željena snaga ne može prenijeti na datu udaljenost, slika 2.

U distributivnim i industrijskim mrežama zbog pada napona na prigušnici start motora na srednjem naponu je otežan [1,3].



Slika 2. Primjena prigušnice

Zbog pomenutih problema u praksi se prigušnica vrlo često kratko spaja sa limiterom struje. U distributivnim mrežama to će biti strujni limiter dok u prenosnim može se očekivati SF6 prekidač velike prekidne moći ili tiristor. Zavisno od zahtjevane pouzdanosti i sigurnosti te investicionih sredstava bira se neko od pomenutih rješenja.

2.2. Strujni limiteri

Strujni limiter se sastoji od brze okidajuće jedinice (eng. Tripping Unit) i osigurača koji je paralelno vezan sa sa jedinicom, slika 3. U normalnom pogonu struja prolazi kroz brzu okidajuću jedinicu, a samo mali dio prolazi kroz paralelno vezan osigurač. Brza okidajuća jedinica je zapravo bakarni segmentni provodnik koji je na više mjesta oslabljen tj. smanjen mu je poprečni presjek. Na tim mjestima nalazi se pravilno postavljen pirotehnički eksploziv koji je povezan žicama sa lokalnom automatikom i strujnim transformatorom [4].

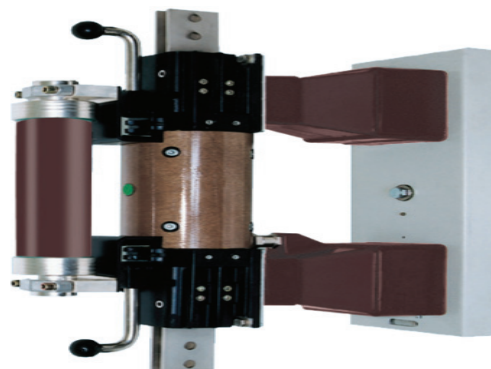
Kada strujni transformator detektuje struju kratkog spoja šalje se električni signal kojim se aktivira pirotehnički eksploziv i nastaje mala kontrolisana eksplozija na oslabljenim mjestima bakarnog provodnika. Eksplozija prekida bakarni provodnik na više mjesta. U tom trenutku formira se električni luk ali sada struja prolazi osigurač što stabilizuje gašenje električnog luka.

Osigurač brzo prekida struju kratkog spoja čime se prekida strujno kolo. Nakon reagovanja strujnog limitera osigurač i okidajuću jedinicu potrebno je zamijeniti sa novom [4]. Primjena strujnih limitera je zastupljena uglavnom srednjom naponu. Primjena strujnih limitera može se sagledati na slici 2. ako se umjesto prigušnice koristi strujni limiter.

2.3. Superprovodni limiteri struje

Superprovodni limiteri struje su od skora počeli intenzivno da se istražuju i testiraju.

Za izgradnju superprovodnih limitera koriste se superprovodni materijali sa visokom kritičnom temperaturom (od 90 K od 135 K) [2].



Slika 3. Strujni limiter

Za održavanje kritične temperature se koristi tečni azot (77 K). Postoji više prototipa ovih uređaja među kojima se otpornički limiter struje i induktivni limiter struje najviše koriste, slika 4.



Slika 4. Otpornički limiter struje

Otpornički limiter struje veže se redno u strujno kolo i u normalnom režimu rada njegova otpornost je praktično zanemarljiva. Kada se desi kvar zbog proticanja struje kvara kroz superprovodnik čija se otpornost naglo poveća prije dostizanja maksimuma struje kratkog spoja.

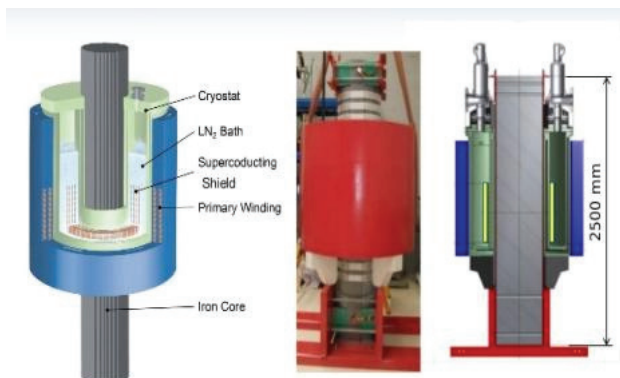
Otpornički limiteri struje imaju manju zapreminu i težinu od ostalih tipova superprovodnih limitera pa zauzimaju manji prostor u razvodnim postrojenjima [2].

Induktivni limiteri struje se sastoje od tri osnovna dijela: željeznog jezgra, primarnog i sekundarnog namotaja. Po svojoj konstrukciji posjećaju na transformatore zbog čega su dobili epitet induktivni [2].

Željezno jezgro induktivnog limitera je sastavljeno od limova kao kod transformatora. Primarni namotaj je obični bakarni namotaj koji se veže redno u glavno strujno kolo. Sekundarni namotaj je superprovodni cilindar koji je kratko spojen.

Primarni i sekundarni namotaji su koaksijalno postavljeni oko željeznog jezgra.

U normalnom stanju namotaji su elektromagnetno spregnuti i izbalansirani zbog struje koja se indukuje u superprovodnom cilindru, pa magnetno polje ne prožima unutrašnjost željeznog jezgra koje je obuhvaćeno superprovodnim cilindrom.



Slika 5. Induktivni limiter struje

Međutim u režimu sa kvarom ravnoteža između primarnog i sekundarnog superprovodnog namotaja se narušava jer superprovodni cilindar naglo poveća svoju otpornost, pa magnetno polje presijeca unutrašnjost željeznog jezgra te se naglo povećava rasipni fluks primarnog namotaja. Ovo za posljedicu ima naglo povećanje impedanse koja se insertuje u strujno kolo.

2.4 Poluprovodnički limiteri struje

Postoji više izvedbi poluprovodničkih limitera koji se koriste u realnim EES. Generalno poluprovodnički limiter se sastoji od tri komponente: prigušnica, ZnO varničar i neka poluprovodnička komponenta (GTO, IGBT ili GCT) [5]. Prigušnica je šantirana tiristorom a ZnO odvodnici se nalaze sa obe strane prigušnice.

U normalnom pogonu struja protiče kroz tiristore. Kada se desi kvar lokalna automatika isključi signal na gejt u čime se prekida strujno kolo i sada struja protiče kroz prigušnicu. Naglim prekidanjem struje javljaju se prenaponi koji mogu da oštete poluprovodničke elemente pa se zato koristi ZnO varničar a sam tiristor se štiti odgovarajućim zaštitnom.

3. PRIMJER SIMULACIJE KRATKIH SPOJEVA I PRIMJENE LIMITERA

U primjeru koji slijedi pokazano je da se sekcionisanjem sabirnica postiže najveća efikasnost primjene limitera struje. Sekcionisanje sabirnica se vrši strujnim limiterom i prigušnicom.

Podaci o generatorima:

$S_{n1} = 400\text{MVA}$, $U_{n1} = 20\text{kV}$, $r_1 = 0.01$, $x_{d1} = 0.35$, $x_{d1}'' = 0.2$, $x_{d1}''' = 0.3$,

$S_{n2} = 300\text{MVA}$, $U_{n1} = 20\text{kV}$, $r_1 = 0.02$, $x_{d1} = 0.38$, $x_{d1}'' = 0.19$, $x_{d1}''' = 0.27$.

Podaci o mrežama:

$S_{m1}'' = 9000\text{MVA}$, $S_{m1}' = 7000\text{MVA}$, $S_{m1} = 5500\text{MVA}$,

$S_{m2}'' = 8000\text{MVA}$, $S_{m2}' = 6800\text{MVA}$, $S_{m2} = 5000\text{MVA}$.

Podaci o vodovima:

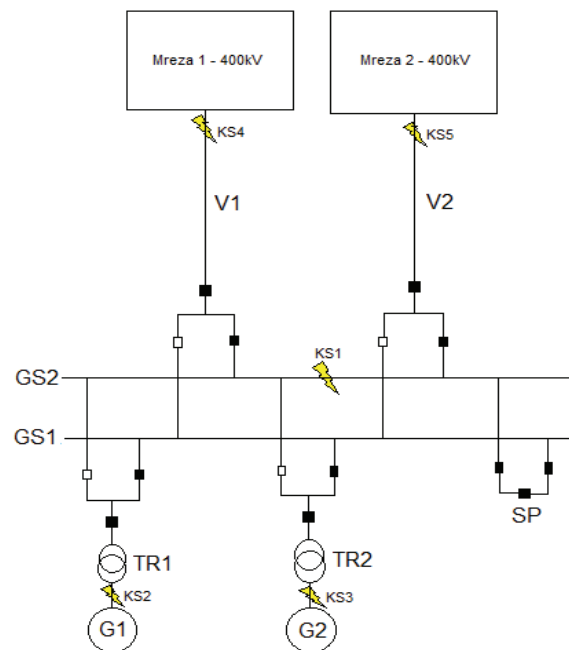
$l_1 = 350\text{ km}$, $U_{n1} = 400\text{ kV}$, $r_1 = 0.09\ \Omega/\text{km}$, $x_1 = 0.43\ \Omega/\text{km}$,

$l_2 = 200\text{ km}$, $U_{n1} = 400\text{ kV}$, $r_2 = 0.1\ \Omega/\text{km}$, $x_2 = 0.42\ \Omega/\text{km}$.

Podaci o transformatorima:

$S_{t1} = 400\text{MVA}$, $r_{t1} = 0.01$, $x_{t1} = 0.11$,

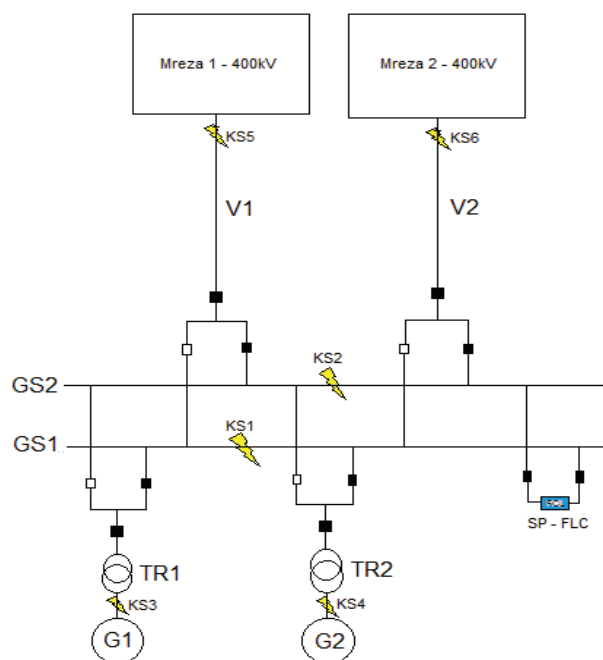
$S_{t2} = 400\text{MVA}$, $r_{t2} = 0.01$, $x_{t2} = 0.11$.



Slika 6. Simulacija trofaznih kratkih spojeva bez primjene limitera

Tabela 1. Rezultati simulacije trofaznih kratkih spojeva bez primjene limitera struje

Veličina/KS	KS1	KS2	KS3	KS4	KS5
$Z_{eksub} [\Omega]$	34.16	52.61	65.14	16.34	17.48
$Z_{ekvtra} [\Omega]$	39.03	60.32	72.94	20.59	20.31
$Z_{ekvust} [\Omega]$	43.32	65.15	80.82	25.60	26.55
$I_{sub} [\text{kA}]$	7.43	4.82	3.89	15.54	14.52
$I_{tra} [\text{kA}]$	6.80	4.40	3.64	12.89	13.07
$I_{ust} [\text{kA}]$	5.33	3.54	2.85	9.02	8.69
$I_{ud} [\text{kA}]$	10.51	6.82	5.51	21.98	20.54
$A [\text{kA}^2\text{s}]$	6.94	2.90	1.98	24.95	25.62



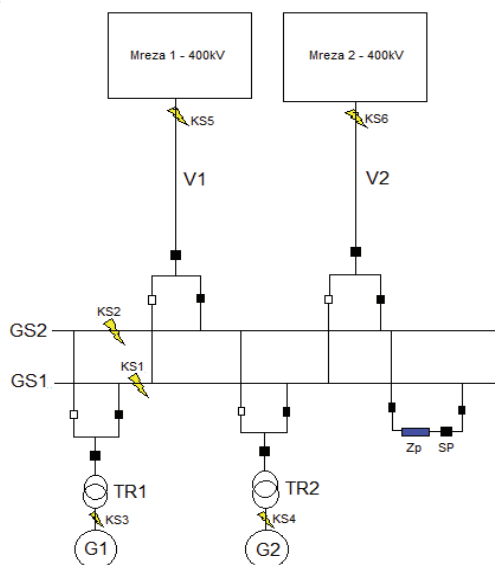
Slika 7. Simulacija trofaznih kratkih spojeva sa primjenom strujnog limitera u spojnom polju

U tabeli 2 prikazani su rezultati simulacija sa slike 7.

Tabela 2. Rezultati simulacije troplonih kratkih spojeva sa primjenom strujnog limitera u sp. polju

Veličina/KS	KS1	KS2	KS3	KS4	KS5	KS6
$Z_{eksub} [\Omega]$	71.09	65.55	58.01	66.14	17.81	20.04
$Z_{ekvtra} [\Omega]$	91.88	67.60	81.42	88.46	22.88	23.56
$Z_{ekust} [\Omega]$	109.02	71.64	96.61	111.68	29.11	32.02
$I_{sub} [kA]$	3.57	3.92	4.37	3.84	14.26	12.67
$I_{tra} [kA]$	2.89	3.87	3.26	3.00	11.60	11.27
$I_{ust} [kA]$	2.11	3.22	2.39	2.06	7.93	7.21
$I_{ud} [kA]$	5.05	5.48	6.19	5.43	20.16	17.92
$A [kA^2s]$	1.25	2.31	1.59	1.35	20.20	19.05

Poređenjem rezultata iz tabele 1 sa rezultatima u tabeli 2 dolazi se do zaključka da je sekcionisanje sabirnica metoda koja daje dobre rezultate po pitanju ograničenja struje kratkog spoja. U tabeli 3 prikazani su rezultati simulacija trolonog kratkog spoja (slika 8) kada se u spojno polje postavi prigušnica rezistanse 5 Ω i reaktanse 20 Ω .



Slika 8. Simulacija trolonih kratkih spojeva sa primjenom prigušnice u spojnom polju

Tabela 3. Rezultati simulacije troplonih kratkih spojeva sa primjenom prigušnice u sp. polju

Veličina/KS	KS1	KS2	KS3	KS4	KS5	KS6
$Z_{eksub} [\Omega]$	39.03	38.22	44.69	54.06	16.38	17.63
$Z_{ekvtra} [\Omega]$	45.11	42.23	56.42	66.05	20.64	20.47
$Z_{ekust} [\Omega]$	50.09	46.15	62.56	77.68	25.67	26.77
$I_{sub} [kA]$	6.50	6.64	5.68	4.69	15.50	14.40
$I_{tra} [kA]$	5.88	6.28	4.70	4.02	12.86	12.97
$I_{ust} [kA]$	4.61	5.00	3.69	2.97	8.99	8.62
$I_{ud} [kA]$	9.20	9.39	8.03	6.64	21.92	20.37
$A [kA^2s]$	5.19	5.93	3.32	2.42	24.81	25.24

Poređenjem rezultata iz tabele 3 sa rezultatim u tabeli 2 može se sagledati uticaj prigušnice na struju kratkog spoja.

Zavisno od ciljane vrijednosti struje kratkog spoja može se povećavati ili smanjivati vrijednost impedanse prigušnice.

U realnim elektroenergetskim sistemima prigušnica se obično kratko spaja sa limiterom struje da bi se u normalnom režimu izbjegla degradacija napona. Za spajanje prigušnice može se koristiti strujni limiter, SF6 prekidač ili tiristor zavisno od željene sigurnosti i pouzdanosti koja se zahtjeva.

4. ZAKLJUČAK

U radu su analizirani uređaji za ograničenje struje kratkog spoja i njihova primjena u realnim elektroenergetskim sistemima. U primjeru na kraju rada je pokazano da je postavka limitera struje u spojno polje efikasan način da se struja kratkog spoja ograniči na odgovarajući nivo. Postavkom strujnog limitera postiže se najviša redukcija struje kratkog spoja na skoro duplo manju vrijednost. Postavkom prigušnice svi elementi u postrojenju ostaju povezani na sabirnice čime se povećava pouzdanost, a adekvatnim izborom impedanse prigušnice struja kratkog spoja se ograniči na željeni nivo.

5. LITERATURA

- [1] J. Nahman, V. Mijailović, Razvodna postrojenja, Elektrotehnički fakultet Beograd, Beograd, 2005.
- [2] X. Wu, J. Mutale, N. Jenkins, G. Strbac, An investigation of Network Splitting for Fault Level Reduction, Tyndall Centre for Climate Change Research, University of East Anglia, Manchester, 2003, pp. 3-11.
- [3] H. Seyedi, B. Tabei, Appropriate Placement of Fault Current Limiting Reactors in Different HV Substation Arrangements, Faculty of Electrical and Computer Engineering, Tabriz, Iran, 2012, pp. 253-261.
- [4] A. Greenwood, H. Schmitt, Fault Current Limiters in Electrical Medium and High voltage system, CIGRE Working Group A3.10, 2003.
- [5] K. Maruliya, T. Karthikeyan, K. Ramani, Suppression of Fault Currents on DG Using Various Fault Current limiters in Distribution Network, Electrical and Electronical Systems, Tamil Nadu, India, 2014, pp. 1-3.

Kratka biografija:



Siniša Gutović je rođen u Mostaru 1991. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je školske 2010/2011, smjer energetika, elektronika i telekomunikacije, a diplomirao na osnovnim studijama 2014.god., smjer elektroenergetski sistemi. Diplomski rad iz oblasti elektrotehnike i računarstva je odbranio 2014. god.

IMPLEMENTACIJA PUBLISH/SUBSCRIBE PATERNA U DISTRIBUIRANIM UPRAVLJAČKIM SISTEMIMA POMOĆU MICROSOFT WCF TEHNOLOGIJE**IMPLEMENTATION OF PUBLISH/SUBSCRIBE PATTERN IN DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS USING MICROSOFT WCF**

Vesna Kešin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad ukazuje potrebu za primenom pub-sub paterna u distribuiranim upravljačkim sistemima. Opisani su pub-sub paterni i pogodnost Microsoft WCF tehnologije za njihovu implementaciju. Predložena je arhitekturazasnovana na događajima gde komponente komuniciraju propagacijom događaja. Opisan je prototip rešenja komunikacije između klijenta i servisa (publisher-a i subscriber-a) implementirane kao WCF servis kojipotvrđuje da se predloženo rešenje može lako izmeniti i prilagoditi različitim vrstama distribuiranih sistema.

Abstract– This paper emphasizes the need for applying pub-sub patterns in distributed control systems. It also describes pub-sub patterns and the convenience of Microsoft WCF technology for their implementation. The proposed architecture is based on events where components communicate by propagating events. A prototype solution of communication between the client and the service (publisher and subscriber) implemented as a WCF service is described and it confirms that the proposed solution can be easily modified and adapted to different types of distributed systems.

Ključne reči: WCF, Publish/Subscribe patern, distribuirani upravljački sistemi, SCADA, izdavač (publisher), pretplatnik (subscriber)

1. UVOD

Razvoj u oblasti računarskih sistema u poslednjih 50 godina je veći nego u bilo kojoj drugoj grani industrije. Dve važne tehnologije otkrivene u razvoju računara su moćni mikroprocesori i pojava komunikacionih mreža (LAN, WAN). Primena ovih tehnologija je omogućila povezivanje velikog broja računara u složen distribuiran sistem koji se danas sve više koristi. Distribuiran sistem treba da sakrije od korisnika razlike među računarima u tom sistemui način komunikacije.

Ovo se postiže slojevitom organizacijom softvera, odnosno postoji middleware sloj koji se prostire na različitim računarima i svim aplikacijama nudi isti interfejs. Posledica ostvarivanja ove osobine je složeniji softver i smanjenje performansi zadataka koji se mogu izvršavati na jednom računaru, usled trajanja komunikacije. Ovako složeni softveri se teško menjaju i ostvaruju jaku povezanost

NAPOMENA:

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

klijenta i servisa što dovodi do potreba za razvojem i primenom adaptivnih softvera i publish/subscribe paterna.

2. DISTRIBUIRANI UPRAVLJAČKI SISTEMI

Distribuirani računarski upravljački sistemi - DCCS (*Distributed Computer Control Systems*) su sistemi koji nadgledaju i upravljaju komponentama sistema. Primenuju se u postrojenjima procesne industrije (hemijska i petrohemijska industrija, rafinerije nafte, železare, itd), automobilske industriji, energetskim postrojenjima itd. [2,3].

Primer distribuiranih upravljačkih sistema je sistem za nadzorno upravljanje i akviziciju podataka - SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Tipična SCADA nije potpun upravljački sistem, već se fokusira samo na nadzorni nivo. Ona predstavlja softverski paket koji je deo hijerarhijski organizovanog upravljačkog sistema i nalazi se iznad upravljačkih uređaja (najčešće PLC-ova i regulatora) sa kojima je povezana preko komunikacione mreže. Osnovna uloga SCADA sistema je najčešće da nadzire, upravlja i alarmira događanja u sistemu sa centralne lokacije [4].

Primenom distribuiranih upravljačkih sistema postiže se povećanje produktivnosti proizvodnje, kvaliteta proizvoda, sigurnosti, bezbednosti, fleksibilnosti i raspoloživosti postrojenja, kao i kvaliteta uvida u rad. Ispunjenje ovih osobina zahteva veoma složen softver koji se sastoji od većeg broja međusobno povezanih softverskih komponenti. Ovako složeni softveri su često jako povezani (*tightly coupled*) i teško se dizajniraju. U cilju pronalaska rešenja za pojednostavljenje softvera distribuiranih sistema i ostvarivanja slabe povezanosti komponenti došlo je do razvoja različitih softverskih arhitektura i paterna. Jedan od najčešće korišćenih paterna je *publish/subscribe* patern koji nam pruža slabu povezanost komponenti softvera uvođenjem *pub/sub* servisa između *publisher*-a i *subscriber*-a.

Publish/subscribe patern koristi principe servisno orijentisane arhitekture (SOA) sistema koja nam omogućava da sve servise predstavimo kao jednu logičku aplikaciju, a klijent servisa je entitet koji koristi njegove funkcionalnosti. SOA koristi *ESB* (*Enterprise Service Bus*) model za opisivanje i implementaciju komunikacije između klijenata i servisa. Klijenti i servisi interaguju slanjem poruka koje mogu biti prenete direktno od klijenta ka servisu ili preko posrednika [1-3].

3. PUBLISH/SUBSCRIBE PATERNI

Publish/subscribe je patern za razmenu poruka gde *publisher*-i i *subscriber*-i ne komuniciraju direktno, već preko *pub/sub* servisa. *Subscriber*-i koji žele da se pretplate na neki događaj moraju da se registruju na *sub* servis koji upravlja listom *subscriber*-a i na sličan način pruža *unsubscribe()* metodu. Slično, svi *publisher*-i koriste *pub* servis kako bi aktivirali događaje i izbegli da događaje šalju direktno *subscriber*-ima. Prisustvo *pub/sub* servisa obezbeđuje slabu povezanost *publisher*-a i *subscriber*-a, tj. *subscribers*ada ne zna identitet *publisher*-a i oni se sada pretplaćuju na tip događaja i on će primiti taj događaj bilo kog *publisher*-a. Mehanizam pretplate je uniforman i važi za sve *publisher*-e. *Publishers*ada ni ne zna ko su *subscriber*-i i ne mora da upravlja listom *subscriber*-a. Oni jednostavno dostave događaj *pub* servisu koji će da ga prosledi svim zainteresovanim *subscriber*-ima. [1]

Upotreba čistog *Duplex Callback Contract*-a, bez ikakvih modifikacija ima dosta nedostataka. Jedan od glavnih nedostataka je jaka povezanost *publisher*-a (izdavača) i *subscriber*-a (pretplatnika). *Subscriber* mora da zna gde se nalaze svi *publisher* servisi i da se poveže na njih. Svaki *publisher*, za koji *subscriber* ne zna da postoji, neće biti u mogućnosti da obavesti *subscriber*-a o događajima na koje se *subscriber* pretplatio, što otežava dodavanje novih ili uklanjanje postojećih *subscriber*-a u već postojećoj aplikaciji. Takođe, ne postoji način da *subscriber* traži da bude obavešten o svakom događaju koji se desi u aplikaciji. Stoga, *subscriber* mora da ima višestruke, potencijalno skupe, pozive ka svakom od *publisher*-a kako bi se pretplatio (*subscribe*) na događaj i odjavio sa njega (*unsubscribe*). Različiti *publisher*-i mogu da aktiviraju isti događaj, a da nude malo drugačiju implementaciju metoda *subscribe()* i *unsubscribe()*. Slično, *publisher* može da obaveštava samo one *subscriber*-e za koje zna [1].

Rešenje za navedene probleme je upotreba *publish/subscribe* paterna.

Različiti načini određivanja događaja od interesa rezultovali su različitim šemama pretplate. Tri najrasprostranjenije šeme su: *Topic based*, *content based* i *type based publish/subscribe*.

Topic based publish/subscribe patern se bazira na pojmu subjekta. Učesnici mogu da objave događaje i da se pretplate na neki od subjekata, pri čemu svaki od subjekata ima svoj identifikator na osnovu kog se učesnici pretplate na određeni događaj.

Topic based publish/subscribe patern je lak za razumevanje i povećava interoperabilnost sistema, što ga čini veoma pogodnim za velike distribuirane sisteme. Podvrsta ove šeme je *list based publish/subscribe* koji održava i rukuje listom *subscriber*-a zainteresovanih za određeni subjekat, i ova šema je implementirana u radu.

Content based publish/subscribe poboljšava *topic based publish/subscribe* patern tako što se bazira na stvarnom sadržaju posmatranog događaja, što znači da događaji nisu klasifikovani po nekom predefinisanoj kriterijumu (ime subjekta) već po osobinama samih događaja.

Potrošači se pretplate na odgovarajuće događaje upotrebom filtera. Ti filteri definišu ograničenja u formi ime-vrednost parova osobina i osnovnim operatorima poređenja ($\leq$, $\geq$, $<$, $>$, $=$) koji identifikuju događaje. Ova ograničenja se mogu kombinovati kao logičke operacije kako bismo dobili nova, strožija ograničenja. Subjekti obično grupišu događaje na osnovu sadržaja i strukture, međutim vremenom se došlo na ideju da ovakav vid klasifikacije zamenimo sa šemom koja filtrira događaje na osnovu njihovog tipa i tako je nastala *type based publish/subscribe* šema koja nam omogućava bolju integraciju programskog jezika i *middleware*-a. U tabeli 1 predstavljene su mane i prednosti ovih šema. [5]

Tabela 1: Poređenje opisanih šema

	Topic based	Content based	Type based
Prednosti	Jednostavno rutiranje poruka, efikasna implementacija	Čuva mrežne resurse	Povećava skalabilnost, jednostavna i decentralizovana implementacija
Mane	Ograničen u broju subjekata	Kompleksna implementacija	Mnogi događaji moraju da se izmene

Publish/subscribe paterni se danas primenjuju gotovo svuda: velikim bazama podataka, softverskom inženjerstvu, industrijskim postrojenjima, sistemima zdravstva, Internet blogovima, mail-notifikacija, razne društvene mreže i sistemima koji zahtevaju skalabilnost i slabu povezanost. Shodno mestu primene upotrebom *publish/subscribe* paterna mogu da se razmenjuju različite informacije kao što su: razni izveštaji i rezultati sprovedenih analiza, slike i multimedijalni podaci, zdravstveni kartoni pacijenata, očitane vrednosti sa industrijskih senzora i slično [5].

Publish/subscribe paterni su podržani od strane raznih tehnologija, operativnih sistema i platformi kao što su:

- Java, Python (Google App Engine tehnologija)
- Microsoft WCF tehnologija
- Arduino platforma za programiranje elektronskih uređaja
- Windows, Linux, Android operativnih sistema

4. MICROSOFT WCF TEHNOLOGIJA KAO OSNOVA ZA IMPELEMENTACIJU PUB/SUB PATERNA

WCF (Windows Communication Foundation) je infrastrukturna Microsoft tehnologija za razmenu poruka. WCF razmenjuje poruke između dva *endpoint*-a, i to može da čini na bezbedan način kriptovanjem poruka [1].

To je softverski alat za razvijanje i postavljanje servisa gde je servis funkcionalna jedinica izložena spoljašnjosti. U osnovnoj ideji primene WCF tehnologije distribuirane aplikacije se oslanjaju na upotrebu servisa kao softverskih komponenti i tačaka pristupa za povezivanje tih komponenti što ga čini pogodnim za implementaciju *pub/sub* paterna [1].

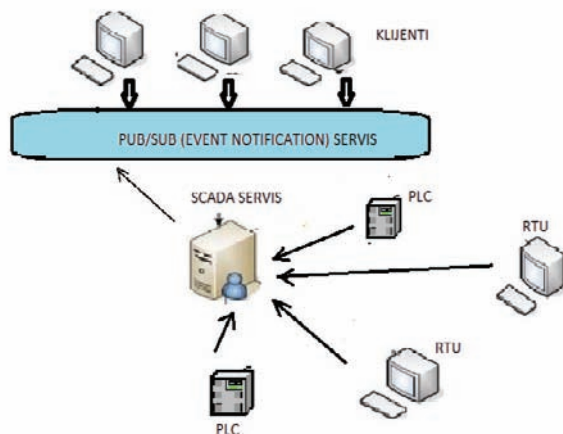
Pogodnosti koje nam WCF tehnologija pruža pri implementaciji *pub/sub* paterna su: upotreba ugrađenih bajndinga (transportnih šema) i njihova jednostavna konfiguracija upotrebom *.config* fajla, kao i upotreba *duplex callback contract* komunikacije koja nam pruža dvosmernu komunikaciju preko *callback* kanala. Sve ove pogodnosti olakšavaju implementaciju *pub/sub* paterna [1].

Duplex komunikacija uvodi vezu između životnog veka *publisher*-a i životnog veka *subscriber*-a. *Subscriber* mora biti pokrenut kako bi mogao da se pretplati na i prima obaveštenja o događaju [1].

Bezbednost je još jedna bitna stavka *duplex* komunikacije. *Subscriber*-i moraju da budu u mogućnosti da se autentifikuju tj. da dokažu svoj identitet svim *publisher*-ima u svim bezbednosnim režimima [1].

5. ARHITEKTURA SOFTVERSKOG REŠENJA

Na slici 1 prikazana je arhitektura SCADA sistema koji u svojoj implementaciji koristi *pub/sub* patern.



Slika1: Arhitektura rešenja

SCADA server je odgovoran za prikupljanje podataka (sa udaljenih stanica (RTU) i PLC kontrolera) i rukovanje skupom parametarskih podataka, npr. provera alarma, kalkulacije, arhiviranje, izrada izveštaja i trendova i slično.

Sa slike vidimo da server komunicira sa klijentima propagacijom događaja koristeći *pub/sub* servis.

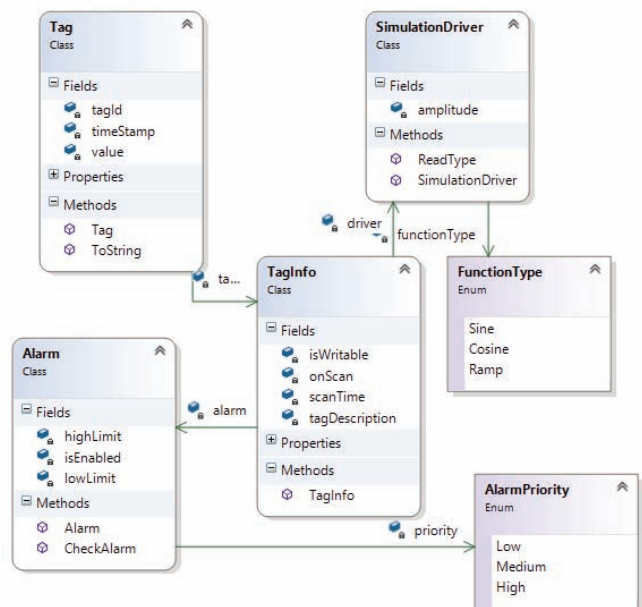
U programskoj realizaciji servis koristi *.NET Framework* *event* mehanizam da obavesti sve *subscriber*-e o novim informacijama. Kada se klijent pretplati na servis pozivom metode *Subscribe()* on obezbeđuje *event handler* (obrađivača događaja) za događaj na koji se pretplaćuje. Kada se klijent odjavi sa servisa pozivom metode *Unsubscribe()*, on takođe odjavljuje svoj *event handlers* događaja.

Kada servis dobije nove informacije započinje sa njihovom obradom i ako se desi događaj od interesa on aktivira (okine) odgovarajući događaj, čime se poziva svaka instanca servisa, po jedna za svakog klijenta, i aktivira njihove obrađivače događaja kako bi se događaj obradio. Svaki obrađivač događaja prosleđuje informacije svom klijentu.

6. OPIS I IMPLEMENTACIJA REŠENJA

Za potrebe ovog rada dizajniran je prototip rešenja gde se upotrebljava *pub/sub* patern. Predloženo je jednostavno rešenje u kome su implementirane funkcionalnosti dodavanja nove veličine u bazu podataka, kao i njeno uklanjanje, podešavanje kritičnih vrednosti za koje će generisati alarmi, praćenje promene vrednosti veličina i pojave alarma. Kada se klijent pretplati na veličinu od interesa, on se zapravo prijavljuje na dve vrste događaja, tj. on hoće da biva obavešten o promeni vrednosti veličine i pojavi alarma za veličinu na koju se pretplatio. Da bi se postiglo željeno ponašanje uvedene su softverske komponente *Service.dll*, *ScadaCernel.dll*, *Client.exe*, *Host.exe* i *DataSource.exe*.

ScadaCernel.dll je biblioteka klasa koje u potpunosti opisuju veličinu (tag) od interesa. Klase koje sačinjavaju ovu biblioteku su: *Alarm*, *SimulationDriver*, *TagInfo*, *Tag*, a njihov odnos prikazan je na slici 2.



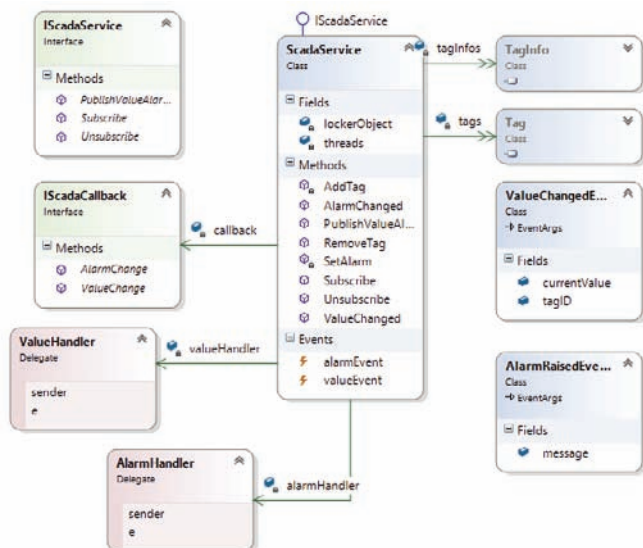
Slika 2: Klasni dijagram komponente ScadaCernel.dll

Komponente *Service.dll*, *Client.exe* i *Host.exe* zajedno čine WCF servis aplikacije. Servis (prikazan na slici 3) ispoljava interfejs ka klijentima koji u skladu sa korišćenim *publish/subscribe* paternom omogućuje klijentima da se pretplate na događaj i odjave sa njega, kao i da bivaju obavešteni kada se događaj na koji su se pretplatili desio. WCF servis se instancira *PerSession*, odnosno za svakog klijenta se instancira po jedan WCF servis i postoji dokle god je sesija aktivna (klijent se diskonektuje ili server prekine hostovanje).

Zbog realizacije *List based publish/subscribe* paterna, servis koristi *duplex* komunikaciju. *IScadaService* ugovor je uparen sa *IScadaCallback* ugovorm. Servis implementira metode *Subscribe()* i *Unsubscribe()* koje klijent koristi da se pridruži ili da napusti listu *subscriber*-a, kao i metodu *PublishValueAlarmChange()* koju *DataSource.exe* koristi da snabdeva servis novim informacijama. Ove tri metode su deo *IScadaService* ugovora. Pored ovih metoda servis takođe implementira i sledeće metode (interne metode servisa):

- AddTag(Tag tag)
- RemoveTag(string tagID)
- SetAlarm(string tagID)

a definisani događaji su promena vrednosti taga i generisanje alarma (*ValueChangedEventArgs* i *AlarmRaisedEventArgs*).



Slika 3: Klasni dijagram komponente Service.dll

Metode *ValueChanged()* i *AlarmChange()* su deo *IScadaCallback* ugovora i njih implementira klijent, a servis ih preko *callback* kanala poziva kako bi obavestio klijente o promeni vrednosti taga i pojavi alarma.

U okviru *Host.exe* komponente nalazi se *app.config* fajl pomoću kog je izvršena konfiguracija TCP transportne šeme koja se koristi za komunikaciju između klijenta i servisa u ovom rešenju.

Softversko rešenje je implementirano u programskom jeziku *C#* u *Visual Studio 2012* sa *.NET 4.5 Framework*-om.

Tabela 2: Performanse sistema

Broj publisher-a	Broj subscriber-a	Broj tagova na koje se subscriber pretplatio	Broj poruka	Vreme
1	1	1	100	<10ms
1	1	1	1000	<10ms
1	1	1	10 000	<500ms
1	1	2	100	<10ms
1	1	2	1000	<300ms
1	1	2	10 000	2s
2	2	1	100	<300ms
2	2	1	1000	<700ms
2	2	1	10 000	3s
2	2	2	100	<850ms
2	2	2	1000	3s
2	2	2	10 000	5s

7. TESTIRANJE

Za potrebe testiranja implementiranog rešenja posmatrane su situacije kada se klijent pretplati na jedan tag i kada se klijent pretplati na dva taga istovremeno, kao i situacije kada imamo jednog i dva klijenata istovremeno. U svim

situacijama vrednosti tag(ov)a na koje se klijent pretplati bile su analogne (*double*, *integer*) i digitalne (*bool*).

Prilikom testiranja rešenja merene su sledeće performanse sistema: koliko vremena je potrebno *publisher*-u da publikuje 100 (1.000, 10.000) poruka (odnosno vreme za koje se broj generisanih poruka dostavi do *subscriber*-a). Izmerene vrednosti prikazane su u tabeli 2.

Svi testni slučajevi su pokazali da klijent komunicira sa servisom samo kada se desi događaj na koji se pretplatio, i da taj klijent nije svestan postojanja drugih klijenata niti drugih događaja koji se generišu u sistemu, jer on blagovremeno biva obavešten o svojim događajima. Time su omogućeni skalabilnost i fleksibilnost sistema.

Testiranje je vršeno na računaru sa 64-bitnim operativnim sistemom Windows 8.1, opremljenim procesorom Intel Core i5 na 2.5 GHz i 4GB RAM-a.

8. ZAKLJUČAK

Upotreba *pub/sub* paterna je neophodna u savremenim DCS softverskim rešenjima jer nam omogućava da se prilikom promene stanja jednog objekta o tome obaveste svi zavisni objekti i da se automatski izvrši ažuriranje njihovog stanja, kao i paralelnu obradu poruka i da istu poruku dostavimo na više klijenata.

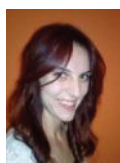
U radu je predložena arhitektura DCS sistema gde se upotrebljava *pub/sub*. Ideja je proverena u jednostavnoj aplikaciji zasnovanoj na WCF tehnologiji, čime se ujedno potvrđuje opravdanost upotrebe te tehnologije u DCS. Implementirano rešenje sadrži 2 *publisher*-a i *subscriber*-a, a može se jednostavno proširiti za upotrebu u realnim DCS rešenjima.

Pored toga, rešenje zadovoljava i sledeće osobine: otvorenost, proširivost, fleksibilnost, skalabilnost.

9. LITERATURA

- [1] Juval Lowy, Programming WCF Services, 3rd Edition, O'Reilly Media, 2010
- [2] Andrew S. Tanenbaum, Computer Networks, 4th Edition, Pearson Education, Inc. 2003
- [3] http://ccd.uns.ac.rs/aus/drus/drus_doc/predavanja/D02%20Distribuirani%20sistemi.pdf
- [4] http://ccd.uns.ac.rs/aus/drus/drus_doc/predavanja/D10%20Upravljanje.pdf
- [5] P. TH. Eugester, P. A. Felber, R. GeEerraoui, A. Kermarec, The many faces of Publish/Subscribe, ACM Computing Surveys, Vol. 35, No. 2, 2003
- [6] <http://medianet.kent.edu/surveys/IAD04F-pubsubnet-shennaaz/Survey2.html#submodel>

Kratka biografija



Vesna Kešin rođena je 19.07.1991. godine u Zagrebu. Diplomski rad pod nazivom „Distribuirani upravljački sistemi“ odbranila je 2015. god. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva.

PROGRAMSKI MODEL AVATAROVOG LICA I ANIMIRANIH USANA PROGRAMMING MODEL OF AVATAR FACE AND ANIMATED LIPS

Milan Adamović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se procesom izrade programskog modela avatara ljudskih lica, kao i animacijom usana. Posebna pažnja je posvećena načinu na koji ljudski um percipira lica, kao i razlikama među polovima, rasama i starosnim grupama. Dobijeni model lica je implementiran i testiran u aplikaciji za izradu fotorobota.

Abstract – This paper deals with the process of coding a programming model of human face avatars, as well as lip animation. Special attention was given to the principles of human minds' perception of faces, as well as differences between genders, races and age groups. Produced model was implemented and tested in an application meant for facial composite modeling.

Ključne reči: avatar, lice, usne, model, animacija, fotorobot

1. UVOD

Grafičke reprezentacije korisnika, (u daljem tekstu avatari) su postali svakodnevna pojava u video igrama i na Internetu [1]. Primena avatara uključuje, ali nije ograničena na identifikaciju, ili pak zaštitu identiteta korisnika u virtuelnom društvenom okruženju.

Avatari se mogu izrađivati na više načina, u različitim stilovima, mogu predstavljati celu osobu, ili samo njeno lice, i mogu imati dve (u daljem tekstu 2D) ili tri (u daljem tekstu 3D) dimenzije.

Ove karakteristike zavise od oblasti primene avatara. Primer jedne vrste avatara je prikazan na slici 1.



Slika 1. Primer avatara.

Za potrebe rada je razvijen skalabilan, portabilan programski model ljudskog lica sa niskim hardverskim zahtevima koje većina trenutno dostupnih hardverskih platformi ispunjava.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red.prof.

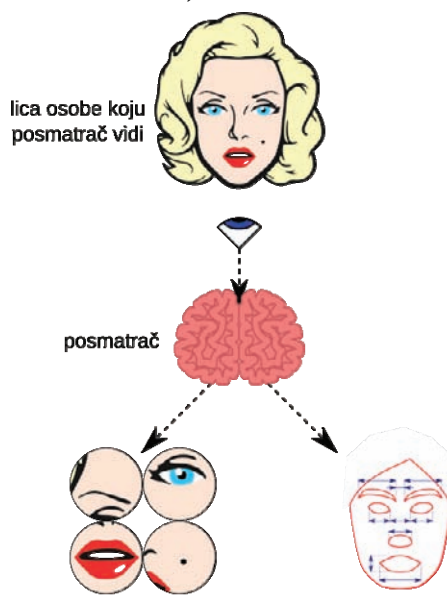
2. PERCEPCIJA I OBELEŽJA LICA

Jedna od poteškoća kod modelovanja lica je činjenica da ljudski mozak prvenstveno prepoznaje lica na intuitivnom nivou. Rezultati intuitivne radnje se ne mogu uvek opisati rečima, što otežava njihovo dokumentovanje i analizu.

2.1. Proces percepcije lica

Ljudski mozak prvenstveno prepoznaje i pamti ljudska lica na intuitivnom nivou, uz pomoćnu obradu na svesnom nivou. Intuitivni proces obrade se odvija u desnoj hemisferi mozga, dok se proces svesne obrade dešava u levoj [2].

Desna hemisfera obrađuje grube proporcije lica u realnom vremenu, nakon čega leva hemisfera obrađuje izgled pojedinačnih detalja na licu (slika 2). Iako obrada detalja poput mladeža nije hronološki prva, svesno zapaženi detalj može da promeni zaključak da li je posmatrana osoba zaista ta na koju posmatrač misli (Nedostatak mladeža na licu može navesti posmatrača da osoba na slici nije Merilin Monro) [3].



Slika 2. Merilin Monro u tri različita prikaza.

Mehanizam ljudskog mozga za prepoznavanje lica je efekatan i veoma efikasan prilikom svakodnevnih radnji koje uključuju prepoznavanje osobe u okruženju, ali ne pomaže prilikom radnji poput slikanja, modelovanja i sličnog.

Uzrok ove pojave je činjenica da svesno pristupanje informacijama koje se nalaze u delovima mozga zaduženim za instinktivno ponašanje nije urođena sposobnost kod većine osoba.

Pojedine osobe pate od poremećaja zvanog **prozopagnozija** [4] koji sputava intuitivnu sposobnost prepoznavanja lica. Takve osobe posebnom obukom mogu da osposobe levu moždanu hemisferu da u potpunosti preuzme proces prepoznavanja lica.

Obuka za osobe sa prozopagnozijom podrazumeva posmatranje i pojedinačnu analizu delova lica, uz pamćenje određenih vrednosti (npr. tipični oblici brade: četvrtasta, obla, špicasta...) karakterističnih za određene tipove osoba (po polovima, rasama, starosnim grupama, itd., na primer četvrtaste brade su šire zastupljene kod muškaraca nego kod žena).

Osobe koje prođu obuku za potpuno svesno prepoznavanje lica, a ne pate od prozopagnozije postižu tačnije rezultate prilikom izrade reprezentacija ljudskog lika. Promena u rezultatima se najčešće objašnjava poboljšanom sposobnošću svesne analize ljudskog lica u kombinaciji sa povratnom spregom intuitivnog prepoznavanja lica.

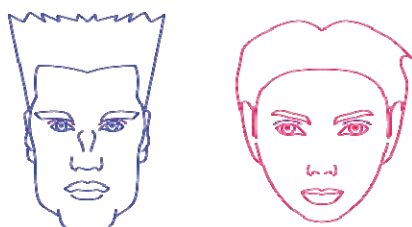
2.2. Polovi, rase i starosti

Lakoća razlikovanja polova i rasa umnogome zavisi od prezentacije avatara. Prepoznavanje pola i rase je jednostavnije u slučaju avatara prezentovanog u boji kada nivo detalja (LOD - *level of details*) nije presudan. Isključivanje boje u prezentaciji avatara povlači veći broj detalja, ili mudro isticanje karakteristika modela da bi se očuvao isti nivo prepoznatljivosti pola i rase.

Određivanje starosti avatara zahteva veći LOD i preferira prezentaciju u boji, jer se indikatori starosti poput bora i sede kose teže primećuju pri niskom nivou detalja.

Važan faktor prilikom razlikovanja pola, rase i starosti je **neoteniya** [5]. Neoteniya je osobina živih vrsta koja određuje u kojoj meri će odrasle jedinke zadržati izgled mladunaca (slika 3). Vrste koje ispoljavaju viši stepen neoteniye izgledaju ženstvenije i mlađe. Znaci neoteniye i mladosti kod ljudi su:

1. velika čela,
2. velike oči,
3. uska usta,
4. puni obrazi,
5. kratki očnjaci,
6. kratka gornja usna,
7. kratka brada,
8. oble kosti lica,
9. obla hrskavica nosa.

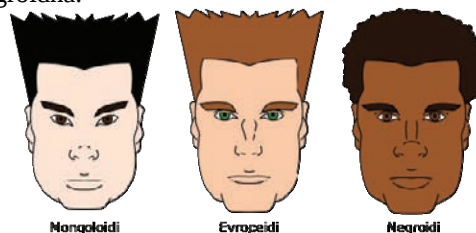


Slika 3. Tipično ne-neoteno, i tipično neoteno lice.

Osobe koje ne ispoljavaju izrazito visok, ili izrazito nizak stepen neoteniye se nazivaju androgenim. Pol androgenih osoba se teže određuje samo na osnovu brzog pogleda na lice.

Velika većina ljudi spada u jednu od tri osnovne rase (slika 4):

1. Evropeidna,
2. Mongoloidna,
3. Negroidna.



Slika 4. Tri osnovne rase.

Lica osoba koje imaju pretke različitih rasa mogu imati estetske osobine bilo koje od rasa predaka.

Starost je kategorija koja se estetski kvantifikuje teže od pola i rase. Određene karakteristike poput bora i sede kose ili njihov nedostatak najčešće jasno pokazuju starost osobe.



Slika 5. Znaci starenja.

3. PARAMETRIZACIJA ELEMENATA LICA AVATARA

Potrebe koje model prikazan u ovom poglavlju treba da zadovolji su upotrebljiv kompromis između složenosti samog modela i upravljivosti izgledom lica [6]. Upravljivi podaci u modelu se mogu podeliti u dve grupe:

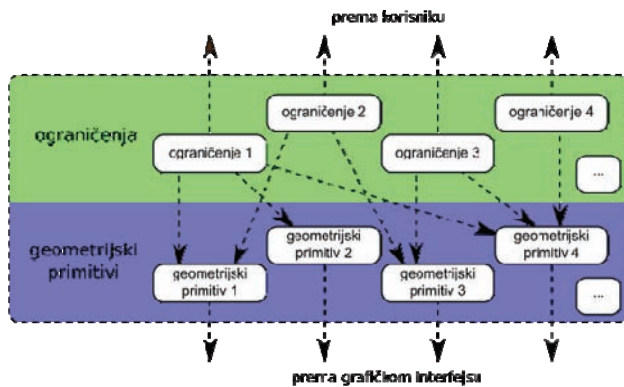
1. Geometrijski primitivi preko kojih je lice prikazano (2D verteksi, linije, poligoni, itd.). Jedan od ciljeva ovog modela je što manja direktna manipulacija nad geometrijskim primitivima.

2. Ograničenja koja korisniku omogućavaju kontrolu nad geometrijskim primitivima [4]. Sama ograničenja su u osnovi razlomljeni brojevi normalizovani na raspon od 0 do 1.

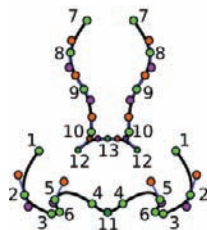
Važno je posebno razjasniti ulogu parametara tipa „ograničenje“. Oni obezbeđuju robusnost samog modela tako što sprečavaju da unos pogrešnih parametara geometrijskih primitiva prouzrokuje nakaradni (izobličeni) prikaz lica avatara [8].

Insistiranje na deskriptivnijim nazivima ograničenja drastično poboljšava rezultate modelovanja [6].

Ovaj „maskirni“ sloj podataka u modelu je ono što model opisan u ovom radu razlikuje od većine postojećih. Odnos obe klase podataka modela je ilustrovan na slici 6.



Slika 6. Hijerarhija podataka u modelu



Slika 7. Nos prikazan preko Bezijevih krivih.

Grafički primitivi u modelu su prikazani preko Bezijevih krivih (slika 7). Zelene tačke su čvorovi, a ljubičaste i narandžaste tačke krajnje tačke intenziteta vektora interpolacije. Same krive su enkapsulirane u klasama koje predstavljaju pojedinačne elemente lica. Zbog prirode prikaza, neki od parametara su primenljivi na sve elemente lica. Parametri koje svi elementi lica dele su:

1. Položaji tačaka po X, Y i Z osama, ili offsets.
2. Uglovi rotacije o odnosu na X, Y i Z osu, ili angles.
3. Veličine elemenata lica po X, Y i Z osi, ili scale factors.

Elementi lica koje model sadrži su:

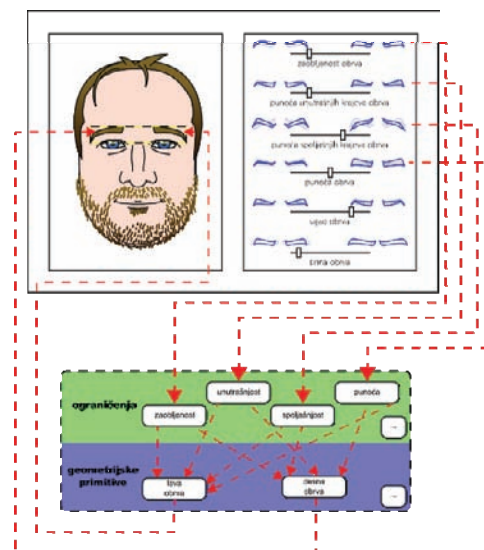
1. Čelo,
2. obrve,
3. oči,
4. uši,
5. nos,
6. usne,
7. vilica
8. bore,
9. ožiljci
10. kosa,
11. malje na licu.

Uprokos tome što aksesoar (naočare, nakit, itd.) nije sastavni deo lica, uključen je u model. Pojednostosti o svakom ograničenju svakog elementa lica su detaljno opisane u samom radu.

4. PRIMER UPOTREBE PROGRAMSKOG MODELA LICA AVATARA

Ručna izrada skica koje verodostojno predstavljaju osumnjičene zahteva godine profesionalne obuke specijalizovanog osoblja, dok obuka za korišćenje

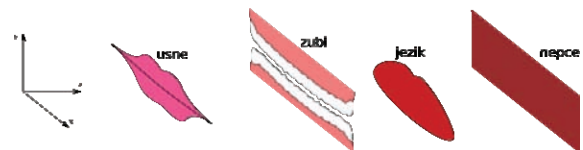
softvera za izradu skica lica zahteva samo par sati. Na slici 8 je prikazana šematska skica interfejsa softvera namenjenog izradi fotorobota.



Slika 8. Implementacija modela u fotorobot.

5. ANIMACIJA USANA

Programski model predstavljen u prethodnim poglavljima može biti jednostavno iskorišten i za animiranje usana primenom proceduralne animacije. Proces je jednostavan, kreiraju se procedure koje menjaju ograničenja tačaka geometrijskih primitiva koje formiraju usne.



Slika 9. Elementi potrebni za animaciju lica.

Same usne se animiraju manipulacijom na nivou pojedinačnih čvorova, dok se zubima i jezikom manipuliše kao grupnim elementima (slika 9). Gornja vilica je jedini nepokretan element, i samim tim, tačka u odnosu na koju se sve ostale pomeraju. Svi položaji usana su opisani kao razlike u odnosu na ravnotežni položaj, za koji je uzet oblik zatvorenih usana.

Osnovni oblici koje usne mogu zauzeti su [9]:

1. A,
2. E,
3. I,
4. O,
5. U,
6. L,
7. M, B, P,
8. F, V,
9. C, Č, Ć, K, N, G, H, Nj, R, S, Š, T, D, Đ, Dž, Z, Ž, J, Lj.

Deveta grupa glasova se razlikuje prvenstveno po položaju jezika koji je skriven iza zuba. U slučajevima kada avatar ne sadrži sve zube, potrebna je izrada dodatnog seta glasova sa različitim oblicima jezika.

Dodatna podela sadrži sledeće oblike:

1. Zubni suglasnici – S, Z, T, C, D.
2. Nadzubni suglasnici – R, N.
3. Prednjenečani suglasnici – J, LJ, NJ, Đ, Ć, Dž, Č, Ž, Š.
4. Zadnjenečani suglasnici – K, G, H.



Slika 10. Proces animacije usana.

Frejmovi se mogu podeliti u dve grupe:

1. **Ključne frejmove** koji definišu početne i krajnje tačke prelaza iz jednog oblika u drugi (slika 10, krajnje levo i krajnje desno). Ovi frejmovi se moraju definisati ručno.

2. **Međufrejmove** koji definišu prelaz između ključnih frejmova (slika 10, sredina levo, i sredina desno). Međufrejmovi se mogu izrađivati ručno, ili automatski. Proces izrade međufrejмова se naziva **tvining**. Pojam tvining će biti korišćen u daljem tekstu radi kompaktnosti. Geometrijski primitivi upotrebljeni u radu (Bezijeove krive) omogućavaju olakšavaju tvining. Izrada ključnih frejmova obuhvata postavljanje čvorova Bezijeovih krivih i njihovih vektora interpolacije. Slično modelovanju lica, direktna manipulacija geometrijskim primitivima nije preporučljiva. Bolji pristup animiranju lica je enkapsulacija izgleda geometrijskih primitiva u ograničenja koja predstavljaju različite oblike usana.

Proces tvininga je prepušten spoljašnjem modulu za interpolaciju vrednosti promenljivih u realnom vremenu. Same vrednosti koje modul menja su ograničenja koja predstavljaju različite oblike usana. Na animatoru je da odabere početni i krajnji ključni frejm, i trajanje interpolacije.

6. ZAKLJUČAK

Korišćenje proceduralnog generisanja za izradu grafičkih elemenata i konačne slike lica je omogućilo veliki broj različitih kombinacija i varijacija koje obične bitmape ne bi mogle da postignu, uz značajnu uštedu memorijskog prostora. Implementacija i testiranje modela u aplikaciji za izradu fotorobota pokazuje njegovu upotrebnu vrednost. Primer animacije usana pokazuje da model može da se primeni i u oblastima za koje nije originalno projektovan. Model je moguće proširiti novim ograničenjima, kao i novim elementima lica, koji bi omogućili modelovanje nehumanih, ali i dalje humanoidnih likova, kao i retkih izuzetnih slučajeva, poput nedostatka određenih delova lica.

7. LITERATURA

- [1] C. Rhee and C. Lee, "Cartoon-like Avatar Generation Using Facial Component Matching", School of Computer Science and Engineering, Chung-Ang University, Seoul, South Korea.
- [2] Vicki Bruce, Andy Young, Understanding face recognition, 3rd ed., Vol. 77, 1986, pp. 305-327.
- [3] NeuroPsychologia, Elsevier, vol. 66, pp. 1-9, January 2015.
- [4] Dr Sarah Bate, „Information about prosopagnosia“, <http://prosopagnosiaresearch.org/index/information>.
- [5] Science Daily team, "Neoteny", <http://www.sciencedaily.com/articles/n/neoteny.htm>.
- [6] Wenyi Zhao, Rama Chellappa, Face Processing: Advanced Modeling and Methods: Advanced Modeling and Methods, 1st ed. Oxford: Elsevier, 2006, pp. 257-261.
- [7] Zicheng Liu, Zhengyou Zhang, Face Geometry and Appearance Modeling: Concepts and Applications, 1st ed., Cambridge, 2011, pp. 82.
- [8] Make Human team, "Make Human Documentation", <http://www.makehuman.org/documentation>, dokumentacija softverskog paketa MakeHuman.
- [9] Ratko Obradović, Miloš Vujanović, Animacija karaktera, 1st ed., FTN Izdavaštvo, 2013, pp. 85-98.

Kratka biografija:

Milan Adamović rođen je u Novom Sadu 1990. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i Informatika odbranio je 2015.god.

**WEBRTC API ZA KOMUNIKACIJU I PRENOS SADRŽAJA IZMEĐU INTERNET
PRETRAŽIVAČA BEZ UPOTREBE SIGNALNOG SERVERA****WEBRTC API FOR COMMUNICATION AND DATA TRANSFER BETWEEN
BROWSERS WITH NO SERVER**

Nenad Knežev, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je koncept WEBRTC API-ja, trenutni položaj tehnologija i standarda, kao i mogući načini implementacije API-ja korišćenjem HTML5 jezika. Izvršena su poređenja, prednosti i mane, implementacije WEBRTC API-ja sa i bez korišćenja signalnog servera. Izvršena praktična primena i kroz prezentovanu aplikaciju objašnjen način komunikacije i razmene sadržaja između internet pretraživača u realnom vremenu bez upotrebe signalnog servera.

Abstract – In this paper, the concept of WEBRTC API and report the current status of technology and standards was presented, and also different ways of implementing API using HTML5 markup language are shown. Comparisons of different implementations of WEBRTC API, with or without signal server, considering characteristic advantages and flaws are done. Practical implementation through presented application is shown, and the way of communication and sharing different contents between browsers in real-time without signal server is explained.

Cljučne reči: WEBRTC API, HTML5, internet pretraživači, komunikacija u realnom vremenu, signaliziranje.

1. UVOD

Prenos audio i video informacija predstavlja jedan od najvećih izuma u razvoju telekomunikacija. Sposobnost da se vide i čuju događaji koji se odvijaju na veoma udaljenoj lokaciji iz udobnosti svoga doma je zaista veliki korak napred. Sa pojavom onoga što se može nazvati najvećom komunikacionom mrežom ikada izgrađenom, Interneta, bilo je samo pitanje vremena kada će ljudi da počnu da traže načine kako da šalju i primaju audio i video sadržaje koristeći internet.

HTML5 uvodi nove API-je, što može promeniti način na koji internet funkcioniše. Do skoro su internet pretraživači mogli samo da podrže klijent/server mrežni model, što je značilo i da internet pretraživači mogu da komuniciraju samo sa internet serverima. Jedan od ovih novih API-ja koje HTML5 uvodi poznat je kao WebRTC (Web Real-Time Communication), i uvodi sposobnost internet pretraživača da komuniciraju sa drugim internet pretraživačima, oslanjajući se na mrežni model tačka-tačka među internet pretraživačima.

Ovakav vid komunikacije definisan kao pretraživač-pretraživač komunikacija dovodi do novih pogleda u mogućnosti primene ovakvog modela. WebRTC API je definisan od strane W3C-a (World Wide Web Consortium), ali je već implementiran u većini internet pretraživača kao što su Google Chrome, Firefox i Opera.

2. KRATAK ISTORIJAT WEBRTC-a

Istorijski gledano, komunikacija u realnom vremenu je bilo kompleksno rešenje, zahtevajući pritom skupe audio i video tehnologije i njihovo licenciranje, ili razvoj istih za svoje potrebe. Sjedinjavanjem RTC-a sa postojećim rešenjem, podaci i servisi su bili zahtevni i oduzimali previše vremena, posebno na internet mreži. Google-ovo video dopisivanje pri njihovom mail-u (Gmail) je postalo popularno 2008., a 2011. je Google predstavio tzv. "Hangouts", koji koristi Google-ov servis "Google Talk" (koji takođe koristi i Gmail). Google je kupio GIPS, kompaniju koja je razvila mnoge komponente koje zahteva RTC, kao što su razni kodci i tehnike za suzbijanje eha. Google je tehnologije razvijene od strane GIPS ponudio kao besplatna rešenja, i prilagodio ih relevantnim, važećim standardima kao što su IETF i W3C kako bi omogućili slaganja sa do tada razvijenim rešenjima do tada primenjivanim u industriji. U Maju 2011. je kompanija Ericsson je izvršila prvu implementaciju WebRTC-a. WebRTC je sada implementirao standarde pod otvorenom licencom za komunikaciju u realnom vremenu, dodatke za slobodan prenos videa, audia, kao i prenosa podataka uopšte. Potrebe za unapređenjem:

- Mnogi internet servisi već koriste RTC, ali postoji potreba za skidanjem novih fajlova i dodataka. Ovo uključuje aplikacije kao što su Skype, Facebook (koji koristi Skype) i Google Hangouts (koji koristi dodatak u vidu Google Talk servisa).
- Skidanje, instaliranje i osvežavanje dodataka može biti kompleksno, podložno greskama i iritantno.
- Dodaci mogu biti teški za razvoj, otklanjanje neispravnosti, troubleshoot, testiranje i održavanje i može zahtevati registrovanje proizvoda i sjedinjavanje sa kompleksnim, skupim tehnologijama. Često je teško ubediti ljude u početku da instaliraju i koriste predviđene dodatke.

NAPOMENA:

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

Princip kojim se vodi WebRTC projekat je da su njegovi API-ji pod slobodnom licencom, besplatni, standardizovani, razvijeni u okviru internet pretraživača i efikasniji od postojećih tehnologija.

3. TRENUTNI RAZVOJ WEBRTC-a

WebRTC (Web Real-Time Communication) je definisan API (Application Programming Interface) formulisan od strane W3C (World Wide Web Consortium) kako bi omogućio komunikaciju internet pretraživač- internet pretraživač, u svrhu korišćenja aplikacija za pozive preko interneta, video pozive, kao i razmenu fajlova koristeći komunikaciju tačka-tačka, bez potrebe za instalacijom dodatnih komponenti.

WebRTC implementira tri API-ja:

- MediaStream (getUserMedia)
- RTCPeerConnection
- RTCDataChannel

4. ZAHTEVI POSTAVLJENI PRED WEBRTC

WebRTC aplikacije treba da zadovolje nekoliko stvari:

- Preuzimanje audio, video i ostalih podataka iz stream-a.
- Preuzimanje informacije o mreži kao što su IP adrese i portovi, kao i da razmeni ove informacije sa drugim WebRTC klijentima (poznatiji kao "čvorovi") u cilju omogućavanja konekcije, čak i kroz NATs i firewalls.
- Upravljanje signalnom komunikacijom u cilju prijave gresaka i iniciranja zatvaranja sesija.
- Razmena informacija o mediju i performansama klijenta, misleći tu na rezoluciju i kodeke koji se koriste.
- Komunikacija prenosom audia, videa i ostalih podataka.

Kako bi se prikupili podaci za stream-ovanje i komuniciralo, WebRTC implementira sledeće API-je:

- **MediaStream:** omogućuje pristup stream-u podataka, kao što su korisnikova kamera i mikrofona.
- **RTCPeerConnection:** audio i video pozivanje, sa komponentama za enkripciju i upravljanje prenosnim opsegom.
- **RTCDataChannel:** omogućuje tačka-tačka (peer-to-peer) komunikacija generičnim podacima.

WebRTC nudi razvojnim inženjerima internet aplikacija mogućnost da kreiraju bogate, sadržajne multimedijalne aplikacije u realnom vremenu (namenjene video razgovoru) na internetu, bez zahteva za instaliranjem dodatka. Namena mu je da se pomogne izgradnji jake RTC (Real Time Communication) platforme koja radi na različitim

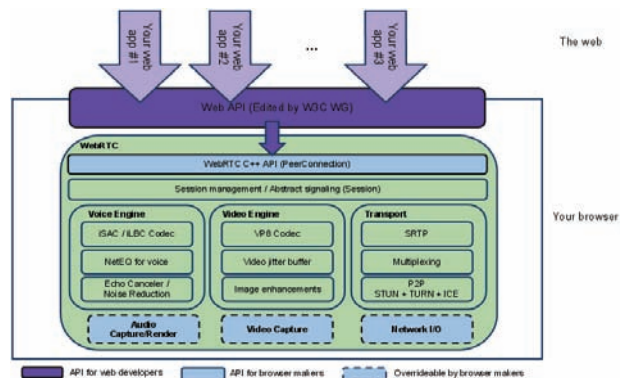
internet pretraživačima, preko različitih platformi.

MediaStream API predstavlja sinhronizovan prenos podataka. Za primer, ulaz stream uzetog sa kamere i mikrofona imaju sinhronizovane video i audio stream-ove (track-ove).

RTCPeerConnection je komponenta WebRTC - a koja upravlja stabilnom i efikasnom komunikacijom prenosa (stream - ovanja) podataka između čvorova.

RTCDataChannel API u okviru WebRTC platforme omogućava tačka-tačka razmenu podataka arbitrarnosti, sa malim kašnjenjem i visokom efikasnošću.

Osnovna WebRTC arhitektura prikazana je na slici 1.:



Slika 1. WebRTC arhitektura

Postoje dva različita sloja:

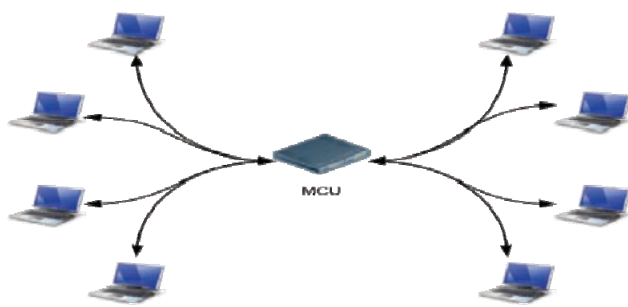
1. Inženjerima koji rade na razvijanju internet pretraživača će biti od interesa WebRTC++ API komponenta i sve ono što ona omogućava.
2. Inženjerima koji rade na razvijanju internet aplikacija će od interesa biti Web API komponenta.

5. OGRANIČENJA

Postoji veliki broj mogućih slučajeva gde je korisno za WebRTC aplikaciju da obavesti WebRTC implementaciju u podržanom pretraživaču koje su željene karakteristike video prenosa (stream-a) kojim se komunicira, ove željene karakteristike predstavljaju ograničenja (constraints). Ograničenja su implementirana u verzijama od verzije 24 Chrome - a i novijim. Ovo može biti korišteno da vrednosti video rezolucije za getUserMedia() i za RTCPeerConnection addStream() pozive. Namerna je da se implementira podrška za druga ograničenja (constraint-ove) kao što su odnos signala, mod gledanja (da li se radi o prednjoj ili zadnjoj kameri), nivo rama, visina i širina.

6. MREŽNE TOPOLOGIJE

WebRTC je trenutno implementiran tako da podrži jedan na jedan komunikaciju, ali isto tako može biti korišten i u kompleksnijim mrežnim scenarijima, kao na primer da nekoliko čvorova komuniciraju svaki sa svakim direktno, komunikacija tačka-tačka, ili posredstvom MCU - a (Multipoint Control Unit), koji predstavlja server koji može da manipuliše veliki broj učesnika (čvorova) u komunikaciji i da radi selektivno prosleđivanje stream-ova podataka koji se razmenjuju, kao i miksovanje ili snimanje audio i video sadržaja, kao što je prikazano na slici:



Slika 2. Primer MCU topologije

Mnoge postojeće WebRTC aplikacije demonstriraju komunikaciju između internet pretraživača, ali propusni serveri mogu da omoguće funkcionisanje WebRTC aplikacija u internet pretraživačima, tako da razmenjuju sadržaje sa uređajima kao što su telefoni i VOIP sistemi komunikacije.

7. SIGNALIZIRANJE: KONTROLA SESIJE, MREŽNIH INFORMACIJA I PODATAKA KOJI SE RAZMENJUJU

WebRTC koristi `RTCPeerConnection` konekciju da obezbedi komunikaciju između pretraživača podacima koji se stream – uju (pomoću peer - ova), ali takođe treba da postoji mehanizam za koordinaciju komunikacijom i za slanje kontrolnih poruka, proces koji se naziva signaliziranje (signaling).

Metode signaliziranja i protokoli nisu specificirani od strane WebRTC – a. Signaliziranje nije deo `RTCPeerConnection` API - ja.

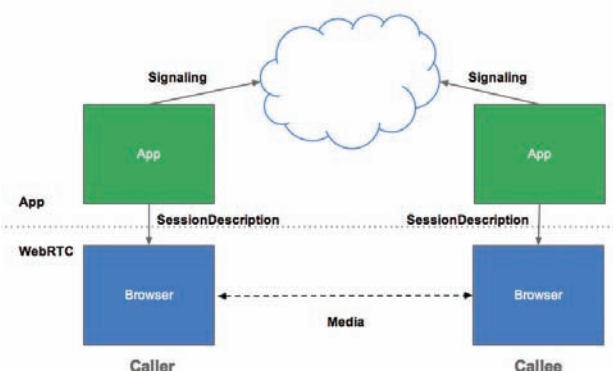
Umesto toga, razvojni inženjeri WebRTC aplikacija mogu da izaberu koji god žele protocol za slanje poruka, kao što su SIP ili XMPP, i bilo koji odgovarajući dvosmerni (dupleks) komunikacioni kanal. Signaliziranje se koristi da se razmeni tri tipa informacija:

- Poruke za kontrolu sesije: služe da inicijalizuju ili zatvore komunikaciju i da vrše prijavu nastalih grešaka.
- Konfiguracija mreže: predstavlja IP adresu i port na kojem se moj računar nalazi u odnosu na druge računare u spoljnjem svetu.
- Podržanost medija: predstavlja kodeke i rezolucije koje mogu biti podržane od strane pretraživača sa koga se incira komunikacija i onog sa kojim se želi uspostaviti komunikacija.

Razmena kontrolnih informacija prilikom signaliziranja mora biti završena uspešno pre uspostavljanja bilo koje komunikacije tačka – tačka i prenosa željenih podataka.

Osnovna arhitektura prilikom signaliziranja prikazana je na slici 3.

Kada se proces signaliziranja završi uspešno, podaci mogu biti razmenjivani direktno po principu tačka – tačka, između pozivaoca i pozivanog korisnika—ili ukoliko ako to ne uspe, posredstvom relejnog servera. *Prenos podataka (stream - ovanje) je posao koji obavlja `RTCPeerConnection` API.*



Slika 3. Osnovna JSEP (JavaScript Session Establishment Protocol) arhitektura

8. WEBRTC BEZ SIGNALNOG SERVERA

Sušтина komunikacije preko interneta jeste da omogući komunikaciju tačka-tačka bez zahteva za korištenjem centralizovanih servera i servisa. Pristup tačka-tačka nudi neke ključne prednosti u odnosu na pristup sa centralizovanim serverima:

1. Veća fleksibilnost mreže - čvorovi mogu da funkcionišu nezavisno od servera i nastavljaju funkciju čak i ako su serveri "pali".
2. Povećana privatnost i sigurnost - čvorovi komuniciraju direktno, i iz razloga što podaci nisu centralizovani na jednom mestu gde mogu biti dostupni nekom trećem neovlašćenom licu.
3. Smanjeni troškovi - bez potrebe za serverima, troškovi hostovanja, administracije, skladištenja podataka i usmeravanja saobraćaja su drastično smanjeni.
4. Skalabilnost - tačka-tačka mreže ne zahtevaju servere da upravljaju komunikaciju, s obzirom da čvorovi međusobno direktno razmenjuju potrebne informacije.

Ono što dalje ometa napredak konekcije tačka-tačka jeste manjak standardizacije, otvorenost i sveprisutnost tehnologije. Standardi rade godinama na tehnikama zaobilaznja firewall-ova i standardizaciji pristupa novom udruženom trudu zvanom WebRTC između W3C i IETF-a oko načina kako internet pretraživači mogu direktno da komuniciraju međusobno u cilju razmene sadržaja.

Ovim nije definisano kako se signaliziranje obavlja između čvorova, tako da ovo rešenje samo po sebi nije kompletirano.

WebRTC predstavlja protokol za uspostavljanje tačka-tačka komunikacije, međutim pre same uspostave komunikacije svaki od učesnika mora posetiti isti internet server kako bi mogli razmeniti mrežne informacije, i "pronaći" jedni druge (ovaj pojam se naziva signaliziranje, u WebRTC - u).

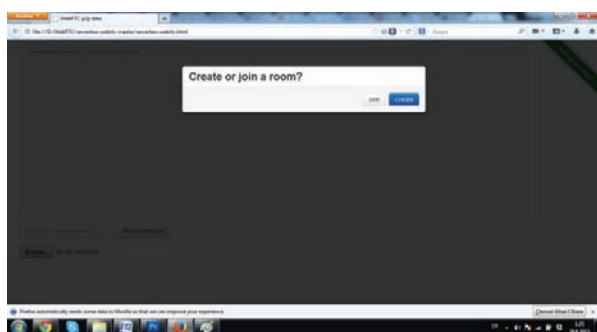
Međutim postoji mogućnost da se komunikacija tačka-tačka između korisnika obavi i bez korištenja tzv. centralizovanih signalnih servera pre same komunikacije, kreiranjem zasebne WebRTC aplikacije koja se "vrti" na

odgovarajućoj putanji `file:///` koja bi bila smeštena na lokalnoj putanji, čak i ako ovo zahteva od korisnika da obaveste zasebno drugog sagovornika o lokaciji aplikacije i načina kako da se konektuje na pokrenutu aplikaciju.

Postoji mogućnost isključenja "signalnog servera" za potrebe razmene mrežnih informacija iz implementacije WebRTC koda što je ilustrovano kroz aplikaciju prikazanu u daljem tekstu.

Pokretanje aplikacije:

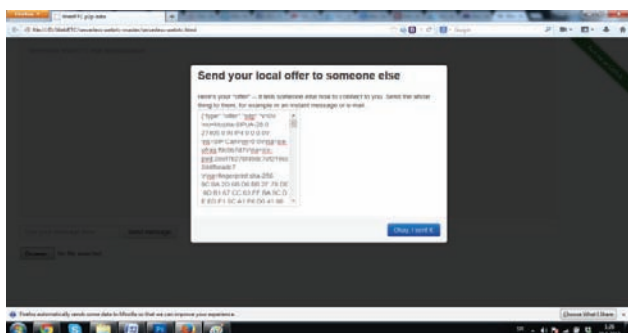
- Pokretanje internet pretraživača, u primeru korišten Firefox Nightly
- Učitavanje odgovarajućeg file-a sa navedene putanje, što je u ovom slučaju putanja na mašini `file:///D:/WebRTC/serverless-webrtc-master/serverless-webrtc.html`
- Otvara se prozor aplikacije kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Inicijalni prozor aplikacije

Korisnici započinju komunikaciju tako što prvi biva upitan da li da kreira kanal ili da pristupi već kreiranom komunikacionom kanalu.

Kreiranje kanala i slanje odgovarajuće "WebRTC offer" ponude drugom korisniku se vrši odabirom opcije "Create" pri čemu se otvara prozor prikazan na slici 5. Potrebno je kopirati prikazanu ponudu uz pritisak na dugme u desnom donjem uglu prikazanog prozora:



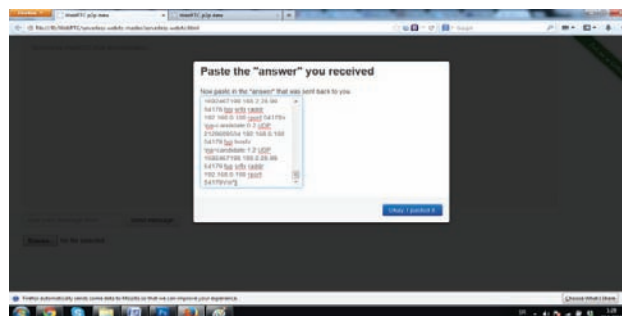
Slika 5. Inicijalni zahtev koji kreira korisnik koji kreira ponudu

Drugi korisnik otvara prozor aplikacije u kom bira da pristupi već kreiranom komunikacionom kanalu sa opcijom "Join", na prozoru prikazanom na slici 4., nakon čega se otvara prozor prikazan na slici 6.:



Slika 6. Kopiranje pristigle ponude od korisnika koji prihvata zahtev na kreiranu ponudu

U odgovarajuće prazno polje korisnik kopira ponudu koju je definisao korisnik koji je kreirao komunikacioni kanal i to izgleda kao što je prikazano na slici 7. Nakon toga je potrebno pritisnuti dugme u donjem desnom uglu prikazanom prozora:



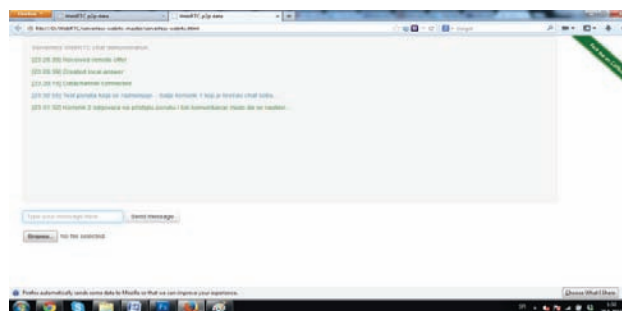
Slika 7. Kopiranje pristiglog odgovora na prethodno kreiranu ponudu

Nakon toga je komunikacija između dva korisnika uspostavljena i moguća je razmena sadržaja preko uspostavljenog komunikacionog kanala, kao što je prikazano na slici 8. iz ugla pozivajućeg korisnika:



Slika 8. Uspostava veze iz ugla korisnika koji je kreirao ponudu

Uspostava veze iz ugla pozvanog korisnika je prikazana na slici 9.:



Slika 9. Uspostava veze iz ugla korisnika koji je prihvatio ponudu za uspostavu veze

Aplikacija pruža mogućnost tekstualne prepiske između korisnika, razmenu audio i video sadržaja, u zavisnosti od povezane hardverske opreme, kao i razmenu fajlova između čvorova, bez upotrebe internet servera za razmenu mrežnih informacija korisnika (STUN server se i dalje koristi kako bi "pronašli" spoljnu IP adresu za NAT mapiranje).

9. BEZBEDNOST

Postoji nekoliko načina na koje bi aplikacije za komunikaciju u realnom vremenu ili pojedini dodaci (plugins) mogli da ugroze bezbednost.

Nekoliko primera kojima se opisuju ovakvi scenariji:

- Nekriptovani medij, bio to audio ili video, ili podaci mogu biti presretnuti u procesu komunikacije, u vidu prisluškivanja od treće strane, između internet pretraživača, ili između internet pretraživača i servera.
- Aplikacija može vršiti razmenu audio i video sadržaja bez znanja krajnjeg korisnika aplikacije.
- Malveri ili virusi mogu biti instalirani zajedno sa aplikacijom ili odgovarajućim plugin-ima koji na prvi pogled mogu delovati kao bezazlena izmena funkcionalnosti aplikacije.

WebRTC platforma ima nekoliko funkcija kojima bi se mogli izbeći prethodno navedeni problemi kojima se može narušiti bezbednost komunikacije:

- WebRTC implementacije koriste bezbednosne protokole kao što su DTLS i SRTP [20][21].
- Enkripcija je obavezna za sve WebRTC komponente, uključujući i signalne mehanizme.
- WebRTC ne predstavlja dodatak (plugin): njegove komponente funkcionišu u sklopu procesa pretraživača, a ne kao zaseban proces, komponente takođe ne zahtevaju dodatnu instalaciju, i njihov sadržaj se osvežava sa osvežavanjem internet pretraživača u sklopu koga se koriste.

Pristup kameri i mikrofону mora biti naznačen eksplicitno, kada su kamera ili mikrofón priključeni i dostupni to mora biti naznačeno kroz odgovarajući korisnički interfejs.

10. ZAKLJUČAK

Sušтина postojanja WebRTC platforme i svega onoga dobrog što ona može doneti u procesu podizanja komunikacije u realnom vremenu na viši nivo se najbolje može reći citirajući Phil Edholm-a: "Potencijalno, WebRTC i HTML5 mogu omogućiti podjednaku transformaciju za komunikacije u realnom vremenu, kao što su to prvobitno uradili internet pretraživači za informaciju".

API - ji i standardi koje definiše WebRTC mogu se demokratizovati i decentralizovati alate za kreiranje sadržaja i komunikaciju - za telefoniju, video igre, video produkciju, kreiranje muzike, prikupljanje vesti i kroz mnoge druge aplikacije. Tehnologija predstavlja potencijalnu revoluciju postojeće tehnologije komunikacije i razmenu sadržaja u realnom vremenu. U radu je opisana WebRTC platforma, definisan doprinos API-ja koje implementira u ostvarivanju komunikacije u realnom vremenu sa svim poboljšanjima koja donose. Opisana je proces komunikacije u realnom vremenu koristeći centralizovane servere za kontrolu sesije i upravljanje komunikacijom, tzv. signaliziranje. Kroz primer je demonstrirana implementacija WebRTC-a, ostvarivanje komunikacije i razmena sadržaja, bez potrebe za korištenjem centralizovanih servera za signaliziranje.

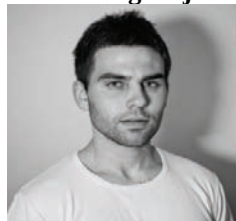
Opisani su potencijalni bezbednosni problemi koji se postavljaju pred komunikaciju u realnom vremenu i načini na koje se upotrebom WebRTC-a ti problemi mogu izbeći.

Postoji velika nada i očekivanja postavljena pred JavaScript developere šta će "napraviti" od WebRTC platforme, jer postoji sve više raznovrsnih dostupnih implementacija u skladu sa platformom.

11. LITERATURA

- [1] <http://www.html5rocks.com/>
- [2] Salvatore Loreto. WebRTC: Real-Time Communication between Browsers. <http://www.sloreto.com/slides/Aalto022013WebRTC/slides.html>, 2013.
- [3] Real-Time Communication in WEB-browsers. <http://tools.ietf.org/wg/rwcweb/>, May 2011.

Kratka biografija:



Nenad Knežev rođen je u Novom Sadu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo - telekomunikacije odbranio je 2015. god.

**ANALIZA PRIMENE NAPREDNIH KRIPTOGRAFSKIH TEHNIKA U
ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA****APPLICABILITY ANALYSIS OF ADVANCED CRYPTOGRAPHIC TECHNIQUES IN
ELECTRIC POWER SYSTEMS**

Stefan Dejanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada je implementacija i uporedna analiza naprednih kriptografskih algoritama u Smart Grid okruženju. Tokom istraživanja su identifikovane sledeće grupe algoritama od interesa: Perfect Forward Secrecy (PFS) i post-quantum kriptografija. Reprezentativni primeri identifikovanih algoritama su implementirani u C# programskom jeziku i izvršeno je poređenje njihovih performansi u test okruženju, koje je kreirano da bude slično sistemima u Smart Grid okruženju.

Abstract – The goal of this paper is to implement and analyze advanced cryptographic algorithms in a Smart Grid environment. The following groups of algorithms were identified: Perfect Forward Secrecy (PFS) and post-quantum cryptography. Representative examples of the identified algorithms were implemented in the C# programming language and their comparative analysis was conducted in a specially developed test environment, which was created to be similar to Smart Grid systems.

Cljučne reči: Kriptografski algoritmi, Smart Grid

1. UVOD

Kriptografija (*cryptography*) [1] je nauka koja se bavi metodama očuvanja tajnosti podataka. Čitljiv tekst (*plaintext*) je poruka koja se šalje i čiju tajnost treba očuvati. Kodiranje (*encryption*) je proces transformacije poruke iz čitljivog teksta u nečitljiv tekst, tj. kodiranu poruku, koja se naziva šifrat (*ciphertext*). Dekodiranje (*decryption*) je proces vraćanja kodirane poruke u čitljiv tekst.

Kriptografski algoritam, poznat još kao šifra (*cipher*) je matematička funkcija koja se koristi za kodiranje i dekodiranje. Osim očuvanja tajnosti, kriptografija ima primenu i u očuvanju integriteta podataka, kao i obezbeđivanju autentifikacije i neporecivosti.

U zavisnosti od načina korišćenja ključa, postoje dve grupe kriptografskih algoritama:

- Simetrični algoritmi [1] - isti ključ se koristi za kodiranje i dekodiranje poruke (*shared secret key – symmetric cryptography*)
- Asimetrični algoritmi [1] – ključevi za kodiranje i dekodiranje su različiti, jedan je javni a drugi tajni (*asymmetric – public key cryptography*)

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Imre Lendak, docent.

Smart Grid je moderan elektroenergetski sistem koji koristi moderna dostignuća na polju računarstva i telekomunikacija sa ciljem povećanja fleksibilnosti, sigurnosti, bezbednosti, dostupnosti, efikasnosti, kao i otpornosti na poremećaje. Posедуje tri podsistema:

- Procesni - nalazi se najbliže procesu, tj. opremi “u polju”, služi za prikupljanje i slanje podataka, kao i izvršavanje komandi
- SCADA - nalazi se u kontrolnom centru, služi za nadzor i upravljanje procesnim podsistemom
- Poslovni - nalazi se u poslovnim zgradama, služi za poslovne procese i (često) poseduje pristup internetu

Komunikacioni kanali, unutar i između podsistema, se fizički realizuju preko bakarnih parica, optičkih vodova ili bežičnim putem, npr. WiFi, Zigbee. Pored široko poznatih komunikacionih protokola (npr. Internet Protocol - IP), koriste i industrijske protokole, npr. Modbus, Object Linking and Embedding for Process Control (OPC), Distributed Network Protocol (DNP3). Ovi protokoli uglavnom nemaju zaštitu poput enkripcije i autentifikacije, a ukoliko imaju, većinom se koristi Rivest Shamir Adelman (RSA) algoritam za kodiranje komunikacija između komponenti. Ove komunikacione kanale je moguće kompromitovati čak i kad se koristi RSA, jer je razmenjene poruke moguće snimiti i dekodirati nakon razbijanja RSA ključeva klasičnim metodama ili kvantnim računarom. Kad je privatni ključ kompromitovan, napadač ima mogućnost kreiranja *man-in-the-middle* napada, tj. da se presreću i dekodiraju poruke na kompromitovanim kanalima.

U industrijskim sistemima i vremenski osetljivim kritičnim infrastrukturama (npr. Smart Grid) su pored bezbednosti komunikacionih kanala bitne i performanse kodiranja i dekodiranja poruka. Oba navedena problema tj. bezbednost poruka i performanse kriptografskih tehnika je moguće rešiti korišćenjem naprednih kriptografskih tehnika, poput Perfect Forward Secrecy (PFS) i post-quantum kriptografije. PFS koristi unapređenu razmenu ključeva i obezbeđuje tajnost ranije razmenjenih poruka u slučaju kompromitovanja jednog ključa sesije. Post-quantum kriptografija uvodi nove algoritme koji obezbeđuju povećan nivo sigurnosti i bolje performanse kodiranja i dekodiranja poruka.

Cilj ovog rada jeste da se analizira primena naprednih kriptografskih tehnika iz grupe PFS i post-quantum kriptografija u Smart Grid okruženju. Pored uvoda i zaključka, rad sadrži još pet poglavlja. U drugom poglavlju opisani su napredni kriptografski sistemi koji su razmotreni tokom istraživanja. U trećem poglavlju

opisano je softversko rešenje koje je kreirano da bude slično Smart Grid okruženju kako bi se napredni kriptografski algoritmi implementirali i testirali. Implementacija kriptografskih algoritama je opisana u četvrtom poglavlju, dok je analiza implementiranih algoritama izvršena u petom poglavlju.

2. NAPREDNI KRIPTOGRAFSKI SISTEMI

Kao što je u uvodu objašnjeno, kriptografske tehnike koje su u širokoj upotrebi mogu imati sledeće probleme:

(1) nalaženje tajnog ključa korišćenjem kvantnog računara ili drugog alata za razbijanje ključa, (2) tajnost ranije razmenjenih poruka u slučaju razbijanja ključa sesije, kao i (3) performanse, npr. potrebno procesorsko vreme.

Ove probleme je moguće rešiti naprednim kriptografskim tehnikama i korišćenjem algoritama koji omogućavaju PFS, odnosno su otporni na napredne hakerske tehnike, npr. Nth Degree Truncated Polynomial Ring (NTRU).

Perfect Forward Secrecy (PFS) [3] dozvoljava da poruke razmenjene u prošlosti ostanu tajne i u slučaju kada bi privatni ključ bio kompromitovan u budućnosti. To se postiže biranjem novih parametara za generisanje ključa u svakoj (komunikacionoj) sesiji, što praktično znači da je ključ u svakoj sesiji drugačiji, za razliku od (osnovnog) RSA gde je javni ključ kod obe strane, kojim se kodira, uvek isti. Savremeni algoritmi, Ephemeral Diffie-Hellman (DHE) i Eliptic Curve Diffie-Hellman Ephemeral (ECDHE) implementiraju PFS, tako što generišu različite ključeve za sesije.

Pojavom tehnike eliptične krive u kriptografiji, algoritmi postaju efikasniji jer se smanjuje vreme izvršavanja algoritma za istu dužinu ključa [3]. Upotrebom ove tehnike kod DHE algoritma, dobija se ECDHE koji je brži i efikasniji. Eliptične krive pružaju bolje performanse iz razloga što umesto faktorizacije polinoma koriste jednačinu krive, tačke na krivi i množenje tačaka, što je brža i sigurnija operacija od faktorizacije, jer je rešavanje tog problema kompleksnije od problema faktorizacije. Kod ECDHE algoritma, svaka strana uvek generiše novi par privatni-javni ključ prilikom nove sesije. U komunikaciji se razmenjuje javni ključ. Javni ključ predstavlja deo iz koga primalac izvodi ključ sesije uz pomoć svog privatnog ključa. Ovo predstavlja post obradu nad ključem sesije i time se ključ sesije ne razmenjuje između klijenta i servisa, već samo deo ključa.

Post-quantna kriptografija [5] izučava algoritme i sisteme koji se ne mogu kompromitovati primenom kvantnog računara. Kvantni računar kod razbijanja ključa asimetričnog algoritma, koristi Šorov algoritam [5] kako bi rešio problem faktorizacije. Ovo predstavlja problem za RSA algoritam koji je zasnovan na faktorizaciji velikih prostih brojeva, jer bi kvantni računar mogao da reši problem faktorizacije lakše od konvencionalnih računara. Važno je istaći da je većina najčešće korišćenih simetričnih algoritama, Advanced Encryption Standard (AES), Data Encryption Standard (DES), Triple DES otporna na primenu kvantnih računara, iz razloga što se kod simetričnih algoritama ne koristi faktorizacija i diskretni logaritmi koje kvantni računari mogu da reše, već se koriste operacije transpozicije, substitucije i

permutacije, pa se stoga post-quantna kriptografija ne bavi simetričnim algoritmima.

NTRU [4] kriptografski sistem spada u grupu algoritama koje izučava post-quantna kriptografija i predstavlja *open-source* sistem, sa javnim ključem na bazi rešetke (engl. *lattice-based cryptography*) [5]. NTRU algoritam je baziran na težini faktorisanja određenih polinoma u prstenu na dva polinoma sa veoma malim koeficijentima. NTRU pruža bolje performanse u kodiranju i dekodiranju u odnosu na RSA, naročito kad je u pitanju dekodiranje [5]. NTRU pruža bolje performanse prilikom porasta dužine poruke, jer se vreme izvršavanja za NTRU povećava logaritamski, dok se kod RSA vreme izvršavanja povećava eksponencijalno sa stepenom tri [4]. Kriptografski sistemi koji će biti razmatrani u ovom radu su ECDHE i NTRU. ECDHE je odabran kao tehnika koja osigurava buduću i prošlu komunikaciju u slučaju kompromitovanja privatnog ključa. Razmotriće se primena NTRU u *Smart Grid* sistemima, gde performanse kodiranja i dekodiranja direktno utiču na efikasnost razmene poruka.

3. OPIS TEST OKRUŽENJA

Ovo poglavlje predstavlja softversko rešenje koje je korišćeno za testiranje gore opisanih, naprednih kriptografskih sistema. Biće razmotrene veze između i unutar Distribution Management System (DMS) i Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) podsistema. SCADA služi za skupljanje i rad sa podacima koji stignu sa uređaja u polju, dok DMS proširuje SCADA podsistem i predstavlja skup aplikacija koje služe kao sistem za pomoć odlučivanju u nadzoru i kontroli cele distributivne mreže.

SCADA i DMS često nisu od istog proizvođača, pa je potrebno da se realizuju bezbedni komunikacioni kanali između njih. Komunikacija između SCADA i DMS, kao i DMS i njegovih klijenata, se (često) odvija putem industrijskih i specijalizovanih protokola. Ova komunikacija se uglavnom ne kodira ili se u najboljem slučaju koristi RSA. U radu će biti ispitano da li je moguće povećati bezbednost i efikasnost komunikacije upotrebom naprednih kriptografskih algoritama. U ovu svrhu je razvijeno klijent-server okruženje za testiranje odabranih algoritama i tehnika.

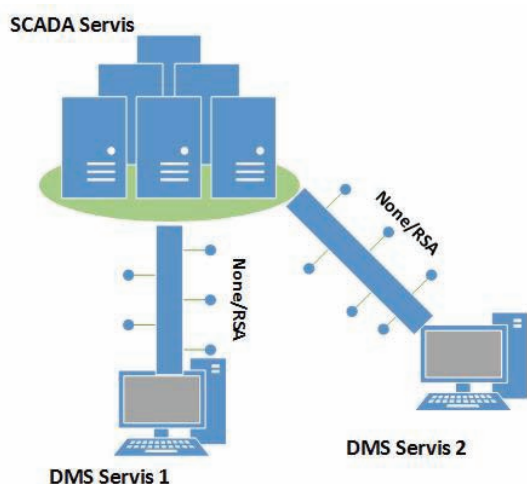
Sistem u kojem su kriptografski algoritmi implementirani se sastoji od dva dela prikazana na slici 1:

- SCADA servis i DMS servis – simulira ponašanje SCADA i DMS servisa
- SCADA klijent i DMS klijent – simulira ponašanje SCADA i DMS klijenta

Interfejs (DMS) servisa sadrži sledeće dve funkcije:

- za proveru da li je veza između klijenta i servisa uspostavljena
- za slanje kodirane poruke

Sa kodiranom porukom se šalje i ključ sesije, kojim je kodirana poruka. Taj ključ je kodiran javnim ključem primaoca. Pored poruke i ključa sesije šalje se i digitalni potpis, kreiran od privatnog ključa pošiljaoca, koji služi za proveru identiteta pošiljaoca.



Slika 1 – Šematski prikaz softverskog rešenja

Na slici 2 je prikazan dijagram toka kodiranja i dekodiranja poruka na klijentskoj i servisnoj strani.



Slika 2 – Dijagram kodiranja i dekodiranja

4. IMPLEMENTACIJA NAPREDNIH KRIPTOGRAFSKIH SISTEMA

4.1 Integracija softverskog rešenja sa PFS

U svrhu implementacije PFS, uzeta je implementacija ECDHE algoritma iz *.NET Framework* biblioteke. Postojeći algoritam je autor proširio mehanizmom generisanja novog ključa sesije. Tom prilikom je proširena funkcija uspostave veze, jer je bilo potrebno u TLS rukovanju razmeniti ključ za tekuću sesiju. Pošiljalac generiše novi javni ključ za ECDHE. Taj ključ pošiljalac šalje primaocu. Na strani primaoca dobijen ključ će biti iskorišćen zajedno sa privatnim ključem primaoca za izvođenje glavnog ključa, tj. ključa sesije, sa kojim će se kodirati poruke.

Tokom implementacije okruženja za testiranje PFS su korišćeni sledeći alati i tehnike:

- *.NET Framework* biblioteka
- AES algoritam za simetrično kodiranje
- *Key Derivation Function (KDF)* je funkcija koja iz javnog ključa pošiljaoca i privatnog ključa primaoca izvodi ključ sesije, pritom koristi hash algoritam SHA-1 sa veličinom ključa 256 bita.

Iz *.NET Framework* biblioteke je korišćena ugrađena implementacija ECDHE algoritma. KDF je iskorišćen za post obradu i izvođenje ključa sesije. Poruke su bile kodirane dobijenim ključem sesije AES algoritmom.

4.2 Integracija softverskog rešenja sa post-kvantnom kriptografijom

Za potrebe implementacije post-kvantnog sistema korišćena je implementacija NTRU algoritma u vidu posebne biblioteke [8] sa otvorenim izvornim kodom (*open-source*), koja sadrži operacije za generisanje ključeva, kodiranje i dekodiranje. Autor rada je modifikovao biblioteku za potrebe softverskog rešenja tako što su izbačene suvišne *hash* funkcije, koje se koriste za test slučajeve i računanja koja nisu potrebna u sistemu radi dodatnog ubrzanja algoritma, predefinisane su vrednosti za korišćene *hash* funkcije SHA-1 sa dužinom ključa od 256 bita. Takođe su odabrane optimalne vrednosti uzajamno prostih brojeva, koje služe kao parametri za računanje najbližeg i najkraćeg vektora u rešetki [4], sa ciljem dobijanja dobrog odnosa performansi i stepena sigurnosti.

Na softverskom rešenju sa slike 1. nije bilo potrebno praviti izmene, jer se post-kvantni algoritam koristi umesto RSA algoritma za kodiranje glavnog ključa, i u ovom slučaju komunikacija će biti ista kao što je opisano u poglavlju 3. Jedina izmena je bila ubacivanje NTRU umesto RSA.

5. REZULTATI

Tokom analize prikazanih naprednih kriptografskih tehnika su korišćene sledeće metrike: procesorsko vreme potrebno za izvršavanje algoritma i očekivani nivo bezbednosti. Kod prve metrike, tj. merenja potrebnog procesorskog vremena manje vreme znači bolje performanse. Nivo bezbednosti se ogleda u dužini kodirane poruke i to je bitan parametar kod NTRU algoritma, dok je kod PFS bitno da se očuva sigurna komunikacija iako je ključ kompromitovan.

5.1 Opis alata

Za potrebe testiranja korišćeni su javno dostupni alati *John the Ripper (JtR)* [6], razvijen od strane *openwall-a* i *ssl-dos* [7], razvijen od strane Vinsenta Bernata (*Vincent Bernat*). JtR je alat koji služi za nalaženje vrednosti kriptografskih ključeva. Najčešće koristi rečnik ključeva koji dolazi u sklopu alata, kao i *brute-force* napad. *ssl-dos* radi na principu *benchmark-a* i testira performanse algoritma. Rezultati dobijeni sa *ssl-dos* su izraženi preko procesorskog vremena potrebnog da se izvrši 1000 TLS rukovanja. Ovim je merena razlika u performansama između ECDHE i RSA.

Pored JtR i *ssl-dos*, autor je u programskom jeziku C# implementirao aplikaciju za merenje procesorskog vremena potrebnog za izvršavanje funkcija kodiranja i dekodiranja. Ona prikazuje dužinu kodirane poruke koja predstavlja meru nivoa očekivane bezbednosti. Aplikacija pokreće funkcije kodiranja i dekodiranja NTRU i RSA algoritma, sa snimanjem vremena izvršavanja funkcija.

5.2 Opis testova

U testiranju sistema sa JtR alatom korišćeni su ključevi iz rečnika kako bi razbijanje ključa bilo u razumnom vremenu, jer autor nije imao pristup kvantnom računaru, te nije bio u prilici da isproba sistem na kvantnom računaru. Na softverskom rešenju je puštena kodirana komunikacija između klijenta i servisa koja je bila

snimana. Komunikacija je redom bila kodirana sa RSA, ECDHE i NTRU algoritmima. Nakon snimljene određene količine kodiranih poruka, te poruke su ubačene u JtR, sa ciljem nalaženja tajnog ključa sesije. Nakon ubacivanja poruka, JtR je obradio poruke i zabeleženi su rezultati.

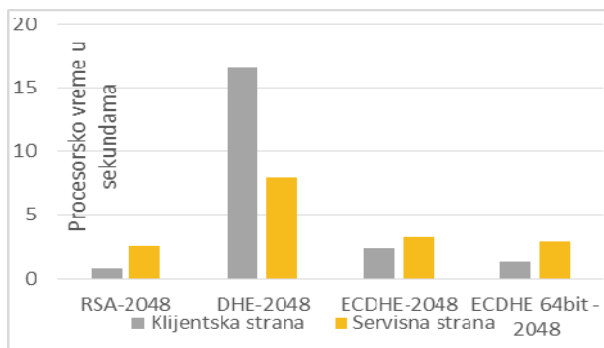
Za drugo testiranje korišćen je alat *ssl-dos*, koji je konfigurisan za RSA, DHE i ECDHE. Konfigurisanje *ssl-dos* alata je izvršeno u posebnoj klasi u sklopu alata, u programskom jeziku C, odabirom algoritama, izborom dužine ključa i postavljanjem sertifikata. Za svaki algoritam je korišćen ključ iste dužine. Nakon toga je izvršeno testiranje alatom i zabeleženi su rezultati.

Za potrebe testiranja performansi NTRU algoritma, korišćena je autorova aplikacija koja je izvršena nad RSA i NTRU.

5.3 Rezultati testiranja

Testiranjem sa JtR alatom uočeno je iz snimljene komunikacije da razbijanjem jednog ključa RSA algoritma, praktično se dolazi do (zajedničkog) ključa sesija, kojim je moguće dekodiranje svih poruka koje su snimljene u prošlosti, i mogu biti snimljene i u budućnost. Kod ECDHE, ključ svake pojedinačne sesije je različit, pa je uvek potrebno razbijati novi, čime se postiže veći nivo bezbednosti jer iako ključ bude kompromitovan u jednoj sesiji, komunikacione sesije iz prošlosti i budućnosti ostaju zaštićene.

Rezultati rada *ssl-dos* alata su prikazani na slici 3, gde je prikazan grafik, koji predstavlja procesorsko vreme u sekundama različitih algoritama, od kojih samo RSA ne podržava PFS, računato na servisnoj i klijentskoj strani.



Slika 3 - Rezultat efikasnosti algoritama

Naša klijent-servis aplikacija koristi RSA, ECDHE-64bit i NTRU za test. Na slici se vidi da RSA (prva kolona na slici 3) algoritam postiže 15 puta bolji rezultat u odnosu na DHE (druga kolona na slici 3). Korišćenjem eliptičke krive u kriptografiji, DHE (ECDHE) se znatno poboljšava i postiže bolji rezultat (treća kolona na slici 3), svega 23% veće vreme od RSA. Korišćenjem optimizovane verzije ECDHE-64bit (četvrta kolona na slici 3), dobija se najbolji rezultat sa PFS, pri tome se povećava procesorsko vreme za samo 15% pri istoj veličini ključa u odnosu na RSA.

Rezultat testiranja NTRU algoritma je prikazan u tabeli 1. Vreme kodiranja i dekodiranja je izraženo u milisekundama. Iz dobijenog rezultata se može zaključiti da NTRU postiže značajno bolje vreme za kodiranje i dekodiranje od RSA, uz veći nivo sigurnosti, zbog veće dužine kodirane poruke. Ovo praktično znači da upotreba NTRU

algoritma umesto RSA pored povećanja bezbednosti poruka (npr. otpornost na napade kvantnim računarom) povećava i efikasnost.

Tabela 1 – Rezultati testiranja NTRU i RSA

algoritam	NTRU	RSA
kodiranje	607 ms	2105 ms
dekodiranje	9 ms	20 ms
dužina kodirane poruke	604 bytes	256 bytes

6. ZAKLJUČAK

U radu je opisana implementacija i analiza naprednih kriptografskih algoritama u *Smart Grid* okruženju. Pri tome su uzeti u obzir napredni kriptografski algoritmi koji omogućavaju, Perfect Forward Secrecy (PFS), odnosno jedan post-quantum algoritam. Kao merilo kvaliteta odabranih algoritama su uzeti očekivani nivo bezbednosti i efikasnost odabranih tehnika.

Na osnovu prikazane analize algoritama se izvodi zaključak da je NTRU, post-quantum kriptografski algoritam superioran u odnosu na RSA na polju bezbednosti i performansi. Analize su pokazale da je ECDHE bolji od RSA u slučaju kompromitovanja privatnog ključa i/ili ključa (jedne) sesije.

Mana rada je nemogućnost testiranja algoritama sa kvantnim računarom (autor nije imao pristup kvantnom računar!) radi dobijanja šire slike performansi i boljih testova. Pravac daljeg razvoja i istraživanja bio bi usmeren ka unapređenju NTRU algoritma sa ciljem omogućavanja PFS, tj. kreiranje post-quantum algoritma koji podržava PFS.

7. LITERATURA

- [1] Bruce Schneier, "Applied Cryptography: Algorithms, Protocols, and Source Code in C", 2nd edition, Wiley 1995
- [2] Joshua Davies, "Implementing SSL/TLS Using Cryptography and PKI", Wiley, 2011
- [3] Vincent Bernat, "SSL/TLS & Perfect Forward Secrecy", <http://vincent.bernat.im>, 2012
- [4] Jeff Hoffstein, Daniel Lieman, Jill Pipher, Joseph H. Silverman, "NTRU: A Ring-Based Public Key Cryptosystem", Springer, 1998
- [5] Daniel J. Bernstein, "Introduction to post-quantum cryptography", Springer, 2009
- [6] John The Ripper, <http://www.openwall.com/john/>
- [7] Ssl-dos, <https://github.com/vincentbernat/ssl-dos>
- [8] Open source biblioteka ntru-crypto, <https://github.com/NTRUOpenSourceProject/ntru-crypto>

Kratka biografija:



Stefan Dejanović rođen je 27. decembra 1991. Godine u Novom Sadu, Republika Srbija. Školske 2010/2011 se upisao na Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Računarstvo i Automatika, usmerenje. Bečelov rad iz oblasti Primjenjene računarske nauke i informatika odbranio 2014. god. Master rad iz oblasti Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo odbranio 2015. god.

ANDROID LIČNI ASISTENT ZA BLAGODEMENTNE KORISNIKE ANDROID PERSONAL ASSISTANT FOR MILD DEMENTED USERS

Ištvan Lukači, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu se realizuje aplikacija Android mobilnog telefona koja spaja ugrađene servise i stvara sistem koji može da omogući pomoć blagodementnim osobama. Korišćene komponente su servis za kameru, za globalno pozicioniranje i za sintezu zvuka.

Abstract – In this thesis an Android software is realized for smartphones which connects it's built in services to help to demented persons. Used components are camera, global positioning and speech synthesis services.

Ključne reči: *Android, Eclipse, Java, asistent, dementnost, GPS, QR-code, OpenCV, Text-To-Speech*

1. UVOD

Prema izvorima Evropske unije, oko jedne trećine Evropljana danas pati od neke disfunkcije, bolesti ili degenerativnih promena mozga. To ukazuje kako je potrebno više resursa uložiti za istraživanje novih metoda prevencije, dijagnostike i lečenje svih tih bolesti. Demencija predstavlja postupni gubitak mentalnih sposobnosti bar u dve oblasti (na primer pamćenje i vešti naučeni pokreti, pamćenje i govor, ponašanje i govor, orijentacija u prostoru i opažanje), pri čemu posebno stradaju memorija, kognitivne aktivnosti, donošenje sudova i procena. Od nje najviše boluju starije osobe u dobi iznad 60 godina i često može dovesti do delimične ili potpune nesposobnosti brige o sebi i normalnog svakodnevnog funkcionisanja.

2. SPECIFIKACIJA ZAHTEVA

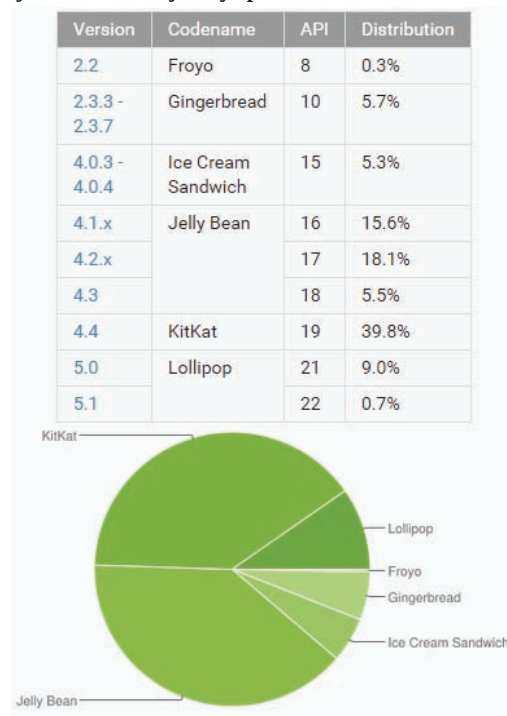
Osobe koje pate od demencije mogu imati velikih poteškoća u svakodnevnom životu, čak u tolikoj meri da moraju biti pod stalnom nadzorom. One mogu da zaborave da uzimaju lekove, što to je veliki problem koji može da dovede do daljnjeg pogoršanja njihovog stanja. Mogu da izgube orijentaciju unutar ili van kuće i da izgube kontrolu nad uređajima oko sebe. Osnovni cilj je realizovati softver koji pruža pomoć ovim korisnicima, tako što prati njihovu aktivnost i ukoliko se pojavi potreba obezbedi audio/vizuelno uputstvo kako nastaviti dalje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red.prof.

3. ANGAŽOVANE TEHNOLOGIJE

Android OS je jedan od najpopularnijih operativnih sistema za mobilne telefone koji poseduje Linux kernel. Osnovni moduli operativnog sistema su napisani u C i C++ programskom jeziku, dok su aplikacije višeg nivoa najčešće razvijene u Java programskom jeziku pomoću *Android Development Tool-a* (Android SDK). Arhitektura operativnog sistema sa sastoji od četiri glavna sloja i to su Linux kernel, Android runtime, framework i aplikacije. Ilustracija Android slojeva je prikazana na Slika 1.



Slika 1: Disperzija verzije Androida

Lokacijsko bazirani servis (u daljem tekstu LBS) je informacioni servis namenjen mobilnim uređajima, koji uz pomoć mobilne mreže vrši određivanje pozicije samog uređaja. LBS može biti reaktivan ili proaktivan. LBS servis se sastoji od četiri modula a to su: mobilni uređaj, servis i kontent provajder, komunikaciona mreža i tehnologija pozicioniranja.

- Mobilni uređaj je uređaj koji pomoću SIM kartice uspostavlja konekciju sa GSM mrežom i ima sposobnost za slanje i primanje podataka.
- Servis i kontent provajder - Medij koji može da se primeni na mobilnim uređajima (npr. mapama).
- Komunikaciona mreža je komunikacioni kanal između korisnika i provajdera najpre za slanje korisničkih zahteva prema provajderu. Uobičajeno, to može da bude mobilni internet ili WiFi.
- Tehnologija pozicioniranja je suština servisa.

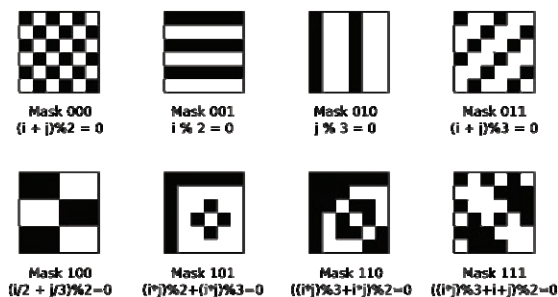
Drugim rečima ova komponenta ima sposobnost za određivanje koordinate uređaja (korisnika). Određivanje pozicije može da se dogodi pomoću:

- GPS satelita - preciznost od nekoliko metra
- GSM mreže - preciznost od nekoliko stotina metra
- WiFi mreže - ako su poznate lokacije WiFi mreže lako se može odrediti lokacija klijenta

Pored određivanje tačne pozicije klijenta važan deo aplikacije je prepoznavanja QR-koda. U ovom procesu je korišćena *OpenCV* otvorena biblioteka za obradu slike. Prepoznavanje se sastoji od sledećih potprocedura:

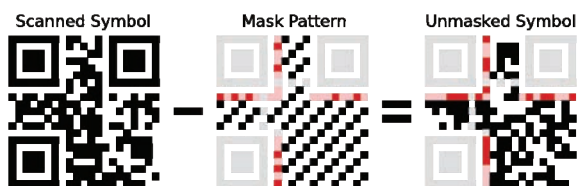
- Učitavanje slika sa kamere
- Detektovanje markera QR koda na slici
- Poboljšavanje slike, minimalizacija grešaka
- Određivanje nivoa QR koda i ostalih atributa
- Demaskiranje
- Očitavanje segmenata QR koda sa slike
- Dekodiranje segmenata

Prvi korak prepoznavanja je određivanje pozicije figure na slici i markera koda. Proces počinje sa horizontalnim skeniranjem slike, gde algoritam traži odgovarajuće crno-bele promene, tačnije crne-bele-crne-bele-crne promene. Ako algoritam nađe takve segmente obeležiće tačku i proverice da li i vertikalno zadovoljava isti kriterijum i ukoliko zadovoljava tačka će biti obeležena kao kandidat, dok će u suprotnom biti odbačena i skeniranje se nastavlja. *OpenCV* je biblioteka čija je namena da pruži „vid“ računaru preko kamere i njen veliki deo čine algoritmi za obradu slike. *Canny* filter jako lepo reaguje na brze promene kao što su pikseli na QR kodu. Nakon primene filtera granice promene su poznate i npr. kod detektovanja markera potrebno je samo ispitati boje piksela pre i posle granice što mnogo olakšava proces.



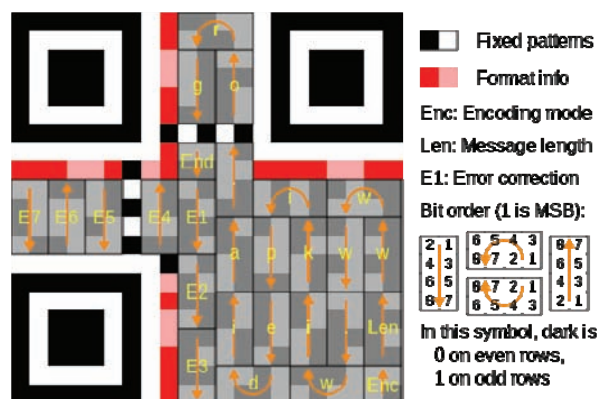
Slika 2: Maske QR koda

Sledeći korak je demaskiranje. Postoji osam vrsta maski koje su prikazane na Slika 2, označene su sa svojim identifikatorima koje se nalaze u *format-information* polju svakog QR koda. Proces demaskiranja sledi invertovanje celog koda sa nekim od šablona. Ilustracija demaskiranja je prikazana na Slika 3.



Slika 3: Demaskiranje QR koda

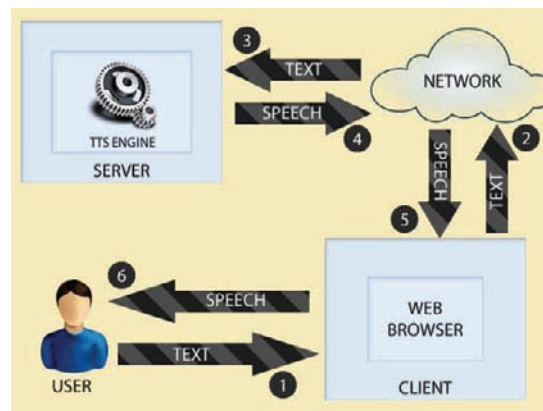
Proces očitavanja počinje sa segmentacijom koji se sastoji od podele na osmobične delove po predefinisanoj pravilu. Očitavanje kreće od donjeg desnog ugla ukoliko je QR kod u *North* položaju. Segmentacija QR koda je prikazana na sledećoj Slika 4.



Slika 4: Segmentacija QR koda

Nakon učitavanja su dobijeni segmenti na kojima su na osnovu predefinisanih pravila označeni najmanje i najviše značajni bitovi. Ako je svaki segment osmobični prvi bit u redu je najznačajniji bit. Kraj sadržaja označava *End* karakter nakon čega slede podaci za ispravljanje grešaka (*ErrorCorrection*).

Sledeća korišćenja tehnologija u aplikaciji je *Text-To-Speech* servis (u daljem tekstu TTS). Njegova namena je da pretvara teksta u govor, blok dijagram servisa je prikazan na Slika 5.



Slika 5: Blok dijagram TTS servisa

TTS servis koristi jezički paket koji izdaje Google i trenutno je dostupan na nekoliko jezika kao što npr. engleski, nemački, francuski, japanski, španski itd. Na ostalim jezicima ovaj servis je dostupan samo preko Google-ovih aplikacija, kao što je prevodilac (Google translate), ali ograničenje je da radi samo uz Internet konekciju u onlajn režimu.

Procedura pretvaranje teksta u govor se sastoji od dva potprocesa: analiza teksta i generisanje govora. Ovu analizu često zovu i normalizaciju teksta ili tokenizacija. Radi se o segmentaciji teksta do nivoa fonema, koji su elementarni delovi (zvuci) govora. Svaki jezik ima svoju tabelu fonema koje se razlikuju u broju fonema. Lingvisti često koriste internacionalnu tabelu sa dodatnim

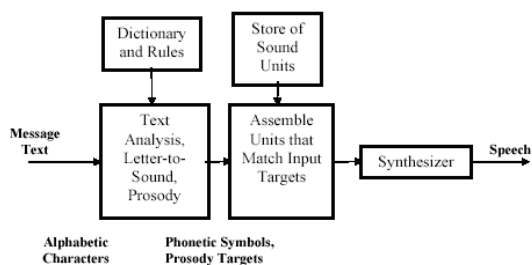
elementima koji su specifični za dati jezik. IPA tabela sa međunarodnim fonemima je prikazana na Slika 6.

the international phonetic alphabet (2005)

consonants (pulmonic)	LABIAL				CORONAL				DORSAL				RADICAL		LARYNGEAL	
	Labial	Dental	Alveolar	Palato-alveolar	Retroflex	Alveolo-palatal	Palatal	Velar	Uvular	Pharyngeal	Epi-glottal	Glottal				
Nasal	m	n	ɲ													
Plosive	p b	t d				c ɟ	k ɡ	q ɢ								
Fricative	f v	θ ð	s z	ʃ ʒ	ʂ ʐ	ç ʝ	x ɣ	ħ ʕ								
Approximant			ɹ			j	ɰ									
Tap, flap		ɾ														
Trill	ʙ		ʀ													
Lateral fricative			ɬ ɮ													
Lateral approximant			ɭ													
Lateral flap			ɺ													

Slika 6: IPA Tabela

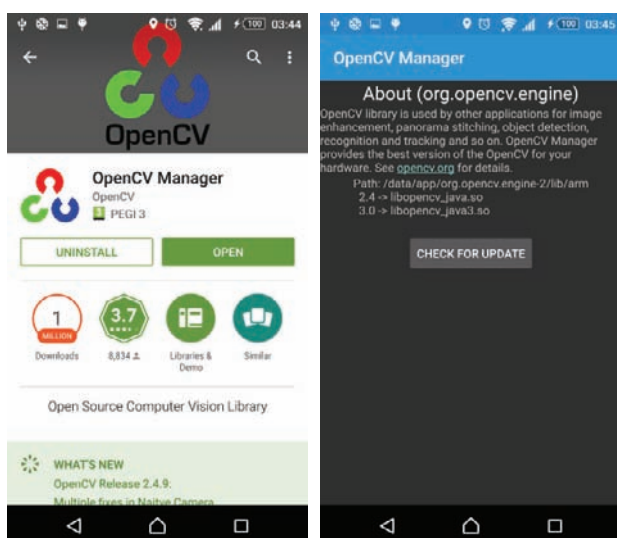
Google TTS servis koristi konkatencionu sintezu, koja je bazirana na kolekciji prethodno snimljenih segmenata govora. Ovi segmenti manje-više treba da budu identični sa elementima fonetičkog alfabeta. Detaljniji opis sinteze je prikazan na Slika 7.



Slika 7: Generalni dijagram sinteze zvuka

4. UPOTREBA

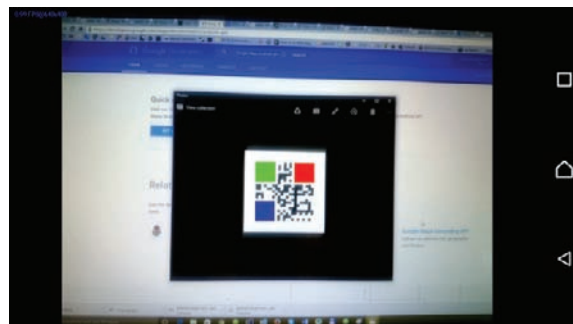
Preduslov rada aplikacije je instalirana *OpenCV Manager* aplikacija koja je dostupna u *Play* prodavnici, instalacija i izgled aplikacije nakon pokretanja su prikazani na sledećoj Slika 8.



Slika 8: Instalirana OpenCV Manager aplikacija

Kad se aplikacija pokrene pojaviće se interfejs u zavisnosti od detektovanog radnog režima.

Ukoliko je uređaj u okolini *HomeLocation* pozicije aplikacija će se pokrenuti u *indoor* režimu i u određeno vreme će skenirati QR kod sa kamere kao što se vidi na Slika 9.



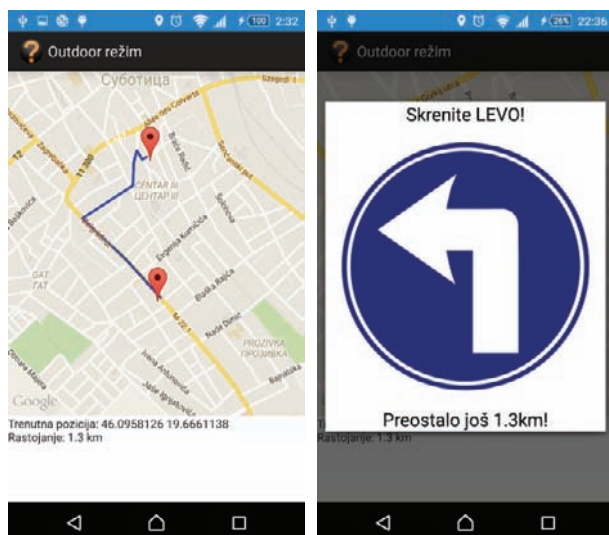
Slika 9: Skeniranje QR koda iz aplikacije

Glavni scenario upotrebe u okviru doma je da korisnik uključi uređaj i nacića kameru prema QR kodu koji se nalazi na nekom od kućnih aparata. Nakon uključjenja uređaja aplikacija detektuje režim rada i ako potvrdi da je pozicija uređaja i korisnika u domu poziva se QR čitač koji će u beskonačnom ciklusu tražiti markere dok ne odredi poziciju QR koda na slici sa kamere. Ukoliko su uslovi ispunjeni proces skeniranja se završava i u zavisnosti od sadržaja poruke u QR kodu prikazaće se dijalog sa instrukcijama vezanim za dati kućni aparat ili uređaj. Pojavljivanje dijaloga prati i govor sa istim ili sličnim upozorenjem. Izgled dijaloga je prikazana na Slika 10.



Slika 10: Instrukcije za kućne aparate

Aplikacija van doma služi za navigaciju, čiju interakciju korisnik inicira u prethodnom režimu rada kao što je navedeno. U ovom slučaju aplikacija isključuje QR kod skenera ali i dalje prati poziciju korisnika do ciljne koordinate. Kod okretanja traži posebnu pažnju korisnika, kao i na raskrsnicama zbog opasnog saobraćaja. Usput obaveštava koliko je rastojanje do cilja i prosečno vreme potrebno da se stigne do cilja. Izgled dijaloga sa upozorenjem i detalji preostalog rastojanja do cilja su prikazani na Slika 11.



Slika 11: Ruta do cilja i instrukcije u toku navigacije

5. ZAKLJUČAK

Cilj ove aplikacije jeste da se korišćenjem mogućnosti Android operativnog sistema olakša život blagodementnim ljudima. Najosnovnijom interakcijom, bez potrebe čitanja aplikacija pruža instrukcije korisniku za uspešan završetak poslova u svakodnevnom životu.

Google servisi imaju detaljan opis za implementaciju od strane proizvođača i pomoću tih opisa je prilično lako napraviti implementaciju u izvornom kodu. Od svih servisa, najviše vremena je potrošeno na implementaciju Maps API-ja i u okviru njega na generisanje API ključa koji služi za jednoznačnu identifikaciju u okviru odgovarajućeg projekta. Za generisanje ključa potrebno je registrovati digitalni otiska razvojnog okruženja, dok dobijeni ključ omogućava određeni broj zahteva prema Google serveru. Implementacija ovog servisa je zahtevala više istraživanja. Implementacija *Text-To-Speech* servisa je jednostavnija od prethodnog servisa i ne zahteva registracioni proces, takođe postoji i jasan opis za implementaciju u izvornom kodu.

Tokom importovanja *OpenCV* biblioteke koja zahteva i instalaciju specijalne aplikacije koja se zove *openCV Manager*, najviše pažnje treba obratiti na to da verzija importovane biblioteke menadžera i poziv u metodu inicijalizacije budu identični, u suprotnom postoji velika šansa - da samo delimično ili uopšte ne rade.

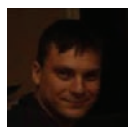
Naravno najviše vremena, istaživanja i resursa zahtevala je izrada algoritma prepoznavanja QR koda. Analogno skeniranje i ispitivanje svakog piksela je dosta složen proces i zahteva puno rada da bi se došlo do prepoznavanja jednog markera, koji je ključni deo u razvoju aplikacije.

Takođe, složen proces je i filtriranje falš markera, koji zadovoljavaju uslov da budu markeri, ali mogu dovesti do pogrešnih rezultata. Pod okvir implementacije *OpenCV* biblioteke spada još i rad sa kamerom i pretvaranje slike sa kamere u *OpenCV* matricu. Manipulacija i analiza matrica pomoću *OpenCV* biblioteke je jasna i jednostavna.

6. LITERATURA

- [1] A. El-Rabbany, Introduction to GPS: The global positioning system, Norwood, MA: Artech House Publishers, 2002.
- [2] M. K. (. Aurélio Campilho, Image Analysis and Recognition, Vilamoura: Springer International Publishing, 2014.
- [3] T. Dutoit, An Introduction to Text-to-Speech Synthesis, Springer, 1997.
- [4] O. Cinar, Android Apps with Eclipse, New York: Apress, 2012.
- [5] S. Brahmabhatt, Practical OpenCV, Apress, 2013.
- [6] W.-M. Lee, Beginning Android Application Development, Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2011.
- [7] J. Friesen, Learn Java for Android Development, Apress, 2014.
- [8] „Android Developers,“ [Na mreži]. Available: <http://developer.android.com/about/dashboards/index.html>.

Kratka biografija:



Ištvan Lukači rođen je u Senti 1989. god. Diplomski-Bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke odbranio je 2008.god.

POREĐENJE REZULTATA DETEKCIJE PEŠAKA U SLICI I VIDEO DOBIJENIH ORIGINALNIM HOG PRISTUPOM I APROKSIMACIJOM ARHITEKTURE NEPOKRETNE TAČKE**COMPARASION OF THE RESULTS OF PEDESTRIAN DETECTION IN IMAGES AND VIDEO OBTAINED BY APPLYING ORIGINAL HOG ALGORITHM AND BY APPROXIMATING FIXED POINT ARCHITECTURE**

Vladimir Gajinov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - Cilj ovog rada jeste da se uporede rezultati detekcije pešaka u slici i videu dobijenih originalnim HOG pristupom i aproksimacijom arhitekture nepokretne tačke.

Abstract - The aim of this thesis is comparasion of the results of pedestrian detection in images and video obtained by applying original HOG algorithm and by approximating fixed point architecture.

Ključne reči: Digitalna obrada slike/detekcija pešaka u slici, HOG algoritam

1. UVOD

Detektor objekata u slici se može posmatrati kao kombinacija skupa karakteristika slike i detekcionog algoritma. Izvlačenje karakteristika slike podrazumeva predstavljanje gustih ili retkih regiona slike u obliku karakterističnih vektora, a arhitektura detektora definiše prostornu pojavu ovih karakterističnih vektora.

Svedoci smo velikog broja primena kompjuterske vizije u raznim uređajima koji nam omogućavaju da putevi budu bezbedniji, naši domovi i mesta u kojima živimo sigurniji, posao lakši i brži, a naše slobodno vreme zanimljivije.

2. PREGLED RELEVANTNE LITERATURE**2.1 Paralelna implementacija HOG algoritma**

HOG je jedan od najboljih i najpopularnijih deskriptora za detekciju pešaka. Na žalost, ova tehnika ima jednu veliku manu, a to je brzina.

Autori rada [2] su predstavili paralelnu implementaciju HOG algoritma za detekciju objekata i za tu namenu su koristili grafičku karticu i NVIDIA CUDA frejmwork. Oni su postigli ubrzanje algoritma čak 67 puta u odnosu na standardnu sekvencijalnu implementaciju korišćenjem samo jedne video kartice [2].

2.2 Pojednostavljeni HOG deskriptor

Autori rada [3] su zaključili da se pojednostavljenjem proračuna značajno ubrzava detekcija pešaka. Prema Dalal-ovom eksperimentu [1], za obradu slike veličine 320 x 240 potrebno je oko 1 sekunde. Primenom ove metode, obrada slike iste veličine traje oko 300 milisekundi, što je oko 3 puta brže od originalne implementacije [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Sladojević, docent.

2.3 Arhitektonska studija procesora za dobijanje HOG karakteristika

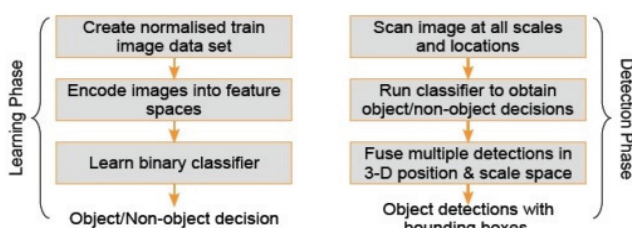
Autori rada [4] su opisali arhitekturu procesora za izvlačenje HOG karakteristika iz video zapisa visoke rezolucije (1920 x 1080 piksela). On radi na principu pojednostavljenog HOG algoritma sa skeniranjem na nivou ćelije, istovremeni SVM proračun i paralelizovanih modula [4].

3. PREGLED ARHITEKTURE

Kompletna arhitektura detekcije objekata u slici je zasnovana na ideji klasifikacije pojedinačnih regiona slike i podeljena je u dve faze:

- *Faza učenja* – u ovoj fazi se kreira binarni klasifikator koji donosi odluku jeste/nije objekat koji se traži u regionu fiksne veličine („prozoru“).
- *Faza detekcije* – u ovoj fazi se koristi prethodno kreirani binarni klasifikator kako bi se izvršilo preliminarno odlučivanje jeste/nije objekat na svakoj lokaciji test slike. Ove preliminarne odluke se kasnije koriste za konačnu odluku.

Obe faze imaju 3 etape kao što se vidi na slici 1. Performanse detektora zavise od preciznosti i pouzdanosti klasifikatora i kako su pojedinačne odluke spojene u konačnu odluku tokom faze detekcije [1].



Sl 1. Uopšteni prikaz arhitekture detekcije objekata u slici

4. SKUPOVI SLIKA**4.1 Statički skup slika**

Korišćena su dva skupa slika za procenu šeme kodovanja statičke slike:

- 1) *MIT skup slika* – sadrži 709 slika na kojima se nalaze ljudi u gradskom okruženju. Sve slike su veličine 64 x 128 piksela. Ljudi na ovim slikama su centrirani u odnosu na veličinu prozora, u uspravnom su položaju, slikani spreda ili otpozadi. U ovom skupu nema negativnih slika, pa su korišćeni negativni iz INRIA skupa [1]. Ovaj skup slika je poprilično jednoličan i zbog toga ovaj set nije bio dovoljno dobar za obuku klasifikatora tj. dobijaju se gotovo idealni rezultati.



Slika 2. Primer slika iz MIT seta slika

- 2) **INRIA skup slika** –sadrži 498 slika koje su dobijene digitalnom kamerom u periodu od 8 meseci slikanim na raznim mestima i pod različitim vremenskim uslovima. Primer slika iz INRIA skupa slika je prikazan na slici 3. Okruženja u kojima se ljudi mogu naći na ovim slikama su iz zatvorenog prostora, u gradskom okruženju, u planinskim predelima kao i na plaži [1].



Slika 3. Primer slika iz INRIA seta slika

4.2 Dinamički INRIA skup slika

Navneet i Dalal su u svom radu opisali kako rade detektori ljudi u video sekvencama. Da bi mogli da obuče svoj detektor, napravili su dinamički INRIA skup slika. Slike su uzete iz različitih DVD filmova kao i iz videa digitalnih kamera. Slike su birane tako da ljudi budu u uspravnom položaju, kao što je to slučaj kod statičkog skupa INRIA slika [1].

5. IMPLEMENTACIJA ALGORITMA

5.1 Faza učenja

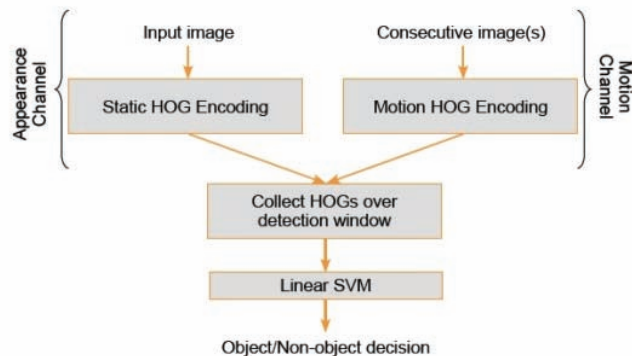
Dalal i Triggs su kao referentni klasifikator koristili linearni SVM klasifikator. Može se takođe koristiti i kernel SVM-a (engl. Support Vector Machine) ali je njegovo vreme izvršavanja znatno veće. Svaki binarni klasifikator se trenira u dve faze:

- 1) Formira se preliminarni detektor nad pozitivnim trening slikama i inicijalnim skupom negativnih slika.
- 2) Preliminarni detektor se koristi da detaljno skenira skup negativnih trening slika za „teške primere“ (lažne pozitive). Broj teških primera se menja od detektora do detektora, i posebno zavisi od inicijalnih performansi detektora. Ako se generiše veliki broj teških primera, onda se taj set ponovo odabira tako da deskriptori konačnog trening seta stanu u 1.7GB RAM-a za ponovno treniranje SVM-a. Ovaj proces ponovnog treniranja značajno unapređuje performanse svih testiranih detektora (smanjuje se odnos lažnih pozitivna najčešće za red magnitude) [1].

5.2 Faza detekcije

Navneet Dalal i Bill Triggs su u svom naučnom radu opisali dve vrste HOG deskriptora (engl. Histogram of Oriented Gradients):

- **Statički HOG deskriptori** – ovi deskriptori se računaju na osnovu jedne slike i formira se *kanal izgleda*
- **HOG deskriptori dobijeni na osnovu pokreta** – ovi deskriptori se računaju na osnovu nekoliko uzastopnih slika video sekvence i formiraju *kanal pokreta*, koji se koristi samo za detekciju objekata u videu.



Slika 4. Postupak detekcije objekata u slici i videu

5.2.1 Statički HOG deskriptori

Sušтина statičkog HOG deskriptora je da lokalni izgled i oblik objekta u slici može biti opisan raspodelom intenziteta gradijenata ili smerom ivica, bez preciznog znanja o poziciji odgovarajućih ivica i gradijenata.

5.2.1.1 Normalizacija boje

Normalizacija boje omogućava detektorima objekata da budu otporni na ove varijacije. Glavni problem u vezi normalizacije boje je taj što krajnji rezultat izgleda neprimodno jer se boje dosta razlikuju od originalnih. U slučajevima gde postoji fina promena između bitnih aspekata, to može biti problem.

5.2.1.2 Računanje gradijenta

Gradijent je usmerena promena intenziteta ili boje u slici i koristi se za izdvajanje informacija iz slike. Pod terminom „gradijent“ ili „gradijent boje“ se podrazumeva postepeni prelaz boje koji se može čak smatrati i kao gradacija sa manjih na veće vrednosti.

Matematički gledano, gradijent funkcije dve promenljive (ovde je to funkcija intenziteta slike) je 2-D vektor koji ima horizontalnu i vertikalnu komponentu. U svakoj tački slike, vektor gradijenta pokazuje smer porasta intenziteta slike, dok intenzitet vektora (magnituda) odgovara „brzini“ promene u tom smeru.

Na performanse detektora utiče način na koji se računaju gradijenti, zato se koristi najjednostavnija šema sa 1-D centriranom maskom $[-1, 0, 1]$ sa $\sigma = 0$.

5.2.1.3 Orijentaciono/prostorno raspoređivanje

Svakom pikselu u ćeliji se dodeljuje težinski faktor (koeficijent) na osnovu orijentacije gradijenta koji je centriran na njemu. Same ćelije mogu biti pravougaonog ili kružnog oblika, a kanali histograma su ravnomerno raspoređeni u opsegu od 0° do 180° (pozitivni gradijent – vektor gradijenta i njegova negativna vrednost su u istom kanalu) ili od 0° do 360° (negativni gradijent).

Eksperimentalno je pokazano da najbolje rezultate daje pozitivni gradijent ($0^\circ - 180^\circ$) u kombinaciji sa 9 kanala histograma (svaki od po 20°).

5.2.1.4 Normalizacija blokova i računanje deskriptora

Intenzitet gradijenta se menja u širokom opsegu vrednosti zbog lokalnih promena u osvetljenju i kontrastu, tako da je potrebna efektna lokalna normalizacija kontrasta za dobre performanse detektora. Isprobano je više normalizacionih šema i svaka od njih se svodi na grupisanje ćelija u veće prostorne blokove, a zatim se vrši normalizacija svakog bloka pojedinačno. Dobra normalizacija je izuzetno bitna za performanse detektora kao i preklapanje blokova koje dodatno poboljšava kvalitet detektora.

Najbolji rezultati se dobijaju kada se $3/4$ bloka preklopi, a da korak pomeranja bloka bude 4 piksela.

5.2.1.5 Detekcioni prozor

Detekcioni prozor koji je korišćen u eksperimentu je veličine 64×128 piksela i podrazumeva 16 piksela margine sa sve četiri strane. Ispitano je kako debljina margine utiče na performanse detektora i pokazalo se da smanjivanjem margine sa 16 na 8 piksela (veličina detekcionog prozora je 48×112) dolazi do opadanja performansi detektora za oko 4% na 10^{-4} FPPW.

5.2.1.6 Klasifikator

Poslednji korak u postupku detekcije ljudi upotrebom HOG deskriptora je prosleđivanje dobijenih deskriptora u neki prethodno obučeni sistem [1]. Korišćeni SVM klasifikator se trenira (obučava) na slikama koje sadrže određeni objekat, i on može doneti odluku bez obzira na prisustvo objekta u slici.

6. ALATI ZA RAZVOJ

Eksperiment je rađen na 64-bitnom Windows 7 operativnom sistemu u Microsoft-ovom Visual Studiu 2010 dok je HOG algoritam napisan u C++ programskom jeziku u okviru OpenCV biblioteke.

Eksperiment, na koji je fokusiran ovaj rad, je rađen sa 2.3.0 verzijom OpenCV-a, a korišćen je OpenCV demo program za detekciju pešaka (*opencv_objdetect230.dll*). Cilj eksperimenta je bio da se vidi koliko aproksimacija originalnog algoritma utiče na dobijene rezultate.

7. EKSPERIMENT I REZULTATI EKSPERIMENTA

U ovom eksperimentu, posebno je posmatran uticaj aproksimacije originalnog HOG algoritma prilikom računanja deskriptora kao i uticaj na SVM klasifikator. Za aproksimaciju algoritma je korišćena sledeća formula:

$$x = \frac{\text{floor}(\text{FACTOR} \cdot x + 0,5)}{\text{FACTOR}}$$

7.1 Detekcija ljudi nad PETS videom

OpenCV demo program je pušten u rad nad PETS video sekvencom i u okviru frejmova je rađena detekcija originalnim i aproksimiranim algoritmom. Detekcija nije rađena na svakom frejmu video sekvence već na svakom drugom. Jedan od razloga zbog kog nije obrađivan svaki frejm videa leži u činjenici da su susedni (uzastopni)

frejmovi jako slični pa je bilo suvišno raditi detekciju nad gotovo dva ista frejma. Da bi se procenile performanse obe implementacije algoritma pravljen je određena statistika koja bi dala sliku kvaliteta jedne i druge verzije algoritma.

7.2 Detekcija ljudi nad INRIA skupom slika

Da bi se dobili što verniji rezultati, aproksimirani i originalni HOG algoritam su testirani nad testnim skupom INRIA slika. Eksperimentalno je utvrđeno da aproksimacija proračuna magnitude i ugla gradijenta ne unosi nikakve greške prilikom detekcije odnosno modifikovani HOG algoritam se ponaša potpuno isto kao i originalni u smislu broja detekcija nad testnim skupom INRIA slika dok se mali broj grešaka javlja na 10 bita preciznosti prilikom aproksimacije faktora normalizacije i SVM klasifikatora.

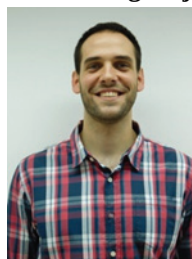
8. ZAKLJUČAK

Kako postoji potreba da za detekcijom objekata u slici i videu na raznim uređajima i u raznim životnim sferama, pojavila se ideja da se HOG algoritam prilagodi uređajima koji rade na principu arhitekture nepokretne tačke. Da bi ovo bilo moguće, bilo je potrebno da se urade određene modifikacije originalnog HOG algoritma odnosno da se isti aproksimira. U ovom radu je opisan način na koji je aproksimiran algoritam. Takođe, u radu se nalazi i detaljna analiza dobijenih rezultata kao i grafički prikaz istih.

9. LITERATURA

- [1] Dalal, Navneet, PhD Thesis: Finding People in Images and Videos, Institut National Polytechnique de Grenoble, 2006.
- [2] Prisacariu, Victor, and Ian Reid. "fastHOG-a real-time GPU implementation of HOG." Department of Engineering Science 2310 (2009).
- [3] Yang, Sheng, Jiefa Wu, and Lingling Zhang. "A Fast Pedestrian Detection Method Based on Simplified HOG Descriptor." International Journal of Digital Content Technology & its Applications 6.4 (2012)
- [4] Mizuno, Koji, et al. "Architectural study of HOG feature extraction processor for real-time object detection." Signal Processing Systems (SiPS), 2012 IEEE Workshop on. IEEE, 2012.

Kratka biografija:



Vladimir Gajinov rođen je u Novom Sadu 16.09.1988. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo - telekomunikacije odbranio je u septembru 2015. godine.

JEDNO REŠENJE SISTEMA ZA AŽURIRANJE PROGRAMSKE PODRŠKE BEŽIČNIH UREĐAJA PUTEM MOBILNE MREŽE**A SOLUTION OF SYSTEM FOR UPDATING SOFTWARE ON REMOTE WIRELESS DEVICES OVER MOBILE NETWORK**

Vladimir Todorović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada je prezentacija rešenja sistema za ažuriranje programske podrške udaljenih mobilnih jedinica putem mobilne mreže. Opisana je funkcionalnost OTA tehnologije, kao i praktična primena prilikom ažuriranja java midlet gsm/gprs modemskih aplikacija.

Abstract – The aim of this work was to present a solution of system for updating software on remote wireless devices over mobile network. Paper contains detail description of OTA technology functionality, as well as practical usage of OTA for updating java midlet gsm/gprs modem applications.

Ključne reči: Bežične senzorske mreže, GSM/GPRS modemi, OTA ažuriranje

1. UVOD

OTAP (engl. Over the Air Programming/Provisioning) je tehnologija koja se pojavila sa razvojem SIM kartica (engl. subscriber identity module or subscriber identification module). Sim kartice predstavljaju integrisana kola sa namenom da cuvaju IMSI (engl. international mobile subscriber identity) broj cija je namena autentifikacija korisnika mo bilnih uredjaja na mobilnoj mrezi. Ova tehnologija je prvenstveno kreirana kako bi omogućila proizvođačima SIM kartica, mobilnim provajderima, mogućnost ažuriranja SIM aplikacija, konfiguracija, nakon što je kartica dostavljena krajnjem korisniku. Namena je bila da se izbegne vraćanje kupca na mesto izdavanja, kako bi se ručno ažurirali potrebne stvari. I danas se koristi često od strane mobilnih operatera, npr, konfiguracije za WAP, GPRS, MMS, 3G, salju se putem OTAP tehnologije. Međutim, u današnje vreme OTAP je našao sve češću primenu u ažuriranju softvera u bežičnim senzorskim mrežama, gde je njenom primenom postalo vrlo jednostavno ažuriranje softvera vrlo nepristupačnim udaljenim jedinicama mreže.

Da bi se pokrenula priča o OTAP-u, mora se otvoriti tema sa kratkim istorijatom mobilne telefonije, pojmom mobilnog telefona, kao i GSM/GPRS modema.

2. PREGLED SITUACIJE U PREDMETNOJ OBLASTI

OTA (OTAP, OTASP) je rasprostranjena u svetu mnogo više nego što je širokoj narodnoj masi poznato. Najveća primena ove SIM tehnologije, šta više njegova osnovna

namena, je da omogući mobilnim provajderima ažuriranje SIM softvera na njihovim karticama koje su već dostavljene krajnjim korisnicima. Najčešće su u pitanju neke konfiguracije mreže, aplikacije za pristup mreži.

Pored toga mobilni operateri šalju putem OTAP-a i konfiguracione poruke za podešavanja parametara za WAP, GPRS, MMS, 3G, itd [1]. Kada se ubaci kartica prvi put u mobilni telefon, odgovarajući mobilni provajder šalje SMS da će im uskoro stići podešavanja za WAP/MMS i slično, gde naknadno isti budu i podešeni. Ono što nije poznato javnosti je da u tom trenutku stiže OTAP SMS poruka, sa odgovarajućim podešavanjima, koja ažuriraju postojeću konfiguraciju telefona. Za ovu primenu je OTAP i osmišljen, jer u suprotnom bih ljudi morali nositi mobilni telefon kod svog provajdera za svaku promenu mrežne konfiguracije, ili slično[1].

Lako je primetna korist OTA tehnologije u svetu danas, i primena joj je dosta česta kada se zađe u tematiku. Neke od mana su zloupotreba, ukoliko je poznat MSISDN SIM kartice koja se nalazi u mobilnom uređaju, bilo to da je telefon ili modem. Vrlo lako je kreirati OTAP Update/Delete SMS za aplikacije, konfiguracije, slati ih.

Cilj ovog rada bio je kreiranje alatke koja pojednostavljuje korišćenje OTAP tehnologije. Poznavanjem same tehnologije, kao i osnova .NET programiranja, kreirana je aplikacija koja u mnogome olakšava proceduru ažuriranja radnih stanica u bežičnim senzorskim mrežama. Koristi se uveliko od strane firme Panonit, uz čiju saradnju je ona i nastala, za ažuriranje radnih stanica kako za monitoring atmosferskih varijabli, tako i za monitoring prisustva/odsustva ljudi u radnom odnosu[1].

3. HARDVERSKJE KOMPONENTE SISTEMA

- GSM modem je bežični modem koji radi na GSM mrežama. Bežični modem ponaša se kao Hayes kompatibilni dial-up modemi. Osnovna razlika između standardnog Hayes modema i GSM modema je da Hayes modem šalje i prima podatke preko fiksne telefonske linije, dok GSM modem šalje i prima podatke preko radio talasa. GSM modem je specijalizovan tip modema koji prihvata SIM karticu, i posluje preko pretplate mobilnog operatera, baš kao i mobilni telefon. Iz perspektive mobilnog operatera, GSM modem izgleda baš kao mobilni telefon.
- GPRS modem je GSM modem sa dodatnom podršku za GPRS tehnologiju za prenos podataka. (engl. General Packet Radio Service). GPRS se zasniva na tehnologiji zamene paketa, kao proširenje GSM.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master radačiji mentor je bio dr Srđan Sladojević, docent.

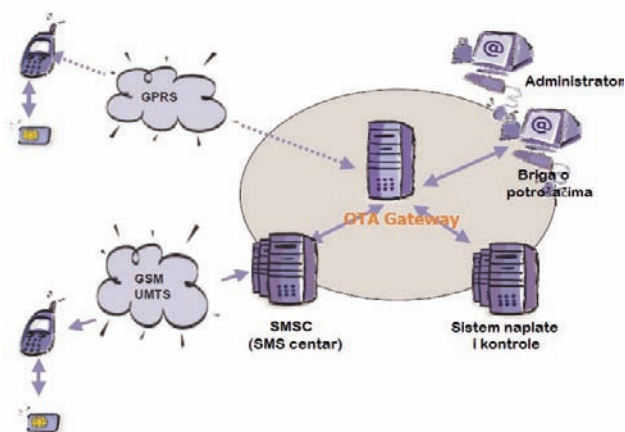
Prednost GPRS u odnosu na GSM je ta što GPRS ima mnogo veću brzinu prenosa podataka [2].

- Modul pretplatničkog identiteta ili identifikacioni modul pretplatnika (SIM – Subscriber identity modul) je integrisano kolo koje ima za cilj da bezbedno skladišti Internacionalni mobilni pretplatnički identitet (IMSI), kao i u ključ koji se koristi da identifikuje i potvrdi autentičnost pretplatnika na mobilnim telekomunikacionim urežajima (kao što su mobilni telefoni i prenosni računari, gsm modemi) [3].

4. OTA (Over the Air) TEHNOLOGIJA

OTA je tehnologija koja ažurira ili menja podatke na pametnim karticama (SIM) bez potrebe za reizdavanjem kartica. OTA omogućava mrežnom operateru da predstavi nove servise ili da modifikuje sadržaj pametnih kartica na brz i novčano krajnje efikasan način. OTA tehnologija je bazirana na klijentskoj (korisničkoj) arhitekturi gde je na jednoj strani operatorski “back-end” sistem, a na drugom kraju pametna kartica. Operatorski back-end sistem šalje servisni zahtev OTA kapiji (gateway) koja transformiše zahteve u kratke poruke (SMS) koji će se slati pametnoj kartici.

Trenutno je SMS najkorišćeniji transportni nosilac, međutim u skorije vreme sa razvojem četvrte generacije mobilne telefonije, IP transportni nosioci su sve zastupljeniji [4].



Slika 1. OTA infrastruktura

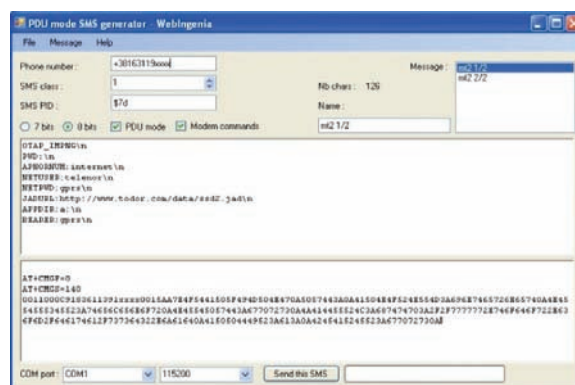
- OTA kapija šalje SMS ka SMS centru (SMSC) koji ih transmituje pametnim karticama.
- Stražnji sistem (back-end) može biti bilo šta od operatera za brigu o potrošačima do sistema naplate, dostavljač sadržaja ili predplatnik mrežnog interfejsa. Sistem dodele mora biti konektovan na mobilnu mrežu. Servisni zahtev sadrži zahtevane servise (aktiviraj, deaktiviraj, učitaj, modifikuj, itd), ciljanog pretplatnika i podatke za izvršavanje operacije. Stražnji sistem zatim šalje servisni zahtev spolja ka OTA kapiji [4].
- OTA kapija prima servisni zahtev preko odgovarajućih API-a koji indiciraju ka kartici za modifikovanje/aktiviranje/osvežavanje. Zapravo, unutar OTA kapije postoji baza kartica koja pokazuje na svaku karticu, prodavca kartice, identifikacioni broj kartice, IMSI i MSISDN. Sledeći korak je

formatiranje servisnog zahteva u poruku koju će prijemna kartica razumeti. Da bi se ovo postiglo, OTA kapija ima set biblioteka koji sadrže formate za korišćenje svakog brenda pametnih kartica. OTA kapija formatira poruku u zavisnosti od prijemne kartice. Treći korak se sastoji iz slanja formatirane poruke ka SMS centru korišćenjem odgovarajućeg seta parametara kao što je opisano u GSM 03.48 i TS 23.048. Tada OTA kapija izdaje koliko god je potrebno SMS poruka da bi se ispunio servisni zahtev. U ovom koraku, OTA kapija je odgovorna za integritet i sigurnost procesa [4].

- SMSC, servisni centar za kratke poruke (SMS), je deljeni resurs za OTA kapiju i mobilnu mrežu. Poruka može biti poslata sa, ili ka, mobilnog uređaja. Ako je mobilni uređaj isključen ili je van dometa, poruka se čuva i nudi nazad predplatniku kada startuju ponovo uređaj, ili se vrte u domet. Komunikacija između OTA kapije i SIM kartice se izvršava putem SMS razmene, u ovom slučaju nazvanom SMS kanal [4].
- Poruka sa protokolnim identifikatorom setovanim na “SIM data download” (prezimanje SIM podataka) stiže na pametnu karticu mobilnog uređaja. GSM ili 3G mrežna aplikacija prima ove komandi i poziva OTA sloj. OTA sloj proverava poruke prema GSM 03.48 ili TS 23.048 (sigurnosni sloj na kriptovanim servisima). Svaki sigurni paket može sadržati jednu ili više APDU komandi posvećenih udaljenom menadžeru podataka (RFM), udaljenom menadžeru aplikacija (RAM), SIM alatnom paketu. RFM dozvoljava izvršavanje EF upravljačkih komandi (selektovanje, ažuriranje rekorda, dektiviranje podatka, verifikacija PIN-a, itd). RAM omogućava izvršavanje komandi za upravljanje aplikacija (učitavanje, instaliranje, brisanje, povlačenje status, itd) [4].

5. REALIZACIJA SISTEMA

Aplikacija je radjena po ugledu na “PDU Mode SMS Generator” (“SMSOTAP”), razvijen od strane “WebIngenia”. Zbog nedostupnosti kod-a, odrađena je replika aplikacije u .NET WPF tehnologiji. Izgled aplikacije prikazan je na slici 2.



Slika 2. PDU mode SMS generator

Da bi se objasnio koncept aplikacije, potrebno je prvo obrazložiti proceduru dostave java aplikacija putem OTA-a. Postoje 2 tipa OTAP operacija, Install/Update I Delete. Install/Update operacijom, novi .jar i .jad file se

preuzimaju i instaliraju. Delete operacijom, kompletna aplikacija (.jad, .jar, celokupni aplikacioni podaci, direktorijumi) se briše [5]. Postoji set parametara koji kontroliše OTAP proceduru:

- URL .jad datoteke – Lokacija .jad fajla se koristi za Install/Update operacije. Potrebno je da je isti postavljen negde na internet-u, kako bi se putem GPRS-a mogao preuzeti.
- Direktorijum aplikacije – Direktorijum u kom će se nova aplikacija instalirati. Delete operacija u potpunosti briše ovaj direktorijum
- Http korisnik – Korisničko ime korišćeno za autentifikaciju sa http serverom.
- Http šifra – Šifra korišćena za autentifikaciju sa http serverom.
- Nosilac – Mrežni nosilac korišćen za otvaranje HTTP/TCP/IP konekcije, GPRS ili CSD
- APN ili broj – Zavisí od mrežnog nosioca. "Access Point Name" u slučaju GPRS-a, ili broj telefona u slučaju CSD-a
- Mrežni korisnik – Korisničko ime za autentifikaciju sa mrežom.
- Mrežna šifra – Šifra korišćena za autentifikaciju sa mrežom.
- DNS – Ime IP adrese domenskog servera
- URL za notifikacije – URL na kom se odjavljuju rezultati operacije

OTAP kontrolna kratka poruka (SMS) mora koristiti PDU tip Class1, PID \$7d poruku sa 8-bitnim enkodovanjem. Sadržaj poruke se sastoji od niza ključnih reči, vrednostima parametara kodovanim u ASCII formatu. Ovi parametri mogu biti distribuirani u nekoliko SMS-ova. Postoji jedinstvena ključna reč koja započinje svaku OTAP proceduru [5]. Primeri poruka:

```
Install operation:
First SM:
  OTAP_IMPNG
  PWD:secret
  JADURL:http://www.greatcompany.com/coolapps/mega.jad
  APPDIR:a:/work/appdir
  BEARER:gprs
  AI*NOIRNUM:access.to.thenet.net
Second SM:
  OTAP_IMPNG
  PWD:secret
  NETUSER:nobody
  NETPWD:nothing
  DNS:192.168.1.2
  START:install
```

Slika 3. OTA Install/Update poruka

```
Delete operation:
  OTAP_IMPNG
  PWD:secret
  APPDIR:a:/work/appdir
  START:delete
```

Slika 4. OTA Delete poruka

Postoje određene komponente .jad datoteka koje developer mora da ispoštuje kako bi OTAP operacija bila uspešno izvršena. Parametri .jad datoteke na koje je potrebno obratiti pažnju [5]:

- MIDlet-Jar-URL – Obratiti pažnju da vrednost parametra pokazuje na lokaciju na mreži (internetu) gde se odgovarajući .jar nalazi. U suprotnom, .jad datoteka datoteka je beskorisna za OTAP
- MIDlet-Install-Notify – Ovo je opcioni parametar koji specifikira adresu na kojoj će se odjaviti rezultati install/update operacije. Ovo je jedini način da se dobije povratna vrednosti o uspešnosti install/update operacije

- MIDlet-Delete-Notify – Ima isto značenje kao i prethodni parametar, samo se koristi za rezultate delete operacije.
- MIDlet-Name, MIDlet-Version, MIDlet-Vendor – Obavezni parametri u .jad i manifest datotekama. Oba moraju imati iste vrednosti ili će doći do greške.
- MIDlet-Jar-Size – Mora da sadrži tačnu vrednost veličine .jar datoteke u byte-ovima, u suprotnom će doći do greške.

Primer .jad datoteke je prikazan na slici 5.

```
ssd2.jad
1 MIDlet-1: http, ,mainssd
2 MIDlet-Jar-Size: 3887
3 MIDlet-Jar-URL: ssd2.jar
4 MIDlet-Name: Inputaspx
5 MIDlet-Vendor: Vendor
6 MIDlet-Version: 1.0
7 MicroEdition-Configuration: CLDC-1.1
8 MicroEdition-Profile: IMP-NG
9
```

Slika 5 - Primer .jad datoteke

Za potrebe rada aplikacije, mora postojati gateway modem konektovan sa računarom putem serijskog porta. Za potrebe ovog testiranja, korišćeni su TC65i Siemens modemi, jedan kao gateway za slanje OTAP generisanog SMS-a, drugi da oponaša uređaj na terenu. Poruka se generiše klikom na "Message" -> "Build TC65 update message", nakon čega se otvara prozor prikazan na slici 6.

Slika 6. Generator OTAP SMS poruke

Potrebno je popuniti odgovarajuće parametre OTAP poruke. Osobine parametara su prethodno već opisane. Nakon popunjavanja, pritisne se "OK". Poruke su vidljive u gornjem desnom uglu aplikacije. Dalje je potrebno uneti odgovarajući MSISDN, koji identifikuje SIM karticu u udaljenom uređaju, setovati SMS klasu i PID. Poruka mora biti 8-bitna u PDU formatu. OTAP poruka spremna za slanje prikazana je na slici 7.

Slika 7. Generisana OTAP SMS update poruka

Sve što dalje preostaje je da se u donjem delu aplikacije izabere serijski COM port na kome je gateway modem povezan sa računarom, odabere bitska brzina modema i pritisne dugme "Send this SMS". Aplikacija salje AT komande u odgovarajućem redosledu, gde čeka odgovor modema pre svake sledeće komande. Kako bi se pratio tok izvršavanja OTAP procedure, modem koji simulira udaljeni uređaj je serijski povezan sa računarom. Podešen mu je "OTAP Tracer" koji omogućuje logovanje pristiglih OTAP poruka, kao i samog izvršavanja OTAP operacije. OTAP Tracer se podešava AT komandom definisanom u ATCommand set specifikaciji za korišćeni modem. Na slici 8. prikazan je log udaljenog modema nakon pristigle validne OTAP SMS poruke.

```

SYSLOG ENABLED:0000
[OTAP] Short message: OTAP_IMPNGr
PUD:00 APNORUM:gprsinternet00 NETUSER:mts00 NETPUD:0
6400
JADURL:http://www.panonit.com/data/ssd2.jad00 APPDIR:a:00 BEARER:gprs0000

[OTAP] SM ID found00
[OTAP] FILEURL = http://www.panonit.com/data/ssd2.jad00
[OTAP] APPDIR = a:00
[OTAP] BEARER = GPRS00
[OTAP] APNORUM = gprsinternet00
[OTAP] NETUSER = mts00
[OTAP] NETPUD = 06400
[OTAP] Short message: OTAP_IMPNGr
PUD:00 START:install0000

[OTAP] SM ID found00
[OTAP] STAKI = install00
[OTAP] Parameters set per AT command:00
[OTAP] no sms PID check: 0000
[OTAP] Parameters for current procedure:00
[OTAP] JAD File URL: http://www.panonit.com/data/ssd2.jad00
[OTAP] App Dir a:00
[OTAP] Http User: www0000
[OTAP] Http Pwd: www0000
[OTAP] Bearer: GPRS00
[OTAP] Opn Or Mnts gprsinternet00
[OTAP] Net User: mts00
[OTAP] Net Pwd: 06400
[OTAP] Dns: 0.0.0.000
[OTAP] Notify URL: 0000
[OTAP] no sms PID check: 0000
[OTAP] Try to establish a GPRS connection ...00
[OTAP] GPRS connection established.00
[OTAP] Try to get http://www.panonit.com/data/ssd2.jad ...00
[OTAP] Connected.00
[OTAP] Transfer finished.00
[OTAP] Try to get http://www.panonit.com/data/ssd2.jar ...00
[OTAP] Connected.00
[OTAP] Transfer finished.00
[OTAP] JAR status: 200 Success.00
[OTAP] Reboot now.00
SYSSTART00

```

Slika 8. OTAP Tracer log na modemu koji simulira udaljeni log

6. ZAKLJUČAK

OTAP trenutno odigrava jako veliku ulogu u svetu bežičnih senzorskih mreža. Primena trenutno mu je velika, neke od najzanimljivijih su opisane u odeljku 6. Omogućava ažuriranje aplikacija na dosta jednostavan način, ne zahteva puno vremena, kao ni trošenje resursa. Nema potrebe povlačiti radne jedinice nazad sa terena. Kada čovek naiđe na nešto što mu je korisno, teži isto napraviti i praktičnim za korišćenje.

To je upravo i bio predmet ovog master rada. Omogućiti ljudima ažuriranje, bez potrebe dubokog upoznavanja sa OTAP tehnologijom, formatom OTAP poruka, načinom funkcionisanja. Kreirana je aplikacija koja je prijateljska za korišćenje, gde se u par klikova mišem obavi posao koji je nekada bio mnogo mukotrpniji, za cenu samo SMS poruke koja se posalje. Ideja za ovim je nastala zbog potrebe ažuriranja softvera radnih jedinica koje su se nalazile u poljima u okolini novog sada, bez nošenja računara, reprogramiranja na licu mesta.

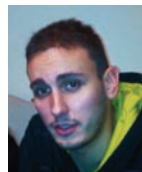
Upoznavanjem OTAP-a, nailaženjem na već opisanu SMSOTAP aplikaciju (koja kreira OTAP SMS u PDU formatu), rekreiranjem (zbog nedostatka source koda) i unapređivanjem iste kako bi mogla i serijski da se poveže sa modemom, dobio sam krajnji rezultat opisan u radu.

Kao i u slučaju svakog projekat, unapređenja stanice za ažuriranje su vidljiva. Aplikacija je trenutno u inicijalnoj verziji, postoji dosta prostora za optimizaciju i nadograđivanje. Prva sledeća stvar koja bi trebala da se radi je sinhronizacija poruka, u slučaju da je potrebno više od jednog SMS-a za ceo zahtev. Kombinacija minimalnog čekanja između poruka, kao i dobro poznavanje OTAP timeout-a je potrebna. U većini slučajeva, modem je periferna jedinica u mnogo kompleksnijem sistemu. Dalji razvoj postoji i u potencijalnom ažuriranju firmware-a te celokupne jedinice. Za dalji razvoj, planirana je verzija aplikacije na android platformi. Izradom aplikacije na Android platformi izbeglo bi se povezivanje modema preko serijskog porta računara, koji služi kao gateway za slanje SMS-ova. Poruka bi se izgenerisala android aplikacijom, poslala jednostavno na odgovarajuće udaljene jedinice, naznačavajući gde se nalazi update. Drastično bi se povećala jednostavnost operacije, i izbacila potreba za korišćenjem perifernog uređaja za slanje SMS-ova.

7. LITERATURA

- [1] Janne Aaltonen, Sami Saru, Timo Ahopelto, Timo Romppanen - System and method for determining mobile device capabilities, Internet: <https://www.google.com/patents/US7603106>, datum poslednjeg pristupa: 20.08.2015
- [2] Overview of GSM/GPRS Modems - Internet: <http://www.smssolutions.net/hardware/gsmgprs1/>, datum poslednjeg pristupa: 15.08.2015.
- [3] Internet: https://en.wikipedia.org/wiki/Subscriber_identity_module, datum poslednjeg pristupa: 10.08.2015
- [4] Over-The-Air (OTA) technology, 3GPP TSG SA WG3 Security – S3#30, 6 - 10 October 2003, Povo de Varzim, Portugal - Gemplus, Oberthur, Schlumberger - Internet: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/WG3_Security/TSGS3_30_Povo/Docs/PDF/S3-030534.pdf, datum poslednjeg pristupa: 16.08.2015
- [5] Cinterion, a Gemalto Company – Java user guide v19 2012/01/27: pg 45-55

Kratka biografija:



Vladimir Todorović rođen je u Kikindi 22.07.1988.god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo - telekomunikacije odbranio je 2015. god.



One solution of web application for data acquisition from remote sensing devices

Srdjan Sladojevic, Mirjana Dulic, Predrag Jelovac, Ivan Edelinski, Darko Stefanovic
Faculty of Technical Sciences
University of Novi Sad, Serbia
sladojevic@uns.ac.rs, mirjana.dulic@panonit.com, predrag.jelovac@panonit.com,
ivan.edelinski@panonit.com, darkoste@uns.ac.rs

Abstract - In a world where the need for food is increasing, the number of cultivable lands is decreasing. It is very important that the available arable areas are put to maximum usage by introducing the 21st century technologies to agriculture, so-called precision farming. Thanks to the precision farming, the user knows the exact amount, location, time and type of resources that he needs, in order to treat the crops. This paper describes a system of support for this type of agriculture. A web application has been developed, by using ASP.NET MVC technology, which gathers data from the wireless sensor nodes and gives the user the possibility to see the current status of the crops at any time. The paper contains a description of the technology that has been used for developing a system, block diagram of the system and displays user interface screenshots. In addition to that the possible future improvements of the system have been analyzed.

Key word – Precision agriculture, Automatic weather station, ASP.NET, SQL, MVC, GSM

I. INTRODUCTION

Field measurements in the environmental sciences still depend upon the pencil and paper for data collection. Although robust, this method is labor-intensive and susceptible to recording and geo-referencing errors during transcription [1]. In the modern agricultural world these mistakes are unacceptable, therefore it is essential to replace this approach with modern technologies that will not only reduce errors, but also will improve business operations. Instead of spending human and other resources, today, there are instruments and devices that monitor the environment of agricultural farms and gather significant data.

The working principle of these units is that they are placed on agricultural farms to gather and monitor data through installed sensors for environmental changes. The gathered data are after that sent to a server in order to be processed, filtrated and prepared for display to the user. The user can, at any moment, access the web application where he can see all of the required data. In that way user has true insight in the environment and conditions in which the plants are being developed. This form of management is everyday more and more represented and the development of information technologies has left an important trace in the way of modern management of agricultural farms.

It is easy to see that almost every segment of management and business activities is more and more intertwined with the according technologies, which are there to give support and

upgrade management. Aware of the development situation, the engineers have seen a space for application development of this type, and with that, enable more comfortable work for the users. The sheer fact that the farmers do not need to check their crops physically very often to find out whether or not the rain had a negative influence on them, or to check if the right conditions have been achieved for the fecundation and protection of the plants, shows that this kind of support development in the agricultural management is more than welcome.

There are many ways of approaching to the development of the application, it has to try to keep up with any possible demands from the user, that its functionality covers all of the necessary segments and that the speed of its work is at satisfactory level. In today's world, it could be said that the MVC pattern is one of the best possible approaches. This conclusion could be drawn based on its architecture, its "loosely coupled" components open up more possibilities and freedom in the development of the application. Besides that, the code is much clearer, which leads to the fact that the maintenance and development of the application will be simpler.

Rest of this paper will present the papers that have had some studies about this subject and have worked on it – section II. After that, in section III the functionality of the application will be described and what the user can expect from it. In section IV the process of the development of the application and the technologies that have been implemented will be shown, while at the very end, in section V, the conclusion about the described application as well as the possibilities for further development and growth will be presented.

II. RELATED WORK

It could be said that MVC has become one of the most popular patterns in application development. Many researchers have conducted the studies on the subject of this pattern, the width of its usage and the development style. The data gathering has sparked the interest of many researchers in the same way as the development of a monitoring system. There are a large number of approaches and various types of technologies for the development of such a system, and in the following text, the papers that are significant for our work and reflection will be discussed.

Authors of [2] demonstrated a wireless sensor/actuator network that has been developed at Carnegie Mellon

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Ivana Edelinskog. Mentor je bio prof. dr Srdan Sladojević.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji INFOTEH, Jahorina, mart 2015.

University to facilitate operations at a plant nursery. Their project consisted of placed sensors in fields that gather data from the environment and then send them to a centralized database. For the presentation of the data they have developed a world wide web-based GUI, which incorporates an option of showing real time data as well as the historic views of the data.

Also, in a paper [3] was described a way of monitoring and gathering data from the environment. Sensor Web system for forest environmental monitoring was proposed and implemented to provide an approach for sensor data sharing and interoperability by combining Wireless Sensor Network (WSN) [4] and Open Geospatial Consortium (OGC) SWE standards [5]. Field experiment results demonstrate that system can continuously acquire environmental data from remote desertification area in over one year's observation, suggesting that the system is stable and robust, and is feasible for long term forest monitoring application. A monitoring web page was also developed based on Sensor Web interfaces, indicating the feasibility of Sensor Web system for data access and sensor node management.

As for the application of the ASP.NET MVC pattern, in the paper [6], the full advantages of using this pattern are well described. All of the possible/potential problems in application development are covered as well as how the usage of the MVC pattern can overcome the problematic issues. As the authors state, the need for a single website that could serve all of the users in an acceptable way, has become of great importance with the appearance of smart phones. ASP.NET MVC 4 uses standard Web techniques (HTML 5 [7], CSS 3 [8], JScript [9], JQuery [10], Ajax [11]) for the adaptation of Web content which allows good design and support of a wide range of devices. Furthermore, device and Web reader recognition is supported, that allows additional possibilities of adaptation.

III. FUNCTIONALITY

One of /the most important problems in agricultural management of a farm is delayed information. The circumstances and the conditions of the environment change rapidly and the timely reaction to those changes is of most importance. If something like this was done "by hand" without any technical support, the development of the farm would be very slow, very often the farmer would have delayed reactions, which would lead to unnecessary consequences and their repair.

One of the possible solutions for this type of problems is the use of the application with which the user can monitor the newest changes in the environment at any given moment. The basic idea of this application is that the user can access the wanted data, monitor the current conditions and plan future actions in the best way possible. The most important thing here is the accessibility of information. At every moment the user can reach the data on the Internet via the web browser and monitor the conditions of every station, which leads to great savings in time and resources, and the collected data is up to date and reflect the current conditions of the observed field.

On the functionality basis the application shows the information in graphical and table forms. There is a possibility to filter the data depending on the time interval, as well as

selecting a certain group of devices, a single device or sensor in the device itself. The user also has the ability to see the geographical location of a device.

Remote sensing devices have the following sensors, so the application can present their measurements:

- air temperature,
- air humidity,
- solar radiation
- UV radiation,
- precipitation,
- soil moisture,
- soil temperature,
- leaf wetness,
- wind speed,
- wind direction.

Images that represent the appearance of the environment weather monitoring application could be seen below. The Login page is presented in Fig. 1, where the user enters his/hers username and password. After entering the correct username and password, a page will open up where the user can select a desired cluster, field, device, and also set the parameters and the timeline that he/she wishes to see (Fig. 2.). After the parameter selection has been achieved, the wanted data will appear for the user in a graphic chart view (Fig. 3.).

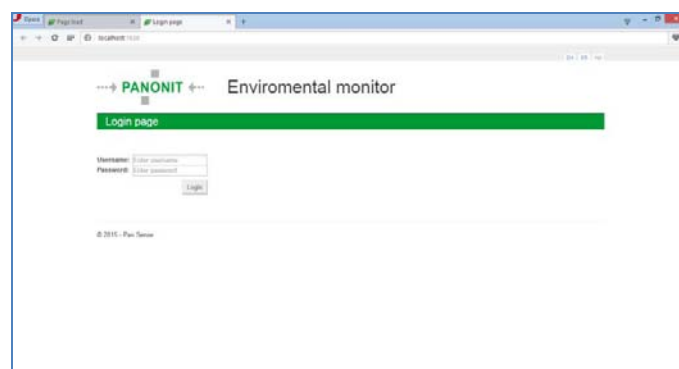


Figure 1. Login page

Also, the user has the ability to choose a predefined set of sensors that want to observe. It works by the Predefined view page, where he can select the desired sensors, provide a selected group name and save it (Fig. 4). The group becomes a predefined set of sensors, which the user will be able to select on the main page without any additional configuration. That is very useful when user frequently observe the same set of sensors. In that chase there is no need to select the same sensor each time, but only to select predefined view created earlier.

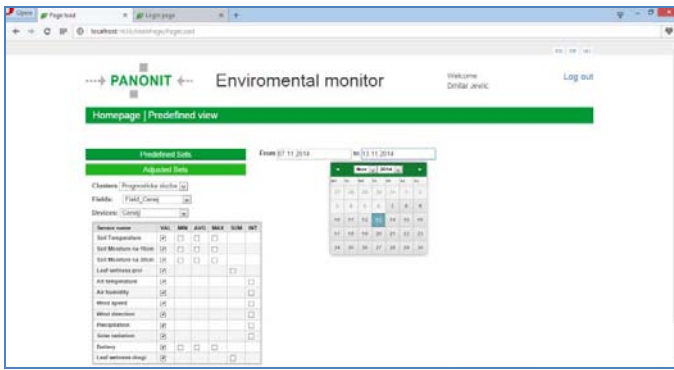


Figure 2. Main page with selected parameters

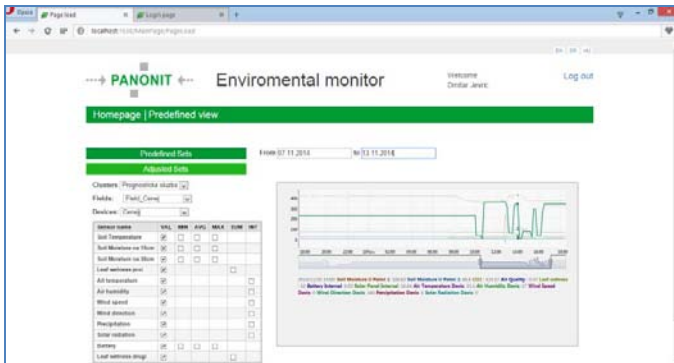


Figure 3. Graphical view of selected parameters

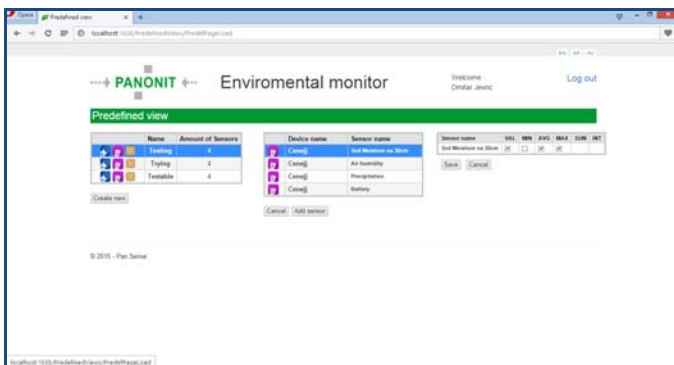


Figure 4. Page for setting predefined views

IV. DEVELOPMENT

For the development of the weather conditions monitoring application the following technologies have been used: ASP.NET MVC [12], Microsoft SQL Server [13], GSM network [14], IIS WEB server [15].

Database for the application has been developed on the Microsoft SQL Server. The Microsoft SQL Server is a system for management, deployment and analysis of the database. It can be defined also as a modern relation database with additional tools like the question console, database management tools, database work supervision [13]. Developed database contains 36 tables. Most important, including their relations are displayed in the Fig. 5.

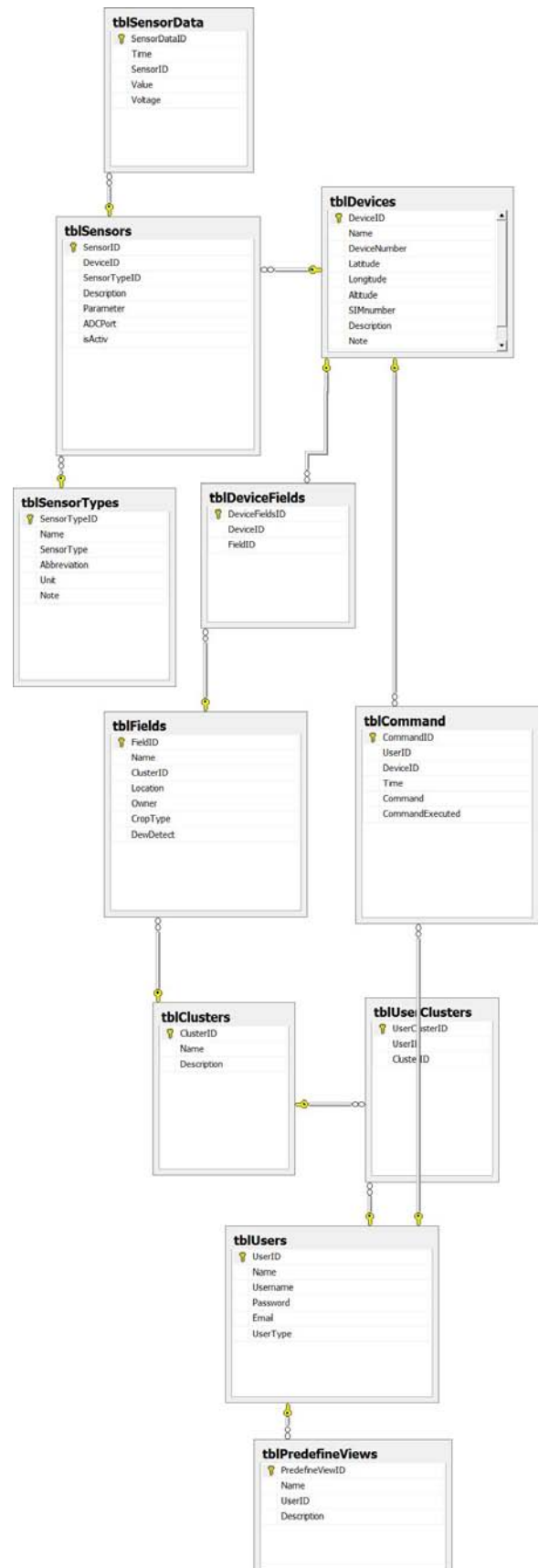


Figure 5. Most important database tables

ASP.NET MVC is an architectural pattern that encourages isolation between the individual parts of an application. This isolation is better known as separation of concerns, or, in more general terms, "loose coupling" [16]. Just because of these characteristics this architecture has shown itself as the most suitable for the needs of this sort of applications.

The Model-View-Controller design pattern itself, is very useful for architecting interactive software systems [17]. The MVC architecture, as it could be seen from its name, consists from three layers, Model, View and Controller. Model is the layer in charge of the communication with the database. It delivers all of the data from and to the base and gives them to the disposal of the Controller. View represents an interface through which the user accesses the data with the web browser. Data are saved in the database by sending the HTTP GET request method on the Controller. Also, through the client application it is possible to insert data in the database by sending a HTTP POST request to the server side. The appropriate method on the Controller (server) responds to this demand of the client and writes in the newest data in the database through the Model. Every user - client application is made of HTML, JavaScript and CSS. For the cooperation between the View and the Model to be successful, the Controller is used as a binding link. The Controller represents the server side, and all of the definitions and methods that are used in the application are stored in its units. Its main assignment is to control everything that goes on while the application tasks are being performed.

Application code is written in C# programming language in Microsoft Visual Studio 2010 [18].

For the data to reach the final user, it needs to go through certain stages. In the beginning, the devices that are set up in the fields, gather the data through the installed sensors and save them up to the specified moment of sending them. At that time the device turns on its GSM module and through it with the HTTP POST protocol sends the data to the WEB server using GPRS data transfer [19]. A dedicated web page on the server is used to receive the data. The received data are then processed and saved in the database, where certain calculations will be made so they can take a form that the user expects (Fig. 6). The application user can see the minimal, maximal, average and total values, radiation integral, filtered by interval.

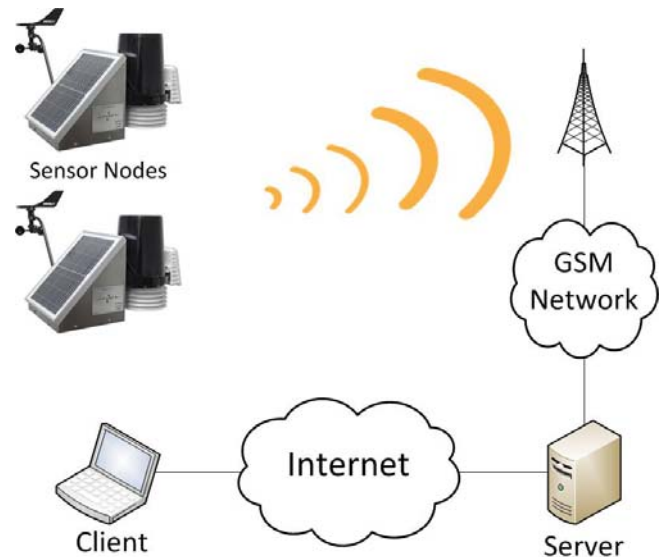


Figure 6. Data acquisition system block diagram

V. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

For long it has been clear that this type of support has great value for the agricultural world. With the savings of resources and the possibilities of quick responses to changes and developed conditions, the farmer also has the "upper hand" on his competition that still use the older methods. Also, it is especially important the fact that every information, that he needs, is just one click away.

As already mentioned, MVC type of architecture has shown itself to be a great choice for the development of this type of application. Because of its loosely coupled components, it allows changes on a single layer and doesn't affect the other two. Also, it is very important to state that, the applications developed with the MVC pattern are supported on almost all platforms for application viewing. It doesn't matter if the device is a computer, tablet or phone, the web pages will work uninterrupted, and the farmer will always have the access to the desired data.

When the topic is improvement and further development of the application, one of the possible directions can be related to the prediction of certain weather conditions. Thus, for example, certain data mining algorithms could enable the system to provide some local weather predictions, will it be some rain or not in the nearly future, according to current measurements.

Similarly, the system could be expanded in order to make some predictions of potential disease conditions of the plants.

As an example, the system could monitor air temperature and leaf wetness, and based on these parameters to detect conditions for the appearance of certain diseases in apple's field, like *Venturia inaequalis* [20].

The system would be using a SMS messages to inform user about new conditions in order to react in a proper time to prevent low-income of fruit.

REFERENCES

- [1] E. R. Vivoni, R. Camilli, "Real-time streaming of environmental field data", *Computers & Geosciences*, Volume 29, Issue 4, Pages 457-468, May 2003.
- [2] W Zhang, G. Kantor, S. Singh, "Demo Abstract: Integrated Wireless Sensor/Actuator Networks in an Agricultural Application", *SenSys'04*, Baltimore, Maryland, USA, November 2004.
- [3] X. Yu, X. Zhang, Y. Yang, H. Liu, "A Sensor Web System for Forest Environmental Monitoring", *Advances in Biomedical Engineering*, Vol.8, 2012.
- [4] Ferri, R., Kim, M., & Yee, E. (2004). U.S. Patent Application 10/856,684.
- [5] Botts, M., Percivall, G., Reed, C., & Davidson, J. (2008). OGC® sensor web enablement: Overview and high level architecture. In *GeoSensor networks* (pp. 175-190). Springer Berlin Heidelberg.
- [6] Z. Velickovic, M. Jevtovic, "Web programming and responsive Web design in ASP.NET MVC 4", *INFOTEH-JAHORINA* Vol. 13, March 2014.
- [7] Lubbers, P., Albers, B., Salim, F., & Pye, T. (2011). *Pro HTML5 programming* (pp. 107-133). New York, NY, USA:: Apress.
- [8] Frain, B. (2012). *Responsive web design with HTML5 and CSS3*. Packt Publishing Ltd.
- [9] Flanagan, D. (2002). *JavaScript: the definitive guide*. " O'Reilly Media, Inc."
- [10] Chaffer, J., & Swedberg, K. (2007). *Learning jquery: better interaction design and web development with simple javascript techniques*. Packt Publishing.
- [11] Garrett, J. J. (2005). *Ajax: A new approach to web applications*.
- [12] Galloway, J., Haack, P., Wilson, B., & Allen, K. S. (2012). *Professional ASP. NET MVC 4*. John Wiley & Sons.
- [13] Gray, J. *Microsoft SQL Server*.
- [14] Heine, G., & Horrer, M. (1999). *GSM networks: protocols, terminology, and implementation*. Artech House, Inc..
- [15] Zambelli, A. (2009). *IIS smooth streaming technical overview*. Microsoft Corporation, 3.
- [16] J. Chadwick., T. Snyder, H. Panda, "Programing ASP.NET MVC 4", O'Reilly Media, 2012.
- [17] A. Leff, J. T. Rayfield, "Web-application development using the Model/View/Controller design pattern", *Enterprise Distributed Object Computing Conference, EDOC '01. Proceedings. Fifth IEEE International*, 2001.
- [18] Mayo, J. (2010). *Microsoft Visual Studio 2010: A Beginner's Guide*. McGraw-Hill, Inc..
- [19] Bettstetter, C., Vogel, H. J., & Eberspacher, J. (1999). GSM phase 2+ general packet radio service GPRS: Architecture, protocols, and air interface. *Communications Surveys & Tutorials*, IEEE, 2(3), 2-14.
- [20] AParisi, L., Lespinasse, Y., Guillaumes, J., & Krüger, J. (1993). A new race of *Venturia inaequalis* virulent to apples with resistance due to the Vf gene. *Phytopathology*, 83(5), 533-537.

**INFORMACIONI SISTEM KATASTRA KULTURE BAZIRAN NA JAVA EE
PLATFORMI I ANGULARJS RADNOM OKVIRU****ONLINE REGISTER OF CULTURAL ENTITIES BASED ON THE JAVA EE PLATFORM
AND THE ANGULARJS FRAMEWORK**Nikola Luburić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazan razvoj informacionog sistema za vođenje evidencije subjekata kulture, koristeći Java EE platformu za serverski deo aplikacije i AngularJS radni okvir za klijentski deo aplikacije. Aplikacija evidentira ustanove kulture, zadužbine, umetnike i kulturne događaje.

Abstract – This thesis presents the information system for the recording of cultural entities. The server-side of the system has been implemented using the Java EE platform, while the AngularJS framework has been used for the client-side. The application records cultural institutions, foundations, artists and cultural events.

Ključne reči: Web aplikacija, AngularJS, Java, informacioni sistem

1. UVOD

Informacioni sistem predstavlja kombinaciju hardvera, softvera, infrastrukture i obučenog osoblja, organizovano tako da se omogući planiranje, kontrola, koordinacija i podrška donošenja odluka u organizaciji [1]. Sa razvojem informaciono komunikacionih tehnologija se web aplikacija kao oblik softverske podrške informacionog sistema pokazala kao najbolji izbor zbog standardizovanog načina rada i komunikacije i generalne nezavisnosti od platforme i infrastrukture na kojoj leži. Predmet ovog rada je prikaz implementacije jedne takve web aplikacije, sa akcentom na tehnologijama koje su korištene. Aplikacija opisana u radu se koristi za podršku rada Katastra kulture u evidentiranju subjekata kulture, i to ustanova kulture, umetnika, događaja u oblasti kulture, domaćih zadužbina i fondacija i predstavništva stranih zadužbina i fondacija. Pored navedenih, aplikacija evidentira niz pomoćnih entiteta koji detaljnije opisuju subjekte kulture i to su tip ustanove, delatnost, nagrada, jezik i mesto.

2. OPIS ARHITEKTURE

Za izradu serverskog dela aplikacije izabrana je pouzdana tehnologija koja je u razvoju preko 15 godina, i to je Java EE [2] platforma. Za izradu klijentskog dela aplikacije je izabran savremen i trenutno najpopularniji javaskript radni okvir, AngularJS [3].

Komunikacija između klijentske AngularJS aplikacije i serverske Java EE je izvršena pretežno preko HTTP

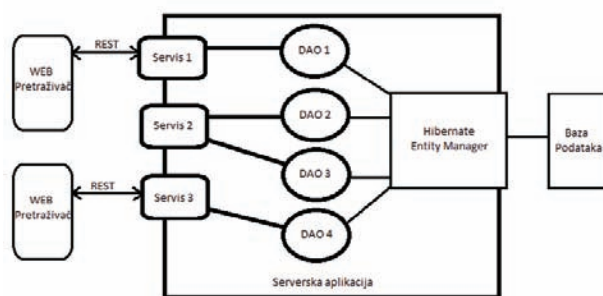
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Goran Savić.

protokola [4], i formirana u skladu sa REST[5] arhitekturom. Format korišten za razmenu podataka u komunikaciji je JSON [6].

2.1. Serverski deo aplikacije

Serverska strana informacionog sistema predstavlja Java Enterprise Edition aplikaciju. Smeštena na Tomcat server, aplikacija koristi Enterprise Java Bean (EJB)[7] komponente za prihvatanje i obrađivanje HTTP zahteva, izvršavanje poslovne logike i komunikaciju sa bazom podataka, kao i za formiranje i slanje HTTP odgovora. Serverska aplikacija se sastoji od tri sloja, gde prvi sloj predstavlja servise koji su EJB stateless session bean komponente zadužene za prihvatanje HTTP zahteva, njihovu obradu i, u slučaju ispravnog zahteva, delegiranje zahteva sledećem sloju. Sledeći sloj predstavlja DAO (data access object) sloj, odnosno EJB komponente koje se koriste za pristup podacima u bazi. Komunikacija sa bazom nije direktna, već se koristi JPA specifikacija[8] kao objektno relacioni mapper. Kao implementacija JPA specifikacije iskorištena je Hibernate biblioteka [9]. Upotrebom DAO komponenti koristi se Hibernate EntityManager za komunikaciju sa bazom podataka, dok JPA entiteti posreduju u toj komunikaciji. Ova arhitektura je na slici 1. Za generisanje izveštaja se koristi JasperReports [10] biblioteka za rad sa izveštajima, kao i iReport alat za formiranje šablona za izveštaj.



Slika 1. Arhitektura serverskog dela aplikacije

2.2. Klijentski deo aplikacije

Klijentski deo aplikacije predstavlja javaskript aplikaciju formiranu kroz AngularJS radni okvir koja se pokreće i koristi putem web čitača. Pored kolekcije javaskript dokumenata koji definišu ponašanje aplikacije, klijentska aplikacija sadrži kolekciju HTML stranica koje definišu strukturu stranice, kao i kolekcije CSS i LESS[11] dokumenata koji definišu stil, odnosno izgled samih stranica. LESS predstavlja dinamički jezik za obeležavanje koji se kompajlira u CSS i nudi mogućnost

korišćenja promenljivih, funkcija, nasleđivanja i drugih koncepata prilikom formiranja stilova za stranice. U implementaciji klijentske aplikacije korištena je Bootstrap [12] CSS biblioteka za jednostavno formiranje stranica sa pogodnim korisničkim interfejsom.

2.3. AngularJS

AngularJS je, kako je prethodno bilo pomenuto, radni okvir za pravljenje dinamičkih web aplikacija. Dozvoljava upotrebu HTML-a kao jezika za definisanje šablona i omogućava proširenje HTML sintakse putem direktiva. Dva koncepta se koriste za drastično smanjenje potrebnog koda da se napravi aplikacija i to su *data-binding* i *dependency injection*. *Data-binding* predstavlja proces uspostavljanja veze između korisničkog interfejsa i poslovne logike. *Dependency injection* je šablon za implementiranje inverzije kontrole gde sistem razrešava instanciranje povezanih komponenti umesto da programer direktno navodi kad koji objekat da se instancira. AngularJS je napravljen sa ciljem razvoja CRUD (*create, read, update, delete*) operacija, koje podrazumevaju preuzimanje objekata sa servera (*read*), stvaranje novih objekata (*create*), kao i ažuriranje i brisanje postojećih (*update, delete*) i pruža alate za ovaj tip aplikacije. Ovi alati omogućuju, pored ranije navedenih koncepata (direktive za šablone, *data-binding*, *dependency injection*), validaciju formi, usmeravanje, duboko povezivanje, korišćenje komponente za višekratnu upotrebu i jednostavno formiranje unit i e2e testova [13].

2.4. Enterprise JavaBeans

EJB predstavlja tehnologiju za postavljanje programskih komponenti, napisanih u Java programskom jeziku, da rade na serverskom delu mreže koja koristi klijent – server model. Ova arhitektura nudi prednost prilikom izmene sistema kad se, na primer dodaju, menjaju ili uklanjaju određene komponente. Potrebno je kontrolisati promene samo na serveru umesto na svakoj klijentskoj mašini. Pored toga, EJB komponente se mogu jednostavno iskoristiti u više aplikacija [14].

Postoje dva tipa EJB komponenti:

- Session Beans – enkapsuliraju poslovnu logiku koja se programski može pozvati putem lokalnog ili udaljenog interfejsa ili putem web servisa. Stanja ovih komponenti se ne čuvaju u bazi;
- Message Driven Beans – enkapsuliraju poslovnu logiku, ali se izvršavanje te logike poziva putem poruka, a ne poziva funkcija;

Pored navedenih, EJB server ili kontejner predstavlja glavnu komponentu tehnologije koja sadrži u sebi sve lokalne komponente i pruža infrastrukturu za njihov rad. EJB kontejner pruža sistemske servise drugim EJB komponentama, implementira *dependency injection* koji je opisan u prethodnom poglavlju, omogućuje komunikaciju između komponenti i slično [15].

2.5. JPA specifikacija

JPA je standardni API za pristupanje bazi iz Java aplikacije. Glavna prednost JPA u odnosu na JDBC (*java database connectivity technology*), kao stariji Java API za interakciju sa bazom, se ogleda u tome što se podaci putem JPA predstavljaju putem Java klasa i objekata umesto putem tabela i slogova kao kod JDBC. JPA

implementacija je potrebna da bi se intereagovalo sa bazom podataka. U ovom radu odabran je Hibernate kao JPA implementacija. Hibernate predstavlja biblioteku za objektno-relaciono mapiranje, gde se formira veza između podataka predstavljenih u relacionoj bazi (putem tabela i slogova) i podataka predstavljenih u Java aplikaciji (putem klasa i objekata) [16].

JPA specificira *entity bean* komponente koje predstavljaju Java klase čija stanja se čuvaju u tabelama relacione baze podataka. Jedna instanca takve klase odgovara jednom slogu u tabeli koja je vezana za tu klasu. Kako bi se omogućila interakcija sa bazom podataka u ovakvom sistemu JPA uvodi JPQL (*java persistence query language*). Upiti napisani u ovom jeziku su slični SQL upitima, ali rade nad objektima *entity bean* klasa umesto direktno sa tabelama u bazi podataka.

2.5. Representational State Transfer - REST

REST (Representational State Transfer) predstavlja softverski arhitektonski stil za izgradnju skalabilnih web servisa. REST ignoriše detalje implementacije komponenti i sintaksu protokola. Umesto toga, fokusira se na uloge komponenti, zatim ograničenja koje komponente imaju u interakciji sa drugim komponentama, kao i na to kako komponenta interpretira bitne podatke. Glavna apstrakcija informacija po REST stilu je resurs. Svaka informacija koja se može imenovati može biti resurs: dokument, slika, servis vremenske prognoze, itd. Resurs se može definisati kao konceptualno mapiranje podataka na skup entiteta.

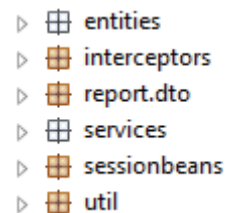
REST navodi skup arhitektonskih ograničenja koji, kada se u potpunosti ispoštuju, omogućuju skalabilnost interakcije komponenti, generalnost interfejsa, kao i nezavisan razvoj i pokretanje komponenti [17].

3. IMPLEMENTACIJA SISTEMA

Nakon što su zahtevi aplikacije specificirani, formirani su dijagrami klasa putem UML[18] notacije. Uzimajući dijagrame klasa kao osnovu, generisani su JPA entiteti nakon čega su se, upotrebom generatora koda, dobile DAO komponente za svaki pojedinačni entitet, kao i servis komponente za odabrane entitet, pre svega subjekte kulture, kao i neke pomoćne entitet (mesto, jezik, tip ustanove i sl.). Za entitete za koje su izgenerisani servisi su takođe izgenerisane angular CRUD forme.

3.1. Implementacija serverskog dela aplikacije

Na slici 2 prikazana je paketska struktura serverskog dela aplikacije.



Slika 2. Paketska struktura serverskog dela aplikacije

U paketu *entities* su smeštene hibernate *entity bean* klase. Paket *sessionbeans* i *services* sadrže DAO klase, odnosno servis klase. Paket *report.dto* sadrži DTO (*data transfer object*) klase koje se koriste za kreiranje izveštaja. Paket *interceptors* sadrži klase koje presreću pozive određenih metoda (*interceptor*), dok paket *util* sadrži pregršt pomoćnih klasa za podršku rada sistema.

Klase koje predstavljaju hibernate entitete su anotirane standardnim klasama iz `javax.persistence` i `org.hibernate.annotation` paketa, kako bi mapper znao kako da formira tabele u bazi i kako da čuva instance klase kao slogove u tim tabelama. Pored atributa koji su definisani u specifikaciji i modelovani u dijagramima, svaki entitet ima dva dodatna atributa, `version`, koji omogućava upotrebu optimističkog zaključavanja kad se vrši ažuriranje sloga, kao i `deleted`, koji predstavlja boolean polje i koristi se za logičko brisanje.

Implementacija DAO klase za svaki entitet je trivijalna i sastoji se od prazne klase koja nasleđuje parametrizovanu DAO klasu i prosleđuje joj parametar koji predstavlja tip entiteta. Parametrizovana DAO klasa sadrži sve osnovne CRUD operacije, kao i neke napredne, poput dobavljanja liste entiteta po stranicama, sortiranje liste rezultata po određenom atributu kao i filtriranje po jednoj ili više kolona. Kao što je već pomenuto vrši se logičko brisanje i postoje dve strategija brisanja, `CASCADE`, gde se kaskadno brišu svi slogovi koji zavise od sloga koji se briše i `RESTRICT` gde nije moguće izvršiti brisanje sloga ukoliko postoje slogovi koji ga referenciraju.

Klase koje predstavljaju servise sadrže metode koje su izanotirane tako da budu REST pristupne tačke. Na nivou klase je definisan URL za entitet i pristupanjem tom URL-u sa određenim metodama izvršava određene CRUD operacije za entitet. Te operacije su:

- Preuzimanje liste entiteta iz baze po prosleđenim parametrima kada se izvrši HTTP GET zahtev na `url_aplikacije/entitet`;
- Dodavanje novog sloga u bazu; podaci o slogu se prosleđuju u telu zahteva kada se izvrši HTTP POST zahtev na `url_aplikacije/entitet`;
- Preuzimanje sloga sa određenim identifikatorom kada se izvrši HTTP GET zahtev na `url_aplikacije/entitet/:id`;
- Ažuriranje sloga sa određenim identifikatorom kada se izvrši HTTP PUT zahtev na `url_aplikacije/entitet/:id`;
- Brisanje sloga sa određenim identifikatorom kada se izvrši HTTP DELETE zahtev na `url_aplikacije/entitet/:id`;

Servis klase su anotirane standardnim anotacijama iz `javax.ws.rs` za podršku navedene funkcionalnosti. Pored toga, korištene su klase iz interceptor paketa projekta za autorizaciju, kao i klase za podršku serijalizacije iz JSON u java objekat i obrnuto.

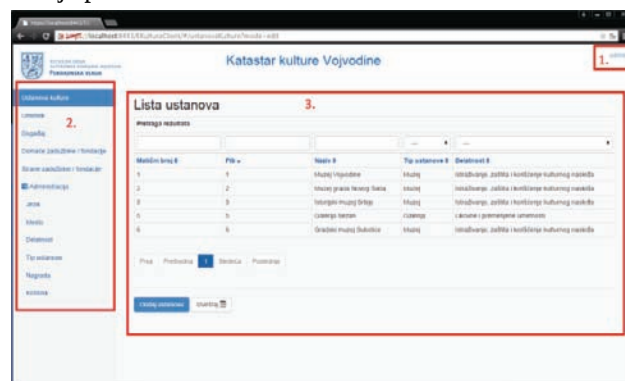
Kao što je navedeno, `util` paket sadrži pomoćne klase koje podržavaju rad serverskog dela aplikacije. Ovo uključuje klase koje koriste presretači za serijalizaciju i deserijalizaciju JSON objekata, kao i klase koje koriste DAO klase da pruže funkcionalnost straničenja, sortiranog dobavljanja liste rezultata i pretrage baze, sve bez pravljenja jednog proizvoljnog JPQL upita.

Poslednja relevantna stvar za serverski deo aplikacije predstavlja podsistem za rad sa izveštajima. Izveštaji se generišu na zahtev korisnika i prosleđuju korisniku za preuzimanje na lokalni računar. Tehnologija koja je korištena za izvršavanje ove funkcionalnosti je WebSocket [19]. Prilikom formiranja klase za veb socket

dogovorena je konvencija koja označava strukturu poruke koju serverska strana veb socket objekta prihvata, što uključuje informacije o sortiranju i pretrazi. Web socket tehnologija je izabrana kao jedan način da se reši `timeout` problem koji nastaje usled dužeg vremena generisanja izveštaja. Naime, kada se uspostavi veza između klijenta i servera ta veza se raskida ukoliko na korisnikov zahtev server vrati odgovor, ili ukoliko prođe previše vremena između slanja zahteva i pristizanja odgovora. Koristeći Web socket formira se posebna veza koja se raskida samo ako klijent ili server eksplicitno to zatraže. Putem ove tehnologije moguće je da server šalje informacije klijentu bez potrebe da klijent napravi inicijalni zahtev. Nakon što je serverski web socket dobio poruku poziva se DAO objekat za dati entitet i formira se lista instanci objekata iz `reports.dto` paketa. Klase iz ovog paketa sadrže samo tekstualna polja koja se prosleđuju Jasper sistemu za generisanje izveštaja, gde sistem koristeći prosledene podatke zajedno sa šablonom za izveštaj generiše izveštaj.

3.2. Implementacija klijentskog dela aplikacije

Pokretanjem aplikacije u web čitaču otvara se prozor za prijavu korisnika. Nakon što se korisnik prijavio na sistem dobija prikaz sličan onom sa slike 4.



Slika 3. Izgled aplikacije kada je korisnik prijavljen

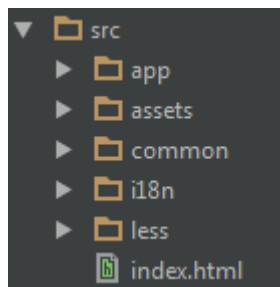
Korisnički interfejs aplikacije je podeljen na tri segmenta, koje čine naslovna linija gde se u desnom uglu nalazi padajući meni za uređivanje profila (obeleženo brojem 1), navigacione trake putem koje se pristupa svim entitetima aplikacije (obeleženo brojem 2) i radnog prostora koji će prikazivati različite liste slogova ili detalje odabranog sloga (obeleženo brojem 3.) u zavisnosti od toga šta korisnik trenutno radi.

Tabelaran prikaz slogova je suštinski isti među svim tipovima entiteta, gde se razlika ogleda u broju i nazivu kolona. Funkcionalnost koju ovaj prikaz pruža jeste straničenje liste slogova, sortiranje i pretragu po kolonama.

Za razliku od tabela, velika razlika se može uočiti između formi za detaljan prikaz različitih tipova entiteta. Zajedničko za sve prikaze detalja subjekata kulture je što je prostor podeljen u više skrivenih podformi. Pored toga sve forme sadrže iste komponente za unos podataka, i to su tekstualno polje, gde korisnik unosi tekst, odabirač datuma, što predstavlja angular-bootstrap komponentu za odabir datuma, combobox, gde korisnik bira jedan slog iz liste slogova i pomoćna tabela gde korisnik unosi više slogova i ima određene funkcionalnosti nad njima, poput izmene i brisanje sloga iz tabele i zadavanje da odabrani slog bude glavni za datu tabelu. Pomoćne tabele su

složene komponente posebno formirane za ovu aplikaciju i koriste se svuda gde je potrebna višezječni unos podataka.

Na slici 4 je prikazana paketska struktura klijentskog dela aplikacije.



Slika 4. Paketska struktura klijentskog dela aplikacije

App paket sadrži podpakete koji se odnose na sve entitete u sistemu koji imaju formu za unos, pregled i izmenu, kao i tabelu za prikaz više slogova. U ovom paketu se takođe nalaze HTML stranice koje definišu navigacionu traku i zaglavlje korisničkog interfejsa. Assets paket sadrži resurse koje aplikacija koristi, poput slika. Paket common sadrži javaskript datoteke koje sadrže servise, filtere, direktive i druge komponente koje čine infrastrukturu aplikacije. Paket i18n je vezan za internacionalizaciju i lokalizaciju i sadrži komponente koje čuvaju podatke za podršku višezječnosti grafičkog interfejsa i prikaza datuma i sličnih podataka u odgovarajućem formatu spram odabranog jezika. Najzad, paket less sadrži less datoteke koje zajedno sa bootstrap bibliotekom formiraju stil, odnosno izgled aplikacije. Poslednja datoteka koja je prikazana na slici, index.html, predstavlja glavnu HTML stranicu za definisanja rasporeda komponenti cele aplikacije.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazan web bazirani informacioni sistem za Katastar kulture implementiran korišćenjem Java EE platforme za razvoj serverske aplikacije i AngularJS radnog okvira za razvoj klijentske aplikacije. Aplikacija omogućuje evidenciju institucija kulture, zadužbina, umetnika i kulturnih događaja.

Prednost upotrebe web tehnologija za razvoj informacionog sistema u odnosu na klasičnu desktop aplikaciju se ogleda u jednostavnosti instalacije i platformskoj nezavisnosti prilikom upotrebe aplikacije. Naime, sve što je potrebno da bi se informacionom sistemu moglo pristupiti je web čitač koji je u opštem slučaju već instaliran na računaru. Razdvajanjem slojeva je takođe moguće lakše menjati jedan deo sistema bez potrebe pristupa ostatku sistema. Upotrebom REST arhitekture obezbeđen je interfejs koji omogućuje programski pristup funkcionalnostima sistema na uniforman način.

Dalje istraživanje biće usmereno na razvoj novih funkcionalnosti za katastar kulture. Planirano je pravljenje portala na kojem bi informacije iz katastra bile javno dostupne građanima. Prethodno je potrebno postojeće kulturne registre digitalizovati i prilagoditi podatke ovde opisanoj aplikaciji.

Takođe, planirano je tehnološko unapređenje aplikacije kada bude objavljena verzija 2.0 AngularJS radnog okvira. Nova verzija radnog okvira treba da unapredi korisničko iskustvo u korišćenju aplikacije u okviru veb čitača.

5. LITERATURA

- [1] Rečnik poslovnih pojmova, <http://www.businessdictionary.com/definition/information-system.html>.
- [2] Oracle Corporation, *JavaEE*, <http://docs.oracle.com/javaee/6/firstcup/doc/gcrky.html>
- [3] Google, *AngularJS*, <https://angularjs.org/>
- [4] *HTTP*, <http://www.w3.org/Protocols/>
- [5] *REST*, <http://rest.elkstein.org/>
- [6] *JSON*, <http://json.org/>
- [7] Oracle Corporation, *Enterprise JavaBean Technology*, <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/ejb/index.html>
- [8] Oracle Corporation, *JPA*, <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/tech/persistence-jsp-140049.html>
- [9] Red Hat, *Hibernate*, <http://hibernate.org/>
- [10] Jaspersoft, *JasperReports*, <http://community.jaspersoft.com/project/jasperreport-s-library>
- [11] Alexis Sellier, *LESS*, <http://lesscss.org/>
- [12] Twitter, *Bootstrap*, <http://getbootstrap.com/>
- [13] AngularJS documentation, „What is Angular?“, <https://docs.angularjs.org/guide/introduction>
- [14] Margaret Rouse, „Enterprise JavaBeans (EJB) definition“, <http://searchsoa.techtarget.com/definition/Enterprise-JavaBeans>
- [15] Asif Raza, „What is an Enterprise Java Bean EJB and benefits of EJB“, <http://javawebaction.blogspot.com/2012/04/what-is-enterprise-java-bean-ejb-and.html>
- [16] ObjectDB, „What is the Java Persistence API (JPA)?“, <http://www.objectdb.com/info/database/jpa/about>
- [17] Fielding, R. T. (2000), „Principled design of modern Web architecture”
- [18] *UML*, <https://www.uml.org/>
- [19] *WebSocket*, https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebSockets_API

Kratka biografija:



Nikola Luburić rođen je u Novom Sadu 1991. god. Upisao je smer Računarstvo i Automatika na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu 2010. godine. Diplomirao je 2014. godine na temu »Primer implementacije podsistema za magacinsko poslovanje trgovinskog preduzeća« i iste godine upisao master studije, takođe na Fakultetu tehničkih nauka.

**RAZVOJ APLIKACIJE ZA DISTRIBUIRANU TOPOLOŠKU ANALIZU
DISTRIBUTIVNE MREŽE U SERVICE FABRIC OKRUŽENJU****DEVELOPMENT OF APPLICATION FOR DISTRIBUTED TOPOLOGY ANALYSIS OF
DISTRIBUTION NETWORK USING SERVICE FABRIC FRAMEWORK**Miloš Jokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je predstavljen problem obrade velike količine podataka, za što kraće vreme. Kao primer ovog problema je predstavljena topološka analiza distributivne mreže. Opisana je Service Fabric platforma za razvoj distribuiranih cloud aplikacija, kao i njene mogućnosti pri rešavanju ovog problema. Nakon toga, predložena je arhitektura rešenja, izmerene performanse i analizirani su dobijeni rezultati.

Abstract – This paper covers the problem of processing huge amount of data on large systems, as fast as possible. As an example of this problem, the topology analysis of distribution network is presented. Service Fabric platform is described, with the possibilities it offers in solving this problem. After that, the proposed architecture is shown along with the performance measurement.

Ključne reči: Service Fabric, topološka analiza, distributivna mreža, Cloud

1. UVOD

Jedan od najvećih problema velikih sistema, kao što je sistem za snabdevanje gasom ili električnom energijom, jeste obrada ogromne količine podataka za što je moguće kraće vreme. Ovaj rad se fokusira na topološku analizu distributivne mreže, međutim veći deo rada se može primeniti i na ostale velike sisteme i na njihove ekvivalentne funkcije.

Kada se u distributivnoj mreži desi bilo kakva promena (npr. prekidač promeni stanje iz zatvorenog u otvoren), topološka analiza mora odmah poćeni i što pre dati rezultate za tekuće stanje mreže, pošto je preduslov primene svih značajnijih energetske funkcije prethodna topološka analiza distributivne mreže. U ovom slučaju vrši se topološka analiza samo nad delom mreže u kom se desila promena. Međutim, pri inicijalnom ućitavanju mreže potrebno je obraditi celu mrežu, što zahteva obradu svake grane i ćvora na mreži.

Arhitektura sistema ovog tipa može biti realizovana na jednom fizićkom računaru, jednoslojno ili višeslojno. U oba slućaja, performanse celokupnog sistema su veoma ogranićene i sistem je veoma malo proširiv. Drugi predlog arhitekture jeste višeslojna na više fizićkih mašina. Ovo znaći da, na primer, klijent bude na jednoj mašini, servisi na nekoliko mašina i baza podataka na posebnoj mašini.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada ćiji mentor je bio dr Darko Ćapko, docent.

Ovaj pristup jeste bolji od prethodnog, mećutim, odrćavanje i proširivost predstavlja problem. Ukoliko postoji potreba za boljim hardverom, dodavanje novih mašina može biti problematićno. Takode, kad neke od novih dodatih mašina nisu u upotrebi, one predstavljaju resurs koji je plaćen, ali nije iskoriććen. Osim toga, odrćavanje operativnog sistema za sve mašine u ovakvom okruženju takode može biti problematićan. Imajući u vidu ove nedostatke, nameće se treće rešenje za fizićku arhitekturu ovakvih sistema – cloud, koji rešava sve bitnije probleme koje je imala arhitektura sa više fizićkih mašina. Broj mašina koji je dodeljen aplikaciji će zavisićti od zahteva klijenata, što znaći da će uvek biti dodeljeno onoliko mašina koliko je potrebno u datom trenutku – ni manje ni više. Osim toga, odrćavanje mašina je sakriveno potpuno od korisnika, tako da ovaj pristup predstavlja najisplativije moguće rešenje.

2. OSNOVE SERVICE FABRIC PLATFORME

Service Fabric predstavlja Microsoft-ovu platformu za razvoj distribuiranih cloud aplikacija koje treba da budu skalabilne, pouzdane i lako odrćive. Programeri, korisnici ove platforme, treba da se fokusiraju samo na probleme iz domena njihove aplikacije, dok će Service Fabric da vodi računa o kompleksnim problemima vezanim za infrastrukturu, kao što su skalabilnost, pouzdanost i dr. Iako je tek nedavno Service Fabric postao dostupan javnosti, ovo nije nova platforma. Microsoft Azure koristi ovu platformu već više od 5 godina za svoje interne potrebe i ona opslućuje preko 1.4 miliona korisnika Azure SQL baze podataka, a takode je u mogućnosti da procesira preko 500 miliona proraćuna za potrebe Bing Cortana-e. [1] Takode, bitna informacija jeste da ova platforma nema emulator, što znaći da kada se lokalno razvija i testira, pokreće se na istoj platformi na kojoj će se pokretati i kada se izvršava u cloud-u, tako da je ponašanje u ova dva slućaja praktićno isto, naravno, uzimajući u obzir arhitekturu koja lokalno predstavlja samo jednu fizićku mašinu, dok u cloud-u to mogu biti i stotine mašina.

Service Fabric je zasnovan na mikroservisima. Mikroservisi predstavljaju softversku arhitekturu u kojoj se aplikacija sastoji od malih nezavisnih procesa koji komuniciraju jedan s drugim. [2]

Ova platforma podeljena je u podsisteme, koji obavljaju relativno nezavisnu funkcionalnu celinu. U distribuiranim sistemima sigurna komunikacija izmeću razlićitih ćvorova je od presudne vaćznosti, o ćemu se brine Transport podsistem. Iznad ovog podsistema se nalazi Federation podsistem koji spaja sve ćvorove u jedan

cluster, a zatim detektuje otkaze i brine se o biranju primarnih čvorova, kao i o rutiranju. *Reliability* podsistem se naslanja na *Federation* podsistem i odgovoran je za visoku pouzdanost *Service Fabric* servisa, pomoću replikacije, rukovanja resursima i otkazima. Ispod *Federation* podsistema se nalazi i *Hosting* podsistem, koji vodi računa o životnom ciklusu aplikacije na jednom čvoru.

Cluster podsistem se brine o životnom ciklusu aplikacije i servisa na više mašina. *Testability* podsistem pomaže pri razvoju aplikacija jer nudi mogućnost simuliranja i testiranja otkaza.

O nalaženju servisa unutar jednog *cluster*-a brine se *Communication* podsistem. Iznad svih ovih podsistema nalazi se programski model aplikacije, koji sadrži servise, pomoću kojih programer upravlja ponašanjem *Service Fabric* aplikacije. [1]

Service Fabric nudi dva tipa servisa: pouzdani servisi (*reliable service*) i pouzdani actor-i (*reliable actor*), pri čemu oba ova tipa mogu sami da memorišu svoje interno stanje (*stateful*) ili ne (*stateless*). U okviru jedne aplikacije moguće je koristiti proizvoljan broj bilo kojih servisa.

Reliable Actor-e treba koristiti ukoliko postoji potreba za sledećim:

- Male nezavisne jedinice koje imaju svoju logiku i stanje,
- Objekti koji se u celosti izvršavaju u jednoj niti, a mogu da se skaliraju i održavaju konzistentnost,
- *Framework* vodi računa o konkurentnosti i granularnosti, i
- Platforma vodi računa o komunikaciji servisa. *Reliable Service*-e treba koristiti u sledećim slučajevima:
- Kad je potrebno održavati logiku nad nekoliko komponenti,
- Kad postoji potreba za pouzdanim kolekcijama (kao što su *.NET Dictionary* i *Queue*) za čuvanje stanja,
- Kad programer želi da vodi računa o konkurentnosti i granularnosti, i
- Programer želi da vodi računa o komunikaciji.

Reliable Service će imati samo onoliko instanci koliko je potrebno. Nakon što neka od instanci postane neaktivna zbog manjeg protoka podataka, ona će biti uklonjena. Klijenta, koji zahteva funkcionalnost od servisa, ne zanima koja instanca servisa će mu biti dodeljena, dok je sa *actor*-ima drugačije. *Actor*-i imaju svoj ID i klijent ih referencira preko njega. Logički, uvek postoji *Actor* sa proizvoljnim ID-jem i moguće je pristupiti mu, što znači sledeće: kad klijent zatraži *Actor*-a sa određenim ID-jem, prvo se proveriti da li je takav već aktivan.

Ukoliko jeste, biće mu dodeljena njegova referenca. Međutim, ukoliko nije biće kreiran novi. Takođe, ne mogu svi *Actor*-i biti aktivni u isto vreme.

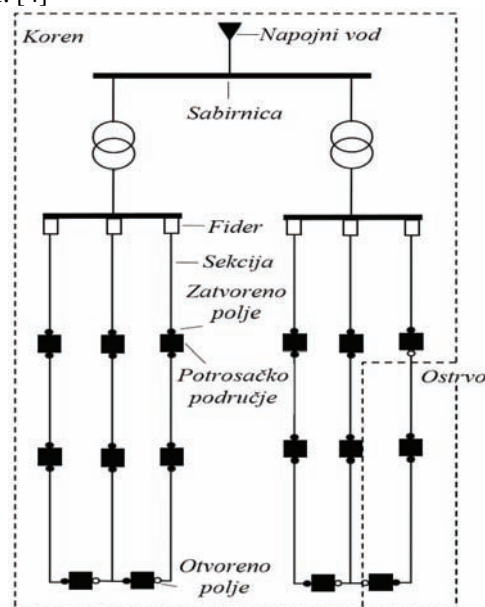
Nakon što neki od *Actor*-a nije aktivan duže vreme, on će biti deaktiviran i čekaće da mu neko pristupi i tada će se automatski aktivirati.

Kao što je bio slučaj sa *Reliable Service*-ima, ni *Actor*-i ne mogu svi biti aktivni u isto vreme. Koliko njih će biti aktivno zavisi od arhitekture sistema, kao i od saobraćaja podataka.

3. TOPOLOŠKA ANALIZA DISTRIBUTIVNE MREŽE

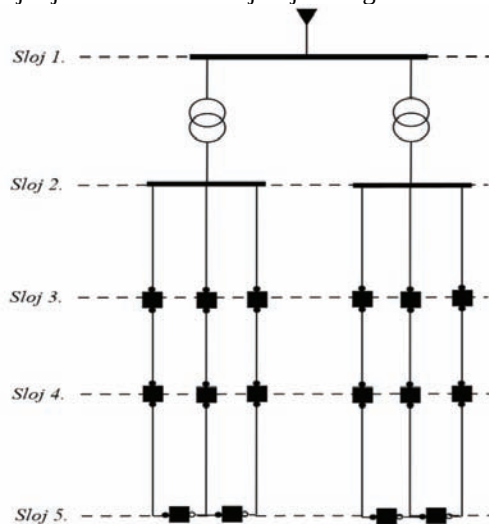
Topološka analiza distributivne mreže predstavlja proces koji za ulaz ima interni model mreže, a izlaz predstavlja model koji je prilagođen za dalje procesiranje od strane energetske funkcije. U internom modelu mreže se nalaze sve informacije koje su potrebne ovim funkcijama, međutim kada bi se one primenjivale direktno na internom modelu, njihovo izvršavanje bi trajalo znatno duže. Zato je potrebno izvršiti topološku analizu distributivne mreže pre bilo kakvog drugog rada nad mrežom i ovaj proces je dovoljno uraditi samo jednom. Međutim, ukoliko dođe do neke promene na mreži, neophodno je ponoviti topološku analizu. [3]

Topološka analiza ima tri zadatka. Prvi zadatak jeste određivanja povezanih celina mreže: koreni tj. energizovane celine mreže i ostrva – neenergizovane celine mreže. [4]



Slika 1: Koren i ostrvo unutar distributivne mreže

Koren, kao i ostrvo, predstavlja podgraf grafa cele distributivne mreže, a njegovi delovi se mogu uočiti na Slici 1. Nad korenom se, nakon topološke analize, vrše energetske funkcije, dok nad ostrvom nema potrebe niti smisla jer je to deo mreže koji nije energizovan.



Slika 2: Distributivna mreža podeljena po slojevima

Drugi zadatak topološke analize jeste podela distributivne mreže po nivoima, što je prikazano na Slici 2. Ovo predstavlja veoma bitan podatak pri pokretanju energetske funkcije, da ne bi svaka od funkcija pojedinačno morala da obavi ovaj proces pre same obrade. Na osnovu podele mreže po slojevima, elementima grafa se mogu dodeliti novi atributi, sa ciljem da se ubrza navigiranje grafom: sledeći elementi u grafu, prethodni elementi, korenski element i drugo.

Treći zadatak predstavlja prikaz osobina svakog elementa na mreži, kao što su: napon, energizacija, koren kom element pripada, i drugo.

4. PREDLOG REŠENJA

Pre predloga arhitekture rešenja, potrebno je utvrditi koji je servis najpogodniji za izračunavanje topološke analize. Pošto se *Service Fabric* sastoji od mikroservisa, najprirodnije jeste da se posao topološke analize distribuira po servisima, gde će svaki raditi analizu za jedan koren, a neki drugi servis će prikupiti sve rezultate i vratiti ih klijentu. S obzirom da servis za analizu predstavlja samu srž aplikacije, izvršen je eksperiment na osnovu kog je određeno koji od četiri tipa servisa pokazuje najbolje performanse..

Tabela 1: Performanse programskog modela

Stateless Actor	Stateful Actor	Stateless Service	Stateful Service
8.02	9.1	4.62	5.68

Tabela 1 prikazuje rezultate merenja performansi topološke analize za svaki od četiri programska modela *Service Fabric* platforme, u sekundama. Eksperiment je vršen nad testnom mrežom, koja nije upetljana, sa 100 korena i ukupno 5000 čvorova.

Merenje je ponovljeno 50 puta za svaki model i odstupanja su bila veoma mala, do 2%. Pri tumačenju rezultata treba imati u vidu da je merenje vršeno na *Service Fabric* platformi koja je pokrenuta na lokalnom računaru sa 4 jezgra, što znači da su najviše 4 servisa mogla raditi u paraleli. Sama analiza jednog čvora je trajala veoma kratko, oko 20ms, što znači da je najveći deo vremena svaki servis potrošio na čekanju slobodnog jezgra. Ovaj problem, naravno, ne postoji kada se aplikacija izvršava u *cloud-u*, gde na raspolaganju ima i na hiljade jezgara.

Kao što se i moglo pretpostaviti, *stateless* servisi jesu brži od *stateful* servisa, jer ne moraju da vode računa o čuvanju stanja.

Ono što je zanimljivo jeste da je *Reliable Service* četiri puta brži od *Reliable Actor-a*, a glavni razlog jeste u razlici pri pristupanju instanci servisa, kao što je objašnjeno u drugom poglavlju. Zaključak jeste da *Actor-i* koji obavljaju posao koji je relativno kratak, većinu svog vremena će provesti u aktiviranju i deaktiviranju i zbog toga nisu pogodni za potrebe ove aplikacije, tako da je usvojen programski model *Stateless Service* za računanje topološke analize.

Na Slici 3 je prikazan predlog arhitekture *Service Fabric* aplikacije za računanje topološke analize distributivne mreže i sastoji se od 3 servisa: *RequestStatelessService*, *ManagerStatefulService* i *AnalyzerStatelessService*.



Slika 3: Arhitektura rešenja

RequestStatelessService predstavlja jedini servis od ova tri koji je izložen klijentima i sadrži jednu metodu za računanje topološke analize mreže ili dela mreže, na osnovu prosleđenog identifikatora. Ovaj servis prvenstveno služi da se izbegne problem uskog grla, koji bi bio *ManagerStatefulService*. Ovo je standardna praksa *Service Fabric* aplikacija, koju preporučuje sam *Microsoft* – dodavanje *stateless* servisa koji služi samo za rešavanje problema uskog grla i sve što ovaj servis radi jeste da prosleđuje zahtev klijenta asinhrono do sledećeg servisa.

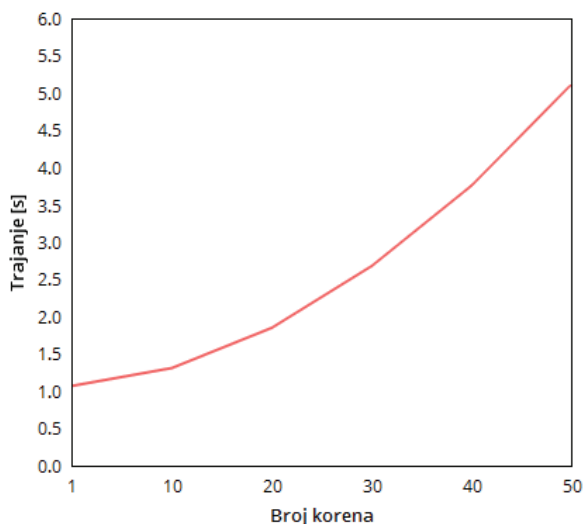
ManagerStatefulService je *stateful*, a njegovo stanje predstavlja rezultate poslednje topološke analize za delove mreže. To stanje je uvedeno da se ne bi više puta računala topološka analiza za deo mreže koji nije menjan od poslednje analize. Servis takođe sadrži metodu za čitanje internog modela, kao i metodu koja proverava da li postoji promena na određenom delu mreže zbog koje nije više ažurna sačuvana topološka analiza. Najbitniji deo servisa predstavlja metoda koja deli posao topološke analize po čvorovima, zatim za svaki čvor poziva *AnalyzerStatelessService* i nakon što svi završili, skuplja rezultate i vraća ih korisniku. Takođe, u ovoj metodi se i ažurira stanje, tako da ako klijent ponovo zatraži analizu dela mreže koji nije menjan, ovaj servis će mu odmah vratiti poslednji rezultat, bez potrebe da se ponovo upošljavaju *analyzer-i*.

AnalyzerStatelessService predstavlja servis koji nema stanje i sve što radi jeste da vrši topološku analizu za dati koren.

Za sva tri servisa *Reliable Service* je pokazao bolje performanse nego *Reliable Actor*. Ovo ne znači da će i u *cloud-u* biti isti slučaj, pošto *Actor* većinu svog vremena provede na aktivaciju i deaktivaciju. Na testnoj mašini su stotine *Actor-a* bili na istoj mašini, dok će u *cloud-u* svega nekoliko *Actor-a* deliti istu mašinu, pa će samim tim i pokazati bolje performanse jer će tada većinu svog vremena trošiti na koristan rad. Znači, *Service-i* pokazuju bolje performanse na jednoj mašini, ali *Actor-i* će pokazati bolje performanse što je više mašina na raspolaganju.

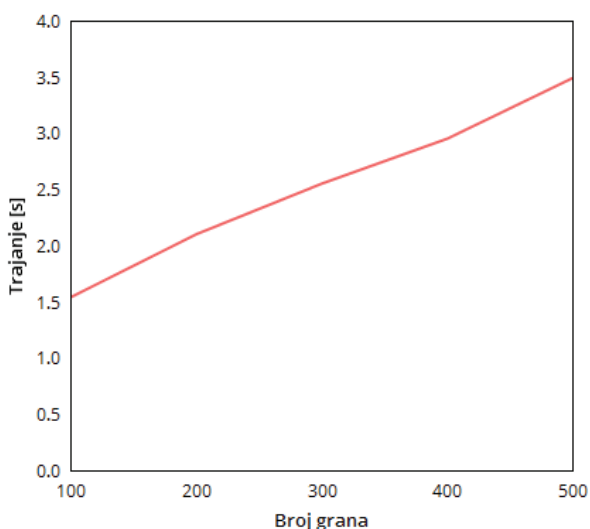
Na kraju, slede rezultati eksperimenta koji prikazuju performanse celog sistema, od zahteva klijenta do dobijenog rezultata, u odnosu na broj korena i na veličinu pojedinačnog korena. Eksperiment je vršen na lokalnoj mašini. Za mrežu nad kojom je već izvršena topološka

analiza, a nije došlo do promene, neće se ponovo vršiti analiza i ovi slučajevi nisu uzimani u obzir prilikom eksperimenta.



Grafik 1: Performanse u odnosu na broj korena

Na Grafiku 1 se može videti da su performanse dosta slabije sa porastom broja korena, a uzrok jeste što je eksperiment vršen na jednom fizičkom računaru. U *cloud*-u bi nagib ovog grafika bio mnogo manji. Broj grana je bio konstantan u ovom testu i iznosio je 50.



Grafik 2: Performanse u odnosu na broj grana

Na Grafiku 2 se vidi da broj grana utiče linearno na vreme izvršavanja. Broj korena je u ovom testu bio konstantan, 10. Važno je napomenuti da je za veće mreže bilo potrebno povećati maksimalnu veličinu paketa koja se šalje TCP protokolom, kako od servisa ka klijentu, tako i između servisa.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljeno je rešenje problema obrade velike količine podataka na primeru topološke analize distributivnih mreža. Korišćena je *Service Fabric* platforma za razvoj *cloud* aplikacija, koja u mnogome pomaže pri rešavanju ovog problema.

Nakon toga, predloženo je jedno rešenje arhitekture aplikacije upotrebom *stateless* i *stateful service*-a. *Stateless service* je korišćen za samu topološku analizu, jer je on najbrži od četiri tipa *Service Fabric* programskih modela, dok je *stateful service* korišćen radi optimizacije u slučaju da se zatraži topološka analiza dela mreže koji je već obrađen, a nije bilo promena od poslednje obrade. U tom slučaju se vrati vrednost prethodne obrade, bez iniciranja nove.

Kod distribuiranih sistema, deo vremena izvršavanja određene funkcije se potroši na komunikaciju između računara. U slučaju da je vreme potrošeno na izvršavanje dela funkcije na jednom računaru približno isto ili kraće od vremena potrošenog na komunikaciju, distributivnost gubi smisao jer dolazi do pada performansi. Međutim, ukoliko izvršavanje na jednom računaru traje mnogo duže nego sama komunikacija, tada se dolazi do pravih dobitaka. Što znači da će predložena arhitektura aplikacije pokazati sve bolje performanse što je veća distributivna mreža, tačnije, što više elemenata ima svaki koren.

Jedan od pravaca daljeg razvoja može biti implementacija funkcija dostupnih potrošačima (potrošnja na mesečnom nivou, razni grafici i dr.) upotrebom *stateful Reliable Actor* programskog modela.

Ovaj programski model je najpogodniji, jer *Actor* po samoj definiciji predstavlja nezavisnu jedinicu koja obavlja kompletne i jednostavne poslove, što je ovde upravo i slučaj. Izabran je *stateful*, a ne *stateless* jer je potrebno da se čuva stanje potrošača, da se ne bi ponovo računale već poznate vrednosti.

6. LITERATURA

- [1] Microsoft Azure Service Fabric – <http://azure.microsoft.com/en-us/campaigns/service-fabric/>
- [2] Sam Newman, Building Microservices, O'Reilly, 2015.
- [3] Kovač Tomislav, Topološka analiza distributivne mreže korišćenjem tehnike retkih matrica, Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka 11/2013.
- [4] Željko Čavić, Određivanje osnovne i rezervne zone relejne zaštite u velikim distributivnim mrežama, Diplomski rad

Kratka biografija:



Miloš Jokić je rođen 1989. godine u Novom Sadu. Završio je gimnaziju Jovan Jovanović Zmaj u Novom Sadu, 2008. godine. Osnovne studije je završio na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu 2012. godine sa prosečnom ocenom 9.74. Ispunio je sve obaveze i položio je sve ispite predviđene studentskim programom. master studija sa prosečnom ocenom 8.67

**PRIMENA SEO TEHNIKA ZA UNAPREĐENJE DOSTUPNOSTI VEB SAJTA
ISTRAŽIVAČKOG PROJEKTA****APPLYING SEO TECHNIQUES TO IMPROVE ACCESS TO A RESEARCH
PROJECT WEBSITE**

Silvija Baro, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana optimizacija veb sajta istraživačkog projekta DOSIRD UNS koristeći Search Engine Optimization (SEO) tehnike. Cilj ovog rada bio je da se veb sajt što bolje rangira na vodećim veb pretraživačima Google i Yahoo upotrebom ključnih reči koje pripadaju domenu projekta. Veb sajt je razvijen korišćenjem Drupal CMS-a, verzija 7.35. Da bi se što bolje rangirao primenjene su On-Page i Off-Page SEO tehnike i Drupal-ovi moduli i prikazani su rezultati njihove primene.

Abstract – The paper describes the optimization of the research project DOSIRD UNS 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 project. The website is developed using Drupal CMS version 7.35. For the site to better rank On-Page and Off-Page SEO techniques are applied and the use of Drupal modules and the results of their application are presented.

Ključne reči: SEO, veb pretraživači, DOSIRD UNS projekat, pronalaženje informacija, rangiranje rezultata.

1. UVOD

SEO je metodologija strategija, tehnika i taktika koja se koristi da bi se povećala količina posetilaca na nekom veb sajtu tako što će se dobiti visoko rangiranje na stranici za rezultate nekog veb pretraživača. SEO je podoblast pronalaženja informacija (eng. information retrieval - IR) koja se bavi tehnikama za reprezentaciju, skladištenje, organizaciju, pristup i pronalaženje informacija [1].

Što se sajt bolje rangira u osnovnim rezultatima to je veća mogućnost da će neki korisnik posetiti taj sajt. Na taj način se povećava dostupnost informacija koje se nalaze na nekom sajtu.

Cilj ovog rada jeste da se veb sajt projekta DOSIRD UNS što bolje rangira na vodećim veb pretraživačima Google i Yahoo upotrebom ključnih reči koje pripadaju domenu naučnog projekta

Da bi se sajt što bolje rangirao primenjene su On-page i Off-page SEO tehnike i Drupal-ovi moduli. Za praćenje napretka korišćeni su Google Webmaster [6], Google Analytics [7], Bing Webmaster Tools [8], HubSpot [9] i AuthorityLabs [10].

NAPOMENA:

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

Struktura rada je sledeća: u drugom poglavlju predstavljen je veb sajt koji treba da se optimizuje sa SEO tehnikama. U trećem poglavlju predstavljeni su Drupal moduli koji su korišćeni kao i On-Page i Off-Page tehnike koji su korišćeni kako bi se poboljšalo rangiranje veb sajta. U četvrtom poglavlju su prikazani dobijeni rezultati. Predstavljen je pregled izmena i optimizacije tokom meseca aprila, maja, juna i jula, zatim poziciju ciljanih ključnih reči na veb pretraživačima Google i Yahoo tokom ovog vremenskog intervala. Prikazani su i značajni podaci koji su prikupljeni uz pomoć SEO alata. Zaključak je dat u petom poglavlju i on sadrži i dodatne smernice za dalji razvoj.

2. VEB SAJT DOSIRD UNS

Univerzitet u Novom Sadu je osnovan 28.6.1960 i predstavlja autonomnu instituciju za edukaciju, nauku i umetnost. Dok je softverska infrastruktura za obrazovani domen Univerziteta u Novom Sadu dobro razvijena, postoji manjak softverske infrastrukture za nauku i umetnost. Glavni cilj DOSIRD UNS (Development Of Software Infrastructure for Research Domain of the University of Novi Sad) projekta jeste razvoj softverske infrastrukture za istraživački domen Univerziteta u Novom Sadu. Projekat je započet 2009 godine.

Misija ovog projekta jeste razvoj softverske infrastrukture koja će ispuniti lokalne zahteve propisane od strane Univerziteta, Vlade Autonomne pokrajine Vojvodine i Vlade Republike Srbije. Osim toga, softverska infrastruktura treba da se implementira u skladu sa internacionalnim standardima i protokolima koji pripadaju oblasti istraživačkog domena.

Ciljevi projekta obuhvataju:

- Razvoj istraživačkog informacionog sistema (CRIS UNS),
- razvoj digitalne biblioteke doktorskih disertacija odbranih na Univerzitetu u Novom Sadu (PHD UNS),
- razvoj institucionalnog repozitorijuma naučnoistraživačkih rezultata Univerziteta u Novom Sadu (nije još implementirano), e
- ksportovanje podataka za sledeće mreže digitalnih biblioteka i institucionalnih repozitorijuma DARTEurope, OATD, OpenAIRE+ i
- implementaciju pretraživanja podataka putem veb stranice i preko standardizovanog protokola za Search/Retrieve preko URL (SRU).

DOSIRD UNS. Veb sajt je razvijen korišćenjem Drupal CMS-a (Content Managment System) [2], verzija 7.35.

Kao baza podataka korišćen je MySQL [3] verzija 5.6.24. Za server je korišćen Apache [4] verzija 2.2.15 i PHP [5] verzija 5.3.3.

3. OPTIMIZACIJA VEB SAJTA

3.1. Drupal SEO moduli

Drupal pruža mnogo mogućnosti da bi se sajt optimizovao za SEO. Moduli korišćeni za ove svrhe su: Path auto, Page Title, SEO checklist modul, Path i Global redirect, Search 404, Metatag, XML sitemap, Alchemy, Hubspot i Google Analytics modul, Clean URL, File Cache, Content Optimizer i SEO compliance checker.

3.2. On-Page SEO optimizacija

On-Page SEO optimizacija predstavlja tehnike koje se primenjuju nad samim veb sajtom sa ciljem da se što bolje rangirao na veb pretraživaču. On-Page SEO optimizacija se može podeliti na tri celine:

1. **Optimizacija koda:** Predstavlja modifikaciju i dodavanje naslova veb stranice, meta tagova, alt tagova, heading tagova, sitemap i robots.txt fajla i optimizaciju brzine sajta.
2. **Optimizacija sadržaja:** Predstavlja kreiranje sadržaja koji je bogat ključnim rečima, analizu gustine i raspodele izabranih ključnih reči, izbegavanje sadržaja koji se ne mogu indeksirati, frekvencija ažuriranja sadržaja i optimizacija sadržaja za mobilne uređaje.
3. **Optimizacija strukture linkova:** Predstavlja URL strukturu i veličinu, interne i eksterne linkove, breadcrumb trail i 404 redirekciju.

3.3. Off-Page SEO optimizacija

Za razliku od On-Page optimizacije, koji se bazira na promeni sadržaja i koda sajta, Off-Page optimizacija nije vidljiva na samom veb sajtu. Off-Page tehnike se primenjuju nakon On-Page optimizacije. Off-Page SEO optimizacija se može podeliti na tri celine:

1. **Gradenje linkova:** Kvalitet linkova koji upućuju na veb sajt (backlinks), PageRank veb stranice koji upućuje na veb sajt, relevantnost sadržaja veb sajta koji upućuje na veb sajt, anchor tekst.
2. **Širenje i promocija sadržaja:** Socijalni mediji, RSS feed, kreiranje i održavanje blog-a, dostava sajta javnim direktorijumima i veb pretraživačima.
3. **Reputacija veb sajta:** Poverenje u veb sajt, autoritet domena i stranice.

4. REZULTATI

Eksperiment je trajao četiri meseca, sa time da su prva dva meseca od, aprila do maja, posvećena kreiranju samog DOSIR UNS veb sajta i potom primeni SEO tehnika, a da su jun i jul bili samo obzervabilne prirode sa poslednjim merenjem napretka 31.7.

4.1. Pregled izmena

April - Na početku meseca je uz pomoć Drupal CMS-a kreiran sadržaj veb sajta. Nakon toga, veb saj je bio dostavljen na Google Webmaster, Google Analytics i Bing Webmaster Tools, a kasnije će biti uključeni alati HubSpot i Authoritylabs. Dodati je XML sitemap na Google Webmaster-u i Bing Webmaster i sajt je bio

indeksiran. U drugoj polovini meseca počela je primena SEO tehnika, najpre On-Page optimizacija. Izvršena je analiza ključnih reči. Najbitnije ključne reči su sledeće: **CRIS, University of Novi Sad, digital library, phd dissertation, research results, scientific research, Dragan Ivanović.**

Na osnovu ključnih reči prilagođen je alt tag na slikama, title tag, značajniji meta tag-ovi i sam sadržaj. Korišćeni su Drupal-ovi moduli, koji su spomenuti u poglavlju 3.1, da bi se sajt što bolje optimizovao za ovaj CMS. Kreirani su socijalni profili i periodično je objavljen sadržaj na njima vodeći računa o frekvenciji ažuriranja sadržaja. Anchor tekstovi su prilagođeni da nose semantiku i da sadrže ključne reči. Uključen je Clean URL za bolju URL strukturu. Interna struktura linkova je optimizovana tako da crawler može svakoj stranici da pristupi. U temi je breadcrumb trail uključen omogućavajući lakšu navigaciju i modul Search 404 je korišćen za eventualne 404 stranice poboljšavajući korisničko iskustvo.

Maj - Izvršeno je testiranje brzine preko Google Page Speed Insights, te optimizacija brzine uz pomoć Leverage Browser Caching, Specify a Vary: Accept-Encoding header i FileCache modula. Robots.txt fajl je prilagođen sa novim pravilima. Počeo je rad na Off-Page optimizaciji. Sajt je referenciran na sajtu informatike Fakulteta tehničkih nauka, na sajtu Univerziteta u Novom Sadu, na sajtu Drupal-a i na CRIS UNS sajtu. Uz pomoć Google link checker provereni su likovi i prilagođeni da ima manje redirektova i sređeni su neki broken linkovi. Takođe, preko HTML checker-a, prilagođen je kod i ispravljene su greške. Dodati je i RSS feed koji se vezuje na News stranicu.

Jun i jul - U ovom periodu periodično je stavljen sadržaj novih disertacija Univerziteta u Novom Sadu na News stranicu i taj sadržaj je potom promovisan na socijalnim mrežama. Tema veb sajta je prilagođena mobilnim uređajima koristeći responsive pristup.

4.2. Pregled pozicije ključnih reči

Za praćenje položaja ključnih reči korišćen je veb pregledač sa obrisanom istorijom i sa anonimnim profilom (korisnik nije ulogovan, nema kolačića) da bi rezultati bili što objektivniji i HubSpot-ov i AuthorityLabs-ov alat za praćenje položaja ključnih reči. Pošto ima puno varijacija izabrane su samo par kombinacija ključnih reči koje će se nadgledati.

Za Google veb pretraživač (tabela 4.1-2) izvršeno je mesečno tri puta (maj, jun, jul) merenje, za svaki mesec prvi dan, približno na sredini i pri kraju.

Za Yahoo veb pretraživač (tabela 4.1-1) izvršeno je merenje dva puta za svaki mesec, jednom na početku meseca drugi put pri kraju. I Google i Yahoo veb pretraživač prikazuju 10 rezultata po jednoj stranici za rezultate.

Iz tabela se može zaključiti da se rang naglo poboljšao tokom maja a kasnije su postojale samo manje fluktuacije za jednu ili dve pozicije, što je sasvim normalno. Najtraženija kombinacija ključnih reči je bila „phd dissertation digital library“ pogotovo na Google veb pretraživaču gde je rang najlošiji, uzimajući u obzir ostatak tabele. Za razliku od njega, na Yahoo veb pretraživaču se za ove ključne reči sajt rangira na drugom mestu.

Tabela 4.1-1 Rezultati rangiranja ključnih reči na Yahoo veb pretraživaču

Ključna reč/datum	1.5	21.5	1.6	30.6	1.7	31.7
university of novi sad phd dissertation	1	2	1	1	3	1
university of novi sad scientific results	2	1	3	2	4	2
university of novi sad digital library	4	1	1	2	2	2
university of novi sad cris	8	3	3	2	3	2
phd dissertation cris	4	2	2	1	2	1
phd dissertation digital library	10	2	3	2	2	2
university of novi sad phd dissertation digital library	7	2	1	1	1	1
university of novi sad phd dissertation scientific results	1	1	1	1	1	1
university of novi sad digital library cris	1	1	1	1	1	1
university of novi sad phd dissertation cris	5	2	2	1	1	1
university of novi sad digital library scientific results	1	1	1	1	1	1
phd dissertation digital library cris	8	5	3	2	3	1

Tabela 4.1-2 Rezultati rangiranja ključnih reči na Google veb pretraživaču

Ključna reč/datum	1.5	21.5	1.6	19.6	30.6	1.7	31.7
phd dissertation cris	2 strana	1	1	2	1	1	1
university of novi sad digital library	2 strana	2	1	1	1	1	1
university of novi sad phd dissertation	3 strana	2	1	1	1	2	1
dragan ivanović phd dissertation	2	2	1	1	1	1	1
dragan ivanović digital library	2 strana	9	2	2	1	2	1
research results cris	5	4	2	5	4	2	1
phd dissertation digital library	5 strana	43	22	20	17	17	41
university of novi sad phd dissertation digital library	1	1	1	1	1	1	1
university of novi sad phd dissertation scientific results	3	2	1	2	2	2	1
university of novi sad digital library scientific results	1	1	1	1	1	1	1
university of novi sad digital library cris	2	1	2	1	2	2	1
university of novi sad phd dissertation cris	3	2	1	1	1	2	1
dragan ivanović digital library cris	8	4	2	2	1	2	1
phd dissertation digital library scientific research	2 strana	2	2	1	1	2	1

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. Yahoo više posmatra sadržaj, ključne reči i meta podatke, dok Google posmatra i popularnost linkova, socijalne signale i kvalitet sadržaja.

4.3. Pregled podataka od SEO alata

Tabela 4.3-1 prikazuje na koji način korisnici dolaze do DOSIR UNS veb sajta u periodu od aprila do jula.

Vidi se da je dominantan direktni saobraćaj (kada je korisnik ukucao direktno URL u adress bar), zatim organic (kada je korisnik kliknuo na sajt jer je postavio upit preko veb pretraživača), social (kada je korisnik došao na sajt preko socijalne mreže) i na kraju referral (kada je korisnik došao na sajt jer je kliknuo na link koji je postavljen na nekom drugom sajtu.). Na kraju, imamo pregled sesija. Sesija predstavlja grupu interakcija koja se izvršava na veb stranici u određenom vremenskom intervalu.

Tabela 4.3-1 Dolazak do sajta

Parametar/mesec	April	Maj	Jun	Jul	Ceo period
Direct	78	94	96	35	303
Organic	40	43	42	22	147
Social	28	33	20	6	75
Referral	17	21	1	4	55
Ukupno sesija	163	191	159	67	580

Tabela 4.3-2 prikazuje ukupan broj korisnika koji je posetio veb sajt i broj pregledanih stranica, posmatrajući za svaki mesec posebno.

Tabela 4.3-2 Broj korisnika mesečno

Parametar/mesec	April	Maj	Jun	Jul	Ceo period
Korisnici	69	98	105	50	322
Broj pregledanih stranica	1.296	1.069	642	182	3.189

5. ZAKLJUČAK

Sa mnogobrojnim izmenama u algoritmu veb pretraživača, danas je kreiranje kvalitetnog, interesantnog i informativnog sadržaja, koji će ljudi rado želeći da čitaju i dele, najbitnije. Veb pretraživači žele da se najbolji i najrelevantniji sadržaj rangira najbolje, a to utiče da je SEO postao više okrenut ka optimizaciji sadržaja ljudima, a manje za veb pretraživače.

Kako se algoritmi na veb pretraživaču menjaju tako se i SEO menja i prilagođava. SEO je dugotrajan proces. Ne može se sajt jednom optimizovati i ostaviti.

Ovo se može videti i iz rezultata, kako se broj sesija i korisnika smanjivao polako ako se nije kreirao nov, zanimljiv sadržaj koji će privući nove korisnike, a stare korisnike vraćati nazad. SEO može da napravi veliku razliku, pogotovo ako je veb sajt namenjen za prodaju proizvoda ili usluge i gde ima velike konkurencije.

Dalji rad na poboljšanju bi obuhvatalo sledeće:

1. Neophodno je da se više poradi na Off-Page optimizaciji. Pogotovo da se akcenat stavi na građenju linkova od relevantnih izvora.

2. Treba da se kreira poseban blog gde bi se pisao nov i zanimljiv sadržaj, umesto da se kreiranje novog sadržaja oslanja samo na News stranicu.

3. Kada bi se kreirao kvalitetan blog, ovo bi poboljšalo i aspekt socijalnih medija na kojem se takođe mora više poraditi.

4. Bilo bi korisno da se doda i forum na DOSIRD UNS veb sajt gde bi ljudi mogli da raspravljaju o disertacijama. Ovo bi omogućilo stvaranje jedne zajednice korisnika, a prvenstveno razmenu znanja i iskustva.

5. Tema bi trebalo da se promeni i da ima moderniji dizajn. Danas su popularne tzv. One Page stranice gde su ključne informacije kao što su about us, team, news, statistike sve prikazane na jednoj velikoj skrolabilnoj stranici.

6. LITERATURA

- [1] Dragan Ivanović, Branko Milosavljević, „Upravljanje digitalnim dokumentima“, Univerzitet u Novom Sadu, 2014.
- [2] Drupal CMS, <https://www.drupal.org/>
- [3] MySQL, <https://www.mysql.com/>
- [4] Apache server, <http://httpd.apache.org/>
- [5] PHP, <https://secure.php.net/>
- [6] Google Webmaster, <https://www.google.com/webmasters/>
- [7] Google Analytics, <http://www.google.com/analytics/>
- [8] Bing Webmaster tools, <http://www.bing.com/toolbox/webmaster>
- [9] HubSpot, <http://www.hubspot.com/>
- [10] AuthorityLabs, <http://authoritylabs.com/>

Kratka biografija:



Silvija Baro rođena je u Novom Sadu 1991. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Primenjene računarske nauke i informatika odbranila je 2015.god.

**RESTAURACIJA OPTEREĆENJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA NAKON VELIKIH
ISPADA****STORM MODEL MANAGEMENT**

Nikola Prečanica; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je definisan problem linearnog programiranja za kreiranje optimalnog plana popravki i restauracije napajanja velikih distributivnih mreža nakon ekstremnih vremenskih nepogoda. Verifikacija matematičkog modela izvršena je na primeru jednostavne distributivne mreže u programskom jeziku Fortran.

Abstract – In this paper linear programming problem of optimal restoration plan in large distribution networks after storm is defined. Verification of mathematical model is done on simple distribution network in Fortran programming language.

Ključne reči: Distributivne mreže, linearno programiranje.

1. UVOD

Električne mreže su tradicionalno dizajnirane za rad u normalnim vremenskim uslovima. Pri tome, unapred se računa da će takve mreže pri ekstremnim vremenskim prilikama (EVP) kao što su oluje praćene jakim vetrom (npr. uragani) ili velike snežne oluje, pretrpeti veliku štetu [1]. S obzirom da su ovakav dizajn električnih mreža ekonomski opravdan. Takvom pristupu je svakako doprinela činjenica da se pouzdanost mreže određivala na osnovu njenih ispada u toku normalnih vremenskih prilika i na osnovu efikasnosti restauracije napajanja nakon EVP-a.

Međutim, nakon većeg broja vremenskih nepogoda koje su u poslednje dve decenije pogodile razne krajeve sveta, prouzrokujući velike štete u električnim mrežama, a samim tim i celokupnoj privredi tih zemalja [1], došlo je do promene pristupa u dizajniranju električnih mreža [1]. Osnovna promena se ogleda u tome da se teži da se poveća robusnost električne mreže, tako da ekstremne vremenske prilike mogu da podnesu sa što manje oštećenja [2]. Ovo se posebno odnosi na distributivne mreže (DM) jer one zbog svoje radijalne strukture, velikog broja čvorova, izuzetno male redundanse podataka realnog vremena i niskog nivoa automatizacije predstavljaju najranjiviji deo elektroenergetskog sistema. Promeni pristupa doprinosi i činjenica da sve češće brza restauracija velikih područja nije dovoljna. Koliko god da je efikasna ona iziskuje velike troškove, što je za distributivna preduzeća, zahvaćena privatizacijom i deregulacijom neprihvatljivo.

NAPOMENA:

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

**2. PREVENTIVNE MERE U CILJU SMANJENJA
UTICAJA VREMENSKIH NEPOGODA NA
DISTRIBUTIVNE MREŽE**

Generalno, preventivne mere koje distributivna preduzeća sprovode, kako bi pripremila svoje mreže za buduće vremenske nepogode, mogu da se podeliti na dve grupe [3]:

1. Mere orijentisane ka pojačanju infrastrukture mreže,
2. Mere orijentisane na poboljšanje fleksibilnosti mreže.

2.1 Pojačanje infrastrukture mreže

Pojačavanje infrastrukture mreže se definiše kao fizička promena infrastrukture distributivnog preduzeća u cilju smanjenja osetljivosti na EVP, kao što su jaki vetrovi, poplave ili oštećenja koja prave elementi koji nisu deo elektroenergetskog sistema, a oštećuju mrežu (npr. oborena stabla, krovne konstrukcije objekata itd.). Ove mere poboljšavaju izdržljivost i postojanost prenosne i distributivne infrastrukture omogućavajući sistemu da izdrži EVP sa što manje oštećenja [4]. Moguće akcije za fizičko pojačavanje mreže su [1]:

1. Korišćenje čvršćih stubova nadzemnog voda,
2. Nadograđivanje postojećih stubova,
3. Smanjenje raspona između stubova,
4. Zamena nadzemnih vodova podzemnim.

Postoje četiri primarna motiva za pojačanje mreže [5]:

1. Održati napajanje potrošača visokog prioriteta,
2. Održati u pogonu važne strukture,
3. Održati napajanje ekonomskih centara,
4. Pojačati strukture sklone padu.

2.2 Unapređenje fleksibilnosti mreže

Mere orijentisane na unapređenje fleksibilnosti mreže podrazumevaju razvoj i primenu upravljačkih strategija sa kojima je moguće da celokupan elektrodistributivni sistem efikasno reaguje na promene koje su nastale kao posledica EVP. Unapređenje fleksibilnosti mreže sadrži i preventivne i korektivne akcije pre izbijanja EVP i što bržu i efikasniju restauraciju nakon njih. Neke od mera orijentisanih na unapređenje fleksibilnosti su:

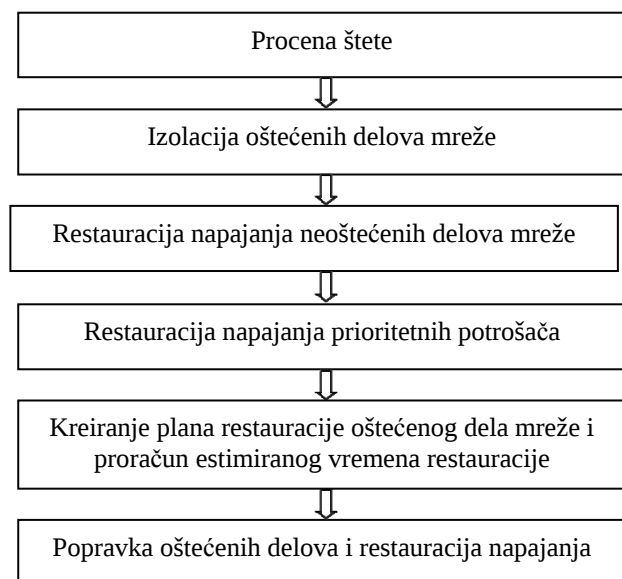
1. Izgradnja redundanse, rezervnog napajanja mreže,
2. Upotreba distribuiranih i mobilnih generatora,
3. Uvođenje tehnologija pametnih mreža.

3. UPRAVLJAČKE AKCIJE NAKON EVP

Vremenske nepogode izazivaju veliki broj ispada u DM na čijem rešavanju je angažovan veliki broj radnika (ekipa radnika). Kako bi se obezbedila efikasna i brza restauracija potrebno je da operatori celog procesa imaju ne samo pravovremeni uvid u stanje na terenu, već i

efikasan mehanizam za upravljanje sa ekipama koje sprovedu popravke.

U ovom delu je predstavljen proces restauracije napajanja nakon EVP. Proces izvršavanja akcija prilikom restauracije napajanja potrošačima prikazan je na slici 1.



Slika 1. Redosled izvršavanja akcija prilikom restauracije napajanja potrošača

3.1 Kreiranje plana restauracije (postavka problema optimizacije)

Veliki broj ekipa i radnika na terenu ne može da doprinese efikasnoj restauraciji mreže ukoliko ne postoji mehanizam na osnovu kojeg bi svakoj ekipi na terenu, u najboljem trenutku, dodelio za nju i celokupan problem najbolji zadatak. Upravo je problem optimalnog rasporeda ekipa i njihovih zadataka osnovni predmet ovog rada. U cilju modelovanja i rešavanja postavljenog problema, kreiranja optimalnog plana za restauraciju opterećenja velikih područja, izvršena je njegoa dvostruka dekompozicija:

1. Prostorna dekompozicija mreže i
2. Vremenska dekompozicija poslova.

Prostorna dekompozicija se temelji na prikazu mreže pomoću segmenata, dok vremenska dekompozicija predstavlja podelu poslova po vremenskim intervalima. Segment se kreira na osnovu rasporeda prekidačke opreme. Segment počinje prekidačem i završava se dolaskom na sledeći prekidač ili nailaskom na poslednji element koji nema elemenata potomaka.

Problem optimizacije može se iskazati na sledeći način: Potrebno je izvršiti N_p popravki na terenu uz pomoć N_{cr} ekipa (u opštem slučaju N_{cr} je manje od N_p) u što kraćem vremenskom intervalu koje predstavlja rešenje optimizacije. Popravka i traje vreme T_i . U skladu sa prostornom dekompozicijom mreže svaka od popravki se pridružuje odgovarajućem segmentu tako da kao ulazni podatak dostupan je i broj oštećenih segmenata N_{ds} . Pri traženju optimalnog rešenja poštuju se sledeća ograničenja:

1. Svaka popravka može započeti samo jednom.
2. Vreme završetka popravke je jednako zbiru početnog

trenutka popravke i aproksimativnog vremena potrebnog da se popravka izvrši.

3. U svakom vremenskom intervalu može da radi manje ili jednako ekipa od raspoloživih.
4. Napajanje segmentu je moguće vratiti samo ako su završene sve popravke u okviru datog segmenta.
5. Vreme restauracije segmenta je veće ili jednako od vremena restauracije svih oštećenih roditeljskih segmenata.
6. Vreme restauracije napajanja cele mreže je veće ili jednako od vremena restauracije svih segmenata.
7. Jedna ekipa ne može biti raspoređena na više od jedne popravke u jednom vremenskom intervalu.
8. Potrebno je prvo izvršiti popravke koje blokiraju pristup nekoj drugoj popravci (npr. potrebno je prvo ukloniti oboreno stablo pa tek nakon toga pristupiti popravci oštećenog nadzemnog voda).
9. Ograničenje nenegativnosti varijabli koje sadrži svaki linearni program.

Ovako postavljan problem optimizacije može da se modeluje i rešava kao linearni optimizacioni problem sa ograničenjima tipa jednakosti i nejednakosti. Pritom, cilj optimizacije je minimizacija ukupnog vremena restauracije opterećenja svim potrošačima nakon EVP uvažavajući prethodno nabrojana ograničenja.

Konačno, kao rešenje optimizacionog problema očekuje se lista (redosled) akcija i ekipa koje će te akcije realizovati, poštujući navedena ograničenja, tako da se minimizira ukupno vreme restauracije.

4 MATEMATIČKI MODEL PROBLEMA OPTIMIZACIJE

Rešavanjem problema optimizacije se iz oblasti dopuštenih vrednosti (definisane skupom aktivnih ograničenja) traže vrednosti svih promenljivih x za koje kriterijumska funkcija $f(x)$ ostvaruje svoj maksimum, odnosno minimum – optimalno rešenje [6]. Optimalno rešenje predstavlja najbolje rešenje. Da bi se za neko rešenje moglo reći da je najbolje potrebno je imati merilo kvaliteta rešenja. Stoga u matematičkom modelu postoji funkcija koja svakom rešenju pridružuje vrednost i tako omogućava poređenje rešenja. Ta funkcija se naziva kriterijumska funkcija [6]. Pomenuta ograničenja su modelovana jednačinama tipa jednakosti i nejednakosti.

Generalno, optimalno rešenje predstavlja rešenje za koje važi uslov:

$$f(x^*) \geq f(x), \quad \forall x \in X, \quad (1)$$

u slučaju da je potrebno pronaći maksimum $f(x)$, odnosno uslov:

$$f(x^*) \leq f(x), \quad \forall x \in X \quad (2)$$

u slučaju da je potrebno pronaći minimum $f(x)$.

Linearno programiranje (LP) predstavlja specijalni slučaj optimizacionog problema koji je opisan linearnim algebarskim jednačinama i nejednačinama [7]. U ovom slučaju se termin programiranje ne odnosi na računarsko programiranje već predstavlja sinonim za planiranje, odnosno za određivanje optimalnog (najboljeg) plana. LP omogućava pronalaženje najboljih rešenja različitih problema. Ono se često koristi za rešavanje poslovnih

problema, kao što su problemi u kojima je potrebno ostvariti najveću dobit ili je potrebno obezbediti uslugu najvećeg mogućeg kvaliteta, ali sa ograničenim resursima (ljudi, finansije, materijal itd.) Već je rečeno da određivanje optimalnog plana podrazumeva određivanje promenljivih takvih da je vrednost kriterijumske funkcije optimalna, a da pri tome nije narušeno ni jedno ograničenje.

Za potrebe ovog rada, matematički model problema optimalnog rasporeda ekipa, realizovan je u skladu sa matematičkim modelom LP. Ako se razmatra LP gde varijable mogu da prime samo celobrojne vrednosti takvo LP predstavlja celobrojno programiranje – ono je iskorišćeno za potrebe ovog rada [8].

U glavi 3.1 rečeno je da je kreiranje optimalnog plana popravki linearni optimizacioni problem sa ograničenjima tipa jednakosti i nejednakosti. Stoga je potrebno u skladu sa teorijom linearnog programiranja ograničenja tipa nejednakosti transformisati u ograničenja tipa jednakosti dodavanjem dopunskih promenljivih.

Ograničenja na varijable u ovom problemu ne postoje (sve varijable datog problema već imaju ograničenje nenegativnosti) tako da nije potrebno dodavati dopunske varijable za transformaciju ograničenja na varijable u ograničenje nenegativnosti varijabli.

5. VERIFIKACIJA MATEMATIČKOG MODELA

Verifikacija matematičkog modela izvršena je u programskom jeziku Fortran. Na osnovu ulaznih podataka izvršeno je kreiranje modela. Kreiranje matematičkog modela podrazumeva:

1. transformaciju ograničenja tipa nejednakosti u ograničenja tipa jednakosti,
2. proširivanje vektora nepoznatih varijabli dopunskim varijablama,
3. Generisanje matrice ograničenja,
4. Kreiranje vektora ograničenja.

Za rešavanje postavljenog problema korišćen je mešoviti celobrojni "solver" (eng. Mixed integer solver) linearnog programiranja [8]. Prilikom izrade ovog rada za rešavanje problema LP korišćen je GNU Linear Programming Kit (GLPK) softverski paket [8].

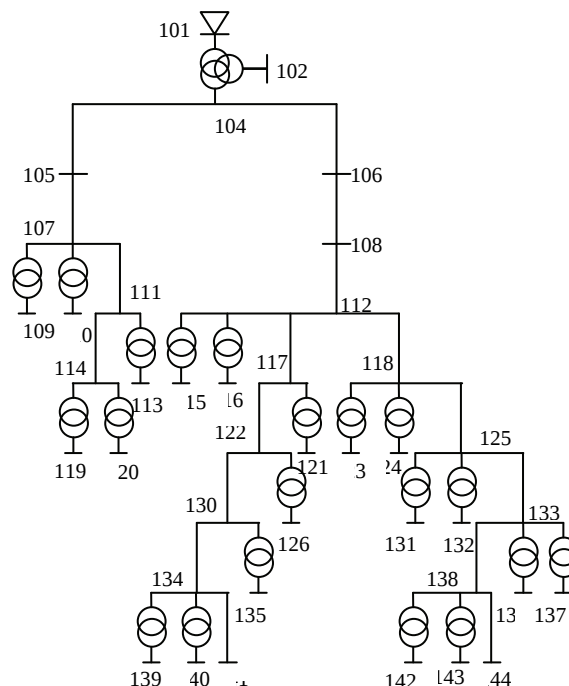
Dobijeni rezultati prikazani su pomoću Gantovog (Gantt) dijagrama koji je pogodan za vizuelni prikaz kreiranog plana restauracije. Gantov dijagram je tip stubastog dijagrama koji prikazuje raspored projekta. Njime je prikazan početak i kraj vremenskih intervala pojedinačnih elemenata projekta kao i njihov pregled. Gantov dijagram takođe prikazuje zavisnost između aktivnosti u okviru projekta [9].

Upravo zbog ove osobine on je iskorišćen za prikaz plana restauracije (napomena: poslovi su međusobno zavisni, npr. ne može se pristupiti popravci transformatorske stanice dok se prvo ne sanira problem poplavljenog područja u okviru kog je i pomenuta stanica).

5.1 Test mreža

Test mreža na kojoj je izvršena verifikacija matematičkog modela je radijalna mreža koja se napaja sa tronamotajnog transformatora 110/20/10 kV/kV/kV, slika

2. Trouglom je označen izvor napajanja test mreže. Mreža sadrži dvadeset dvonamotajnih transformatora 20/0.4 kV/kV. U mreži se nalaze i dva industrijska potrošača koji su priključeni na napon 20 kV u čvorovima 141 i 144.



Slika 2. Test mreža

U Tabeli 1 prikazano je stanje mreže sa oštećenjima nakon EVP. U tabeli su prikazani indeksi prvog i drugog čvora grane zahvaćene kvarom, tip oštećenja, aproksimativno vreme potrebno za odgovarajuću popravku i segment kojem dato oštećenje pripada.

Tabela 1. Spisak oštećenja mreže

Ind	Čv. 1	Čv. 2	Oštećenje	Vreme za popravku	Segment
1	107	109	poplava	3	3
2	107	109	oštećen transformator	3	3
3	105	107	oboreno stablo	1	3
4	105	107	oštećena 3 stuba voda	2	3
5	108	112	oštećen kabl	4	6
6	112	118	oštećen kabl	3	6
7	112	115	oštećen transformator	3	7
8	112	115	oštećena prekidačka oprema	1	7
9	122	130	poplava	4	10
10	122	130	oštećen kabl	2	10
11	122	130	oštećena zaštitna oprema	2	10
12	122	126	oštećen transformator	7	9
13	125	133	srušeno 5 stubova voda	4	14
14	125	133	oboreno 5 stabala	3	14
15	125	133	Prekinut provodnik	5	14

Logička uslovljenost poslova je definisana matricom Z , gde $z_{ij}=1$ znači da se prvo mora izvršiti popravka i -tog oštećenja, pa tek nakon njegove popravke moguće je pristupiti popravci j -tog oštećenja, gde i i j predstavljaju vrstu i kolonu matrice, respektivno ($z_{ij}=0$ znače da popravke i i j nisu međusobno uslovljene).

$$Z = \begin{bmatrix} 1 & & & & & & & & & & & & & & \\ & 1 & & & & & & & & & & & & & \\ & & 1 & & & & & & & & & & & & \\ & & & 1 & & & & & & & & & & & \\ & & & & 1 & & & & & & & & & & \\ & & & & & 1 & & & & & & & & & \\ & & & & & & 1 & 1 & & & & & & & \\ & & & & & & & 1 & & & & & & & \\ & & & & & & & & 1 & & & & & & \\ & & & & & & & & & 1 & & & & & \\ & & & & & & & & & & 1 & & & & \\ & & & & & & & & & & & 1 & & & \\ & & & & & & & & & & & & 1 & & \\ & & & & & & & & & & & & & 1 & \\ & & & & & & & & & & & & & & 1 \end{bmatrix}$$

Time je definisan redosled izvršenja uslovljenih popravki, prvo realizovati popravku i , a tek nakon toga popravku j . Npr. popraviti oštećenje 1 pre početka rada na oštećenju 2; završiti popravku 3 pre 4; 6 pre 7; 8 pre 9 i 10; 9 pre 10; 13 pre 15 i završiti popravku 14 pre 13.

Za rešavanje ovih popravki na raspolaganju su četiri ekipe. U cilju lakše analize rezultata i razumevanja ograničenja 5 datog u glavi 3.1 koje glasi da je vreme restauracije segmenta veće ili jednako od vremena restauracije svih oštećenih roditeljskih segmenata dat je pregled povezanosti segmenata.

Segmenti 3 i 6 nemaju oštećene roditeljske segmente dok je ostalim segmentima 7, 10, 9 i 14 oštećen zajednički roditeljski segment sa indeksom 6.

To znači da segmenti 3 i 6 nisu podložni datom ograničenju dok se segmentima 7, 10, 9 i 14 napajanje može restaurisati tek nakon restauracije segmenta 6.

5.2 Prikaz rezultata

Rezultati su prikazani pomoću Gantovog dijagrama gde je crnom bojom predstavljen vremenski interval u kojem je izvršena odgovarajuća popravka, Tabela 2.

U prvoj koloni dati su indeksi oštećenja iz tabele 1, dok su u prvom redu prikazani vremenski intervali.

Raspored ekipa na popravkama je sledeći:

1. Ekipa 1 – radi redom na popravkama 8, 5, 2, 7,
2. Ekipa 2 – radi redom na popravkama 6, 11, 10,
3. Ekipa 3 – radi redom na popravkama 1, 9, 3, 15,
4. Ekipa 4 – radi redom na popravkama 14, 13, 12, 4.

Tabela 2 – Gantov dijagram popravki

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

6. ZAKLJUČAK

U radu je razmatran problem upravljanja distributivnom mrežom pre i nakon ekstremnih vremenskih prilika. Prikazane su akcije koje je neophodno izvršiti pre dolaska vremenske nepogode, kao i akcije koje se izvršavaju nakon istih. Tokom trajanja nepogoda nije moguće izvršavati aktivnosti, već je moguće samo vršiti monitoring sistema. Kreiranje plana restauracije je postavljen kao linearni optimizacioni problem sa ograničenjima tipa jednakosti i nejednakosti. Za rešavanje ovog linearnog problema korišćen je postojeći mešoviti celobrojni solver.

7. LITERATURA

- [1] R.E.Brown: Changing infrastructure requirements for major weather events, IEEE, 2012.
- [2] R.E.Brown: *Electric power distribution reliability, second edition*, CRC Press, 2009.
- [3] The GridWise Alliance: *Improving electric grid reliability and resilience – Lessons learned from superstorm Sandy and other extreme events*, The Grid Wise Alliance, 2013.
- [4] Edison Electric Institute: *Before and after the storm*, Edison Electric Institute, 2013.
- [5] R.E.Brown: Storm hardening the distribution system, Quanta Technology, 2010.
- [6] M.Vujošević: Operaciona istraživanja – Izabrana poglavlja, Fakultet organizacionih nauka Beograd, 1999.
- [7] V.A.Levi, D.D.Bekut: *Primena računarskih metoda u elektroenergetici*, Stylos Novi Sad, 1997.
- [8] Free Software Foundation: GNU Linear Programming Kit version 4.35, 2009.
- [9] http://sh.wikipedia.org/wiki/Ganttov_dijagram.

Kratka biografija:



Nikola Prečanica rođen je u Somboru 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2015. god.

PROJEKTOVANJE PASIVNE OPTIČKE MREŽE**PASSIVE OPTICAL NETWORK DESIGN**Aleksandar Nikolić, Dejan Nemec, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste da pokaže osnove za projektovanje i kompletnu realizaciju FTTH optičke mreže, odnosno pasivne optičke mreže PON, od istraživanja tržišta i pribavljanja dozvola, preko početnog budžeta i troškova, do marketinga i puštanja mreže u rad.

Abstract – The aim of this paper is to show the basis for the design and realization of FTTH optical network, or PON passive optical network, from market research and permits obtaining, over the initial budget and cost to marketing and putting the network into operation.

Ključne reči: FTTH, projektno planiranje, projektovanje mreže, servisi mreže.

1. UVOD

Razvojem tehnologije i padom cena optički mrežni sistemi, koji su bili rezervisani samo za povezivanje udaljenih tačaka, npr. linkovi između gradova ili kontinenata, sada postaju dostupni i krajnjim korisnicima. Tzv. optika do kuće, FTTH (*Fiber To The Home*), i optika do zgrade, FTTB (*Fiber To The Building*), jesu sistemi koji su postali neizostavni deo savremenih telekomunikacionih sistema. Pasivna optička mreža, PON (*Passive Optical Network*), koja obezbeđuje velike protoke korisnicima, oslanja se na FTTH koncept.

FTTH je mrežna tehnologija koja obezbeđuje optički kabel direktno do kuće ili do kancelarije krajnjeg korisnika pružajući usluge prenosa govora, videa i/ili podataka. Zahvaljujući veoma velikom kapacitetu optičkih vlakana, FTTH može da obezbedi veći kapacitet od konkurentskih tehnologija, npr. bakarnih parica.

2. OPIS FTTx MREŽE

Tehnologija optika do kuće (FTTH) predstavlja pristupnu komunikacionu arhitekturu zasnovanu na optičkim vlaknima, gde se veliki broj krajnjih korisnika povezuje na centralnu tačku koja se naziva pristupni čvor ili tačka pristupa (POP – *Point of Presence*). Svaki pristupni čvor sadrži elektronsku opremu za (aktivni) prenos, neophodnu za obezbeđivanje aplikacija i usluga, koristeći optičko vlakno do korisnika.

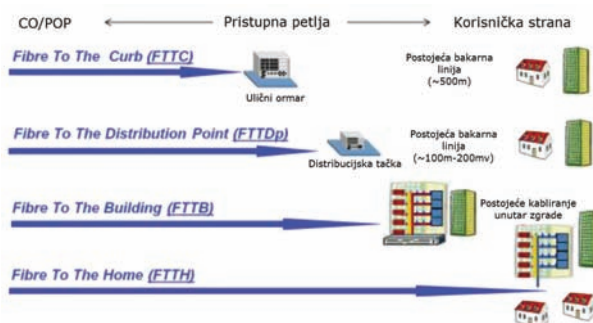
Varijacije osnovnih mrežnih arhitektura moguće su u zavisnosti od broja vlakana, pozicije splitera (tačaka grananja) i tačaka agregacije i prikazani su na slici 1:

- **Optika do kuće (FTTH)** – svaki pretplatnik je direktno povezan namenski određenim vlaknom na određeni port opreme u POP tački.

NAPOMENA:

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

- **Optika do zgrade (FTTB)** – svaka optička razvodna kutija u zgradi (često postavljena u podrum) je povezana namenskim vlaknima do porta na POP-u. Veze između pretplatnika i razvodne kutije zgrade ostvaruju se bakarnim kablovima i mogu uključivati neke od Ethernet veza koje su pogodne.
- **Optika do izdvojenog stepena (FTTC – *Fiber To The Curb*)** – svaki svič ili DSL pristupni multiplexer (DSLAM – *Digital Subscriber Line Access Multiplexer*), često postavljen u izdvojenom stepenu (npr. ulični ormar), povezan je sa POP-om jednim ili parom vlakana, noseći agregatni saobraćaj Ethernet konekcijom. Svičevi u uličnim ormarima nisu povezani vlaknima već bakarnim paricama. Ovakva arhitektura se ponekad naziva „Aktivni Ethernet” jer joj je neophodno da ima neki aktivni mrežni element u blizini.
- **Optika do distribucione tačke (FTTDp – *Fiber To The Distribution point*)** – predstavlja povezivanje POP-a na distribucionu tačku optičkim kablom, pa od distribucione tačke do krajnjeg korisnika bakarnim kablom [1].



Slika 1. Različiti tipovi FTTx mreža

3. PROJEKTNO PLANIRANJE

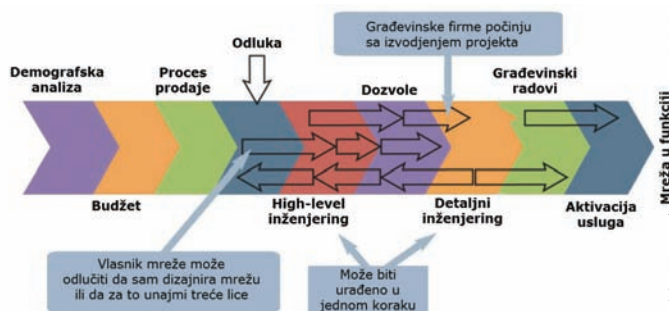
Složenost projektovanja FTTH mreže često se ne ističe onoliko koliko bi trebalo. Treba uspostaviti razliku između izgradnje mreže FTTH i upravljanja radom mreže.

Na dijagramu prikazanom na slici 2, dat je vremenski okvir ključnih faza koje dovode do aktivacije FTTH mreže i ističu najvažnije događaje u fazi razvoja [2].

Jedna od bitnih stvari je razumevanje tržišta: potencijalna baza korisnika, konkurencija između provajdera usluga i servisa, kao i geografija područja i postojeća infrastruktura na predloženoj teritoriji, odnosno oblasti. Ove informacije omogućavaju vodi projekta da napravi inicijalnu procenu situacije i završi poslovni plan.

Prilikom određivanja inicijalnog budžeta za projekat, oblasti koje su najatraktivnije treba identifikovati u

demografskoj analizi. Početni budžet, zajedno sa mogućim prihodima navedenim od strane demografske analize, ponudiće realan napredak na sledeću fazu. Pod pretpostavkom da je doneta odluka za početak izvođenja radova, biznis plan i obezbeđene finansije za realizaciju projekta moraju biti na svom mestu. Uoči gradnje preporučuje se da postoji neki minimalni procenat korisnika koji su potpisali predugovor za korišćenje. Registrovanje korisnika unapred, zajednička je strategija među FTTH operatorima.



Slika 2. Vremenski dijagram FTTH projekta

High-level inženjering odlučuje o građevinskoj strategiji. Sve moguće postojeće sisteme kanala treba uzeti u obzir, pored toga mora se uzeti u obzir i dugoročna perspektiva infrastrukture.

Proces „prava prolaska” treba razmotriti u ranoj fazi projekta kao i učestvovanje lokalnog stanovništva u primeni u datoj oblasti. Ovaj proces obuhvata ne samo pregovore o „pravu prolaska” i održavanju mreže, već uključuje i pronalaženje prostora za pristupni čvor (POP) i tačke kroskonekcije.

Projektovanje mreže se može obaviti bilo od strane vlasnika mreže ili izvođača, u zavisnosti od izabrane strategije za izgradnju.

Iako se optička infrastruktura može smatrati visokom tehnologijom većina troškova se odnosi na iskop. Ispitivanje metoda i materijala za minimiziranje kopanja i rada na licu mesta umnogome smanjuje ukupne troškove. Glavno pitanje je stvarni pristup kućama, posebno u slučaju više stambenih jedinica. Instalacija često zahteva koordinaciju gde nekoliko pojedinaca moraju da obezbede pristup svojim kućama i da omoguće radove. Ovo često remeti proces instalacije i rezultuje neočekivanim troškovima.

Faza aktiviranja mreže ne može da počne dok se ne kreira potpuna veza od krajnjeg korisnika do eksterne mreže. Mreža nije ni od kakve vrednosti za krajnjeg korisnika i neće generisati prihode za provajdera dok se ne aktivira i ne ispuni sa uslugama koje se mogu koristiti.

Usluge treba da budu dostupne u isto vreme kad i povezivanje. Takođe, podrška mora da postoji odmah na mestu čim postoje preplatnici na mreži [2].

4. SERVISI

Ključno pitanje za sve vrste FTTH organizacija jeste koji tip usluga će biti dostupan preko mreže: da li oni uključuju vlasnika mreže, veleprodajnog operatora ili maloprodaju servisa. Ako organizacija ne planira da se bavi maloprodajom usluga biće potrebno da se naprave dogovori sa kompanijama koje će to raditi.

Evolucija usluga je usko povezana sa dostupnošću propusnog opsega, i efekta koje dostupni servisi imaju jedan na drugi. Nove usluge stvaraju nove izvore prihoda, podstiču usvajanje novih uređaja, menjaju ponašanje krajnjeg korisnika i utiču na njegovu potrebu za povećanjem propusnog opsega. Proširenje kapaciteta propusnog opsega omogućava smeštaj dodatnih sadržaja i i podstiče razvoj novih usluga.

4.1 Stambeni servisi

U prošlosti tipične usluge koje su se nudile u stambenom sektoru su obuhvatale osnovnu telefoniju, pristup Internetu i IPTV (*Internet Protocol TeleVision*), tzv. *Triple-Play*. Danas većina operatora ide dalje od ovih osnovnih usluga i nudi pakete koji ih razlikuju od konkurencije i stvaraju veću potencijalnu zaradu. Primeri takvih usluga su *web* prostor, *online backup* (čuvanje podataka na mreži), igre, video nadzor itd.

Sve veći broj preplatnika traži pouzdanu i brzu širokopojasnu vezu za pristup raznim Internet aktivnostima uključujući kupovinu putem Interneta, mrežno poslovanje, pristup javnim servisima, pristup mrežnim TV uslugama kao što su npr. Hulu ili BBC, zatim mrežno igranje, strimovanje muzike i još mnogo toga.

Mrežni TV servisi su primer aplikacije koja je dostupna svakom sa pristupom Internetu. Ovo se razlikuje od IPTV usluge, koja se pruža korisnicima od strane provajdera i to isključivo ako su preplaćeni na nju. Mnoge Internet aplikacije takođe zahtevaju velike brzine slanja podataka, a najkarakterističniji primer ove usluge je video poziv.

Veliki kapacitet koji dobijamo na raspolaganju od FTTH mreže pruža dobru platformu za pružanje novih usluga ali ne treba preterivati. Brz i pouzdan širokopojasni propusni opseg je dobar način da se obezbedi lojalnost preplatnika. Propusni opseg je sam po sebi profitabilan proizvod, u stvari to je najprofitabilniji proizvod za mnoge usluge.

4.2 Poslovni servisi

Mnoga velika preduzeća su već uključena u optičke mreže zbog njihovih velikih propusnih opsega, visoke pouzdanosti i visokih zahteva u pogledu bezbednosti. Kao rezultat posebnih uslova, ove velike kompanije obično nisu povezane direktno na istu infrastrukturu kao i stambeni preplatnici.

Međutim mala i srednja preduzeća mogu lako biti uslužena od strane tipične FTTH mreže, čak i ako je mreža orijentisana ka privatnim preplatnicima. Razgovor sa svakom firmom koja se nalazi unutar zone pokrivanja može biti prednost prilikom planiranja sopstvene mreže. Poslovni korisnici mogu biti zainteresovani za prilagođene pakete usluga koji uključuju dodatne funkcije kao što su garantovano vreme isporuke paketa, prioritet pristupa resursima, visoka sigurnost i stepen korisničke podrške.

4.3 Servisi operatora

„Otvoreni pristup”, koji omogućava trećim licima da nude svoje usluge na mreži, može poboljšati poslovni model, posebno uključivanje novih stranaka u maloprodajnom tržištu. Privlačenje raznih ustanova i Internet provajdera koji bi nudili svoje usluge preko mreže mogu biti efikasno rešenje za povećanje ukupnog prodora na tržište. Na ovaj način vlasnik mreže može ostvariti dodatni povrat investicije.

4.4 Javni servisi

Javni sektor nikako ne treba zanemariti prilikom nacрта planova FTTH mreže. Škole, biblioteke, bolnice i zgrade lokalne samouprave zahtevaju povezivanje i imaju zahteve za dodatna proširenja, sve ove organizacije mogu postati prilično veliko tržište na mreži.

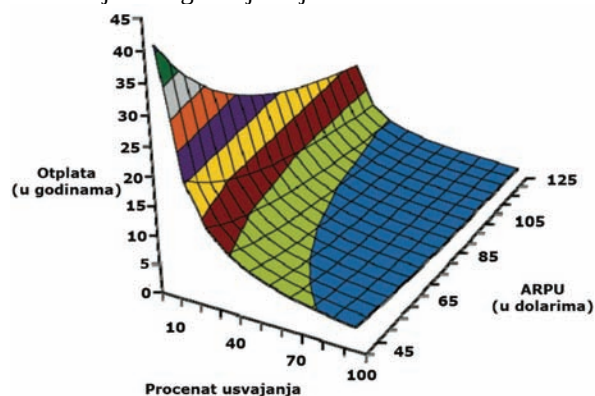
4.5 Cenovne strategije

Prosečan prihod po korisniku (ARPU – *Average Revenue Per User*) je pravi izraz za prosečne mesečne prihode koji se isplaćuju od strane preplatnika. Što je veći ARPU na ciljanoj tržištu, ono će biti privlačnije za investitore.

Studija NGA (*Next Generation Access Network*) proizvodnih programa imenovanih od strane FTTH Council Europe identifikovala je nekoliko različitih maloprodajnih strategija. Yankee Group [3] je analizirala servise 20 NGA operatora širom sveta, kako bi se utvrdila vrsta usluga koja se trenutno nudi, atraktivnost, relativna profitabilnost i tehnički zahtevi ovih usluga, kao i pravci u kojima se dalje razvijaju pružaoci ovih usluga. Studija je identifikovala tri različite strategije koje su u igri na tržištu:

- **Širokopojasna uslužna strategija** ima za cilj da pruži jeftin pristup Internetu što većem broju korisnika što je više moguće. Ovo je tipična strategija za opštinske mreže i alternativne operatore.
- **Proširi i unovči strategija** se sastoji od široko rasprostranjene mreže sa nekoliko servisa dodatnih vrednosti koji se nude dok se ne dostigne kritična masa korisnika.
- **Premijum usluge**, ova strategija podrazumeva pružanje atraktivnih usluga po premijum cenama, manjoj ciljanoj grupi korisnika bez smanjivanja postojećih prihoda. Ova vrsta strategije se često sreće kod dominantnih operatora.

U odvojenoj studiji (Slika 3.) Yankee Group je pokazao da penetracija mreže ima najveću snagu FTTH poslovnog modela a ne ARPU. Za set pretpostavki u njihovom modelu, bilo je teško napraviti biznis plan sa periodom otplate od pet godina ili manje, osim ako prodiranje mreže nije dostiglo najmanje 30%.



Slika 3. Period otplate bez popusta sa 1000\$ po povezanoj kući i 45% bruto marže

U principu, lakše je krenuti na rastućem tržištu, mada je takođe sasvim moguće pretvoriti lokalno tržište sa sporim širokopojasnim brzinama u tržište sa brzim širokopojasnim pristupom. Najrizičniji predlog je tržište

koje već ima dobru FTTH pokrivenost. Iako su svi ostali faktori jednaki, procenat postojećeg FTTH operatora odmah smanjuje tržište za 50%, jer nije za očekivati da će novi provajder dobiti fer udeo na tržištu [3].

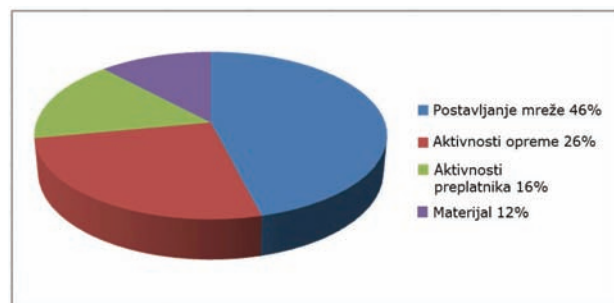
5. POSTAVKA I RAZVOJ

Najvažnije pitanje su troškovi. Kolika investicija je potrebna da se izgradi mreža, i koliko će još sredstava biti potrebno za održavanje? Koje su moguće strategije za postavljanje mreže i njihov uticaj na poslovni slučaj?

Rashodi se svrstavaju u tri glavne kategorije:

- **Kapitalni izdaci** (CAPEX – *Capital Expenditure*) – glavni troškovi na početku projekta, kao i u toku nadogradnje i proširenja.
- **Operativni rashodi** (OPEX – *Operating Expenditure*) – troškovi održavanja i upravljanja mrežom.
- **Troškovi prodane robe** (COGS – *Cost of Goods Sold*) – troškovi nastali prilikom prodaje.

Na slici 4. prikazana je pojednostavljena CAPEX postavka za tipičnu FTTH mrežu, gde se postojeća infrastruktura ne može ponovo upotrebiti. Građevinski radovi, kopanje rovova za kanale ili kablove a zatim opet njihovo popunjavanje, su najskuplji i stoga nude najveći potencijal za smanjenje troškova kao i veliku razliku u troškovima između različitih situacija [2].



Slika 4. Prikaz troškova FTTH projekta

Bez obzira na mrežnu arhitekturu, P2P (*Point-to-Point*) ili P2MP (*Point-to-MultiPoint*), važno je razmotriti kako projekat postavljanja kablova može da utiče na razvoj mreže u budućnosti. FTTH mreža je dugoročna investicija. Predviđeni životni vek kabla u zemlji je najmanje 25 godina (ovo je minimalni radni vek koji garantuje proizvođač), međutim jako verovatno je da će radni vek biti i duži. Uobičajena greška u mrežnom dizajnu je da se uštedi na početnim troškovima ugradnjom broja vlakana koji se poklapaju sa trenutnim zahtevima. Instaliranje minimalnog broja vlakana često dovodi do potrebe za instalacijom naprednije i skupe komunikacione opreme. Rešenja sa jednim vlaknom bi mogla da stvore dodatna tehnička i komercijalna uska grla u budućnosti. Za postavljanje aktivne opreme potrebno je obezbediti prostor za centralno postrojenje koje je obično mala zgrada ili prostorija u kojoj su svi priključci vlakana terminirani i konektovani na elektronsku prenosnu opremu. Cena opreme u centralnom postrojenju zavisi će od izabrane tehnologije i od dobavljača odnosno prodavca.

Ne postoji jednostavan odgovor na pitanje koja je tehnologija postavljanja bolja, P2P ili P2MP. Najbolje

rešenje zavisi od brojnih faktora, kao što su pristup kanalnom prostoru, lokalni troškovi rada, nadležnosti organizacije, itd. Mrežni operator mora pažljivo proceniti specifične mrežne okolnosti.

Pored troškova za terminiranje vlakana u kući ili stanu, postoji i trošak povezan sa aktiviranjem veze i instaliranje neophodne aktivne opreme u kući. Za razliku od DSL-a, oprema koja se koristi na preplatničkoj strani obično nije dostupna kod maloprodajnih dobavljača i mora biti dostavljena od strane operatora koji pružaju FTTH vezu.

U cilju da se prođe što više domova što je brže moguće nije obavezno da se na najekonomičniji način mreža pušta u rad. Poslovna studija pokazuje da je bolje da se postigne dobar prodor u ograničenom prostoru nego da se ima manji prodor u većem prostoru. Veći povrat ulaganja (ROI – *Return On Investment*) generalno se postiže sa tzv. *cherry-picking* pristupom. Ovo se odnosi na raspoređivanje FTTH u posebno odabranim, ograničenim područjima koja nude veći potencijal za usvajanje FTTH mreže po najnižoj mogućoj ceni po objektu.

Mrežni operatori ne poseduju uvek zemlju preko koje prolazi FTTH mreža. Zbog toga je neophodno da traže dozvolu i plate vlasniku zemljišta za pravo da tuda instaliraju optičke kablove. Ako se ovo pravo za korišćenje zemljišta stiče kroz plaćanje paušala, to će biti kategorisano kao kapitalni izdaci. Alternativno ako se faktoriše kao periodična zakupnina (mesečno, kvartalno ili godišnje) biće klasifikovano kao operativni trošak. Drugim rečima troškovi prava na prolaz se mogu tretirati kao CAPEX ili OPEX, mada se većina tretiraju kao operativni troškovi.

Jedna od aktivnosti koja je često predviđena u poslovnom slučaju su troškovi privlačenja preplatnika na mrežu.

Tamo gde se ugovori mogu sklopiti sa stanodavcima ili udruženjima stanara, troškovi se šire na 20, 50 ili čak više potencijalnih preplatnika. Kod prodaje po pojedinačnim kućama može biti neophodno koristiti jeftine pristupe oglašavanja, npr. flajeri, jer troškovi oglašavanja preko masovnih medija (radio, televizija i sl.) ne mogu biti opravdani zbog ograničenog broja potencijalnih preplatnika.

Planiranje i budžet za *backhaul* je potrebno jer FTTH mreža treba da bude povezana na Internet. Troškovi će zavisiti od toga da li je vlasnik mreže iznajmljuje optička vlakna (*dark fiber*) od drugog provajdera, kupuje protok (*bitstream*) ili je sam vlasnik *backhaul*-a. Kako će *backhaul* troškovi biti operativni trošak, kupovina minimalnog kapaciteta neophodnog za mrežu je preporučljiva.

Bitstream troškovi za operatora mogu biti značajni, u zavisnosti od raspoloživosti, lokalne cene i stepena konkurencije. Izazov je, dakle, da se procene i troškovi i korektna upotreba po korisniku, odnosno da se odluči kolika je *backhaul* preplata (ako je i ima uopšte) dopustljiva i da li da se stavi tačka na korišćenje. Ovo nije neuobičajena praksa u regionima sa visokim tranzitnim IP troškovima.

6. ZAKLJUČAK

S obzirom na stalno povećanje apetita korisnika za brzinama prenosa i propusnim opsegom, provajderi postaju sve više svesni toga i ulažu unapred kako u nove,

tako i u razvoj postojeće infrastrukture. Konkurencija na tržištu telekomunikacionih usluga je velika, pa konkurenti preuzimaju inicijativu, ne čekajući da se stvori potreba na tržištu već sami nude što veće kapacitete prenosa do krajnjih korisnika.

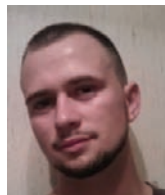
Marketing postaje glavno oružje za prodaju servisa i pridobijanje korisnika.

Pažljivom analizom tržišta možemo odabrati pravi trenutak za „pokretanje naše mreže”, takođe otvaranjem edukativnih centara možemo privoleti veći broj potencijalnih korisnika da se preplate na naše usluge.

7. LITERATURA

- [1] Fiber to the Home Council Europe, “*FTTH Handbook*”, Ed. 6, February 2014
- [2] Fiber to the Home Council Europe, “*FTTH Business Guide*”, Ed. 4, February 2013
- [3] YankeeGroup, “*Fiber to the Home: Making That Business Model Work*”, June 2009

Kratka biografija:



Aleksandar Nikolić rođen je u Šapcu 1989. god. Diplomski-master rad odbranio je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Energetike, Elektronike i Telekomunikacija.



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.

**RAZVOJ APLIKACIJE ZA EFIKASNIJU UPOTREBU MODELA PODATAKA
ELEKTROENERGETSKE MREŽE****APPLICATION DEVELOPMENT FOR EFFICIENT MANAGEMENT OF POWER
SYSTEM NETWORK MODEL**Branislav Nikolić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je implementacija aplikacije za efikasniju upotrebu modela elektroenergetskog sistema, koja sadrži alat za vizualizaciju tipova podataka i alat za kreiranje dijagrama klasa. Takođe, u radu je opisana implementacija aplikacije za proveru funkcionalnosti navedenih alata.

Abstract – This document describes application implementation of efficient model management of electric power system network, containing data type visualization tool and class diagram creating tool. Also, this document describes application implementation of checking functionality for these tools.

Cljučne reči: CIM, UML, XMI, Vizualizacija, Debugger

1. UVOD

U radu je opisan postupak implementacije i upotrebe pomoćnog alata za softverske inženjere, koji rade sa modelom elektroenergetske mreže. Ideja razvoja ovakvog alata, nastala je iz potrebe da se prilikom rada sa elementima modela elektroenergetske mreže, na jednostavan način, dobiju semantički kvalitetne informacije, koje do sada nisu bile dostupne.

Prvi pravac razvoja, realizovan je proširenjem funkcionalnosti *Visual Studio debugger*-a, koja vrši vizualizaciju tipova podataka. Prilikom analize izvornog koda ciljnog projekta, u procesu *debug*-a, mogu se uočiti jasno opisani, ljudima čitljivi i semantički kvalitetni podaci o objektima modela elektroenergetske mreže. Moguće je analizirati međusobne veze navedenih objekata, informacije o hijerarhiji nasleđivanja za posmatrani objekat, itd.

Unapređenje procesa *debug*-a, upotrebom ovog alata, u značajnoj meri skraćuje vreme potrebno za analizu izvornog koda projekta, i povećava nivo razumevanja stanja sistema. Drugi pravac razvoja, realizovan je generisanjem XML fajla, koji opisuje deo modela elektroenergetske mreže za posmatrani element.

Ciljni XML fajl generisan je poštujući XMI 2.4.2 standard, a potrebno ga je učitati u *Enterprise Architect* razvojni alat, koji vrši konverziju u UML dijagram klasa. Tako dobijen dijagram, moguće je dodatno menjati i prilagoditi zahtevima, a upravo je to razlog razvoja ovog dela alata.

NAPOMENA:

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

2. OSNOVNI POJMOVI I TEHNIKE

CIM: *Common Information Model* je otvoreni standard razvijen od strane IEC-a (*International Electrotechnical Commission*), kao deo standarda IEC 61970-301. Ovaj standard je uveden kako bi se obezbedio zajednički model za opisivanje komponenata energetskog sistema, i u slučaju elektroenergetskog sistema, formalno je opisan upotrebom UML-a. Model podataka je implementaciono nezavisan i pruža apstraktnu i formalnu reprezentaciju objekata, njihovih atributa, njihovih asocijacija prema drugim objektima, njihovog ponašanja, i operacija koje se mogu primeniti nad njima. Modelovani objekti mogu biti fizički objekti, kao što su uređaji elektroenergetske mreže, ili apstraktni, kao što su objekti upotrebljeni u korisničkom informacionom sistemu [5]. Objekti koji se koriste u modelu podataka implementiranog sistema imaju svoju CIM reprezentaciju.

ResourceDescription: Klasa čija je instanca element modela elektroenergetske mreže. Elementi modela elektroenergetske mreže najčešće imaju definisan skup *Property*-ja kojima se opisuju njegove osobine.

Property: Klasa koja opisuje jednu osobinu elementa modela elektroenergetske mreže. Posедуje članove tipa *ModelCode*, *PropertyValue* i *PropertyType*.

PropertyValue: Klasa kojom se opisuje vrednost *Property* klase. Dozvoljene su vrednosti prostih i odgovarajućih izvedenih tipova.

PropertyType: Enumeracija kojom se opisuje tip *Property* klase.

ElementType: 16 bit-na enumeracija koja definiše vrednosti za konkretne elemente modela elektroenergetske mreže. Svaka klasa čije se instanciranje očekuje, dobija odgovarajuću vrednost u *ElementType* enumeraciji.

ModelCode: 64 bit-na enumeracija koja definiše vrednosti za elemente modela elektroenergetske mreže, i njima pripadajuće attribute (slika 1). Svaka klasa, apstraktna ili konkretna, kao i atribut klase, jednoznačno se identifikuju *ModelCode*-om.

Nasleđivanje	ElementType	Opis atributa
32 bita	16 bita	16 bita

Slika 1. *ModelCode* struktura

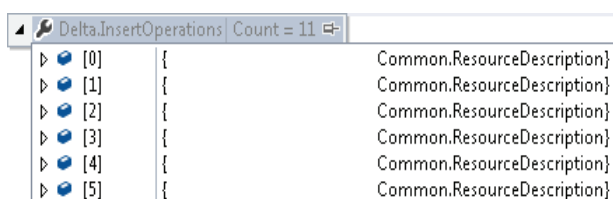
Debugger Display atributi: Osim boljeg razumevanja *runtime* ponašanja tipova podataka, *Visual Studio Debugger Display* atributi omogućavaju specifikaciju načina prikaza takvih tipova, u prozorima namenjenim za prikaz promenljivih (*Locals*, *Watch*, *Autos*, itd.). *Debugger Display* atributi koji poseduju *Target* atribut, mogu biti primenjeni na *assembly* nivou, bez potrebe poznavanja izvornog koda tipa nad kojim se primenjuju [1].

LINQ: *Language-Integrated Query* je set funkcija u okviru VS razvojnog alata, koji obezbeđuje široke mogućnosti za pravljenje upita u C# i *Visual Basic* programskom jeziku. LINQ je uveo standardni, jednostavan način za formiranje upita nad podacima. Moguće je raditi sa .NET *framework* kolekcijama, SQL *Server* bazama, ADO.NET setovima podataka, i XML dokumentima [3].

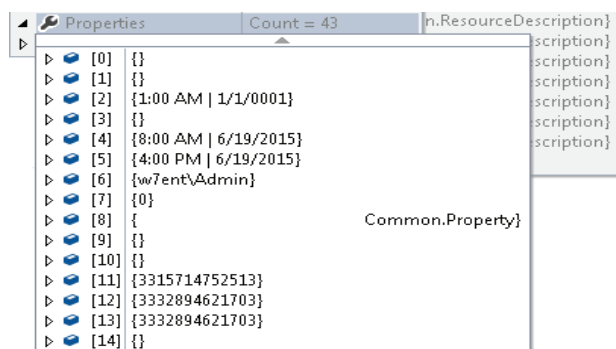
3. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA

Zbog ugrađenih mehanizama za vizualizaciju tipova podataka u *Visual Studio*-u, objekti tipa *ResourceDescription*, mogu se protumačiti na ograničen način. Na primer, nailaskom na objekat *ResourceDescription* tipa, u prozorima i poljima za prikazivanje podataka, kao vrednost će se pojaviti `<typename>`, što semantički nije od velike koristi softverskim inženjerima (slika 2).

Pored toga, prilikom proširenja prikaza za članove objekta, vrednosti će biti prikazane u podrazumevanom formatu. Na primer, proširenjem prikaza *Properties* člana *ResourceDescription* klase, u prozoru za vrednost prikazaće se niz objekata *Property* tipa u formatu: element niza - vrednost. Na osnovu tako prikazanih podataka, nema informacije o *ModelCode* imenu *Property*-ja koji se prikazuje u nizu, nije jasno na koje se *Property*-je odnose prikazane vrednosti, kog su tipa *Property*-ji, itd (slika 3).



Slika 2. *ResourceDescription* objekat bez primene *Debugger Display* atributa



Slika 3. *Properties* član *ResourceDescription* objekta, bez primene *Debugger Display* atributa

Navedeni problem bilo je neophodno rešiti prilagođenjem vizualizacije za objekte *ResourceDescription*, *ResourceDescriptionExtension*, *Property*, *PropertyValue* i *ModelCode* tipa, tako da navedena vizualizacija pruži kvalitetnu semantiku i intuitivni pristup.

Podaci koji bi bili obezbeđeni rešenjem navedenog problema, su potrebni, ali ne i dovoljni da bi se sagledala kompletna slika o delu modela elektroenergetskog sistema, kome posmatrani objekat, odnosno klasa pripada. Ograničenje leži u činjenici da za polazni objekat *ResourceDescriptionExtension* tipa, nije moguće sagledati informacije o asocijacijama i nasleđivanjima između svih klasa koje učestvuju kao okolina ciljne klase. Da bi se stvorila jasna slika o modelu podataka sa kojim se radi, bilo je potrebno kreirati XML fajl, prema XMI standardu 2.4.2 verzije, koji je moguće učitati u *Enterprise Architect* razvojni alat, radi prikaza odgovarajućeg UML dijagrama klase. Za polaznu klasu, UML dijagram klasa trebao je prikazati sve roditeljske klase i klase naslednice, kao i odgovarajuće veze asocijacije i generalizacije među njima, attribute postojećih klasa, i polaznu klasu označenu bojom. Imenovanje klasa i njihovih atributa na UML dijagramu, trebalo je uskladiti sa *ModelCode* vrednostima koje su im dodeljene.

4. OPIS KORIŠĆENIH TEHNOLOGIJA I ALATA

Za realizaciju projekta, upotrebljen je *Microsoft .NET Framework*, verzije 4.5.1. *ResourceDescriptionExtension* i *ModelDeveloperTool*, realizovani su kao *Class Library* projekti u programskom jeziku C#. Proširenje funkcionalnosti *debugger*-a u *Visual Studio*-u, bazira se na upotrebi *Visual Studio Debugger Display* atributa. Rad sa XML dokumentima i određenim .NET *framework* kolekcijama, bazira se na upotrebi LINQ jezika. Generisani XML fajl, koji predstavlja ciljni UML model, poštuje XMI 2.4.2 standard, a učitava se u okviru *Enterprise Architect* alata, verzije 12.0.1215. Aplikacija pomoću koje su isprobane funkcionalnosti *ResourceDescriptionExtension* i *ModelDeveloperTool* rešenja, tipa je C# *Windows Forms Application*, a koristi *SQLite assembly* (*System.Data.SQLite*), za rad sa bazom podataka.

5. OPIS REŠENJA PROBLEMA

Projekat sadrži dva C# projekta *assembly* tipa, nazvana *ModelDeveloperTool* i *ResourceDescriptionExtension*, kao i jedan projekat C# *Windows Forms Application* tipa, nazvan *EfficientModelingApp*. Motivacija realizacije *ModelDeveloperTool* i *ResourceDescriptionExtension* projekata, bazira se na ideji da takvi projekti budu uključeni u okviru projekata kojima su ove funkcionalnosti potrebne.

5.1. *ResourceDescriptionExtension*

ResourceDescriptionExtension projekat bavi se vizualizacijom objekata *ResourceDescription* i *ResourceDescriptionExtension* tipa. Navedena vizualizacija podrazumeva prilagođavanje načina na koji će se objekat *ResourceDescription*, odnosno *ResourceDescriptionExtension* tipa, prikazati u *Visual Studio* poljima i prozorima za prikaz podataka, a to je u ovom projektu ostvareno upotrebom *Debugger Display*

atributa nad navedenim tipovima. Navedeni projekat se oslanja na postojeću implementaciju *ResourceDescription* klase, kao i deo funkcionalnosti, koji se nalaze u okviru *Common assembly*-ja, koga projekat referencira. Pored toga, projekat referencira i *assembly* sa nazivom *Common.Components.Containers*. Da bi se primenila vizualizacija nad tipovima podataka u *Visual Studio*-u, vrši se čitanje fajlova koji sadrže *Debugger Display* attribute sa jedne od sledećih lokacija [2]:

- *My Documents\VisualStudioVersion\Visualizers*
- *Visual Studio Install Path\Common7\Packages\Debugger\Visualizers*

U projektu je bilo potrebno podesiti *post-build* akciju, koja kreiran *assembly* projekta sa primenjenim atributima, kopira na jednu od tih lokacija.

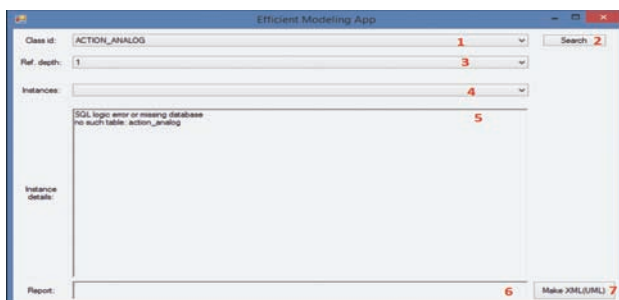
5.2. ModelDeveloperTool

ModelDeveloperTool je alat kojim se za proizvoljno izabran, polazni element elektroenergetskog modela, generiše XML fajl, koji prema XMI 2.4.2 standardu, reprezentuje UML dijagram klasa [4]. Nakon što se generisani XML učita u *Enterprise Architect*, prikazuje se polazna klasa, roditeljske klase i klase naslednice, kao i odgovarajuće veze asocijacije i generalizacije. Takođe, prikazuju se svi atributi klase, a polazna klasa je obeležena bojom. Generisanje XML fajla vrši se dodavanjem odgovarajućih XML elemenata, unapred definisanom XML dokumentu. Prednost ovog alata se ogleda u činjenici da nisu potrebni objekti *ResourceDescription* tipa. Samo je potrebno poznavanje *ModelCode* imena ciljne klase, za koju se zahteva generisanje XML-a.

6. PROVERA FUNKCIONALNOSTI REŠENJA

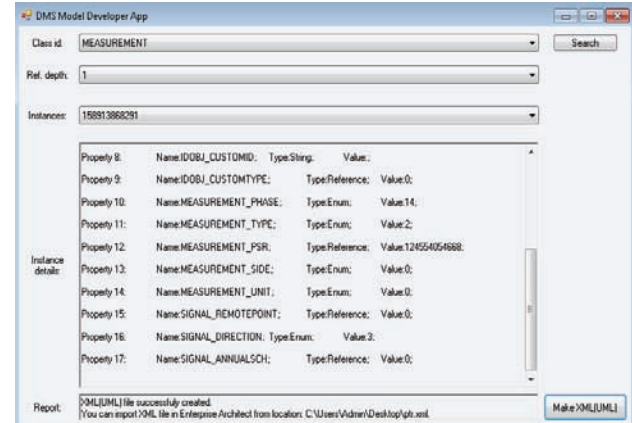
EfficientModelingApp aplikacija služi za proveru funkcionalnosti *ResourceDescriptionExtension* i *ModelDeveloperTool* projekata. Ova aplikacija omogućava da se putem grafičkog korisničkog interfejsa izabere polazna klasa, i dubina referenciranja, na osnovu čega se može generisati XML, koji opisuje okolinu polazne klase.

Logika *EfficientModelingApp* aplikacije podrazumeva da se resursi elektroenergetske mreže čitaju kao zapisi iz baze podataka. Takvi zapisi se konvertuju u objekte *ResourceDescription* tipa, radi demonstracije *ResourceDescriptionExtension* rešenja, odnosno radi vizualizacije objekata *ResourceDescription* i *ResourceDescriptionExtension* tipa. Izgled aplikacije prikazan je na slici 4.



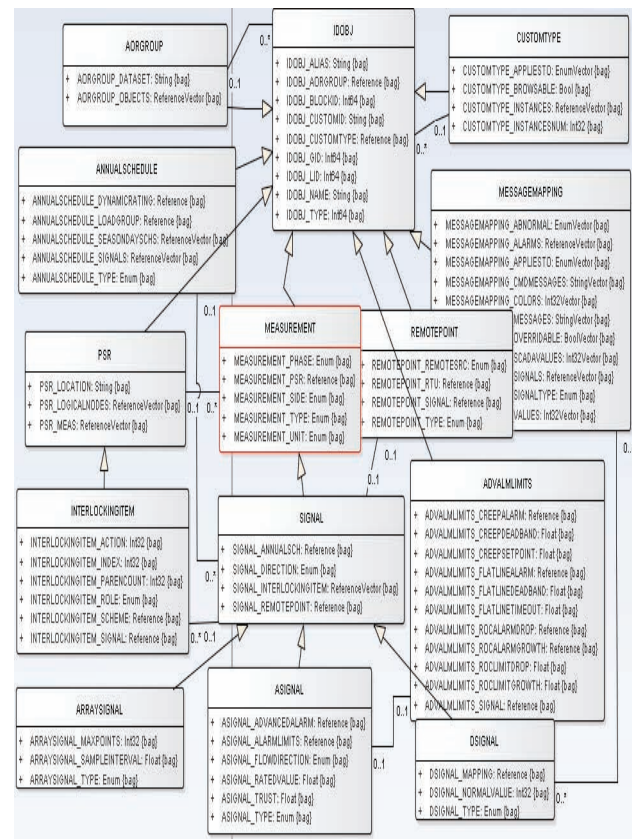
Slika 4. Izgled *EfficientModelingApp* aplikacije

Nakon izbora klase (slika 4-1), i izbora njene instance (slika 4-4), ispisuju se detalji te instance u tekstualnom polju (slika 4-5), kao što se vidi na slici 5. Ako izabrana klasa ne postoji u bazi podataka, u tekstualnom polju (slika 4-5) će biti ispisana poruka o grešci.



Slika 5. Detalji instance izabrane klase

Izborom dubine referenciranja (slika 4-3), i pokretanjem postupka generisanja XML-a (slika 4-7), bira se ime fajla i njegova lokacija, a nakon potvrde snimanja dobija se odgovarajući tekst izveštaja (slika 4-6), kao što se vidi na slici 5. Nakon uspešnog snimanja, generisani XML fajl moguće je učitati u *Enterprise Architect*, i dobiti odgovarajući UML model (slika 6).



Slika 6. Ciljni UML

U izvornom kodu projekta, nakon čitanja odgovarajućeg zapisa iz baze i konvertovanja u objekat *ResourceDescription* tipa, moguće je izvršiti njegovu analizu, prilagođenim načinom vizualizacije (slika 7).

Name	Value
rd	ModelCode= POWERTR2W;
Dataflow	0
Dataset	0
Id	150323892553
Properties	Count = 27
Property	Names=POWERTR2W_W1PHASES; Value=14; Type=Enum
Property	Names=POWERTR2W_W1GRND; Value=false; Type=Bool
Property	Names=POWERTR2W_W1NORMALTAP; Value=3; Type=Int32
Property	Names=POWERTR2W_W1NODEIN; Value=82609637926; Type=Reference
Property	Names=POWERTR2W_W1NODEOUT; Value=0; Type=Reference
Property	Names=POWERTR2W_W2PHASES; Value=14; Type=Enum
Property	Names=POWERTR2W_W2GRND; Value=true; Type=Bool
Property	Names=POWERTR2W_W2NORMALTAP; Value=0; Type=Int32
Property	Names=POWERTR2W_W2NODEIN; Value=82609638226; Type=Reference
Property	Names=POWERTR2W_W2NODEOUT; Value=0; Type=Reference

Slika 7. Vizualizacija objekta *ResourceDescription* tipa

Posmatranom objektu *ResourceDescription* tipa, moguće je proširiti osobine, jednostavnim instanciranjem *ResourceDescriptionExtension* klase. Konstruktor klase kao argument prima posmatrani objekat kome se proširuju osobine i kolekciju objekata među kojima će se tražiti referencirani objekti, za posmatrani objekat. Za kreirani objekat *ResourceDescriptionExtension* tipa, dostupne su informacije o roditeljskim klasama i klasama naslednicama, objektu čije su osobine proširene, njegovom identifikatoru, listi *Property*-ja, i referenciranim objektima (slika 8).

Name	Value
new ResourceDescriptionExtension(rd, networkModelElements)	ModelCode= POWERTR2W;
Childs	Count = 0
ResourceDescription	ModelCode= POWERTR2W;
Id	150323892553
Parents	Count = 4
Modelcode	IDOBJ
Modelcode	PSR
Modelcode	EQUIPMENT
Modelcode	POWERTR
Raw View	
Properties	Count = 27
ReferencedResourceDescriptions	Count = 2
ResourceDescriptionExtension	ModelCode= CONNODE;
ResourceDescriptionExtension	ModelCode= CONNODE;
Raw View	
Raw View	

Slika 8. Vizualizacija objekta *ResourceDescriptionExtension* tipa

Pošto su pronađeni referencirani objekti *ResourceDescriptionExtension* tipa, omogućeno je rekurzivno traženje referenciranih objekata, za svaki objekat tog tipa (slika 9).

Name	Value
new ResourceDescriptionExtension(rd, networkModelElements)	ModelCode= POWERTR2W;
Childs	Count = 0
ResourceDescription	ModelCode= POWERTR2W;
Id	150323892553
Parents	Count = 4
Properties	Count = 27
ReferencedResourceDescriptions	Count = 2
ResourceDescriptionExtension	ModelCode= CONNODE;
ResourceDescriptionExtension	ModelCode= CONNODE;
Childs	Count = 2
ResourceDescription	ModelCode= CONNODE;
Id	82609638226
Parents	Count = 1
Properties	Count = 7
ReferencedResourceDescriptions	Count = 1
ResourceDescriptionExtension	ModelCode= BAY;
Childs	Count = 0
ResourceDescription	ModelCode= BAY;
Id	8589987188
Parents	Count = 4
Properties	Count = 9
ReferencedResourceDescriptions	Count = 0
Raw View	
Raw View	
Raw View	

Slika 9. Rekurzivno traženje referenciranih objekata

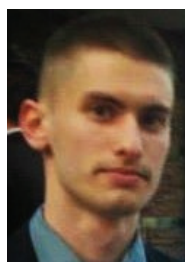
7. ZAKLJUČAK

Implementacijom pomoćnih alata, koji su opisani u ovom radu, ostvarena je efikasnija upotreba modela podataka elektroenergetske mreže. *ResourceDescriptionExtension* alat je omogućio kvalitetniju semantiku posmatranih objekata elektroenergetskog modela, kao i njihove međusobne veze, a kao posledica toga, značajno je skraćeno vreme potrebno za analizu izvornog koda projekta u kome se ovo rešenje primenjuje. *ModelDeveloperTool* alat je pružio nivo interoperabilnosti projekata u kome se primenjuje, i jasno sagledavanje dela modela podataka sa kojim se radi. Generisani XML može biti upotrebljen u okviru drugih alata koji poštuju XMI standarde. Primena *Visual Studio Debugger Display* atributa, dozvoljava da se za tip koji se vizualizuje, proizvoljno formatiraju podaci za prikazivanje što teoretski daje neograničene mogućnosti vizualizacije nekog tipa podatka. Trenutna implementacija *ModelDeveloperTool* projekta, podrazumeva upotrebu XMI 2.4.2 standarda, što predstavlja određeno ograničenje. Tokom razvoja ovog alata uočena je mogućnost izmene funkcije koja generiše ciljni XML, tako da se XMI standard može proizvoljno izabrati.

8. LITERATURA

- [1] Microsoft. "Enhancing Debugging with the Debugger Display Attributes." Internet: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms228992%28v=vs.110%29.aspx> [August 19, 2015].
- [2] Microsoft. "How to: Install a Visualizer." Internet: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/sb2yca43.aspx> [August 19, 2015].
- [3] Microsoft. "LINQ (Language-Integrated Query)." Internet: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb397926.aspx> [August 20, 2015].
- [4] Object Management Group. "Documents Associated With XML Metadata Interchange (XMI), Version 2.4.2." Internet: <http://www.omg.org/spec/XMI/2.4.2/> [August 20, 2015].
- [5] Electric Power Research Institute. (2008, November). *The Common Information Model for Distribution. An Introduction to the CIM for Integrating Distribution Applications and Systems*. [Online]. Available: <http://webhotel2.tut.fi/units/set/research/adine/materiaalit/Active%20network/ICT/EPRI%20CIM%20for%20distribution.pdf> [August 15, 2015].

Kratka biografija:



Branislav Nikolić, rođen je 06.10. 1991. godine u Sr. Mitrovici. Završio je srednju elektrotehničku školu Nikola Tesla u Šidu, 2010. godine, smer elektrotehničar računara. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2010. godine. Diplomirao je na osnovnim studijama 2014. godine i stekao zvanje diplomiranog inženjera elektrotehnike i računarstva.

PRIMENA AUTOMATIKE U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA
THE APPLICATION OF AUTOMATION IN DISTRIBUTION NETWORKSNemanja Tovilović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu reč je o elementima distributivne automatike i o vrstama automatizacije u distributivnoj mreži. Opisani su elementi koji se ugrađuju u distributivnu mrežu pri automatizaciji i dat je kratak opis softvera koji se koristi u cilju automatizacije distributivne mreže. Takođe su opisani pokazatelji pouzdanosti i uticaj automatike na pouzdanost. Sa ekonomske strane koja je svakako i najbitnija pri inovacijama i montaži novih elemenata u mrežu postoji Cost/Benefit analiza primene automatike i vreme potrebno da se ulaganja otplate.

Abstract – This thesis is about the elements of distribution automation and about types of automation in the distribution network. Elements that are installed in distribution network during the process of automation are described and a brief description of the software which is used to automate the distribution network is provided. Also, descriptions of reliability indicators and the impact of automation on reliability are given. From the economic side, which is certainly the most important in the innovation and installation of new elements in the network there is Cost/Benefit Analysis for implementation of automation equipment and the time needed for investment repayment.

Ključne reči: Distributivna automatika, pouzdanost, Cost/Benefit analiza.

1. UVOD

Automatizacija distributivnih mreža omogućava elektro-distributivnim kompanijama veću efikasnost sistema, odnosno povećanje pouzdanosti napajanja potrošača, smanjenje troškova održavanja kao i samog poslovanja u celini. Ubrzan razvoj računarskih i telekomunikacionih sistema, zatim uređaja energetske elektronike stvorio je izvanrednu tehnološku podlogu za izgradnju sistema automatizovane distributivne mreže čija bi implementacija bila ekonomski prihvatljiva i opravdana [1].

Tokom devedesetih godina 20-og veka dolazi do reformi elektroprivrednog sektora, razdvajanja a zatim i privatizacije sektora proizvodnje, prenosa i distribucije, što je omogućilo formiranje više distributivnih preduzeća sa potpuno jednakim uslovima pristupanja distributivnoj mreži.

To i jeste razlog zbog čega je automatizacija distributivnih mreža jedan od osnovnih koraka u njihovoj pripremi za zauzimanje što bolje startne pozicije na slobodnom tržištu električne energije.

Sistemi za automatizaciju distributivne mreže (DA sistemi – Distribution Automation) utvrđeni su u poslednje dve decenije dvadesetog veka [2]. Svrha i značaj tih sistema ekonomske su prirode pre svega. Korišćenjem tih sistema značajno se povećava efikasnost korišćenja postojeće energetske opreme i odlažu se investicije u vrlo skupu novu energetska opremu.

Ovaj rad je usmeren na automatizaciju srednjenaponskih distributivnih mreža. U radu je dat opis svih uređaja koji se koriste za automatizaciju distributivne mreže kao i njihov uticaj na performanse same mreže.

2. VRSTE KVAROVA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Najčešći kvarovi u elektroenergetskim mrežama su kratki spojevi. U trofaznim mrežama razlikuju se četiri vrste metalnih kratkih spojeva: trofazni, dvopolni, dvopolni s istovremenim spojem sa zemljom i jednofazni kratki spoj. U ovom poglavlju su kratko opisani pojednostavljeni slučajevi ovih kvarova, kako bi se stekao uvid u to kako se primenom distributivne automatike smanjuje vreme trajanja otkaza usled kvara u distributivnoj mreži.

U slučaju kvara u mreži doći će do nesimetričnih opterećenja. U nesimetričnom režimu nije moguće, kao u simetričnom prilike u mreži odrediti promatranjem stanja samo u jednoj fazi, pa nije moguće ni trofaznu mrežu neposredno zameniti s ekvivalentnom jednofaznom šemom [4].

Znatno pojednostavljenje proračuna postiže se rastavljanjem trofaznog nesimetričnog režima u tri simetrična trofazna režima, koji se mogu prikazati s tri pogonske šeme, šemom direktnog sistema, šemom inverznog sistema i šemom nultog sistema.

Relacije između faznih veličina i njihovih simetričnih komponenti glase [4]:

$$\begin{aligned}I_R &= I_d + I_i + I_0 \\I_S &= a^2 I_d + a I_i + I_0 \\I_T &= a I_d + a^2 I_i + I_0\end{aligned}\quad (2.1)$$

Simetrične komponente možemo odrediti preko struja u fazama na sledeći način:

$$\begin{aligned}I_d &= \frac{1}{3}(I_R + a I_S + a^2 I_T) \\I_i &= \frac{1}{3}(I_R + a^2 I_S + a I_T) \\I_0 &= \frac{1}{3}(I_R + I_S + I_T)\end{aligned}\quad (2.2)$$

NAPOMENA:

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

Za pojedine šeme mogu se postaviti naponske jednačine:

$$\begin{aligned} E_d &= V_d + I_d Z_d \\ E_i &= V_i + I_i Z_i \\ E_0 &= V_0 + I_0 Z_0 \end{aligned} \quad (2.3)$$

Uz pretpostavku, što je i najčešći slučaj, da na mrežu deluje simetrični sistem elektromotornih sila, može se postaviti $E_i = 0$ i $E_0 = 0$, pa naponske jednačine glase[4]:

$$\begin{aligned} V_d &= E_d - I_d Z_d \\ V_i &= -I_i Z_i \\ V_0 &= -I_0 Z_0 \end{aligned} \quad (2.4)$$

3. POUZDANOST I POKAZATELJI POUZDANOSTI DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Pouzdanost sistema kao celine zavisi od pouzdanosti njegovih elemenata (transformatora, vodova, sabirnica, rasklopne opreme,...), pa se iz tih razloga i modelovanje sistema izvodi preko modela elemenata.

Otkazi rada elemenata EES-a imaju naglašen stohastički karakter, što je i uzrok da je stanje samog sistema, vezano za njegovu ispravnost, takođe stohastička veličina.

Za opisivanje pouzdanosti elemenata, sistema, pojava i događaja koriste se metode i matematički modeli verovatnoće i statistike.

Osnova za modelovanje pouzdanosti elemenata su matematički opisi uzroka i posledica otkaza.

Uzroci otkaza (planski radovi i neplanski ispadi ili kvarovi) elemenata EES-a modeluje se odgovarajućim intenzitetom otkaza. Za vodove uzroci se modeluju intenzitetom otkaza [1]:

$$\lambda = \lambda_0 l \quad (3.1)$$

Pouzdanost ima dominantan uticaj na dimenzionisanje i oblikovanje, a time i na investicionu vrednost visokonaponskih, srednjenaponskih i niskonaponskih mreža i transformatorskih stanica.

U master radu su navedene dve vrste pokazatelja pouzdanosti: neekonomski i ekonomski.

Za neekonomske pokazatelje pouzdanosti IEEE Standard 1366-2003, i prethodne verzije ovog standarda, definišu sledeće indekse pouzdanosti [1]:

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

$$SAIFI = \frac{\text{Ukupan broj prekida potrošača}}{\text{Ukupan broj potrošača}} = \frac{\sum_{i \in R} \lambda_i N_i}{\sum_{i \in R} N_i} \quad (3.2)$$

2. SAI DI (System Average Interruption Duration Index) - Indeks prosečnog trajanja prekida napajanja

$$SAIDI = \frac{\text{Suma trajanja prekida pojedinih potrošača}}{\text{Ukupan broj potrošača}} = \frac{\sum_{i \in R} U_i N_i}{\sum_{i \in R} N_i} \quad (3.3)$$

3. CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)- Indeks prosečnog trajanja prekida napajanja potrošača [2]

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{\sum_{i \in R} U_i N_i}{\sum_{i \in R} \lambda_i N_i} \quad (3.4)$$

4. MAIFI (Momentary Average Interruption Frequency Index) - Indeks prosečne učestanosti kratkotrajnog prekida napajanja[2].

$$MAIFI = \frac{\sum_{i \in R} ID_i N_i}{\sum_{i \in R} N_i} \quad (3.5)$$

Opšte prihvaćeni indeks pouzdanosti, prihvaćen od strane American Public Power Association-a, pored SAIDI-a, SAIFI-a i CAIDI-a je i:

5. ASAI (Average System Availability Index) - Indeks srednje raspoloživosti isporuke ili mera ukupne pouzdanosti sistema, predstavlja procenat vremena u godini tokom kog prosečan potrošač ima obezbeđeno snabdevanje električnom energijom [2]

$$ASAI = \frac{\sum_{i \in R} 8760 N_i - \sum_{i \in R} U_i N_i}{\sum_{i \in R} 8760 N_i} \quad (3.6)$$

Pokazatelj pouzdanosti orijentisan na neisporučenu energiju:

6. ENSI (Energy Not Supplied Index) - predstavlja ukupnu neisporučenu energiju sistema, definiše se kao[2]:

$$ENSI = \sum_{i \in R} P_{sr(i)} U_{(i)} \quad (3.7)$$

Ekonomski kriterijumi su složeniji, tako da proračun novčanog iznosa štete (ekonomski pokazatelj pouzdanosti) usled prekida napajanja zavisi od vise elemenata (pre svega od vrste i veličine potrošača, trajanja otkaza, zatim od osobina otkaza, tj. iznenađan ili planiran).

Sumiranjem šteta koje su izračunate za sve potrošačke čvorove ($i=1...n$) na posmatranom nadzemnom vodu, usled otkaza na pojedinim sekcijama k ($k=1,...N$), može se izračunati ukupna šteta za taj nadzemni vod prema relaciji [1]:

$$\dot{S} = \sum_{k=1}^N \lambda(k) \cdot \sum_{i=1}^n C_s[i, r(i, k)] \cdot P_{\max}(i) \quad (3.8)$$

4. DISTRIBUTIVNA AUTOMATIKA U SN MREŽAMA

Izbor distributivne automatike - DA zasnovan je na inženjerskom iskustvu i intuiciji, tehničkim uslovima koji postoje u elektrodistributivnoj mreži (npr. način uzemljenja neutralne tačke), matematičkim i numeričkim metodama, koje objedinjuju inženjersko iskustvo i praksu (statički ili fuzzy pristup, stohastika).

Dakle, mesto postavljanja opreme DA duž fidera zavisi od konfiguracije fidera, broja i značaja potrošačkih čvorova, kao i lokacije i tipa već postavljenje opreme. Kako je broj kombinacija opreme DA ekstremno veliki, polaznu osnovu za određivanje benefita primene DA čini inženjerska intuicija, postojeći statistički podaci i prethodno donete odluke vezane za željeni nivo pouzdanosti, a naročito raspoloživa materijalna sredstva.

Kao što je automatizacija, primena računara i informatike u elektroenergetskim sistemima započela s vrha (od proizvodnje - izvora), tako je i automatizacija distribucije započela sa njenog vrha – od napojnih transformatorskih stanica visoki na srednji napon i jedan srednji na srednji napon automatizacijom SN izvoda. U ovom drugom slučaju – automatizacija SN izvoda – automatizacijom su obuhvaćeni i SN objekti (distributivne TS, razvodna postrojenja SN). Sa automatizacijom NN mreža još uvek se nije vidno započelo. Elementi mreže su transformatori, vodovi (nadmerni ili kablovski), sabirnice, rasklopni uređaji ili prekidačka oprema. Teoretski, svi elementi mogu biti jednofazni, dvofazni, trofazni. Rasklopni uređaji su elementi čijom manipulacijom se ostvaruje željena i/ili zahtevana topologija odnosno konfiguracija mreže. Svaka manipulacija ovakvim uređajima ima određeni trošak, koji u nekim slučajevima nije zanemarljiv.

Tipovi rasklopne opreme koji se koriste u distributivnim mrežama [2]:

1. Rastavljači – manipulacija isključivo u beznapon–skom stanju ili stanju bez opterećenja uz posebnu dozvolu.
2. Rastavljači snage –koriste se za manipulaciju pri normalnim radnim uslovima, ne mogu da prekinu struju kvara.
3. Prekidači – prekida/uključuje struje kratkog spoja.
4. Osigurači – uglavnom se koriste za prekid struje kratkog spoja, neki tipovi osigurača mogu da se koriste i za manipulaciju u normalnim radnim uslovima

U primeni konkretnih rešenja automatizacije, obično se primenjuje sledeća oprema:

1. Uređaji za lociranje kvara (posebni softverski moduli koji na osnovu izmerene struje kvara procenjuju udaljenost do mesta kvara),
2. Daljinski upravljana rasklopna oprema,
3. Oprema sa lokalnom automatikom.

Prekidač sa APU mehanizmom (eng. Recloser) je kao prekidač (sposoban da prekine struju kvara), ali takođe dizajniran da može da zatvori u kvaru. Upotreba prekidača sa APU mehanizmom izlaže komponente sistema velikim termičkim i dinamičkim naprezanjima svaki put kada se prekidač sa APU mehanizmom zatvori a kvar je prisutan. Ako je prekidač sa APU mehanizmom sa tri ciklusa a kvar je trajan, sistem treba da izdrži struju kvara četiri puta pre nego se kvar trajno isključi, a sve se to nameće komponentama sistema u veoma kratkom vremenu.

Sekcionalizeri se koriste na izvodima sa ciljem da se ekonomično i što više redukuje trajanje prekida napajanja, a time i neispručen električna energija prilikom trajnih kvarova. Takođe, koriste se na mestima gde je koordinacija sa drugim uređajima praktično nemoguća

zbog blizine krivih kordinacije dva uređaja, zatim umesto osigurača u delovima sa visokim strujama kvara (npr. jednofazni ili trofazni ogranci u blizini TS) gde bi bilo teško izvršiti koordinaciju sa osiguračem. Efekti delovanja sekacionalizera su slični onim kod prekidača sa APU mehanizmom, ali je sekacionalizer značajno jeftiniji uređaj. Reagovanje sekacionalizera je nešto sporije od reagovanja prekidača sa APU mehanizmom.

Osigurač predstavlja element elektroenergetskog sistema koji u električnim kolima služi kao zaštita pri veoma velikim vrednostima električne struje izazvanih preopterećenjem ili kratkim spojem. Tom prilikom, osigurač prekida električno kolo i na taj način štiti od kvara ili požara.

Snimač kvara ima ulogu da na mestima u mreži na kojima su instalirani izmere vrednosti napona i struje kvara. Dva glavna tipa snimača kvara koji se najčešće koriste pri proceni mesta kvara su:

1. *Digitalni snimač kvara* (eng. digital fault recorder, DFR) - veoma precizni instrumenti za snimanje kvara. Oni obezbeđuju uzorkovani talasni oblik napona i struje na veoma visokoj frekvenciji uzorkovanja (obično iznad 5 kHz).

2. *Mikroprocesorski releji* (eng. microprocessor-based relay) - su složeni instrumenti koji služe za merenje i snimanje vrednosti napona i struje na mestima gde su instalirani. Oni vrše konverziju napona i struje u binarne vrednosti više puta u nekom periodu vremena. Dolaze sa dosta pratećih funkcija i različitih mogućnosti podešavanja. Potrebno je naglasiti da snimanje kvara nije primarna funkcija ovih releja, kao što je to slučaj kod DFR-a. Glavna uloga mikropcesorskih releja je da obezbede zaštitničku funkciju elektroenergetskog sistema.

Detektori ili indikatori kvara su uređaji namenjeni brzom/bržem pronalaženju deonice u kvaru na SN nadzemnim i kablovskim vodovima. Mesta na kojima se mogu instalirati indikatori kvara su: TS SN/NN, SN razvodna postrojenja, podzemni i nadzemni vodovi. Korišćenje indikatora kvarova na ograncima i izvodima distributivnih fidera omogućava navođenje stručnih ekipa za popravke tačno na mesto kvara. Mogu se koristiti bilo gde u distributivnom sistemu. Njihova glavna prednost je niska cena, tako da se postavljaju u velikom broju u SN mrežama.

Automatizacija fidera najčešće podrazumeva automatsku ili daljinsku manipulaciju opremom (eng. Line/Feederswitching) i upravljanje naponskim prilikama i reaktivnim snagama (eng. Volt/Var control).

Postoje četiri nivoa automatizacije fidera koji se mogu kombinovati u praksi su[2]:

- Nulti nivo, podrazumeva da je SN fider neautomatizovan, odnosno ne postoji ni jedan automatizovan uređaj na fideru, osim daljinski upravljiv prekidač na početku fidera.
- Prvi nivo, podrazumeva primenu detektora kvara (sa i bez funkcije usmerne detekcije) sa lokalnom i/ili daljinskom signalizacijom.
- Drugi nivo, podrazumeva primenu opreme za daljinsko upravljanje (npr. daljinsko upravljanje rasklopnom opremom na stubovima, transformatorskim stanicama, u nadzemnoj i kablovskoj mreži, itd.).

- Treći nivo, podrazumeva primenu opreme sa lokalnom automatikom (prekidača sa APU mehanizmom, sekcionalizera, uređaja za automatsko prebacivanje napajanja).
- Četvrti nivo, podrazumeva kombinaciju daljinskog upravljanja i lokalne automatike.

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) je termin koji se koristi za opremu i sisteme koji omogućuju daljinsko upravljanje i nadzor uređaja i obavljanja njihovih funkcija na udaljenim lokacijama ma gde su instalirani. Kompleksnost takvog sistema uslovljena je s jedne strane zahtevima naručioca, a sa druge strane raspoloživim materijalnim sredstvima. Bez obzira na kompleksnost sistema, svaki se sastoji iz sledećih komponenti:

1. centralna stanica,
2. daljinske jedinice odnosno jedinice udaljenih terminala (RTU) i
3. komunikacioni sistem.

Svako SCADA rešenje podrazumeva postojanje određenog softvera instaliranog na centralnom računaru.

5. COST / BENEFIT PRIMENE DISTRIBUTIVNE AUTOMATIKE

O potrebi da se štete vrednuju na odgovarajući način govore i iskustva pojedinih stranih zemalja koje su uvele obavezu da se kontinualno prate pokazatelji pouzdanosti i da se na osnovu njih donose odluke o dozvoljenom profitu i potrebnim investicijama. Realizacija investicija, pored ekonomskih, donosi i određene neekonomske efekte koji u određenim slučajevima mogu biti značajniji od ekonomskih efekata. U principu treba uzeti u obzir sve efekte koje jedna investicija donosi.

Kada je u pitanju razmatranje i ocenjivanje investicionih projekata koji donose efekat značajne, ne samo za investitora, već i za zemlju u celini, ovakvi projekti se na najbolji način mogu ocenjivati ako se analiziraju i uzmu u obzir ukupni efekti koje donosi posmatrani investicioni projekat [3]. Ovakav način ocene omogućava tzv. **analiza troškova-koristi** (*cost – benefit analiza*) koja uzima u obzir sve društvene troškove i koristi koje jedan projekat donosi u realizaciji [3].

Dobiti koje se očekuju u toku godine kao posledica investicija sa namerom da se određena veličina promeni, računaju se kao moduo razlika veličine pre i posle realizacije investicije. Na primer u slučaju investiranja u pouzdanost, tj. poboljšanje mreže sa ciljem da se smanji usled kvarova neisporučena energija sa ENS_1 na neku manju vrednost ENS_2 koristi su:

$$B = ENS_1 - ENS_2 \quad (5.1)$$

Sam odnos troškova i dobiti (C/B) se računa za svaku varijantu – svaki projekat poboljšanja postojeće DEM. Opravdano je prihvatiti onu varijantu sa minimalnim odnosom C/B.

6. ZAKLJUČAK

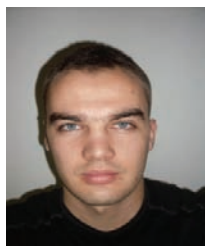
U radu su opisani osnovni elementi distributivne automatike. Automatizacija distributivne mreže ostvaruje se u meri i obimu koji će distributivnom preduzeću doneti prihod u planiranom vremenskom periodu.

Jasno je da sistemi bez mogućnosti otkaza ne postoje. Pouzdanost se može povećati dodatnom izgradnjom sistema, primenom automatike i daljinskog upravljanja, ugradnjom kvalitetnije opreme i sl. Kako sva navedena poboljšanja koštaju, tehnički racionalna rešenja se moraju tražiti na osnovu tehničko-ekonomskih analiza koje uzimaju u obzir navedene troškove i troškove korisnika usluga. Kvalitet analiza u velikoj meri zavisi od izbora metodologije, ali i od raspoloživih podataka. Na našim prostorima je, za proračune u oblasti adekvatnog vrednovanja šteta usled prekida napajanja električnom energijom, značaj prikupljanja odgovarajućih podataka zaista veliki. Naime, u velikom broju elektrodistributivnih preduzeća se o ovoj vrsti podataka ne vodi briga i nije moguće izvršiti bilo kakvu procenu neisporučene električne energije ili štete nastale usled nenajavljenih isključenja.

7. LITERATURA

- [1] M. D. Nimrihter: *"Elektrodistributivni sistemi"*, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.
- [2] James Northcote-Gree, Robert Wilson: *"Control and automation of electrical power distribution systems"*, CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC, 2007.
- [3] N. Katić: *"Menadžment sistemi u elektroenergetici DMS"*, Novi Sad 2013
- [4] Ivas Mihovil: *"Lociranje kvara u razdelnim mrežama"*, magistarski rad, Zagreb 2007

Kratka biografija:



Nemanja Tovilović rođen je u Šapcu 1990 godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je školske 2009/2010. Na osnovnim studijama diplomirao je 2013. godine, smer energetska elektronika i električne mašine. Master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2015. godine.

ЈЕДНО РЈЕШЕЊЕ ДИСТРИБУИРАНОГ SCADA АКВИЗИЦИОНОГ СЕРВЕРА И ИНТЕГРАЦИЈА СА ADMS СОФТВЕРОМ**AN IMPLEMENTATION OF DISTRIBUTED SCADA FRONT-END PROCESSOR AND INTEGRATION WITH ADMS SOFTWARE**

Слободан Вулић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област - ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратки садржај – У овом раду је проучена општа проблематика SCADA система за модерне електроенергетске мреже. Као резултат, предложена је архитектура дистрибуираног SCADA система. Имплементиран је дистрибуирани аквизициони сервер који је интегрисан са ADMS софтвером.

Abstract – This thesis presents an analysis of the general problem of SCADA systems for Smart Grid. As a result, a new distributed SCADA architecture is proposed. Implemented solution of Distributed SCADA front-end processor was integrated with ADMS software.

Кључне ријечи: SCADA, дистрибуирани системи, аквизициони сервер, Smart Grid, ADMS

1. УВОД

Због сталног пораста потребе за електричном енергијом и комплексности, управљање уз помоћ рачунара је главна особина савремених електроенергетских система. Проблем код програмске подршке за аквизицију и управљање (енг. *Supervisory Control And Data Acquisition - SCADA*) таквих система се јавља због великог обима комуникационих активности, података и обрада над њима, концентрисаних на једном мјесту (на једном рачунару). Сама по себи, електроенергетска мрежа је просторно дистрибуирана, па би такав требао бити и SCADA систем који њом управља.

У ту сврху, истраживачки сегмент овог рада се бави проблемом дистрибуирања SCADA софтвера, као и његове интеграције са софтвером за управљање електроенергетским системима (енг. *Advanced Distribution Management System - ADMS*) у оквиру "паметних" електроенергетских мрежа (*Smart Grid*). Овај рад, заједно са радом „Једно рјешење компоненте за управљање дистрибуираним аквизиционо управљачким серверима“ [1], чини цјелину, те ће читаоцу пружити потпуну слику рјешења поменутог проблема.

Акценат овог рада јесте на имплементацији дистрибуираних SCADA аквизиционих сервера (енг. *Front-end processor - FEP*), који се могу инсталирати на географски дислоцираним рачунарима, као и имплементацији подршке на ADMS софтверу за слање

команди дистрибуираним SCADA аквизиционим серверима. Поменути SCADA FEP је настао редукцијом аквизиционо управљачког блока dAUB, који је дио програмског пакета школске SCADA-е под називом dSCADA.

2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ**2.1. Smart Grid**

Smart Grid је електроенергетска мрежа, која користи дигиталне и друге напредне технологије, за надгледање и управљање транспорта електричне енергије од свих извора до крајњих потрошача који имају различите захтјеве у потрошњи електричне енергије.

Користећи информационе и комуникационе технологије, прикупља и аутоматски дјелује на основу информација о производњи и потрошњи, у циљу унапређивања ефикасности, економичности и одрживости производње и дистрибуције електричне енергије. [2][3][4][6].

2.2. ADMS

Да би *Smart Grid* правилно радио, неопходно је да има одговарајућу управљачку подршку. Систем за управљање електроенергетским мрежама (*ADMS*) је софтверска платформа која омогућава аутоматизацију електроенергетских мрежа. Податке о тренутном укупном стању прекидачке опреме и стању мјерне опреме у мрежи ADMS добија од SCADA система. Већи дио дистрибутивне мреже најчешће није покривен SCADA системом, те се стање тог дијела мреже естимира у ADMS-у како би се добила топологија мреже, да би се вршиле даље оптимизације перформанси и прорачуни у мрежи.

2.3. SCADA системи

Под аквизиционо – управљачким системом (*SCADA* системом) подразумева се скуп намјенских, просторно дислоцираних, међусобно повезаних рачунарских модула, чији је циљ остварење функције аутоматског надзора и/или управљања физичким процесом у реалном времену.[5]

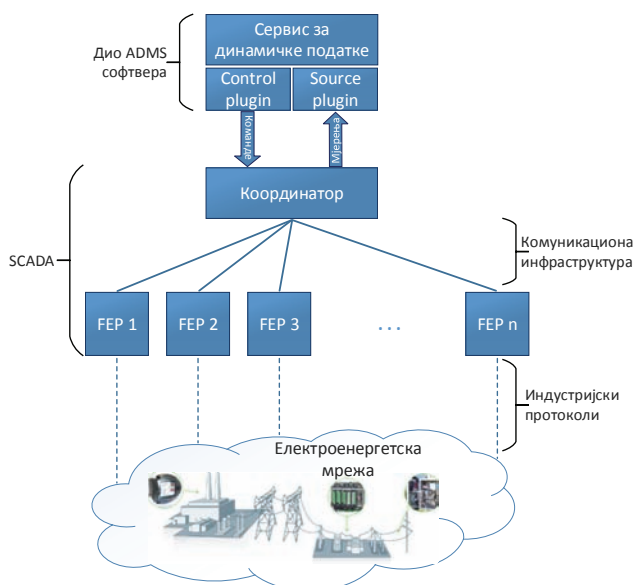
Као основни задатак SCADA система се сматра циклична аквизиција дигитализованих одмјерака физичких величина, које одређују стање физичког процеса. Од измјерених физичких величина ствара се база мјерних података која описује стање физичког процеса, самим тим се ствара основа за ефикасан надзор и управљање над њим. SCADA обухвата како аутоматске тако и мануелне контролне активности, тј. управљање над физичким системом.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Бранислав Атлагић, ванр. проф.

3. ПРИЈЕДЛОГ НОВЕ АРХИТЕКТУРЕ SCADA ПРОГРАМСКОГ РЈЕШЕЊА

Већ је истакнуто да се у *Smart Grid*-у генерише велика количина података. Комплексност електроенергетских система повлачи за собом високе захтјеве у погледу физичке архитектуре и програмске подршке аквизиционо управљачких система. *ADMS* софтвер прима сва мјерења из мреже преко *SCADA* система. Да би *ADMS* софтвер што боље радио, *SCADA* систем треба да покаже добре перформансе у аквизицији процесних контролера постављених у електроенергетској мрежи.



Слика 1. Архитектура SCADA програмског рјешења

Архитектура рјешења новог SCADA система који је настао као циљ овог рада, и његова интеграција са *ADMS* софтвером илустрована је на слици 1. Сам SCADA систем се састоји од једног координатора и више дистрибуираних SCADA аквизиционих сервера односно *FEP*-ова (енг. *front-end processor*).

4. SCADA АКВИЗИЦИОНИ СЕРВЕР (FEP)

SCADA аквизициони сервер или *FEP* је настао измјеном аквизиционо управљачког блока *dAUB* који је централна програмска компонента *dSCADA* система (школски SCADA систем). *FEP* врши улогу SCADA сервера у реалном времену. Могућност *FEP*-а да ради у групи (*cluster*) под контролом координатора, чини рјешење приказано на слици 1. дистрибуираним. Главни задаци *FEP*-а су:

- Пријем конфигурације од координатора и формирање SCADA базе података,
- Аквизиција и обрада процесних података,
- Комуникација са координатором,
- Слање ажурираних стања процесних података ка координатору,
- Прослијеђивање команди од координатора ка процесним контролерима.

4.1 Концепт рада FEP сервера

SCADA *FEP* је замишљен да ради као серверска апликација. Приликом његовог покретања, креира се *TCP* за успоставу везе са координатором, који има

улогу клијента. У конфигурационом фајлу, који учитава координатор, налазе се *IP* адресе и портови свих *FEP*-ова у систему. На основу тога координатор отвара сокете и конектује се на *FEP*-ове. Уколико неки од *FEP*-ова није покренут или није отворио серверски сокет на коме чека клијента, координатор ће поново покушавати повезивање након истека временског интервала дефинисаног у конфигурацији. Комуникацију иницијализује координатор, те је он моделован као клијент у овом рјешењу. По успостављању везе са *FEP*-ом, први корак у размјени података је пуњење конфигурације, у којој се *FEP*-у достављају сви подаци потребни за иницијализацију базе података у реалном времену. Пуњење конфигурације се обавља преко конфигурационе поруке. На основу уčitаног конфигурационог фајла, координатор дијели конфигурацију према броју *FEP*-ова, те креира конфигурационе поруке за сваки *FEP*. Након успјешне иницијализације базе података у реалном времену, на *FEP*-у се покрећу програмске нити које обављају SCADA задатке. То су задаци аквизиције процесних контролера и комуникације са координатором (слање измјена и пријем команди). Аквизициони циклус не почиње док се од координатора не добије сигнална порука за покретање аквизиције. Након тога аквизициони аутомат креира упите и шаље их процесним контролерима у формату прописаном примењеним индустријским протоколом. Пошто *FEP* тренутно подржава *Modbus* индустријски протокол, ти упити имају формат *Modbus* порука упита. Након примања *Modbus* одговора, резултати се процесирају и пребацују из сировог формата у формат процесних промјенљивих, те се ажурира база података у реалном времену.

Прва порука за слање стања базе података координатору садржи стања свих процесних промјенљивих. Она служи да би координатор добио (прослиједио *ADMS* софтверу) ажурна стања свих процесних контролера у пољу и обично се зове *integrity update*. Након тога *FEP* шаље поруке које садрже само стања оних процесних промјенљивих која су се промијенила.

Команде које се генеришу на *ADMS*-у долазе преко координатора у виду порука на *FEP*. Након њиховог пријема и парсирања, креирају се *Modbus* поруке те се шаљу процесним контролерима који ће извршити командовање у мрежи преко актуатора. У следећем аквизиционом циклусу, приликом прозивки процесних контролера, видјеће се успјешност извршених команди у виду измјена процесних промјенљивих, које ће бити прослијеђене координатору.

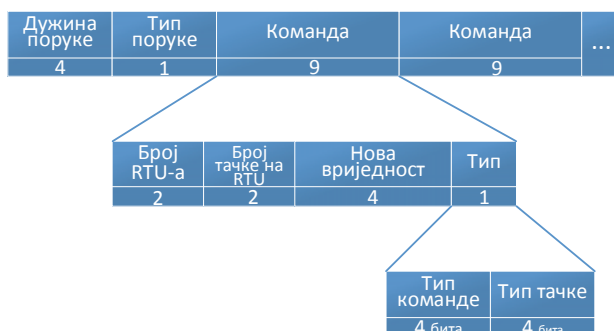
4.2 Пријем команди од координатора

Командовање у оквиру аквизиционо управљачких система је једно од фундаменталних функционалних захтјева. Команде стижу из *ADMS* софтвера на *FEP* преко координатора.

Потребно је напоменути да команде могу бити оператерске команде или директиве. Оператерске команде представљају извршни налог дежурног оператера у контролном центру или су генерисане од стане *ADMS*-а због оптимизација у мрежи. Оне

реализују промјену стања процесних излаза на неком процесном контролеру. Директиве служе да би се у току рада подесили параметри који контролишу функционалност самог SCADA система. Могуће је уочити неколико врста директива, а то су промјена опсега мјерења и граница аларма, избор измјерене или ручно задате вриједности, означавање промјенљивих и сл. *FEP* подржава само једну директиву, а то је задавање ручне вриједности процесне величине (енг. *manual override*). Она је од интереса јер, приликом отказа физичких сензора или мјерне процесне опреме, омогућује ручни унос приближне процесне вриједности, да би на та начин била омогућена даља обрада процесних величина.

Команде долазе на *FEP* у виду бинарних порука кроз мрежу, чији је формат приказан на слици 2.



Слика 2. Формат командних порука

Порука је подијељена у сегменте чије су дужине, изражене у бајтима, приказане на поменутој слици. Првих четири бајта представља преосталу дужину поруке у бајтима. Затим слиједи сегмент од једног бајта који означава тип поруке.

Свака команда садржи четири поља, а то су редни број процесног контролера, редни број тачке на процесном контролеру, нова вриједност и тип. Редни број процесног контролера означава контролер у листи процесних контролера на коме се налази процесна промјехљива која је објекат командовања. Редни број тачке једнозначно одређује процесну промјенљиву на већ поменутом процесном контролеру. Нова вриједност означава команду за дигитални уређај (ново стање), односно нову вриједност континуалне промјенљиве за аналогне излазе. Посљедње поље од једног бајта је подијељено на два поља по четири бита. Прва четири бита означавају тип команде, тј. да ли је операторска команда или директива за ручно задавање процесне величине, док друга четири бита представљају тип SCADA тачке (процесне величине), тј. да ли је тачка дигитални уређај, аналогни улаз, аналогни излаз или бројач.

Пријем и обрада команди на *FEP*-у је реализована као произвођач – потрошач шаблон. Постоје двије програмске нити. Једна врши пријем команди од координатора и стављање у кружни бафер, док друга узима команде из бафера и извршава их. Овакав начин пријема и обраде команди има предност у томе што ће се команде извршавати редослиједом којим долазе, а за вријеме њиховог извршавања, нит која врши пријем команди није блокирана. У случају да се приликом извршавања команде деси нека грешка, *FEP*

ће и даље примати команде и смјештати их у листу за извршавање.

5. ПРИКЉУЧАК ЗА КОМАНДЕ

Дио *ADMS* софтвера који је задужен за комуникацију са SCADA системом се назива сервис за динамичке податке (слика 1.). Преко њега се сва динамика из електроенергетских мрежа синхронизује са *ADMS*-ом. Концептуално, начин рада *Control plugin*-а је сличан начину рада *FEP* компоненте за пријем и извршавање команди, односно заснива се на проблему произвођача и потрошача.

Имплементирана је спрега за командовање који садржи једну методу. Та метода се позива од стане сервиса у *ADMS*-у, приликом креирања нове команде. Нова команда се преноси као параметар поменуте методе у облику акције. Акција се претвара у команду облика читљивог за *FEP* и ставља се у листу. Друга програмска нит се активира ако се листа препуни командама или уколико истекне одређени временски интервал. Она провјерава да ли је листа празна или садржи команде. Ако листа није празна, она покупи све команде из листе и шаље их координатору који ће те команде прослиједити *FEP*-у.

6. ТЕСТИРАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ

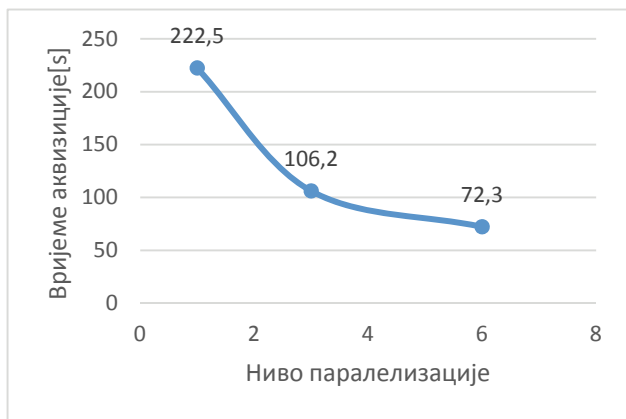
Реализовано дистрибуирано SCADA програмско рјешење, интегрисано са *ADMS* софтвером је тестирано са подацима из електродистрибутивне мреже Новог Сада. Вршено је поређење перформанси са комерцијалном SCADA-ом у склопу истог *ADMS* софтвера, која је тестирана под истим условима.

За потребе тестирања искориштена су два рачунара који су повезани мрежном инфраструктуром.

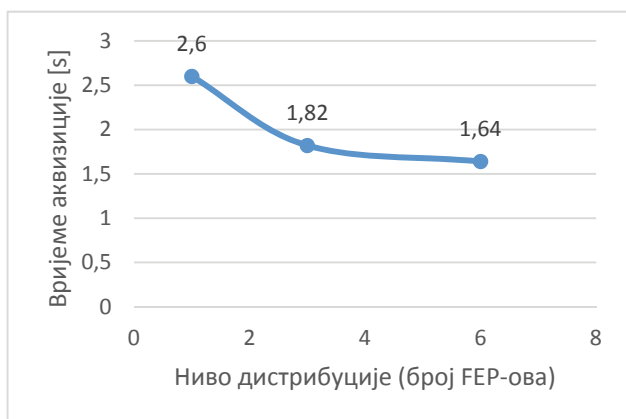
На првом рачунару је инсталиран *ADMS* софтвер. На истом том рачунару у првом случају је постављен координатор и покренути су *FEP*-ови као одвојени процеси, док се у другом случају налазила комерцијална SCADA. Тај рачунар има *Intel Core i7-3820 3.60GHz, 24GB RAM* и *Windows 7 Enterprise 64bit* оперативни систем. На другом рачунару су покренути *Modbus* симулатори који симулирају процесне контролере у електродистрибутивним подстанцима.

Приликом тестирања дистрибуираног SCADA рјешења, тестови су извођени са једним, три и шест дистрибуираних аквизиционих сервера (*FEP*-ова). На сличан начин, приликом тестирања комерцијалног SCADA система који подржава одређен степен паралелизације, тестови су спроведени у случајевима када је SCADA паралелизована на један, три и шест нивоа.

На слици 3. представљен је графикон који приказује брзину извршавања (у секундама) аквизиционог циклуса комерцијалне SCADA-е у односу на ниво паралелизације. На слици 4 се види график који приказује брзину извршавања аквизиционог циклуса дистрибуираног SCADA рјешења у односу на број *FEP*-ова.



Слика 3. Однос времена аквизиције комерцијалне SCADA-е и нивоа паралелизације



Слика 4. Однос времена аквизиције нове дистрибуиране SCADA-е и броја FEP-ова

Као што се може видјети из претходних графика, убрзање аквизиционог циклуса у случају са шест FEP-ова у односу на комерцијалну SCADA-у износи приближно 44 пута.

Осим аквизиционог циклуса, мјерено је и вријеме извршавања команди, тј. вријеме које протекује од тренутка када ADMS пошаље команду на SCADA-у, те све док резултат командовања не дође на ADMS. Комерцијална SCADA (у случају паралелизације на шест нивоа) тај посао одради за 2.9 секунди, док дистрибуираној SCADA-и (са шест FEP-ова) за то треба 0.47 секунди, што значи да је командовање брже нешто више од 6 пута.

Брзином извршавања команди од 0.47 секунди је могуће промијенити стање преко петнаест хиљада прекидача у року од два сата за потребе редукције вршних оптерећења у потрошњи електричне енергије (*demand response*) [4].

У случају са шест FEP-ова, вријеме које протекује док промјена процесне величине са FEP-а дође до ADMS софтвера износи 5 до 10 милисекунди. По извјештају америчког министарства за енергетику, ово вријеме (5 до 10 ms) задовољава брзину читавања промјена приликом управљања електро-дистрибутивним мрежама [6].

7. ЗАКЉУЧАК

У овом раду представљен је један концепт дистрибуиране архитектуре SCADA система за електроенергетске мреже, које задовољава захтјеве модерног тржишта. Како захтјеве у погледу величине самог система, тако и оне о дистрибуираности, подјели одговорности, раду у реалном времену и скалабилности.

Имплементиран је SCADA аквизициони сервер (FEP) који може да ради у дистрибуираном режиму, на више географско дислоцираних рачунара. Настао је модификацијом dAUB аквизиционо управљачког блока школске SCADA-е под називом dSCADA. Поменуто SCADA рјешење је интегрисано са ADMS софтвером и показало је веома добре резултате приликом тестирања перформанси, чиме се оправдава задатак овог рада.

Сам рад јесте основни концепт који је потребно даље развијати и употпунити захтјевима модерног тржишта. Неки од даљих корака развоја су:

- Подршка за друге индустријске протоколе (IEC 60870-5-101/104, DNP3...) на FEP страни,
- Подршка за расподјелу послова између FEP-ова на основу перформанси рачунара на којима се налазе,
- Подршка за расподјелу посла једног FEP-а на остале, уколико се догоди испад неког FEP-а,
- Криптовање порука између координатора и FEP-ова.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Драган Млађеновић, Једно рјешење компоненте за управљање дистрибуираним аквизиционо управљачким серверима, мастер рад, 2015,
- [2] International Energy Agency: Technology Roadmap - Smart Grids, 2011,
- [3] Xi Fang, Satyajayant Misra, Guoliang Xue and Dejun Yang, Smart Grid – The New and Improved Power Grid: A Survey, IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS, VOL. 14, NO. 4, 2012,
- [4] P. Palensky, D. Dietrich, Demand Side Management: Demand Response - Intelligent Energy Systems and Smart Loads, IEEE Transactions on Industrial Informatics, Vol. 7, NO. 3, AUGUST 2011,
- [5] Бранислав Атлагић, Софтвер са критичним одзивом у електроенергетским системима, Нови Сад 2014,
- [6] Department of Energy, Communications Requirements of Smart Grid Technologies, October 2010

Кратка биографија:



Слободан Вулић је рођен 1992. године у Сарајеву. Дипломски рад из области Електротехнике и рачунарства одбранио је 2014. године на Факултету техничких наука. На истом факултету мастер рад из области Електроенергетски софтверски инжењеринг одбранио је 2015. године.

REALIZACIJA ALATA ZA PRISLUŠKIVANJE SCADA KOMUNIKACIJE PO PROTOKOLU IEC-60870-5-104**A REALISATION OF A SNIFFER TOOL FOR EAVESDROPPING SCADA COMMUNICATION USING IEC-60870-5-104 PROTOCOL**Goran Bratić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je razvoj pomoćnog alata za prisluškivanje SCADA komunikacije, koji poruke primljene sa RTU-a prosleđuje drugom SCADA sistemu ne remeteći postojeću komunikaciju. Na taj način je omogućen paralelan rad dva SCADA sistema, pri čemu je drugi sistem u pasivnom (*listen-only*) režimu rada. Najčešće je to novi SCADA sistem kojeg pre zamene treba verifikovati sa stanovišta akvizicije i obrade podataka. U radu je predstavljena implementacija *listen-only* režima SCADA komunikacije po protokolu IEC-60870-5-104, realizovana u OASyS DNA SCADA okruženju.

Abstract – This paper presents the development of a sniffer tool for eavesdropping the communication between a RTU and SCADA system, and for forwarding messages from the RTU to another SCADA system. The sniffer tool enables the verification of a newly added SCADA system that uses the *listen-only* type of communication. The paper also presents the implementation of *listen-only* mode of communication for IEC-60870-5-104 protocol, released in OASyS DNA SCADA framework.

Ključne reči: SCADA, IEC-60870-5-104, RTU, sniffer, OASyS, DNA.

1. UVOD

Bezbedno upravljanje industrijskim procesima zahteva visoku pouzdanost upravljačkog sistema. Zbog toga je pouzdanost u radu jedan od ključnih zahteva savremenih SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) sistema. Ukoliko se, zbog zastarelosti hardvera ili programskih rešenja, dovede u pitanje puna funkcionalnost postojećeg SCADA sistema, njegova zamena je imperativ za proizvodnu organizaciju.

Jedan od uvek prisutnih problema u postupku pripreme novog SCADA sistema je konfigurisanje akvizicionog podsistema, što zahteva mnoštvo podataka o procesnim kontrolerima, mernoj i regulacionoj opremi instaliranim u polju industrijskog postrojenja.

Ovaj postupak je olakšan migracijom konfiguracionih podataka iz starog sistema, ali svakako mora biti detaljno proveren pre puštanja u rad.

NAPOMENA:

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

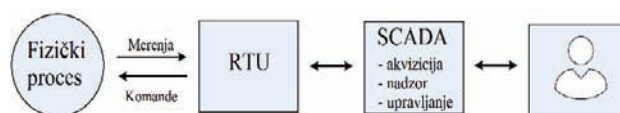
Standardna metoda verifikacije zahteva paralelnu instalaciju novog sistema u pasivnom (*listen-only*) režimu, u kojem novi sistem bez ometanja prati aktivnu komunikaciju postojećeg sistema, i pri tom vrši kompletnu obradu i prezentaciju procesnih podataka.

Procesni kontroleri (RTU -*Remote Telemetry Unit*) najčešće nemaju dodatni komunikacioni port za podršku paralelnom radu sa dve SCADA-e, tako da je jedino opšte rešenje prisluškivanje komunikacije između aktivnog SCADA servera i RTU kontrolera. U ovom režimu rada, pasivni SCADA server nije u nikakvoj mogućnosti da šalje komande, ili da na bilo koji drugi način utiče na stanje procesnog sistema.

U radu je predstavljena implementacija *listen-only* režima komunikacije sa RTU kontrolerima po protokolu IEC-60870-5-104, realizovana u OASyS DNA SCADA okruženju.

2. SCADA SISTEM

SCADA sistem predstavlja akviziciono upravljački sistem čiji je glavni cilj nadzor i upravljanje nad fizičkim procesima korišćenjem RTU-ova i obradom procesnih podataka, dok je krajnji nadzor u ljudskoj (operatorskoj) nadležnosti preko grafičke sprege (HMI – *human machine interface*).



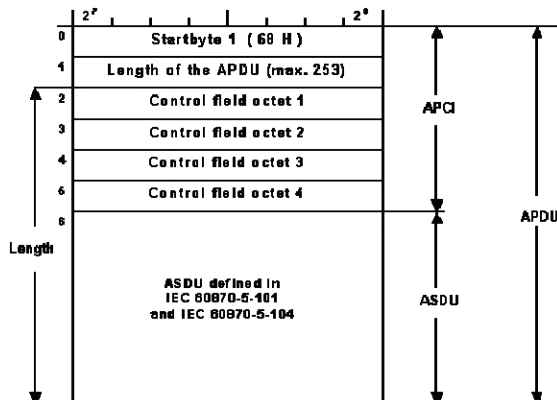
Slika 2.1: Veza između SCADA sistema, RTU-a i fizičkog procesa

SCADA sistemom upravlja operator kroz grafički interfejs, gde može da nadzire komunikaciju SCADA servera i RTU-a i izvršava komande. Komunikacija SCADA servera i RTU-a je dvosmerna, jer stanica koja prima merne podatke isto vreme je u mogućnosti da šalje i komande. Komunikacija sa RTU-ima je standardizovana nizom industrijskih protokola razvijenim u tu svrhu.

3. IEC-60870-5-104 PROTOKOL

IEC (International Electrotechnical Commission) je međunarodno telo za standardizaciju u različitim oblastima elektrotehnike. U cilju standardizacije sprege između SCADA servera i RTU-a usvojen je krovni standard IEC 60870-5. Oslanjajući se na njega razvijen je i komunikacioni protokol IEC-60870-5-104, koji je objavljen 2000. godine.

IEC-60870-5-104 standard predstavlja telemetrijski protokol za komunikaciju između SCADA servera i RTU-a, koji sadrži pravila za upotrebu aplikativnih funkcija i podataka, kao i mnoštvo mehanizama za prenos podataka. Ovaj standard koristi otvoreni TCP/IP interfejs za povezivanje na globalnu mrežu, javnu ili privatnu (WAN-Wide Area Network).



Slika 3.1: Sastav IEC-60870-5-104 poruke

Jedinica prenosa u ovom protokolu predstavljena je imenom APDU (Application Protocol Data Unit) slika 3.1. Sadržaj APDU poruke može da bude različit u zavisnosti od formata.

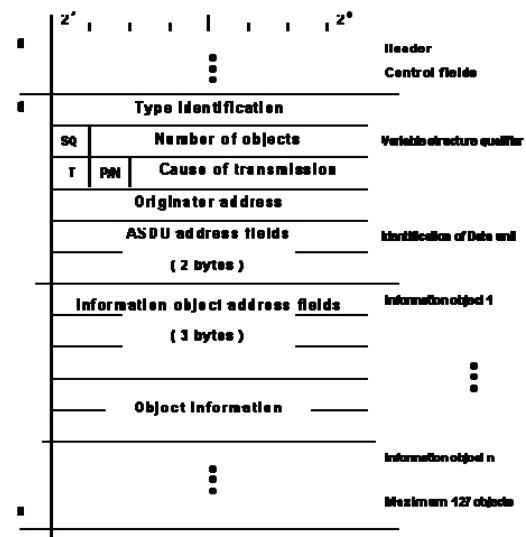
Prvi deo APDU poruke je uvek zaglavlje – APCI (Application Protocol Control Information). U okviru APCI, prvi oktet START označava početak poruke. Drugi oktet LENGTH definiše dužinu APDU poruke koja ne uključuje prva dva okteta. Slede četiri okteta zvani Control fields koji definišu format APDU poruke.

Postoje tri tipa formata APDU poruke: I-format, U-format i S-format. I-format služi za razmenu konkretnih podataka i uvek sadrži ASDU (Application Service Data Unit). U-format APDU poruke sadrži samo APCI zaglavlje i služi za indicaciju start-stop mehanizama toka informacija i podataka. S-format APDU poruke sadrži samo APCI zaglavlje i služi za kontrolu transporta APDU poruka.

Sa ASDU zaglavljem se prenose aplikativni podaci, u našem slučaju konkretni podaci merenja. Struktura ASDU zaglavlja se može videti na slici 3.2.

Ukratko objašnjeno, ASDU struktura se sastoji od okteta za identifikaciju tipa poruke koja se šalje i identifikaciju tipa informacionih objekata. Drugi oktet predstavlja broj objekata koji sadrži ASDU. Treći oktet nosi informaciju o razlogu transmisije i služi za interpretaciju poruke na pristigloj strani.

Originator address polje nosi informaciju izvora koji je aktivirao proceduru razmene poruka i usmerava ASDU poruke u pravcu SCADA stanice. Peti deo poruke *ASDU address fields* nosi informaciju o adresi stanice, i može biti veličine jednog ili dva okteta. Ovo polje uglavnom predstavlja adresu RTU stanice, ali može biti i struktuirana u formu stanice/sektora adrese gde je individualna stanica podeljena u više logičkih jedinica. *Information object address* polje je korišćeno za adresu destinacije kada poruka putuje u pravcu kontrole (u smeru RTU-a), ili kao adresa izvora poruke u smeru monitoringa (u smeru SCADA stanice).

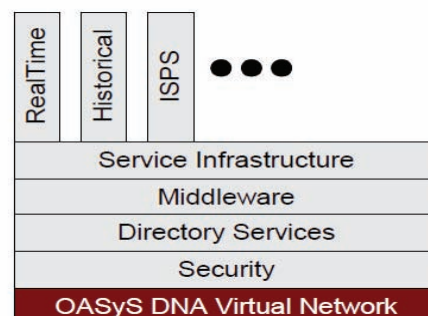


Slika 3.2: Struktura ASDU zaglavlja

Informacioni objekti predstavljaju nosioce informacija i podataka usmerene ka SCADA stanici.

4. OASYS DNA PROGRAMSKA PODRŠKA

OASyS (Open Architecture System) predstavlja specijalizovanu platformu koja pruža podršku za standarde i funkcionalnosti SCADA sistema. OASyS DNA (Dynamic Network of Application) omogućava rukovanje distribuiranom arhitekturom na koju se SCADA softver oslanja (slika 4.1). Kao u većini industrijskih sistema, ovaj sistem odlikuje visoka pouzdanost, bezbednost, i rad u realnom vremenu.

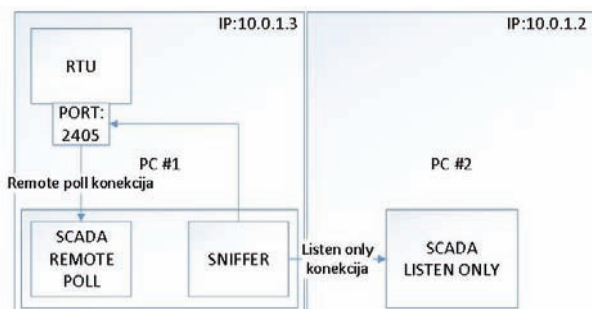


Slika 4.1: OASyS DNA arhitektura

Važna komponenta OASyS DNA okruženja jeste *Realtime* servis koji predstavlja funkcionalno SCADA jezgro zaduženo za RTU prozivku i prijem podataka, supervizorsku kontrolu, detekciju alarma, itd. Realtime servis sadrži komunikacioni automat pod imenom *Omnicom*, koji je modifikovan radi implementacije *listen only* režima SCADA stanice.

5. RAZVOJ ALATA ZA PRISLUŠKIVANJE

RTU kontroleri u realnim okruženjima i industrijskim sistemima najčešće ne podržavaju više od od jedne komunikacione konekcije ka SCADA serveru. Zbog toga prisluškivanje komunikacije aktivnog servera zahteva razvoj posebnog alata, ovde označenog kao Sniffer, koji na IP mrežnom nivou presreće TCP pakete poslate od strane RTU kontrolera. Sniffer se instalira uz aktivni SCADA server, na način prikazan slikom 5.1.



Slika 5.1: Rešenje listen only konekcije

Aktivni SCADA sistem komunicira sa svojim RTU kontrolerom u režimu balansirane komunikacije (remote poll), pri čemu sam serverne inicira nikakve zahteve za mernim informacijama, već te podatke RTU šalje samostalno sa cikličnim izveštajima ili pri promeni neke vrednosti na uređajima. SCADA server jedino inicira uspostavu komunikacije i ima mogućnost slanja zahteva poput izravnavanja vremena na RTU-u sa SCADA serverom, itd.

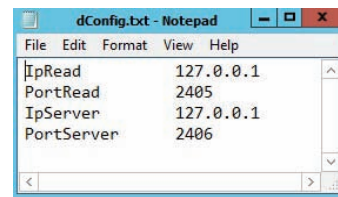
TCP paketi koje šalje RTU jednoznačno su definisani sa dva para adresnih podataka [IP adresa, port] koji označavaju izvor i odredište paketa. Alat za prisluškivanje prima IP pakete, pronalazi i filtrira takve TCP poruke, te ih prosleđuje listen only SCADA serveru. Kako je kriterijum za filtriranje IP saobraćaja isključivo vezan za TCP parametre, razvijeni alat je funkcionalan za prisluškivanje i prosleđivanje poruka svih vrsta industrijskih protokola. Sam Sniffer je apsolutno jednosmeran, tačnije ne dozvoljava pratećem SCADA serveru da eventualno pošalje neku svoju poruku koja bi stigla do aktivnog sistema. Struktura alata za prisluškivanje se može videti na slici 5.2.



Slika 5.2: Struktura alata za prisluškivanje

Alat je razvijen kao konzolna aplikacija u C++ programskom jeziku koristeći standardne windows biblioteke za *multithreading* i *winsock2* biblioteku za mrežno programiranje. Windows sockets 2 biblioteka omogućava programerima da kreiraju napredne internet, intranet i druge mrežne aplikacije, nebitno od protokola koji se koristi u mreži. U ovom slučaju, iskorišćena je podrška za prijem IP paketa - takozvanih *raw socket*. Alat za prisluškivanje se sastoji se od dve paralelne niti *Client* i *Server*. *Client* nit stvara i povezuje socket za prisluškivanje na port RTU kontrolera definisan u dConfig.txt datoteci. Prisluškivanje na portu RTU-a ne ometa komunikaciju između njega i SCADA Remote poll servera. Iz pristigle poruke se izdvaja TCP zaglavlje, radi preuzimanja informacije porta izvorišta poruke. Ta informacija je bitna zbog filtriranja i prosleđivanja jedino poruka koje je RTU kontroler poslao. Nakon filtriranja se poruke šalju preko serverskog soketa drugom SCADA serveru. Izgled dConfig.txt datoteke se može videti na slici 5.3, gde se primećuje definisana IP adresa i port za RTU kontroler koji se prisluškuje (*IpRead* i *PortRead*). U

datoteci se nalazi IP adresa i port na kome treba generisati serverski socket za povezivanje SCADA listen only servera (*IpServer* i *PortServer*).



Slika 5.3: Izgled dConfig.txt datoteke

Server nit stvara neblokirajući socket za povezivanje sa SCADA listen only serverom na osnovu podataka iz dConfig.txt datoteke. SCADA listen only server je tako konfigurisan da se povezuje na alat za prisluškivanje kao svoj RTU kontroler, tako da se može reći da ovaj alat simulira RTU kontroler iz perspektive SCADA listen only servera.

6. RAZVOJ LISTEN ONLY REŽIMA NA OASYS SCADA STANICI

SCADA listen only server je već imao implementiran protokol IEC-60870-5-104, ali bez podrške za sve njegove režime komunikacije. Listen only režim komunikacije u ovoj SCADA stanici nije bio implementiran, dok je postojala podrška za određene akvizicione režime i komandovanje. Razvoj novog režima komunikacije svodio se na implementaciju nove metode za listen only i na ograničene izmene u kodu pri obradi primljene poruke u okviru Omnicomm automata OASYS SCADA-e. Koncept procesa obrade primljene poruke se može videti na slici 6.1.



Slika 6.1: Koncept procesa obrade primljene poruke

Poruka pristigla u SCADA server se obrađuje u metodi Comm_Receive gde se vrši osnovna provera validnosti pristiglog paketa. Ako pristigli paket ispunjava sve uslove validnosti. Neka od tih provera validnosti predstavlja da li je ova poruka bila odgovor na prethodno poslatu poruku, koji je redosledni broj ove poruke (sequence number), da li se on poklapa sa brojem koji SCADA očekuje. Poruka se onda smešta u appData_queue bafer. Iz appData_queue bafera metoda Process_Frames čita poruku i vrši proveru uzroka transmisije poruke, da li poruka sadrži ASDU zaglavlje, itd. Ako poruka ispunjava sve provere, smešta se u db_queue. Poruka iz db_queue preuzima metoda Process_Database_Message, koja čita informacione objekte, i proverava vrstu objekta. Na osnovu vrste objekta poziva se odgovarajuća obrada, kako bi se njegova vrednost smestila u bazi podataka.

Posebnu pažnju je trebalo obratiti na zabranu podrazumevanog slanja poruke za uspostavu veze pre početka komunikacije, ako se nalazimo u listen only režimu. U slučaju da nismo zabranili slanje ove poruke SCADA server bi očekivao odgovor sa potvrdnom porukom, i sve dok ne dobije tu poruku i odobri konekciju, odbijao bi sve druge vrste poruka i komunikacija ne bi bila moguća.

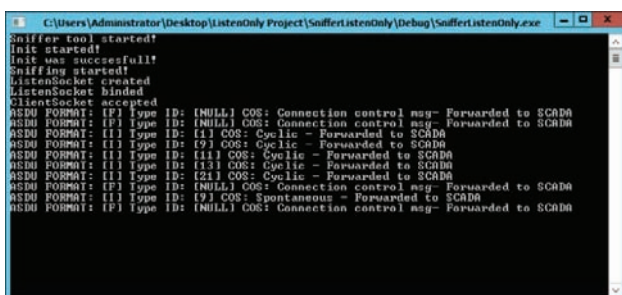
7. TESTIRANJE

Testiranje se vršilo na skupu različitih vrsta tačka i testova. U ovom poglavlju će biti samo prikazano testiranje promene jedne analogne tačke. Simulacija RTU kontrolera na SCADA *remote poll* serveru, vršila se pomoću *Triangle Microworks Inc, Test Harness* alata koristeći IEC-60870-5-104 protokol. Konfigurisana je analogna tačka na istoj SCADA stanici i u simulatoru. Posle startovanja *TestHarness* simulatora, i nakon što smo se uverili u validnost rada konfiguracije na strani SCADA *remote poll* servera, pokreće se alat za prisluškivanje, prateći sistem na strani SCADA *listen only* servera. Na slici 7.1 može se videti promenjena vrednost analogne tačke na SCADA *remote poll* serveru.



Slika 7.1: Vrednost analogne tačke na SCADA *remote poll* serveru

Alat za prisluškivanje prosleđuje primljene poruke spontanih i cikličnih promena iz simulatora, što se može videti na slici 7.2.



Slika 7.2: Izgled alata za prisluškivanje

Promenjena vrednost analogne tačke, na SCADA *listen only* serveru, može se videti na slici 7.3.



Slika 7.3: Prikaz analogne vrednosti na SCADA *listen only* serveru

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je standardni industrijski protokol IEC-60870-5-104 kao i razvojno okruženje OASyS DNA u kome je razvijen alat za prisluškivanje i listen only režim komunikacije. Cilj implementacije bio je omogućavanje paralelnog rada dva SCADA sistema, pri čemu je drugi sistem u pasivnom (listen only) režimu rada.

Dalje unapređivanje alata bi bilo fokusirano na implementaciji korisničke sprege, što bi olakšalo menjanje konfiguracije u okviru aplikacije. Radi razdvajanja zavisnosti Client i Server niti u alatu za prisluškivanje, bilo bi poželjno implementirani privremeni bafer koji će skladištiti poruke pristigle sa klijenta i prosledivati ih serverskoj strani. Takav bafer bi pomogao u situacijama kada bi nestajala konekcija sa SCADA listen only serverom, koji bi u nekim okolnostima prestao sa radom. Implementacija bafera bi sprečila gubitak poruka, dok program čeka na novu uspostavu konekcije.

9. LITERATURA

- [1] Softver sa kritičnim odzivom u elektroenergetskim sistemima, Branislav Atlagić. 2015
- [2] Practical Modern SCADA Protocols: DNP3, 60870.5 and Related Systems, Gordon Clarke and Deon Reynders
- [3] Introduction to OASyS DNA SCADA Integration/ Course -Development Guide
- [4]http://www.mayor.de/lian98/doc.en/html/u_iec104_str_uct.htm

Kratka biografija:



Goran Bratić rođen je 22.01.1991. godine u Sarajevu. Srednju Elektrotehničku školu završio je 2010 godine u Smederevu, nakon čega upisuje Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, smer Računarstvo i Automatika, koji završava 2014 godine. Iste godine upisuje master studije, smer Elektroenergetski Softverski Inženjering.

Master rad na temu *Realizacija alata za prisluškivanje SCADA komunikacije po protokolu IEC-60870-5-104* odbranio je 2015. godine.

АЛГОРИТМИ ЗА ДИСТРИБУИРАНО ПРЕВОЂЕЊЕ И ПОВЕЗИВАЊЕ C# ПРОЈЕКТА**ALGORITHMS FOR DISTRIBUTED BUILD OF C# PROJECTS**

Никола Васић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У раду је представљена реализација алгоритама за дистрибуирано превођење и повезивање C# пројеката, у оквиру одређеног Solution-а, под којим се подразумева њихова расподела, коју врши сервер, на више Build машина, које представљају клијенте, са крајњим циљем бржег и ефикаснијег обављања Build-а. Програмско рјешење имплементирано је у C# програмском језику, уз ослонац на Windows Communication Foundation технологију, помоћу које је реализована клијент-сервер комуникација. Као помоћни алати коришћени су Mercurial и The Microsoft Build Engine (MSBuild).

Abstract – This paper presents the implementation of algorithms for distributed build of C# projects, which are a part of a specific Solution. By distributed build we mean a process that is executed by server, which distributes projects to appropriate clients, who are named build machines. The main objective is to get faster and more efficient build. The application is developed using C# programming language and Windows Communication Foundation for client-server communication. Mercurial and The Microsoft Build Engine (MSBuild) are used as help tools.

Кључне речи: Дистрибуирани системи, развој софтверских пројеката, алгоритми, контрола верзија

1. УВОД

Циљ овог рада јесте реализација алгоритама за расподелу пројеката унутар C#Solution-а, по различитим критеријумима, ради каснијег распоређивања по рачунарима у склопу мреже, што ће као резултат довести до дистрибуираног превођења и повезивања (енг. **Build**) тих пројеката.

За разлику од **Build-aSolution-а** на једној машини, подјелом тог посла, на мрежу рачунара, дошло би до растерећења чворова у мрежи, али и до већег протока података унутар ње. Скраћивање времена трајања **Build-а** пројеката може бити веома значајан фактор, нарочито током фаза тестирања и одржавања, у циклусу развоја софтвера [1].

У раду су представљена три алгоритма за расподелу пројеката по чворовима у мрежи, њихова реализација, као и процес комуницирања између свих учесника у процесу дистрибуираног **Build-а**.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер радацији ментор је био др Дарко Чапко, доцент.

2. АНАЛИЗА ПРОБЛЕМА**2.1.Развој великих софтверских пројеката**

Под развојем софтверских пројеката подразумева се испоштован скуп корака, који чине животни циклус развоја софтвера, а описују процес израде производа од његовог планирања до фазе одржавања, евентуално извођења из експлоатације. Развој великих пројеката најчешће се може представити модификованим моделом водопада са прототипом (слика 1), којим се илуструје поступак развоја софтвера [1]. Једне од најосјетљивијих фаза, описаних моделом водопада, јесу кодирање, тестирање и интеграција и одржавање софтвера.



Слика 1: Животни циклус софтвера, представљен моделом водопада

У току трајања наведених фаза врше се константне измјене у коду, што доводи до честог **Build-а** измијењених пројеката, како би дошло до примјене начињених промјена. Код великих софтверских пројеката овај процес одузима пуно времена, што, са аспекта развојног тима, може довести до повећања трошкова развоја, продужавања трајања развоја и незадовољства клијента.

Пошто је сваки члан тима задужен за рад на одређеном дијелу пројекта, велику помоћ би представљало рјешење које би омогућило бржи **Build** жељених пројеката, користећи тимске машине које тренутно нису оптерећене великим захтјевима корисника.

Наведена идеја доводи до разматрања увођења дистрибуиране архитектуре у систем. Анализирајући врсте категорија, у које спада програмирање дистрибуираних система, могле би се издвојити клијент-сервер архитектура, по којој програмски код на страни клијента приступа серверу ради прибављања узорака података који затим обрађује и преноси на серверску страну, као и јако спрегнута архитектура, која се односи на скупине рачунарских система који, кроз паралелно извршавање заједничке обраде, тијесно сарађују [1]. Може се закључити да би комбинација ових архитектура највише одговарала поменутој идеји подијеленог **Build-а** пројеката.

прелази на наредни корак - проналажење и расподелу пројеката са унутрашњим референцама. Овај дио алгоритма понавља се док не буду **Build**-овани сви преостали пројекти. Врши се издвајање пројеката чије су унутрашње референце обрађене у некој од прошлих итерација. Након тога, врши се њихово распоређивање. Коначно, добијањем информације да је **Build** свих пројеката завршен, сервер обавјештава клијенте о томе, "отпушта" их из тренутног процеса, и прелази у стање чекања нових захтјева.

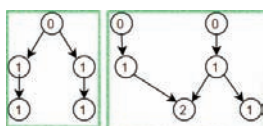
Након направљених измјена у коду, клијент иницијатор покреће **Build** пројеката, тако што обавјештава сервер о томе да може кренути са распоређивањем пројеката на пријављене машине. Као предуслов томе, клијент врши **Push** измјена на главни репозиторијум и пријављује се као **Build** машина. Након што су остали клијенти преузели најновије измјене, креће се са извршавањем **Build**-а. Клијент иницијатор очекује од сервера информацију о томе који пројекти су му додијељени. За сваки пројекат, који је додијељен клијенту, врши се **Build**, **Push** генерисаних извршних датотека и **Pull** са главног репозиторијума, у случају да је дошло до неких промјена. Посљедње двије операције је потребно вршити, јер више клијената, у исто вријеме, приступа репозиторијуму и додаје нове податке, а потребно је да сваки клијент има најновије промјене на локалном репозиторијуму, због **Build**-а пројеката у наредним итерацијама.

Након обраде свих додијељених пројектата, на датом клијенту и осталим **Build** машинама, шаље се захтјев серверу да се обави наредна расподела пројектата. Овај поступак се понавља док не буду обрађени сви пројекти, који припадају **Solution**-у. Коначно, клијент иницијатор врши **Pull** података, да би повукао посљедње измјене на локални репозиторијум и бива „отпуштен“ из тренутног процеса, чиме је **Build** пројектата завршен.

Клијенти се пријављују као **Build** машине и након покретања **Build**-а пројектата врши се **Pull** измјена, послатих од стране иницијатора. Након њиховог преузимања, чека се информација са сервера о додјели пројектата машинама. Након што је одређено које пројекте је клијент задужен да **Build**-ује, врши се поступак идентичан оном који обавља иницијатор. Након **Build**-а пројектата, клијент прелази у стање чекања нових пројектата, а ако су сви пројекти обрађени, он бива „отпуштен“ и завршава са радом.

3.3. Алгоритам груписања међусобно зависних пројектата (МЗП)

Суштина овог алгоритма огледа се у томе да се креирају групе међусобно зависних пројектата, унутар **Solution**-а, које се распоређују на клијенте, ради каснијег **Build**-а. Посматрајући пројектно рјешење, као усмјерен граф (Слика 5), међусобно зависне пројекте можемо дефинисати као све чворове графа између којих се може наћи путања. На примјеру слике 5 могу се уочити двије групе пројектата.

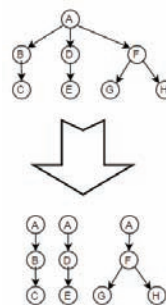


Слика 5: Приказ одвојених група у оквиру **Solution**-а

Сервер очекује захтјеве клијента, који су идентични захтјевима описаним у поглављу 3.2. Након пријаве клијената, сервер покреће алгоритамску процедуру. Креирање група међусобно зависних пројектата чине следећи кораци:

1. Проналажење свих пројектата у оквиру **Solution**-а.
2. Пролазак кроз све пројекте и њихове референце.
3. Уколико је један пројекат садржан у референцама другог пројекта, креира се унија листи њихових референци.
4. Уколико пресјек референци два пројекта није празан скуп, врши се њихово спајање у групу пројектата – итеративан поступак (повнавља се док се не обраде сви пројекти).
5. Подјела група са великим бројем пројектата на мање групе (Слика 6).
6. Сортирање листи група пројектата, на основу величине група, у опадајућем редослиједу

Посматрањем групе пројектата, као усмјереног графа, у петом кораку се врши подјела на мање групе, које чине одвојени дијелови стабла и садрже пројекте са врха графа, као заједничке референце.



Слика 6: Примјер подјеле на мање групе пројектата

Распоређивању група по клијентима претходи њихово сортирање на основу оптерећености. Сортирање група, у опадајућем редослиједу, се врши са циљем додјеле већих група мање оптерећеним машинама. Два случаја распоређивања пројектата, као и у случају прошлог алгоритма, јављају се и у склопу овог. Након расподеле, клијенти су обавјештени о пројектима које требају обрадити. Остатак процеса **Build**-овања остаје на клијентима, а сервер, након завршетка обраде свих пројектата, "отпушта" клијенте из тренутног процеса и прелази у стање чекања нових захтјева.

Након начињених измјена, клијент иницијатор врши њихов **Push** и пријављује се као **Build** машина. Клијент чека обавјештење о томе да су остали клијенти преузели најновије измјене, након чега се покреће **Build** пројектата. Након што су му додијељени пројекти, покреће се поступак превођења и повезивања пројекта. Извршивши **Build**, клијент чека поруку сервера о завршетку те операције за све пројекте и врши **Pull** са репозиторијума, да би процедура превођења и повезивања била потпуна и да би, као иницијатор, имао све извршне фајлове на

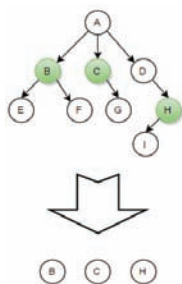
својој машини. Клијент иницијатор бива „отпуштен“, чиме је **Build** пројеката завршен.

Клијенти, који представљају **Build** машине, након покретања дистрибуираног **Build**-а извршавају **Pull** измјена са репозиторијума, затим прелазе у стање чекања додјеле пројеката и након ње, крећу са **Build** операцијом. Након извршеног **Build**-а, врши се **Push** извршних фајлова на репозиторијум, клијент бива отпуштен од стране сервера и завршава са радом.

3.4. Алгоритам обраде последње измијењених пројеката (ПНП)

Овај алгоритам не описује расподјелу и **Build** свих пројеката, већ ту процедуру обавља само са пројектима измијењеним од стране клијента. Примјер на слици 7 приказује измијењене пројекте, који ће бити издвојени за **Build**, док остали пројекти неће бити предмет обраде. Дио алгоритма, који проналази потребне пројекте, чине следећи кораци:

1. Клијент иницијатор покреће **Build**, а сервер преузима информације о последњем **Push**-у.
2. Сервер проналази фајлове на којима су извршене промјене.
3. Сервер проналази одговарајуће пројекте.
4. Прелазак на додјелу пројеката машинама.



Слика 7: Примјер издвајања само оних пројеката који су измијењени (означени зеленом бојом)

У случају када је број клијената већи од броја пројеката за **Build**, пројекти се додјељују мање оптерећеним машинама. У супротном, сви клијенти ће добити одређен број пројеката за **Build**, с тим што ће мање оптерећени бити задужени за више пројеката. Након извршења операција, сервер "отпушта" клијенте и прелази у стање чекањанових захтјева.

Задаци, које обављају клијенти, идентични су онима који су описани у поглављу 3.3.

4. ТЕСТИРАЊЕ

За тестирање су коришћени рачунари са процесором *i3-4160* и количином радне меморије 16 гигабајта. Вршено је у реалном окружењу, што мрежу између рачунара чини константно коришћеном и релативно оптерећеном, а коришћен је **Solution** који садржи 294 пројекта. Тестовима су добијена времена трајања извршавања **Build**-а. Први тест извршен је **Build**-овањем **Solution**-ау окружењу **Visual Studio 2013**, што ће се поредити у односу на алгоритме **РПП** и **МЗП**. **Build**-овано је и шест пројеката који ће бити искоришћени за примјену алгоритма **ПНП**. Резултати првог теста дати су у табели 1.

Табела 1. Приказ резултата првог теста

294 пројекта	Solution	6 пројеката
1 рачунар	930126ms	30011 ms

Други тест извршен је на два, четири и шест рачунара, примјеном датих алгоритама. Резултати овог теста дати су у табели 2.

Табела 2. Приказ резултата другог теста

294 п.	РПП	МЗП	ПНП
2 рач.	1355218ms	707127 ms	23022 ms
4 рач.	1501101 ms	356790 ms	19510 ms
6 рач.	1645260 ms	260619 ms	14974 ms

Анализом и поређењем резултата тестова долази се до закључка да на извршење алгоритма **РПП** директно утиче оптерећеност мреже, која се константно увећава приступањем клијената главном репозиторијуму, што доводи до споријег **Build**-а. За алгоритам **МЗП** може се закључити да нижи степен комуникације клијената са главним репозиторијумом, у односу на **РПП**, доводи до мањег оптерећења мреже, чиме се добија мање вријеме **Build**-а, а да се са повећањем броја рачунара увећава брзина **Build**-овања, што у реалним околностима може бити веома корисно. Примјена алгоритма **ПНП** дала је већу брзину **Build**-апројеката, која расте заједно са већим бројем рачунара.

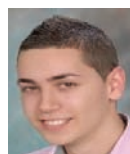
5. ЗАКЉУЧАК

Овим радом приказан је приједлог рјешења које ће омогућити ефикаснији рад тимова за развој софтвера, скраћивањем времена **Build**-а пројеката, подјелом посла на машине унутар мреже, што може бити од великог значаја при изradi великих софтверских пројеката. Описани су алгоритми за дистрибуирани **Build** софтверских пројеката и примјењени су на **C#** пројектима. На основу добијених времена трајања дистрибуираног **Build**-а пројеката, представљеним у поглављу 4, може се закључити да се коришћењем алгоритма **МЗП** значајно убрзава иницијални **Build** или вршење **Rebuild**-а **Solution**-а, а да би алгоритам **ПНП**, поред подјеле на мрежу рачунара, имало смисла користити и на само једној пријављеној клијентској машини, чиме би процес **Build**-овања измијењених пројеката на њој, био аутоматизован.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Перишић Б., *Основи софтверског инжењерства*, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија, 2012, ISBN : 978-86-7892-374-6
- [2] MSDN, Solutions and projects in Visual Studio - <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/b142f8e7.aspx>

Кратка биографија:



Никола Васић рођен је у Сарајеву 1991. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области електротехнике и рачунарства – Електроенергетски софтверски инжењеринг одбранио је 2015. год.

One implementation of extendable application for collecting EPG data from internet sources

Stefan Pejić, Helena Peić Tukuljac

Control and Computing Department

Faculty of Technical Sciences

Novi Sad, Serbia

{stefan.pejic, helena.peic-tukuljac}@rt-rk.com

Milan Knežević, Istvan Papp

RT-RK, Computer Based Systems

Novi Sad, Serbia

{milan.knezevic, istvan.papp}@rt-rk.com

Abstract—This paper presents one solution for a extendable application which is used to collect EPG (Electronic Program Guide) data from various internet sources. The aim of the software is to complement or replace incomplete EPG information received from DTV (Digital television) stream with Internet data. The acquired data is processed and forwarded to remote server which further stores it to a database.

Keywords—EPG; DVB; STB; Digital television

I. INTRODUCTION

Electronic Program Guide (EPG), that provides broadcast schedule information, has become a common part of digital television (DTV). EPG is usually acquired from DTV stream. However, sometimes it can be faulty, incomplete, or missing, so there is a need to find alternative sources of EPG. Those alternative sources can, essentially, be any sources, but nowadays Internet is the largest source of any kind of information. This paper will cover acquisition of EPG data exclusively from Internet sources.

EPG information enables further analyses of event content and event associations [1]. The processed information is then used as an input for notifications and alerts [2] or smart recommendation engines. It is easy to notice that additional services based on EPG information greatly add to customer satisfaction. Hence, it is of great importance to correct or add faulty, incomplete, or missing EPG information.

II. APPLICATION CHALLENGES

In this paper we present an extendable application for EPG data acquisition from the Internet sources. The Internet has a number of sources of potential EPG information that can be utilized by proposed application [3]. There are systems which tried to take advantage of the Internet when it comes to EPG acquisition [3], but those systems are usually meant for one TV network and are not extendable, at least not in the same way this application is.

We did not want to restrict the application to a limited number of available sources. Thus we made an extendable application which can be easily extended with new modules to cover all EPG information resources. Those resources can be found all over the Internet and the information is not always packed in the same way. On contrary, that information is, most likely, never packed in the same way and it needs to be

unpacked when it reaches this application. To handle different formats and encoding types, all modules contain a logic that allows extraction of useful information. For example, if information from a source is available in XMLTV format, we add a module to extract information from sources that use XMLTV format. If a source uses non standard format, such as, but not limited to a custom formatted HTML or custom formatted XML, new modules are designed to extract desired information, an independent module for each source.

Extracting logic often makes modules complex, nevertheless, this feature still remains highly valuable, because it makes the application easily adaptable to various usage needs. For example, classic EPG will require precise information about start time, end time of the event, some brief description. On the other hand, some recommendation software will focus more on content, thus rich description would be convenient.

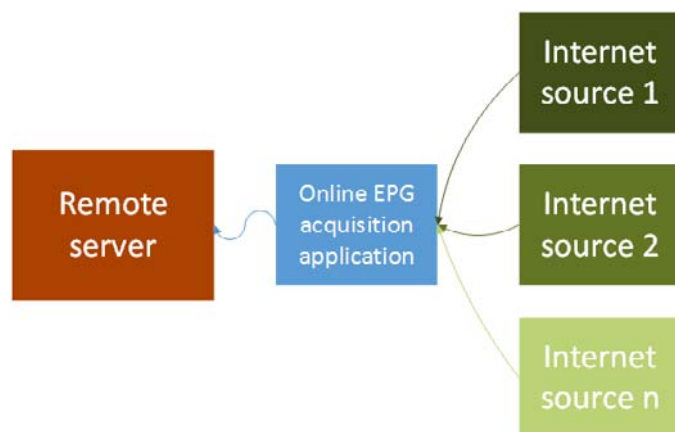


Figure 1 Data flow

III. IMPLEMENTATION

The application we developed is part of the EPG acquisition system. That system consists of a part that acquired EPG information from DVB stream and this application, which is used to acquire information about events which were not found in DVB stream or information that was found was insufficient.

EPG data can be acquired on different devices, for example on embedded devices such as Set Top Boxes (STB), due to their

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Stefana Pejića. Mentor je bio prof. dr Miroslav Popović.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2014.

roll as DVB (Digital Video Broadcasting) receivers, or on computers which possess adequate equipment for receiving DVB stream.

In our system we use Set Top Boxes for both DVB stream acquisition and Internet data acquisition. It is important to have in mind that STBs are embedded devices and have fairly limited resources. This primarily affects the choice of programming language. In our system we used C, due to its speed and the efficient use of processor's and memory resources. We wanted to avoid use of programming language which uses Virtual Machine, instead we have taken care of transferability to different platforms. It is not usable on all platforms the way it is now, but it can easily be adjusted to be available on a different platform. At the moment it is available for Android, but, as said, adjustment for different OSs is painless.

The application and its modules are connected via C interface, which means that all modules have to implement the interface in order to work properly.

The application uses HTTP to acquire document from Internet source. HTTP is a protocol widely used on the Internet, because of its reliability. It, also, possesses simplicity and suitability, which is perfect for the application non-demanding needs. Information is obtained with HTTP GET and sent to server using HTTP PUT method.

The application acquires EPG data for a single TV channel, i.e. one DVB service. After the data is processed, individual events can be extracted in accordance with actual needs. Acquired data is then processed to extract needed information (individual events).

After online EPG is requested, the application fetches actual URL to the internet source, and a type of module that needs to be used. That information is stored on the server and it is acquired by sending an HTTP GET request to the server. Next, the application sends an HTTP GET request to the source URL. As a response, in case the source exists, encoded document which contains information we need is returned. The document is adequately processed, using module which was identified by a module type received from server. The information is kept in memory until all data related to one DVB service is collected. After the collection, the application creates an XML with all relevant data and sends it to the server using HTTP PUT method. server creates Java objects based on information from XML.

This application can be used as both primary and alternative source of EPG, however as mentioned previously, it is conceived as a secondary source of EPG, meant to work in pair with application described in [4]. Information is obtained from number of different internet sources such as sites that host well-formatted documents with EPG, web pages that display valuable information or internet services that provide online EPG. That information is acquired in an encoded document and has to be extracted from it. After extraction, it is stored and, on demand, dispatched to the remote server.

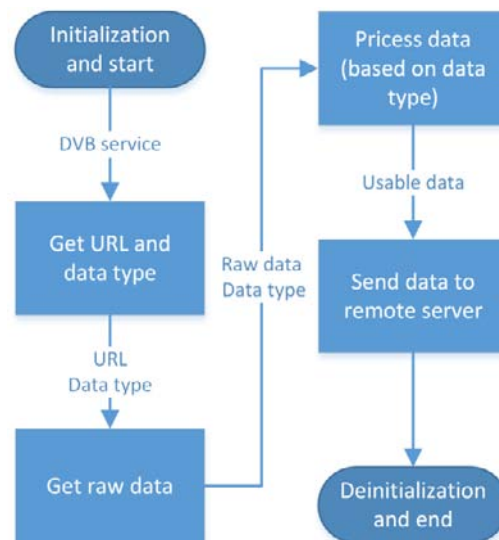


Figure 3 Block diagram of the application steps

IV. XMLTV

As it is mentioned before, information on the Internet can be found in different types of documents. One of the most frequently used types of documents for packing EPG data is XMLTV. It is used in IPTV (Internet Protocol Television) for packing EPG information.

```

<channel id="I10436.labs.zap2it.com">
  <display-name>13 KERA</display-name>
  <display-name>13 KERA TX42822:-
</display-name>
  <display-name>13</display-name>
  <display-name>13 KERA fcc</display-name>
  <display-name>KERA</display-name>
  <display-name>KERA</display-name>
  <display-name>PBS
  <Affiliate</display-name>
  <icon
src="file:///C:/Perl/site/share/xmltv/icons/KERA.gif" />
</channel>
  
```

Figure 2 Channel element

First module which was made was module for extracting data from Internet sources which use XMLTV format for transferring data. XMLTV was our first choice due to its popularity and frequency of use. But behind that popularity is one quality and intuitive format, which is easy to use and can contain great amount of data. It contains number of fields for different types of information, but most of those fields are optional and most likely not used. However, even when not used to its full potential XMLTV is still great for sending the basic information.

Next paragraph is going to describe the way data is stored in the XML, when using XMLTV. To understand that, brief knowledge of XML is required.

```
<programme start="20080715023000 -
0600" stop="20080715040000 -0600"
channel="I10436.labs.zap2it.com">
  <title lang="en">Mystery!</title>
  <sub-title lang="en">Foyle's War,
Series IV: Casualties of War</sub-
title>
  <desc lang="en">The murder of a
prominent scientist may have been due
to a gambling debt.</desc>
  <date>20070708</date>
  <category
lang="en">Anthology</category>
  <category
lang="en">Mystery</category>
  <category
lang="en">Series</category>
  <episode-num
system="dd_progid">EP00003026.0666</ep
isode-num>
  <episode-num
system="onscreen">2706</episode-num>
  <audio>
    <stereo>stereo</stereo>
  </audio>
  <previously-shown
start="20070708000000" />
  <subtitles type="teletext" />
</programme>
```

Figure 4 Program element

Data in XMLTV is split into data about programs and data about channels. First element of the document is root element. The root element has a few parameters which are used to identify source of the document. All the other elements are children of the root element. First in the list are elements which contain information about channels. All the other elements are programs and they are related to one of the channels from the beginning of the list.

Elements which describe channels contain information about channel ID, channel icon and display name(s) that particular channel uses. These elements have tag name „channel“. Channel ID is an attribute of the element, while the other information is stored in the fields of the element.

Elements which describe programs contain some basic information like a channel the program is related to, start time, end time of the program, program name, as well as some additional information like program description, data, episode

etc. These elements are represented with tag name „programme“.

Some of the fields from above are mandatory, while the other fields are optional. The optional fields vary from source to source, because they are not predefined. Provider of the information can add custom fields to the XMLTV document, which instantaneously makes that document unique, and regular XMLTV parser will not be able to obtain information from that custom field. But it will still be able to extract regular information.

To sum up, XMLTV is one rich format, which is, in addition to being rich, extendable. That means that those who make the document can add additional information, unique to them. Users of the document can, but not necessarily have to, make use of the extra information.

V. CONCLUSION

This paper presents an application for acquisition of EPG from the internet, the principles it operates on and technologies used in development. It, as well, shows problems and doubts we faced during the implementation itself.

In conclusion, this application is meant to be highly modular application for obtaining EPG from diverse internet sources in an easy way.

In the future, this application is meant to be expanded with support for scripts (adding modules through scripts), which will require some changes in logic of the application and possible change of programming language.

VI. ACKNOWLEDGEMENT

This work was partially supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia under Grant TR32014.

VII. REFERENCES

- [1] Yu-Cheng Chen, Hsien-Chao Huang, Yueh-Min Huang, „Community-based program recommendation for the next generation electronic program guide“, *Consumer Electronics, IEEE Transactions on (Volume: 55, Issue:2)*, May, 2009
- [2] Shibeshi, Z.S., Ndakunda, S., Terzoli, A., Bradshaw, K., „Delivering a personalized video service using IPTV“, *Advanced Communication Technology (ICACT), 2011 13th International Conference*, 13-16 February. 2011, Seoul, South Korea.
- [3] Can Yang, Zhi-Cong Chen, Bin-Xiong Lian, Hui-Ze Huang, „Design and implementation of a novel roboticized EPG system of network TV“, *Machine Learning and Cybernetics , 2009 International Conference on (Volume:3)*, 12-15 July, 2009, Baoding, China
- [4] Helena Peić Tukuljac, Đorđe Kovačević, Dejan Nađ, Nikola Teslić, „One solution of DTV stream data acquisition system“, *The 4th IEEE International Conference on Consumer Electronics - Berlin (IEEE 2014 ICCE-Berlin)*.

Sistem za proširenje DTV podataka dodatnim sadržajem sa interneta

Violeta Vukobrat, Nenad Jovanović, Stefan Pijetlović, Velibor Mihić

Apstrakt—U ovom radu je dat predlog i opisana implementacija sistema, zasnovanog na cloud-u, za proširenje postojećih DTV podataka. Ovo proširenje obuhvata sakupljanje meta-podataka o multimedijalnom sadržaju sa interneta vezanom za DTV podatke. Predloženi sistem za cilj ima prikupljanje raznovrsnih dodatnih informacija i sadržaja sa različitih izvora na internetu i njihovo prilagođavanje klijentima. Pri osmišljavanju rešenja fokus je stavljen na stvaranje fleksibilnog sistema i obezbeđivanje sredstava za lako proširenje i prilagođavanje novim zahtevima.

Ključne reči — cloud; digitalna televizija; internet; multimedijalni sadržaj

I. UVOD

Pored pružanja osnovne televizijske usluge, slanja audio i video tokova, emiteri digitalne televizije već duže vreme nude niz drugih usluga gledaocima, kao što su multimedija i interaktivnost. Postoji veliki broj usluga, kao što su npr. elektronski vodič kroz program (eng. *Electronic Program Guide* - EPG), VoD (*Video on Demand*), MHEG (*Multimedia and Hypermedia Experts Group*), koje su, u većoj ili manjoj meri, promenile način na koji gledaoci doživljavaju i rukuju svojim televizijskim uređajima. Takođe, pojavili su se različiti standardi koji kombinuju internet i televiziju (npr. HbbTv (*Hybrid Broadcast Broadband Television*) [1]). Ubacivanjem interneta u priču, klasična uloga TV prijemnika je doživela još veću promenu. Međutim, iako su ovi standardi prisutni već neko vreme, oni nisu uspeali da održe korak sa ubrzanim razvojem interneta, ograničavajući ponudu sadržaja korisnicima na mali broj usluga koje pružaju sami televizijski kanali.

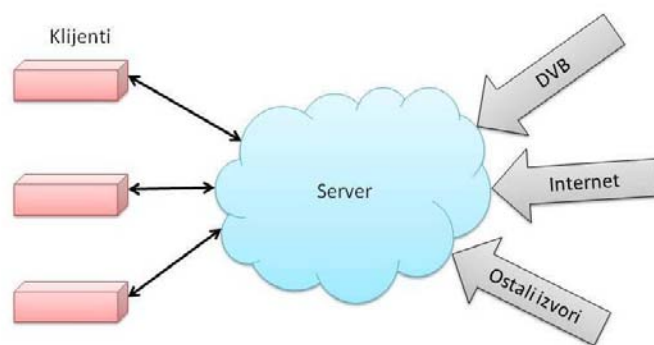
Mnogi internet portali, kao što su razne društvene mreže, portali za online kupovinu, ali takođe i televizijske aplikacije i druge internet stranice sa zabavnim sadržajem (npr. VoD, YouTube) počeli su da prate trend razvijanja kompleksnih algoritama za preporuku sadržaja korisnicima. Oni teže da tačno, odnosno što je bolje moguće, odrede korisnika, da predvide šta bi korisnik želeo da kupi, predlože mu koje

prijatelje bi mogao da “doda” i preporuče koji sledeći video da pogleda (gore pomenuti HbbTv se takođe kreće u ovom pravcu [2]).

U ovom radu je dat predlog sistema koji kombinuje ideje iz prethodno navedenih primera i, sjedinjavajući ih sa svetom digitalne televizije, stvara nešto novo – daje gledaocima drugačiji, obogaćeni sadržaj, poreklom sa interneta, neposredno povezan sa onim što gledalac trenutno gleda i takođe oblikovan u skladu sa njegovim interesovanjima. Dok je sadržaj koji se nudi korisnicima kod tehnologija kao što su MHEG i HbbTv ograničen na sadržaj koji obezbeđuju sami emiteri, u našem sistemu sadržaj koji se dostavlja korisnicima je ograničen mogućnostima softvera da pronađe informacije na internetu vezane za određenu temu. Iako pretraga interneta sa TV prijemnika korisnika nije novina [3], zbog jednostavnosti načina interakcije korisnika sa TV prijemnikom (najčešće je to daljinski upravljač), ovde smo težili da sadržaj sa interneta bude direktno dostavljen korisniku, bez potrebe da ga on sam pretražuje.

Da bi se ova funkcionalnost obezbedila, sistem pre svega mora imati pristup DTV (*Digital Television*) meta-podacima, kao osnovu za dalju pretragu interneta. Ti podaci mogu doći iz etra, kao i iz drugih raspoloživih izvora.

II. KONCEPT I OPIS SISTEMA



Sl. 1. Sistem baziran na cloud tehnologiji za dostavljanje proširenih DTV podataka klijentima

Na slici 1 je prikazan izgled sistema opisanog u radu. DTV meta-podaci se sakupljaju pomoću distribuiranih uređaja za akviziciju. Oni su zaduženi za sakupljanje podataka, bilo iz transportnog toka [4], bilo sa interneta ili drugih izvora. Ovi podaci se nakon prikupljanja šalju na server koji obezbeđuje sadržaj korisnicima. Nakon zapisa na server, podaci su spremni za analizu. Prikupljeni sadržaj (u našem slučaju, informacije vezane za televizijske emisije i teletekst) se dele u razne kategorije. Ova klasifikacija je neophodna radi kasnije pretrage

Violeta Vukobrat – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: violeta.vukobrat@rt-rk.com).

Nenad Jovanović – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: nenad2.jovanovic@rt-rk.com).

Stefan Pijetlović – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: stefan.pijetlovic@rt-rk.com).

Velibor Mihić – Istraživačko-razvojni institut RT-RK, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: velibor.mihic@rt-rk.com).

NAPOMENA:

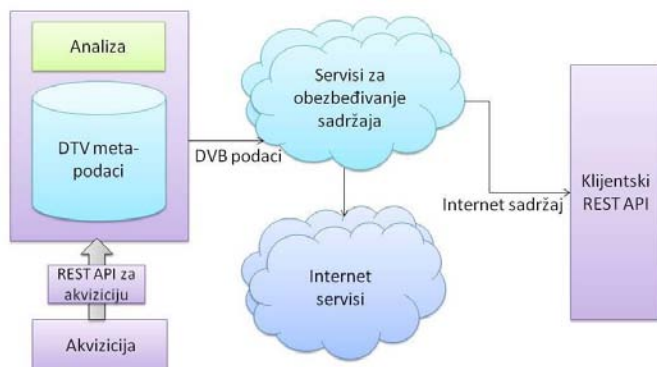
a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Violete Vukobrat. Mentor je bio prof. dr Miroslav Popović.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2014.

interneta za dodatnim sadržajem. Klijentski uređaji, u našem slučaju STB-ovi (*Set-top box*), šalju informacije koje se koriste za profilisanje korisnika (šta je korisnik gledao, koliko dugo, i sl.) na server. Ove informacije, kao i prikupljeni DTV podaci se čuvaju u bazi podataka.

Kada gledaoci žele da prime dodatni sadržaj vezan za televizijsku emisiju koju trenutno gledaju, klijentski uređaj, kao početnu informaciju, šalje serveru identifikaciju emisije koju korisnik trenutno gleda. Ovo predstavlja početnu tačku za pretraživanje dodatnog sadržaja. Pretraga se vrši na osnovu kategorija povezanih sa televizijskom emisijom i samog imena emisije. Sakupljene informacije se zatim prosleđuju korisnicima, zajedno sa preporukama za druge emisije sličnog sadržaja koje su trenutno na programu. Ovo se čini na osnovu formiranog profila korisnika.

III. ARHITEKTURA SISTEMA



Sl. 2. Sistem za prikupljanje sadržaja sa interneta

Na slici 2 je prikazan server zadužen za dobavljanje sadržaja, koji čini deo prethodno opisanog sistema. On se sastoji od nekoliko glavnih podsistema:

- Podsistem za akviziciju DTV podataka
- Podsistem za analizu DTV meta-podataka
- Podsistem za dobavljanje dodatnog sadržaja sa interneta
- API servera zasnovan na REST paradigmi

A. Podsistem za akviziciju DTV podataka

Podsistem za akviziciju DTV podataka ima za zadatak da dobavi DTV meta-podatke od značaja – elektronski programski vodič, teletext u tekstualnom obliku, imena kanala itd. On predstavlja osnovu za funkcionisanje celog sistema, jer podaci koje prikupi čine ulaz za sve ostale podsisteme. Distribuiran je na grupu uređaja za akviziciju koji prikupljaju podatke i preslikavaju ih u odgovarajući format koji zahteva API servera. Tako spremljeni podaci se šalju na server i tamo čuvaju i analiziraju.

B. Podsistem za analizu DTV meta-podataka

Analiza DTV podataka se vrši na serveru, nakon što se oni zapišu u bazu podataka. Trenutno, jedini DTV podaci koji se analiziraju su EPG podaci o televizijskim emisijama. Sama analiza se bazira na ključnim rečima i žanrovima vezanim za televizijske emisije. Ključne reči se izdvajaju iz opisa emisija. U zavisnosti od žanra emisije i priključenih ključnih reči, svakoj emisiji se dodeljuje jedna ili više

kategorija (npr. film, fudbal, putovanja). Pripajanje ključnih reči emisijama i pretraga interneta na osnovu njih omogućuje pronalaženje povezanosti između različitih emisija i sadržaja koje nisu toliko očigledne na prvi pogled. Time se korisniku omogućava otkrivanje šireg opsega sadržaja koji bi ga zanimalo. Na primer, ukoliko je korisnik gledao neki film, mogu mu se ponuditi snimkovi gostovanja glumaca iz tog filma u nekim televizijskim emisijama. Rezultati analize DTV meta-podataka se takođe čuvaju u bazi za kasniju upotrebu.

C. Podsistem za dobavljanje dodatnog sadržaja sa interneta

Ovaj podsistem je zadužen za pretraživanje interneta koristeći različite raspoložive servise kako bi se pronašli podaci direktno ili indirektno vezani za DTV sadržaj. S obzirom na to da postoji veći broj servisa koji se mogu iskoristiti u ove svrhe, kao i širok spektar različitih podataka koji se mogu dobiti, ovaj podsistem zasnovan je na modularnoj arhitekturi. Moduli se mogu podeliti na dva tipa:

- internet servisi
- servisi za obezbeđivanje sadržaja

Internet servisi predstavljaju apstrakciju različitih servisa za pretragu i preuzimanje sadržaja raspoloživih na internetu. To mogu biti pretraživači interneta, različite baze podataka sa pristupom putem interneta, kao i obične internet stranice.

Servisi za obezbeđivanje sadržaja oslanjaju se na internet servise i kombinuju raspoložive podatke kako bi formirali i isporučili sadržaj klijentima. Pretraga i kombinovanje se radi na osnovu DTV meta-podataka i informacija koje se iz njih mogu izvući.

Arhitektura ovog podsistema je dizajnirana i implementirana sa fleksibilnošću i modularnošću na umu.

D. API servera zasnovan na REST paradigmi

Ovo je deo sistema koji povezuje server sa ostalim komponentama sistema (klijentima i uređajima za akviziciju). To je API koji prihvata i odgovara na klijentske zahteve. Na primer, klijentski uređaji mogu da zahtevaju sadržaj za određenu televizijsku emisiju kroz REST API. Da bi se povećala brzina odgovora na zahtev, sadržaj se čuva radi bržeg kasnijeg pristupa. Ako sadržaj za zahtevanu emisiju nije sačuvan, prikuplja se po prijemu zahteva korisnika. Sa druge strane, uređaji za akviziciju koriste ovaj API prilikom slanja prikupljenih podataka na server radi upisa u bazu podataka.

IV. IMPLEMENTACIJA PODSISTEMA ZA DOBAVLJANJE DODATNOG SADRŽAJA SA INTERNETA

Prilikom odabira tehnologija koje će se koristiti za implementaciju većeg dela sistema, odlučili smo se za JEE (*Java Enterprise Edition*). Razlozi za ovu odluku leže u funkcionalnostima koje ova tehnologija pruža i njenoj fleksibilnosti.

A. Internet servisi

Internet servisi su deo podsistema zaduženi za omogućavanje pristupa izvorima informacija na internetu od strane ostalih komponenti u podsistemu (tačnije, servisa za dobavljanje sadržaja). Izvori informacija na internetu se kreću od internet stranica (npr. IMDb internet sajt), internet stranica

koje nude API za pristup sadržajima (npr. Freebase, YouTube) do pretraživača (npr. Google). Sami internet servisi su implementirani kao obične Java klase, i zavisni su od izvora informacija – međusobno se razlikuju jer se sam sadržaj koji izvori nude i pristup njemu razlikuju od slučaja do slučaja. Kod nekih internet servisa, napravljen je odabir sadržaja kojima će se obezbediti pristup, na osnovu njihovog značaja za određene teme, dok je u drugim slučajevima omogućen pristup svim sadržajima koje izvor nudi. Informacije koje ovi izvori nude mogu biti: tekstovi, linkovi ka slikama, linkovi ka video i audio snimcima, linkovi ka internet stranicama itd. Takođe, jedna vrsta informacija su i meta-podaci potrebni za obavljanje pretrage za gore navedenim sadržajem. Na primer, ukoliko je potrebno pronaći dodatan sadržaj vezan za film koji gledalac gleda, jedan od prvih koraka bio bi pronalazak fotografija i biografija glumaca koji glume u tom filmu i njihovo dostavljanje gledaocu. Da bi se prikupile informacije o glumcima, prvo se mora pronaći sam spisak glumaca koji glume u filmu, a tek tada se može nastaviti sa pretragom. Spisak glumaca u ovom slučaju predstavlja spomenute meta-podatke.

B. Servisi za obezbeđivanje sadržaja

Servisi za obezbeđivanje sadržaja imaju za zadatak da na što bolji način iskoriste informacije koje im pružaju internet servisi. Kao osnova za pretragu koriste se DTV meta-podaci. Ovi podaci (npr. žanr, ime emisije, podaci izvučeni iz njenog opisa, ključne reči vezane za emisiju, itd.) se koriste prilikom odabira internet servisa i načina njihovog korišćenja. Servisi za obezbeđivanje sadržaja imaju uniformnu strukturu, jer svi implementiraju jedan interfejs. Ovaj interfejs definiše API koji se stavlja na raspolaganje korisnicima za zahtevanje dodatnih informacija. Sami servisi su implementirani kao EJB-ovi (*Enterprise Java Beans*).

Sadržaj koji se šalje klijentima koji ga zahtevaju prati određenu formu. Ovo je urađeno da bi se izbegla ograničenost informacija koje se mogu obezbediti za određeni pojam, ali istovremeno odstranila slaba povezanost sa temom. Forma sadržaja koji se šalje ima sledeće elemente: ime sadržaja, tekst, video, audio, link ka internet stranici, podatke za download i izvore informacija.

Jedan takav multimedijalni sadržaj može da sadrži samo neke ili sve od navedenih elemenata. Ovaj način organizovanja sadržaja koji se isporučuje korisnicima je pogodan za aplikacije na klijentskim uređajima, jer olakšava prikaz informacija. Klijentima se šalje lista multimedijalnih sadržaja.

Akcent tokom implementacije izloženog koncepta bio je na fleksibilnosti čija suština leži u tome da je funkcionalnost obezbeđivanja sadržaja lako proširiva, tj. nov sadržaj se lako može dodati u sistem, bez značajnih posledica za ostatak sistema i klijente. To se postiže implementiranjem novog servisa koji će dobavljati novu vrstu sadržaja, pri čemu je jedino ograničenje to da on morati imati API zajednički za sve servise, kako bi se lako mogao uključiti u sistem.

Nakon njegovog dodavanja, novi servis se otkriva, dodaje u listu raspoloživih servisa i koristi se za buduće operacije

dobavljanja sadržaja sa interneta. Ovakva modularnost omogućava brži i lakši razvoj novih funkcionalnosti kao i njihovo lakše testiranje. Kako je svaki servis nezavisan, nekritičan za sistem, sa jasno definisanim API-jem, svaki od njih se može i individualno testirati, na isti ili vrlo sličan način kao i svi razvijeni servisi pre njega.

V. ZAKLJUČAK

Ovaj rad prikazuje sistem koji teži da održi korak sa količinom informacija na internetu koja je u stalnom porastu i sve većim zahtevima klijenata. Dat je predlog podsistema za dobavljanje dodatnog sadržaja sa interneta sa uvidom u ostatak sistema i ostale neophodne komponente koje služe za spremanje što boljih polaznih informacija za sistem za pretragu dodatnog sadržaja. Cilj tog sistema je da obezbedi korisnicima što raznovrsniji sadržaj - filmske trejlere, statistike sportskih utakmica, trenutne vesti ili naslove koji se odnose na različite teme. Predstavljeni sistem je još u fazi razvoja. Ključne delove čine podsistem za analizu DTV meta-podataka i preporučivanje sadržaja korisnicima. Stoga će se u daljem radu najveći naglasak staviti na njihov razvoj i poboljšanje. Rezultat toga pomogao bi smanjivanju nedostataka i omogućio efikasniju pretragu interneta za dodatnim sadržajem.

ZAHVALNICA

Ovaj projekat je delimično podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije kroz projekat TR32014.

LITERATURA

- [1] ETSI TS 102 796: Hybrid Broadcast Broadband TV; V1.1.1.
- [2] P. Podhradsky, "Evolution trends in hybrid broadcast broadband TV", ELMAR, 2013 55th International Symposium.
- [3] A. Messer, A. Kunjithapatham, P. Nguyen, P. Rathod, M. Sheshagiri, D. Cheng., "Internet search on TV", Consumer Communications and Networking Conference, 2008. CCNC 2008. 5th IEEE
- [4] ETSI TS 102 809: Digital Video Broadcasting (DVB); Signalling and carriage of interactive applications and services in hybrid broadcast / broadband environments; V 1.1.1.

ABSTRACT

This paper presents the proposal and description of the implementation of a cloud-based system for expansion of existing DTV data. This extension includes acquisition of meta-data and multimedia content from the Internet related to the DTV data. The proposed system aims to collect a variety of additional information and content from multiple sources on the Internet and adapt it to the clients. Designing the solution, the focus was on creating a flexible system and providing resources for easy expansion and adaptation to new requirements.

System for expanding DTV data with additional content from the Internet

Violeta Vukobrat, Nenad Jovanović, Stefan Pijetlović,
Velibor Mihić

Building Blocks for GUI – Novel Solution for Composite Component Management

Đorđe Kovačević, Violeta Vukobrat, Stefan Pejić and Istvan Papp, *Member, IEEE*

Abstract—This paper introduces a framework for 2D and 3D Graphical User Interface (GUI) application development and focuses on its basic components – widgets. Widgets can be combined to form components of higher complexity. This ability also revealed a problem of managing composite components. Existing solutions do not offer flexibility in features design. In this paper we present a novel idea in which we arranged the components to address problematic features in the framework.

Index Terms— GUI; framework; building blocks; composite component; widget; 3D

I. INTRODUCTION

Designing graphical user interfaces for TV has become very important in product offers. With rise of digital television (DTV) a number of set-top boxes (STB) on the market has increased. STB is device that enables reproduction of DTV broadcasts on TV set, but lately it incorporates many more interactive features, such as for example Video on Demand or internet access. Graphical user interface (GUI) is a portal that enables “communication” between STB and users. Interactive features that run on STB put a demand on designers and engineers to create appealing, user oriented, intuitive, and easy to use GUI. This trend has become a must for top market positioning among high tech products.

Our paper briefly describes a framework created for development of GUI for STBs with Android operating system. The framework was created with idea to enable development of GUI that provides users a new experience by putting 2D building elements of the classic user interface (UI) in the 3D space [1]. Existing solutions, e.g. Android-based development tools, are concentrated primarily on 2D GUI development and are not suitable for 3D effects. Thus, we developed our own framework for building GUI applications which provides us: 1. the basic functionalities needed for

creating a 2D UI, 2. an environment to create novel features for 2D UI, and 3. gives us the benefits of the 3D space. The framework is written in Java, and can be used for creating Android, iOS, and web based applications. The framework was built upon libGDX – a cross-platform game and visualization development framework [2], which is written in Java and rests on OpenGL ES.

This paper focuses on a problem of handling composite components in the described framework and proposes a mechanism for solving this problem. The proposed mechanism improved the framework in a way that it enabled accomplishing a variety of different graphical effects with ease and simplicity. Although concept of 3D UI is not a novelty [3] and there are frameworks for developing 3D UIs even for mobile platforms [4], to the best of our knowledge there is no published work about management of composite components of graphical user interface.

II. BASIC FRAMEWORK COMPONENTS

The following components represent the basic elements for building a GUI application using the mentioned framework.

A. Widget

Basic building block that framework provides for creating a GUI application is called a widget. Widgets are components that can be used either solely or combined in various ways to form other components. A widget is an interactive component. It can respond to user actions, such as but not limited to click, focus, or key press. Similar approach to widgets exists in the Android framework and is known as the View object [5]. The difference between the two is that a widget can have two forms: a 2D surface (plane) and 3D object. Currently, our framework supports 2D widgets in 3D space, i.e. widgets composed of planes. There are many types of widgets that are used for representing different things. Some of them are: Image Widget – used for displaying images, Text Widget – used for displaying text, Video Widget – used for video reproduction, Button Widget etc.

All widgets have some basic properties in common, such as: position and rotation (by all 3 axes), size, transparency, scale, etc. All of these can be altered, and therefore there is a number of transformations that can be applied to widgets to change their appearance and position. These transformations are: translation, rotation, scaling, transparency changing, etc.

Đorđe Kovačević is with the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia (e-mail: djordje.lj.kovacevic@rt-rk.com).

Violeta Vukobrat is with the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia (e-mail: violeta.vukobrat@rt-rk.com).

Stefan Pejić is with the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia (e-mail: stefan.pejic@rt-rk.com).

Istvan Papp is with the RT-RK Institute for Computer Based Systems, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, Serbia (e-mail: istvan.papp@rt-rk.com).

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Đorđa Kovačevića. Mentor je bio prof.dr Miroslav Popović.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Srebrno jezero, juni 2015.

B. Widget Group

Widgets can be combined together arbitrarily into a group, forming a new component called Widget Group. In other words, Widget Group consists of a set of widgets that are considered to be parts of one single component. This relation is illustrated with an example in Fig. 1.

A Widget Group itself represents another type of widget, and can further be combined with other widgets. Since Widget Group is also a widget, it has the same properties, and all mentioned transformations that can be applied to widgets, can also be applied to widget groups. For example, by translating a widget group, i.e. changing its position, also adequately changes positions of the widgets that form the group.

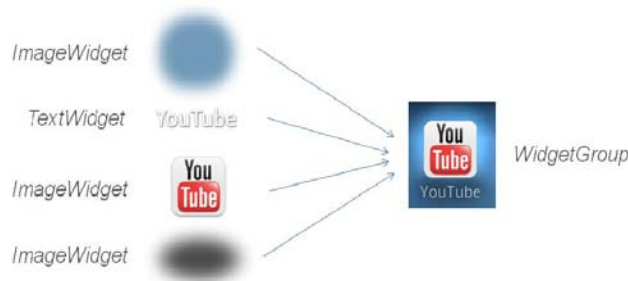


Fig. 1. Application icon – An example of a Widget Group consisting of different widgets. There is one Text Widget that displays name of application, and three Image Widgets. One of them is application icon and other two represent focusing light and shadow.

C. Child-parent relation

For the purposes of easier explanation, the following terms will be introduced:

1. *A child widget.* A child widget is a widget that belongs to a widget group.

2. *A parent widget.* A parent widget is a widget group that contains a set of widgets (children).

Children are to some extent bound to their parents, meaning that some of their properties depend on the appropriate properties of their parent; e.g. absolute position of each child is calculated as a sum of its parent's position and child's relative position within the parent. Therefore, if the parent is translated, i.e. its position is changed, the children inherit change in their parents' position and so their absolute position also changes.

III. IMPLEMENTATION OF THE CHILD-PARENT RELATION

In this chapter previous implementation of the child-parent relation will be introduced, the relation problems, and our solutions.

All basic components of the framework are built upon features of libGDX visualization development library. Widget is implemented in Java as a class. Fields of that class represent mentioned properties of the widget. The class contains numerous methods for altering these properties. It also includes a method which is invoked periodically and every

time it's invoked it checks for altered properties and renders widget with their new values. Widget Group contains array of widgets as its field, which represent its children. It also contains methods for adding/removing child widget to/from group.

A. Old implementation and problems that appeared

Forwarding altered property values of a parent to its child, so the child can alter its own properties, is executed before rendering Widget Group. This involves parents setting their properties, such as position, rotation and transparency to the children. Afterwards, the children set these property values to the planes that represent them and that will actually be drawn in the end. At that point, the Widget Group is ready for rendering. This solution was satisfactory in simple cases. However, more complex and visually appealing effects were difficult to achieve. For example, changing children's transparency independently from their parent's was very hard to achieve. The reason was because if the transparency was set to the parent, that would be transferred to all its children, which isn't always the desired behaviour. This created a problem that prevented or made very complicated the realization of a number of effects.

B. Problem solution

To overcome this problem, we devised a new method of passing properties from parents to children. The new method was the following: the parents no longer set anything to their children, but the children extract needed information when they prepare for rendering, by knowing who their parent is. For example, the child takes its parent's position and by adding it to its relative position calculates its absolute position in space. Similarly, by multiplying parent's transparency with its own, the child calculates the resulting transparency that will actually be drawn in the end. Children set these calculated values of parameters to the planes that represent them. This solution allowed children a certain level of independence from the parent and other widgets in group, which increased number of animation and other effects that can be applied on widgets, and therefore opened a new possibilities for developing more appealing GUI.

C. Testing

This solution was tested in the GUI application developed using the framework. The results of the new implementation can be seen in Fig. 2 and Fig. 3.

Fig. 2 presents an effect applied to a channel list. The channel list is a Widget Group (parent) that consists of a list of other widget groups (children). The channel list appears gradually. While the parent is at full opacity all the time, opacity of each child changes from 0 to 100% i.e. it fades in. Each child starts fading in with a slight delay comparing to previous child. This effect was made possible by the described solution, enabling each child (channel) to have its own opacity, independent from the opacity of the parent.



Fig. 2. Channel list – channels are represented by number and channel icon. Screenshot captured in moment of gradually appearing channel numbers and icons, from bottom to the top with a slight delay in between.

Another example is shown in Fig. 3. It shows a list of widgets representing applications on a device. Focused element is always in the middle and is the closest. Also, elements in the back are more transparent than the ones in the front. By going through the list of applications, elements of the list change opacity i.e. as element gets closer to the central position, its opacity increases. As in the previous example, the elements change their opacity independently from the opacity of their parent (application list).



Fig. 3. List of applications – represented as array of application icons (as seen in Fig. 1.) where the one that is focused is the closest and with the maximum opacity.

IV. CONCLUSION

In this paper we described widgets – the basic components of the framework, to provide a tool for simple GUI application development and customization. Through illustrative examples we showed advantages of presented framework compared to the old framework. The aim was to create a method suitable for using widgets in many different ways, and thus to enable the creation of innovative GUIs with interesting effects.

A novelty is that this method enables children to be influenced by their parents and simultaneously to keep its independency. The novel approach added to possibilities of existing effects with the basic functionalities preserved. This environment also enables application of novel features to 3D space.

Future work will enable to add more transformations applicable to widgets, such as but not limited to rotation around pivot, along with rotation around own axis. Further, we will add a support for widgets as 3D models which will bring full potential of 3D look. In other words, this will enable to have 3D objects in 3D space.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia under Grant TR32014.

REFERENCES

- [1] N. Jovanov, V. Ilkić, M. Knežević, N. Smiljković, "Design Solution of 3D Graphical User Interface for Television Receivers" IEEE CE Workshop, Novi Sad, Serbia, 2015.
- [2] A. Oehlke, *Learning Libgdx game development*, Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd., 2013.
- [3] D.A. Bowman, S. Coquillart, B. Froehlich, M. Hirose, Y. Kitamura, K. Kiyokawa, W. Stuerzlinger, *3D User Interfaces: New Directions and Perspectives*, Computer Graphics and Applications, IEEE (Volume:28 , Issue: 6), 2008.
- [4] H. Fangliang, Y. Cao, Y. Yang, H. Zhou, H. Tan, *ZiTime Studio: A Rapid Generation Framework of 3D User Interface Based on Mobile Platform*, Audio, Language and Image Processing (ICALIP), 2014 International Conference, Shanghai, China, 2014.
- [5] R. Meier, *Professional Android 4 Application Development*, Indianapolis, IN: John Wiley & Sons, Inc., 2012.

PROJEKTOVANJE PRILAGODNOG BLOKA ZA PRETVARAČ VREMENA U DIGITALNU VREDNOST U VISOKONAPONSKOJ 180 nm CMOS TEHNOLOGIJI DESIGN OF ANCILLARY ELECTRONICS FOR TIME-TO-DIGITAL CONVERTER IN HV CMOS 180 nm PROCESS

Nikola Ćirić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu detaljno su prikazane osobine i postupak projektovanja prilagodnog bloka za pretvarač vremena u digitalnu vrednost u visokonaponskoj 180 nm CMOS tehnologiji pomoću programskog paketa Cadence Design Environment. Detaljno je prikazano projektovanje pojedinih komponenti bloka (komparatora, kaskodnog strujnog ogledala 100:1, analognih prekidača), sa simulacionim proverama rada. Prikazani su rezultati simulacija konačnog kola sa detaljnom diskusijom ograničenja predložene topologije. Funkcionalnost kola je prikazana rezultatima posle layout simulacija.

Abstract – Design of an ancillary circuit for Time-to-Digital Converter in 180 nm HV CMOS process using Cadence Design Environment tools is presented in this paper. Theoretical background is presented to support design process of ancillary circuit. Schematic and layout design of a circuit components (comparators, low voltage cascode current mirror 100:1, analog switches) and of a complete circuit is presented. Trade-offs and constraints for MOS transistor matching and analog switches realization are commented. Circuit functionality is demonstrated by postlayout simulation results.

Ključne reči: pretvarač vremena u digitalnu vrednost, projektovanje integrisanih kola, mikroelektronika

1. UVOD

3D kamere za snimanje u realnom vremenu imaju sve veći broj primena, uključujući bezbednost u pametnim prevoznim sredstvima, robotiku, prepoznavanje pokreta/šablona i nadzor objekata/ljudi [1-3]. Princip rada 3D kamera se zasniva na merenju vremena leta fotona od senzora do objekta i nazad [4].

U ovom radu je predstavljeno projektovanje prilagodnog bloka za pretvarač vremena u digitalnu vrednost (TD pretvarač), za primene u merenju vremena leta fotona zasnovanom na vremenskoj ekspanziji [5]. Objasnjen je princip rada, a zatim detaljno prikazan postupak projektovanja pojedinih komponenti (komparatora, niskonaponskog kaskodnog strujnog ogledala 100:1) kola u programskom paketu *Cadence Design Environment*.

Izvršene su simulacione provere pomoću tranzijentnih i Monte Karlo analiza [6] dostupnih u okviru pomenutog programskog paketa, koje potvrđuju funkcionalnost kola.

NAPOMENA:

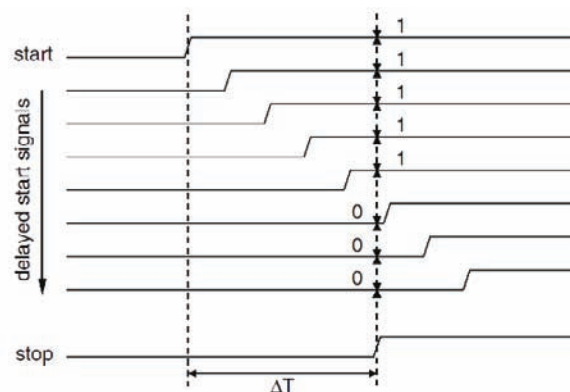
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Damnjanović, vanr.prof.

2. PROJEKTOVANJE PRILAGODNOG BLOKA

Projektovano kolo predstavlja prilagodni blok za TD pretvarač, zasnovan na razvlačenju vremena.

2.1. Osnovne karakteristike TD pretvarača

Kako bi se povećala rezolucija merenja iznad maksimalne isplative frekvencije taktnog signala, perioda taktnog signala mora biti asihrono podeljena pomoću TD pretvarača. Na slici 1 prikazani su vremenski dijagrami signala TD pretvarača sa digitalnom linijom za kašnjenje. Referentni taktni signal (*start*) se prostire duž linije za kašnjenje. U trenutku nastupanja stop signala zakašnjeni startni signali (*start_i*) su paralelno odabirani. Tokom odabiranja, stanje linije za kašnjenje se zaustavlja u trenutku nastupanja rastuće ivice zaustavnog signala. Na ovaj način se dobija termometarski kod kao posledica „visokih“ vrednosti na izlazu elemenata za odabiranje, kroz koje je startni signal već prošao i „niskih“ na izlazu onih kroz koje signal još uvek nije prošao. Pozicija promene sa „visoke“ na „nisku“ vrednost u termometarskom kodu predstavlja meru vremenskog intervala [7].

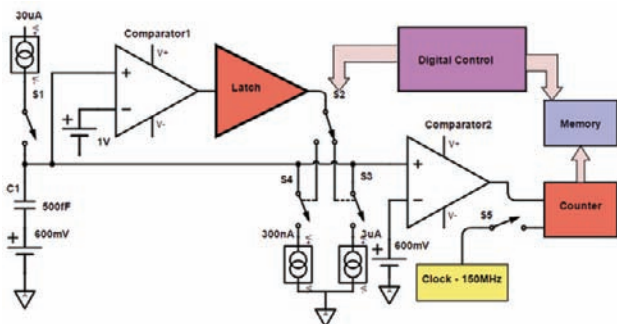


Slika 1. Vremenski dijagrami signala karakterističnih za TD pretvarač [5]

2.2. Projektovana topologija

Ako je cilj da se postigne rezoluciju od $\Delta t = 67$ ps, potrebna frekvencija taktnog signala je $f_{clk} = 1/\Delta t = 15$ GHz, što nije isplativo koristiti u nizovima i matricama piksela zbog velike potrošnje i šuma.

U ovakvim situacijama koristi se tehnika „proširenja vremena“ (eng. *time stretching*), koja podrazumeva punjenje kondenzatora konstantnom strujom u intervalu Δt , a zatim pražnjenje konstantnom strujom, k puta manje vrednosti (slika 2). Na ovaj način se dobija prividno razvlačenje vremenskog intervala.



Slika 2. Blok šema projektovane topologije TD pretvarača

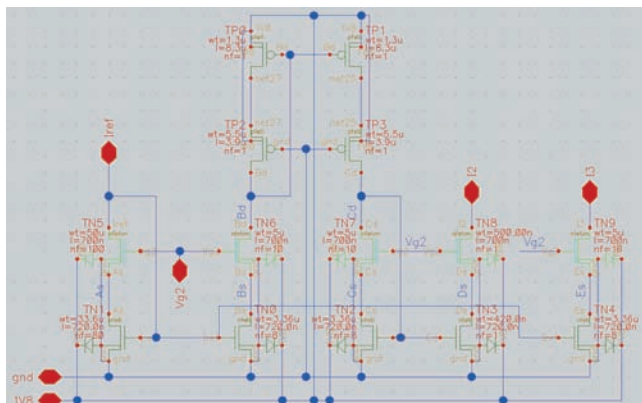
Tokom pražnjenja kondenzatora, mogu se koristiti taktni signali nižih frekvencija (npr. ako se odabere vrednost $k=100$, za dat primer od $\Delta t = 67$ ps, može se koristiti taktni signal frekvencije $f_{clk}=150$ MHz). Informacija o merenom vremenskom intervalu se najpre pretvara u vršnu vrednost napona po formuli:

$$V_C = \frac{I \cdot t}{C} = \frac{30 \mu A \cdot 66,67 \text{ ns}}{500 \text{ fF}} = 4 \text{ V}, \quad (1)$$

gde je t maksimalni mereni vremenski interval. Blok šema predloženog TD pretvarača je prikazana na slici 2. Prilagodni blok je projektovan za dva režima rada. U prvom režimu omogućena su merenja malih udaljenosti, od 10cm do 1m (0,67–6,67 ns). U drugom režimu rada merni opseg obuhvata udaljenosti od 1 m do 10 m (6,67–66,67 ns).

Comparator1 detektuje vršnu vrednost napona kondenzatora i odlučuje o režimu rada prilagodnog bloka. Kako bi vrednost izlaza komparatora ostala nepromenjena prilikom pražnjenja kondenzatora, leč kolo je priključeno na izlaz. U prvom režimu rada struja pražnjenja iznosi 300 nA, a u drugom 3 μ A. Tokom pražnjenja kondenzatora brojač taktnog signala od 150 MHz vrši konačno pretvaranje u digitalnu vrednost.

Imajući u vidu zahteve za integracijom TD pretvarača u piksel ($50 \mu\text{m} \times 70 \mu\text{m}$) najzahtevnija komponenta predložene topologije je strujno ogledalo velikog odnosa preslikavanja (100:1). Na slici 3 prikazano je strujno ogledalo za preslikavanje struje u dva stepena 10:1. Odstupanja, pri preslikavanju struje, usled neuparenosti i neidealnosti postupka izrade integrisanih kola, direktno unose grešku tokom pretvaranja, pa se ona moraju svesti na minimum. Kako se ne mogu u potpunosti izbeći, dodatna digitalna kalibracija je neophodna.



Slika 3 Šematski prikaz strujnog ogledala 100:1

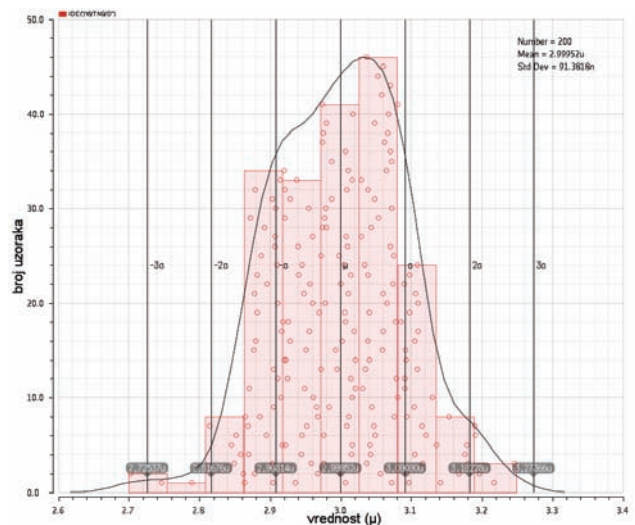
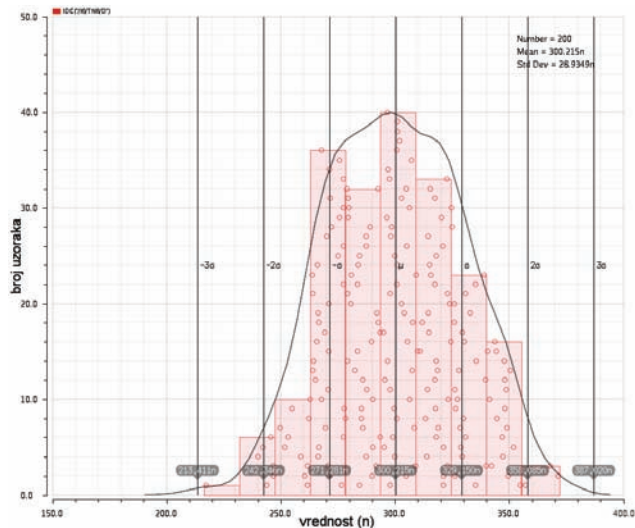
Na slici 4 prikazan je dvodimenzionalni *common-centroid* lejaout strujnog ogledala, koji povećava uparenost MOS tranzistora pa i preciznost preslikavanja.

X	9xA	X	5xB	X	8xA	X	X	X	8xA	X	5xE	X	9xA	X
X	X 8xA	X	5xC	X	8xA	X	D	X	8xA	X	5xC	X	8xA X	X
X	9xA	X	5xE	X	8xA	X	X	X	8xA	X	5xB	X	9xA	X
X	9xA	X	5xE	X	8xA	X	X	X	8xA	X	5xB	X	9xA	X
X	X 8xA	X	5xC	X	8xA	X	D	X	8xA	X	5xC	X	8xA X	X
X	9xA	X	5xB	X	8xA	X	X	X	8xA	X	5xE	X	9xA	X

Slika 4. Common-centroid lejaout strujnog ogledala

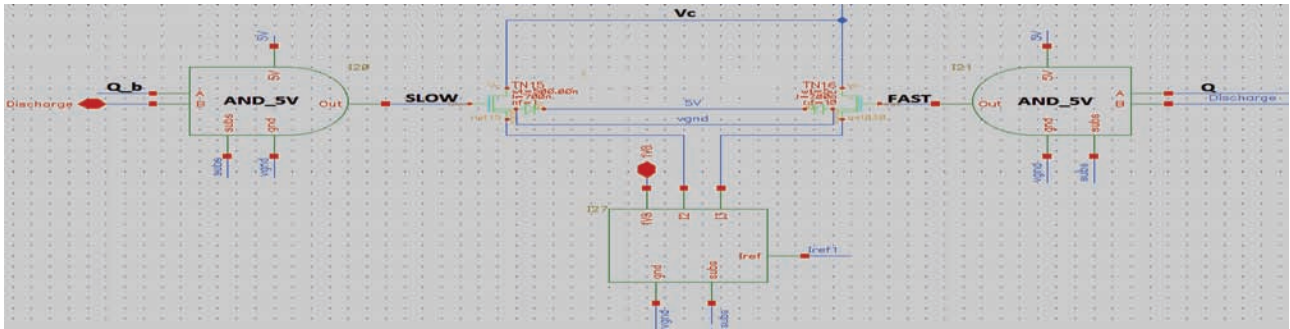
3. REZULTATI SIMULACIJA

Na slici 5 prikazani su rezultati postlejaout *Monte Carlo* analize strujnog ogledala. U konkretnom slučaju standardna devijacija σ za struju od 300 nA iznosi 28,93 nA (9,64%), dok za struju 3 μ A ta vrednost iznosi 91,38 nA (3%). Srednja vrednost za struju 300 nA iznosi 300,2 nA, a za struju 3 μ A ona iznosi 2,999 μ A. U prilejaout simulacijama σ je iznosila oko 12%, odnosno 5%, za struje od 300 nA i 3 μ A, respektivno.



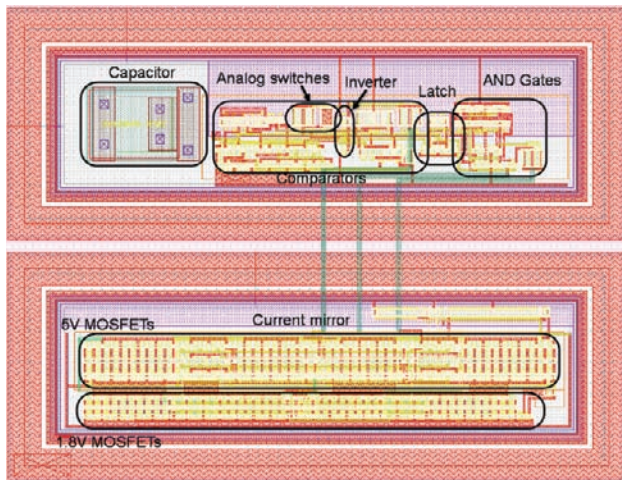
Slika 5 Histogrami odstupanja vrednosti za struje pražnjenja od 300 nA i 3 μ A

Na slici 6 prikazan je deo prilagodnog bloka koji je aktivan prilikom pražnjenja kondenzatora strujom, 10 puta ili 100 puta manje vrednosti od referentne.



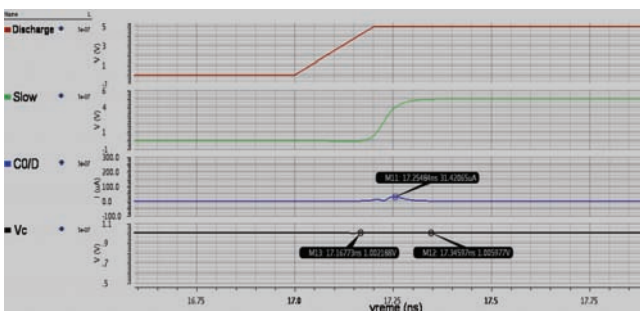
Slika 6 Deo bloka sa I kapijama i prekidačkim tranzistorima koji je aktivan prilikom pražnjenja kondenzatora.

Na slici 7 prikazan je ležaj kompletan prilagodnog bloka sa naznačenim komponentama (strujno ogledalo, komparatori, prekidački tranzistori, itd). Ukupna površina iznosi 70 $\mu\text{m} \times 90 \mu\text{m}$.

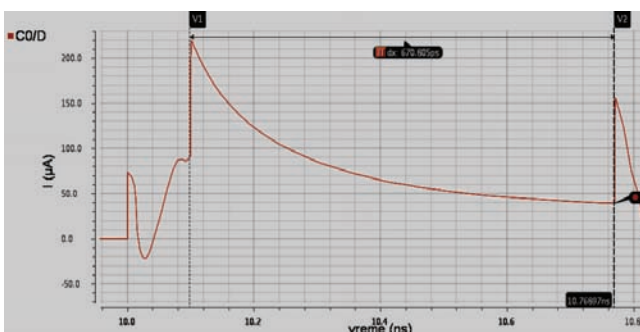


Slika 7 Ležaj kompletan prilagodnog bloka

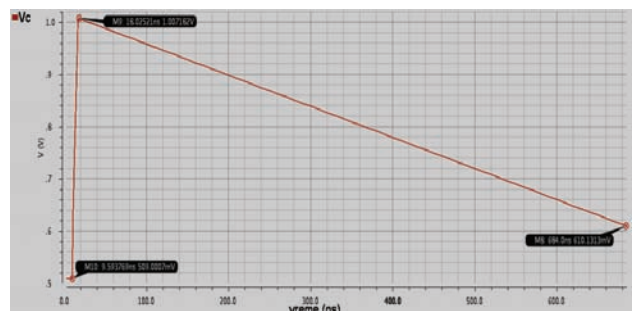
Postavka kontrolnih generatora prilikom testiranja kola je takva da simulira sve ključne vrednost rastojanja (10 cm, 1 m, 10 m). Na slici 8 prikazano je više signala



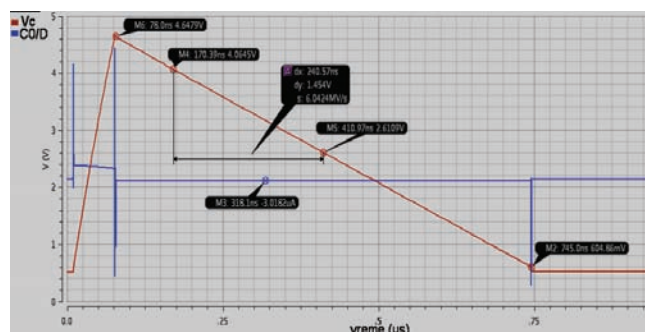
Slika 8 Kontrolni signali test kola za prilagodni blok



Slika 9 Promena struje punjenja tokom 0,67 ns



Slika 10 Promena napona kondenzatora tokom 6,67 ns



Slika 11 Promena napona kondenzatora tokom 66,67 ns

Na slici 11 prikazana je promena napona kondenzatora V_c (crveno) i struje punjenja/praznjenja (plavo) za najveću očekivanu vrednost trajanja impulsa $t=66,67$ ns. Može se primetiti greška od 47 mV kod napona V_c , usled velikih vršnih vrednosti struje punjenja u trenucima prekidanja ulaznih analognih prekidačkih MOS tranzistora. Vršna vrednost struje je dodatno uvećana zbog velike promene napona na kondenzatoru (4 V) koja utiče na odstupanje projektovane struje I_{ref} strujnog ogledala. Strujno ogledalo je projektovano za potrebe simulacione provere rada i da zadovolji potrebe merenja trajanja kratkih i dugih naponskih impulsa. U slučaju primene projektovanog kola može se koristiti izvor referentne struje proporcionalan energiji zabranjene zone poluprovodnika (eng. *bandgap current reference*).

4. DISKUSIJA REZULTATA

Na osnovu prikazanih rezultata simulacija pomoću *Monte Carlo* analiza, može se zaključiti da projektovano niskonaponsko, dvostepeno, kaskodno strujno ogledalo pokazuje dobre rezultate uparenosti i malu zauzetu površinu zahvaljujući dobrom raspoređivanju jediničnih elemenata u 2D *common-centroid* strukturi i korišćenju lažnih tranzistorskih ćelija. Radi dodatne uštede površine, strujna ogledala susednih piksela se mogu postaviti u isti zaštitni prsten (eng. *guard ring*). Takođe, na osnovu tranzijentne analize napona kondenzatora, vidi se da napon ima konstantan nagib tokom celog vremenskog intervala praznjenja kondenzatora.

Za kratke vrednosti trajanja merenog impulsa, struja punjenja odstupa tokom celog vremenskog intervala (0,67 ns). Kako je „prepunjavanje“ kapacitivnosti u ovom slučaju zajedničko i za ostale merne intervale (do 6,67 ns i do 66,67 ns), spuštanjem referentnog napona kondenzatora ispod praga drugog komparatora (*Comparator2*) omogućava se ispravan rad prilagodnog bloka. Ovo odstupanje je posledica konačnog vremena uključivanja strujnog ogledala, koje se u eventualnim primenama može zameniti strujnom referencom, radi linearnijeg odziva u prelaznim intervalima. Sa druge strane, primećujemo blago odstupanje od projektovane vrednosti struje punjenja, pri povećavanju napona kondenzatora iznad 4 V.

Na osnovu prikazanih rezultata sledi da komparator ispunjava projektovanu funkcionalnost i precizno definiše režime rada prilagodnog bloka za TD pretvarač. Leč kolo takođe uspešno omogućava očuvanje vrednosti izlaza komparatora tokom praznjenja napona ispod njegovog praga.

5. ZAKLJUČAK

Rad je imao za zadatak da prikaže mogućnosti i nedostatke predložene topologije, kao i da pokaže mogućnosti nove visokonaponske 180 nm CMOS tehnologije prilagođene za integraciju sa SPAD diodama. U radu je projektovan prilagodni blok za pretvarač vremena u digitalnu vrednost zasnovan na vremenskoj ekstenziji.

Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da predložena topologija nije pogodna za projektovane

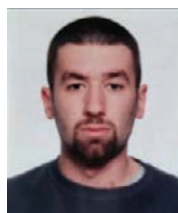
primene najpre zbog velike zavisnosti od brzine odziva prekidačkih MOS tranzistora koji kontrolišu uključivanje/isključivanje strujnih izvora (ogledala) kao i opterećenosti, odnosno velikog broja spregnutih ulaza drugih komponenti kola sa čvorom u kome se skladišti merena Dodatan razlog predstavlja direktna zavisnost merene veličine od uparenosti MOS tranzistora strujnog ogledala, kao i odstupanja vrednosti kondenzatora C od apsolutne vrednosti, koja direktno utiče na preciznost merenja.

Usled pomenutih zavisnosti strujnih ogledala neophodna je digitalna kalibracija pojedinačnih piksela, usled različitih uticaja neuparenosti, merenjem poznatih udaljenosti i čuvanjem vrednosti u spoljašnjoj memoriji, radi naknadnog upoređivanja dobijenih vrednosti pri merenju nepoznatih razdaljina. Merenje vremena leta fotona zasnovano na ovoj topologije nije „isplativo“ za praktične primene.

6. LITERATURA

- [1] L. Sabeti, E. Parvizi, Q.M. Jonathan Wu, „*Visual tracking using color cameras and time-of-flight range imaging sensors*“, Journal of Multimedia 3, June 2008.
- [2] P. Breuer, C. Eckes, S. Müller, „*Hand gesture recognition with a novel IR time-of-flight range camera – a pilot study*“, Lecture Notes in Computer Science 4418, 2007.
- [3] K.C. Fuerstenberg, K. Dietmayer, „*Object tracking and classification for multiple active safety and comfort applications using a multilayer laser scanner*“, Intelligent Vehicles Symp. IEEE, 2004.
- [4] Mohamed Lamine Hafiane, Wilfreid Wagner, Zohir Dibi, Otto Manck, „*Analysis and estimation of NEP and DR in CMOS TOF-3D image sensor based on MDSI*“, Sensors and Actuators A Physical Journal Impact Factor & Information, 2011.
- [5] Muhammad Tanveer, Ilkka Nissinen, Jan Nissinen, Juha Kostamovaara, Johan Borg, „*Time-to-Digital Converter based on Analog Time Expansion for 3D Time of Flight Cameras*“, Image Sensors and Imaging Systems, 2014.
- [6] Jelena Radić, „*Monte Carlo i Corner analize korišćenjem AMS 0.35 μ m CMOS tehnologije*“, Računarsko projektovanje digitalnih integrisanih kola, 2013.
- [7] Stephan Henzler, „*Time-to-Digital Converters*“ Springer, 2010.

Kratka biografija:



Nikola Ćirić rođen je u Užicu 1990. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroelektronika odbranio je 2015.god.

DIREKTNO UPRAVLJANJE MOMENTOM ASINHRONE MAŠINE DIRECT TORQUE CONTROL OF ASYNCHRONOUS MACHINES

Tihamer Lauc, Marko Gecić, Darko Marčetić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljene su i analizirane dve strukture direktnog upravljanja momentom asinhrone mašine: klasična direktna kontrola momenta (DTC) i direktna kontrola momenta sa modulacijom prostornog vektora (DTC-SVM). Za obe metode načinjeni su računarski modeli u programu MATLAB Simulink®. Konačno, u radu je prikazano i diskutovano više rezultata računarskih simulacija.

Abstract – In this paper two structures suitable for control of a three phase induction motor are presented: classical direct torque control (DTC) and space vector torque control (DTC-SVM). For both method the Matlab models are constructed. Finally, different results of computer simulations are presented and discussed.

Ključne reči: Klasična DTC metoda, DTC-SVM metoda, asinhrona mašina.

1. UVOD

U pogonima sa asinhronim motorom sa promenljivom brzinom koji se danas nalaze u širokoj upotrebi u osnovi se primenjuju dve upravljačke strategije. Prva je skalarno upravljanje, a druga upravljačka strategija je poznata kao nezavisno upravljanje fluksom i momentom. Danas najznačajniji predstavnik strategije nezavisnog upravljanja je vektorsko upravljanje, odnosno upravljanje orijentacijom fluksa (eng. *Field-Oriented Control, FOC*). Osnovna ideja vektorskog upravljanja je da upravljanje asinhronim motorom načini sličnim upravljanju motorom jednosmerene struje, uz iste ili možda čak i bolje performanse upravljanja.

Pored ova dva osnovna koncepta upravljanja postoji i još jedan noviji, koncept nezavisnog upravljanja fluksom i momentom pod nazivom direktna kontrola momenta (eng. *Direct Torque Control – DTC*). Osnovna ideja DTC metode je direktno upravljanje fluksom i momentom naizmenične mašine, sa izborom optimalne strategije upravljanja energetske pretvaračima. Ova upravljačka struktura omogućava da se asinhrona mašina koristi u pogonima visokih performansi, kada je potrebna dosta precizna kontrola, gde je to nedavno motor jednosmerne struje bio nezamenljiv. Treba reći da DTC metoda još nije tako rasprostranjena tehnika kao vektorsko upravljanje. Pored dobrih prednosti algoritma direktne kontrole momenta ima i određenih nedostataka. Najznačajniji nedostaci ovog koncepta su velika talasnost (*ripple*) fluksa i momenta, promenljiva prekidačka učestanost, itd.

U cilju otklanjanja navedenih nedostataka DTC metode, razvijeno je nekoliko pristupa za rešavanje ovih problema. Jedan od tih pristupa je direktna kontrola momenta sa modulacijom prostornog vektora (DTC-SVM). Direktna kontrola momenta sa modulacijom prostornog vektora (DTC-SVM) pokazuje da pogon ima veoma dobre performanse. Zahvaljujući tome pruža se mogućnost za njegovu široku primenu u savremenim elektromotornim pogonima.

2. DIREKTNO UPRAVLJANJE MOMENTOM

Direktno upravljanje momentom asinhrone mašine napajane iz trofaznog naponskog invertora omogućava direktnu kontrolu fluksa statora i elektromagnetnog momenta sa izborom optimalnog vektora napona statora. Matematički model asinhrone mašine u dvofaznom generalizovanom koordinatnom sistemu glasi:

$$\mathbf{u}_s = R_s \mathbf{i}_s + \frac{d}{dt} \boldsymbol{\psi}_s + j\omega_s \boldsymbol{\psi}_s \quad (1)$$

$$\mathbf{0} = R_r \mathbf{i}_r + \frac{d}{dt} \boldsymbol{\psi}_r + j(\omega_s - p\omega_m) \boldsymbol{\psi}_r \quad (2)$$

$$\boldsymbol{\psi}_s = L_s \mathbf{i}_s + L_m \mathbf{i}_r \quad (3)$$

$$\boldsymbol{\psi}_r = L_m \mathbf{i}_s + L_r \mathbf{i}_r \quad (4)$$

$$m_e = \frac{3}{2} p \operatorname{Im}[\boldsymbol{\psi}_s^* \mathbf{i}_s] = -\frac{3}{2} p \operatorname{Im}[\boldsymbol{\psi}_r^* \mathbf{i}_r] \quad (5)$$

Koristeći jednačine za fluksne obuhvate statora (3) i rotora (4) može se izraziti vektor statorske struje $\mathbf{i}_s$ u funkciji od vektora fluksa statora $\boldsymbol{\psi}_s$ i vektora fluksa rotora $\boldsymbol{\psi}_r$, na sledeći način:

$$\mathbf{i}_s = \frac{1}{\sigma L_s} \boldsymbol{\psi}_s - \frac{L_m}{\sigma L_s L_r} \boldsymbol{\psi}_r \quad (6)$$

Ako se izraz (6) uvrsti u izraz (5), elektromagnetski moment može se predstaviti zavisnošću međusobnog položaja fluksa statora i rotora na sledeći način:

$$m_e = \frac{3}{2} p \frac{L_m}{\sigma L_s L_r} |\boldsymbol{\psi}_s| |\boldsymbol{\psi}_r| \sin \delta_\psi \quad (7)$$

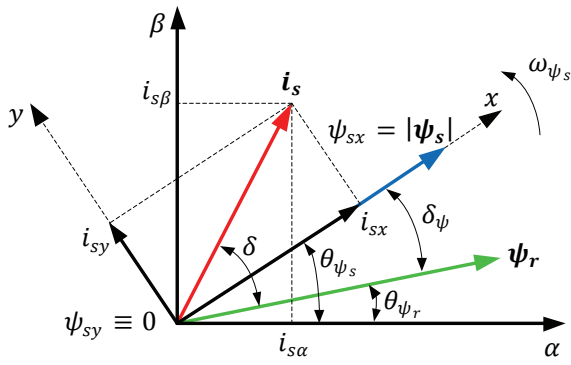
gde su: $|\boldsymbol{\psi}_s|, |\boldsymbol{\psi}_r|$ – moduli flukseva statora i rotora; $\delta_\psi = \theta_{\psi_s} - \theta_{\psi_r}$ – ugao između vektora fluksa rotora i statora; $\theta_{\psi_s}, \theta_{\psi_r}$ – uglovi vektora flukseva statora i rotora u odnosu na referentnu osu α . Vektorski dijagram DTC metode je prikazan na slici 1.

Vremenska konstanta rotora T_r kavezniha asinhronih mašina je velika pa zbog toga se fluks rotora sporije menja u odnosu na fluks statora. Zbog toga, fluks rotora može se smatrati konstantnim u kratkom vremenskom periodu Δt . Ako se pretpostavi da su amplitude fluksa statora i rotora konstantne, tada prema jednačini (7), elektromagnetski moment je moguće promeniti u željenom smeru, sa promenom ugla δ_ψ . Na činjenici da ugao δ_ψ određuje iznos elektromagnetnog momenta bazira se direktna kontrola momenta. Ugao δ_ψ se može

NAPOMENA:

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

lako promeniti sa izborom odgovarajućeg vektora napona statora.



Slika 1. Vektorski dijagram DTC metode

Zanemarujući pad napona na otporu namota statora, jednačina naponske ravnoteže statora u stacionarnom koordinatnom sistemu ($\alpha\beta$) dobija sledeći oblik:

$$\mathbf{u}_s = \frac{d}{dt} \psi_s \quad (8)$$

Iz gornjeg izraza se vidi da napon statora direktno utiče na fluks statora pa je odgovarajući fluks statora moguće dobiti izborom jednog od osam mogućih prostornih vektora napona. Integracijom relacije (8) za kratak vremenski interval Δt , uz vektor napona $\mathbf{u}_s$ fluks se promeni za

$$\Delta \psi_s = \mathbf{u}_s \Delta t \quad (9)$$

Jednačina pokazuje da se promena prostornog vektora fluksa statora $\Delta \psi_s$ pomera u istom smeru kao i vektor napona statora, i da je amplituda proporcionalna vektoru napona i vremenskom intervalu njegovog trajanja.

3. ESTIMACIJA FLUKSA STATORA I MOMENTA

Za prikaz svih tipova DTC metoda neophodno je estimirati fluks statora i elektromagnetni moment. Fluks statora u stacionarnom ($\alpha\beta$) domenu se može izraziti na sledeći način:

$$\hat{\psi}_{s\alpha\beta} = \int (\hat{u}_{s\alpha\beta} - R_s \hat{i}_{s\alpha\beta}) \quad (10)$$

Kada su poznate komponente fluksa statora $\hat{\psi}_{s\alpha}$, $\hat{\psi}_{s\beta}$ lako se izračunava apsolutna vrednost i pozicija fluksa statora. Apsolutna vrednost fluksa statora:

$$\hat{\psi}_s = \sqrt{(\hat{\psi}_{s\alpha})^2 + (\hat{\psi}_{s\beta})^2} \quad (11)$$

Pozicija fluksa statora dobija se kao ugao između komponenta vektora fluksa statora:

$$\theta_{\psi_s} = \arctg\left(\frac{\hat{\psi}_{s\beta}}{\hat{\psi}_{s\alpha}}\right) \quad (12)$$

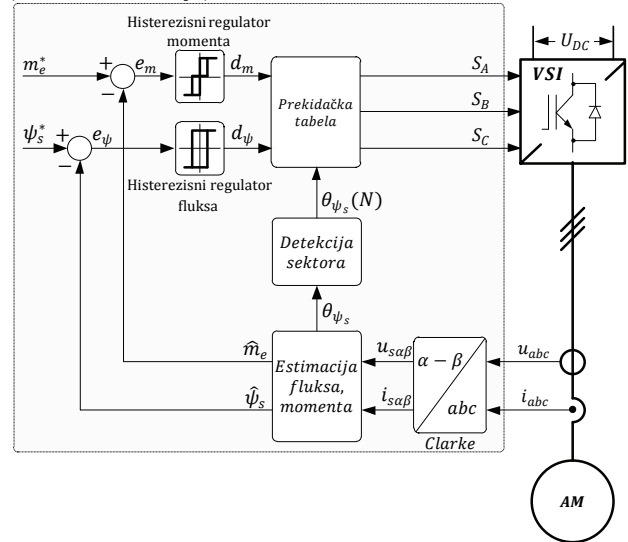
Elektromagnetni moment se može estimirati na sledeći način:

$$\hat{m}_e = \frac{3}{2} p (\hat{\psi}_{s\alpha} \hat{i}_{s\beta} - \hat{\psi}_{s\beta} \hat{i}_{s\alpha}) \quad (13)$$

4. KLASIČNA DIREKTNA KONTROLA MOMENTA

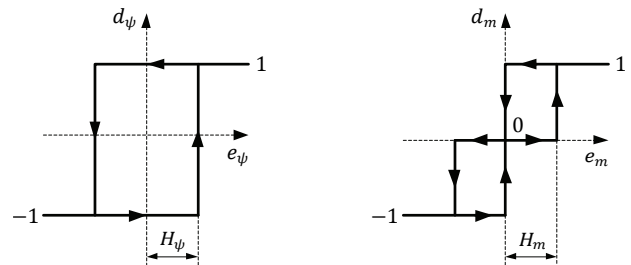
Princip rada klasične DTC metode bazira se na formiranju i direktnoj primeni zahteva za smanjenje i povećanje fluksa statora i elektromagnetnog momenta. Algoritam klasičnog DTC upravljanja, u svakom periodu odabiranja izabere se odgovarajući vektor napona statora, kako bi se iznos vektora fluksa statora i elektromagnetnog momenta

držao u zadatim granicama. Za održavanje fluksa statora i elektromagnetnog momenta u predviđenim granicama koriste se histerezisni regulator. Osnovna blok šema klasičnog DTC upravljanja prikazana je na slici 2. Cela upravljačka struktura sastoji se od dva histerezisna regulatora (jedan za fluks i jedan za moment), i od prekidačke tabele sa predefinisanim prostornim vektorima napona. Iz tog razloga nije potrebno koristiti složenu obrtnu transformaciju, niti modulaciju širinu impulsa (PWM modulacija).



Slika 2. Osnovna blok šema klasičnog DTC upravljanja

Amplituda prostornog vektora statorskog fluksa ψ_s^* i elektromagnetnog momenta m_e^* su referentni signali koji su poređeni sa estimiranim vrednostima $\hat{\psi}_s$ i $\hat{m}_e$, respektivno. Na ulaze regulatora dovode se regulacijska greška fluksa e_ψ odnosno momenta e_m . Da bi se numerički predstavilo da li se greške fluksa i momenta nalaze u okviru ili izvan okvira navedenih granica, formiraju se diskretne veličine d_ψ i d_m . Ovi diskretni signali iz regulatora, zajedno sa estimiranim položajem fluksa statora ($\theta_{\psi_s}(N)$), dovode se na prekidačku tabelu. Prekidačka tabela na svom izlazu generiše odgovarajuća stanja prekidača u inverteru. Greška amplitude prostornog vektora statorskog fluksa je diskretizovana u dva nivoa pomoću dvostepenog histerezisnog regulatora. Signal greške momenta je diskretizovan u tri nivoa pomoću trostepenog histerezisnog regulatora. Histerezisni regulatori fluksa i momenta prikazan je na slici 3.



Slika 3. Histerezisni regulator fluksa (levo) i momenta (desno)

Diskretna veličina d_ψ može dobiti vrednosti -1 i 1 , i definisana na osnovu sledeće logike:

$$d_\psi = \begin{cases} -1, & \text{za } e_\psi \leq -H_\psi \\ 1, & \text{za } e_\psi \geq H_\psi \end{cases}$$

Diskretna veličina d_m može imati vrednosti $-1, 0$ i 1 , i određuje se na osnovu sledeće logike:

$$d_m = \begin{cases} -1, & \text{za } e_m \leq -H_m \\ 0, & \text{za } -H_m < e_m < H_m \\ 1, & \text{za } e_m \geq H_m \end{cases}$$

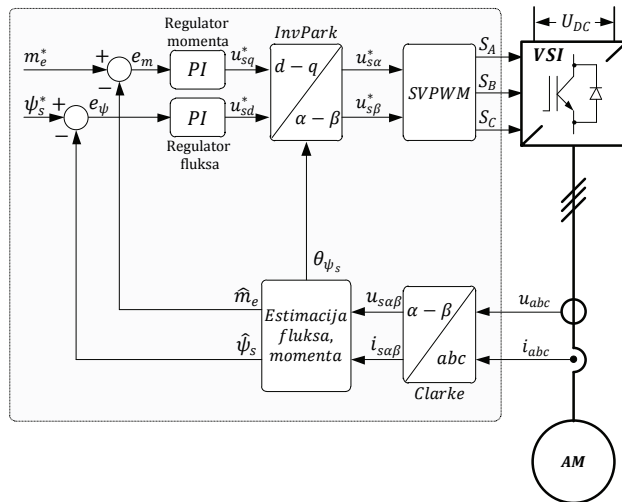
U klasičnoj DTC metodi kompleksna ravan se podeli na šest sektora. Ugao vektora fluksa statora θ_{ψ_s} moguće je odrediti na osnovu estimiranih komponenti vektora fluksa statora. Na osnovu određenog ugla formira se promenljiva $\theta_{\psi_s}(N)$ čija je vrednost jednaka sa brojem sektora u kom se vektor statorskog fluksa nalazi u datom trenutku. Na osnovu izlazne veličine iz histerezisnih regulatora fluksa i momenta (d_ψ i d_m), ugla vektora fluksa statora θ_{ψ_s} može se formirati prekidačka tabela za izbor optimalnog vektora napona statora.

Tabela 1. Prekidačka tabela za izbor optimalnog vektora napona statora

d_ψ	d_m	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1	1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_1
	0	U_7	U_0	U_7	U_0	U_7	U_0
	-1	U_6	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
-1	1	U_3	U_4	U_5	U_6	U_1	U_2
	0	U_0	U_7	U_0	U_7	U_0	U_7
	-1	U_5	U_6	U_1	U_2	U_3	U_4

5. DIREKTNJA KONTROLA MOMENTA SA MODULACIJOM PROSTRONOG VEKTORA (DTC-SVM)

Osnovna blok šema DTC-SVM metode prikazana je na slici 4. Može se videti da se upravljačka struktura sastoji se od dva PI regulatora (jedan za fluks i jedan za moment), i od modulatora prostornog vektora.



Slika 4. Osnovna blok šema DTC-SVM upravljanja

Kod direktne kontrole momenta sa modulacijom prostotnog vektora se pomoću PI regulatora fluksa i momenta sve greške svode na nulu korišćenjem SVPWM modulacije.

Primena modulacije prostornog vektora omogućava izbor izlaznog napona invertora bilo kog faznog stava i amplitude.

Potrebna napon statora se proračunava i realizuje korišćenjem dva aktivna i jednog nultog vektora tokom prekidačkog ciklusa T_{PWM} .

Izlazne veličine iz PI regulatora fluksa i momenta, su reference komponenti statorskog napona u rotacionom koordinatnom sistemu vezanom za fluks statora u_{sx}^* i u_{sy}^* , koji su odgovorni za održavanje fluksa statora i momenta na zadatoj vrednosti. Ove reference napona, pomoću obrtne transformacije transformišu se u stacionarni ($\alpha\beta$) domen. Referentni signali u_{sa}^* i u_{sb}^* predstavljaju ulazne signale modulatora prostornog vektora. Koristeći matematički model asinhronog motora u sistemu osa vezanom za fluks statora može se izraziti fluks statora i elektromagnetski moment u s-domenu na sledeći način:

$$\psi_s = \frac{1}{s} (u_{sx} - R_s i_{sx}) \quad (14)$$

$$M_e = \frac{3}{2} p \frac{\psi_s}{R_s} (u_{sy} - \omega_{\psi_s} \psi_s) \quad (15)$$

Prema jednačinama (14) i (15), ovi referentni naponi statora direktno kontrolišu fluks statora i elektromagnetni moment u mašini.

6. REZULTATI SIMULACIJE

U cilju verifikacije gore predstavljene dve strukture DTC metoda napravljeni su simulacioni modeli u programskom paketu MATLAB Simulink®. Testiran je dinamički odziv pogona na različitim brzinama, u režimu slabljenja polja, i odziv brzine na promenu opterećenja.

Podaci i parametri asinhronog motora:

$$P_n = 800 [W], U_n = 195 [V], I_n = 4,1 [A], J = 0,001 [kgm^2], R_s = 3,26 [\Omega], R_r = 1,05 [\Omega], L_s = 0,074 [H], L_r = 0,074 [H], L_m = 0,071 [H]$$

6.a Simulacija rada klasične DTC metode

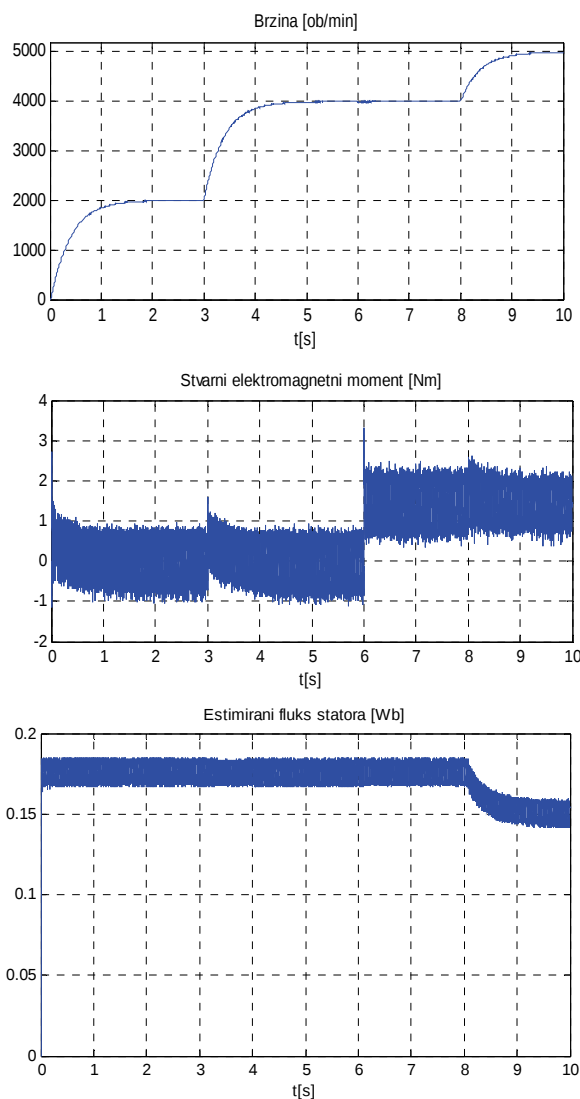
U datom primeru širina histerezisa po fluksu i po momentu su inicijalno podešene na $h_\psi(\%) = 2\%$ i $h_m(\%) = 10\%$, respektivno u odnosu na njihove odgovarajuće nominalne vrednosti. Prekidačka učestanost je $f_s = 25 kHz$. Rezultati simulacije klasične DTC metode su dati na slici 5. Na slici su prikazani odzivi brzine, momenta i fluksa, respektivno. Klasičnu DTC metodu karakteriše velika talasnost momenta u odnosu na njegovu nominalnu vrednost. Uzrok talasnosti momenta je napon sa konstantnom maksimalnom amplitudom i promenljivim faznim stavom koji je doveden na motor. Fluks i moment uvek poseduju talasnost oko zadate vrednosti, a veličina odstupanja zavisi od širine histerezisnog područja.

6.b Simulacija rada DTC-SVM metode

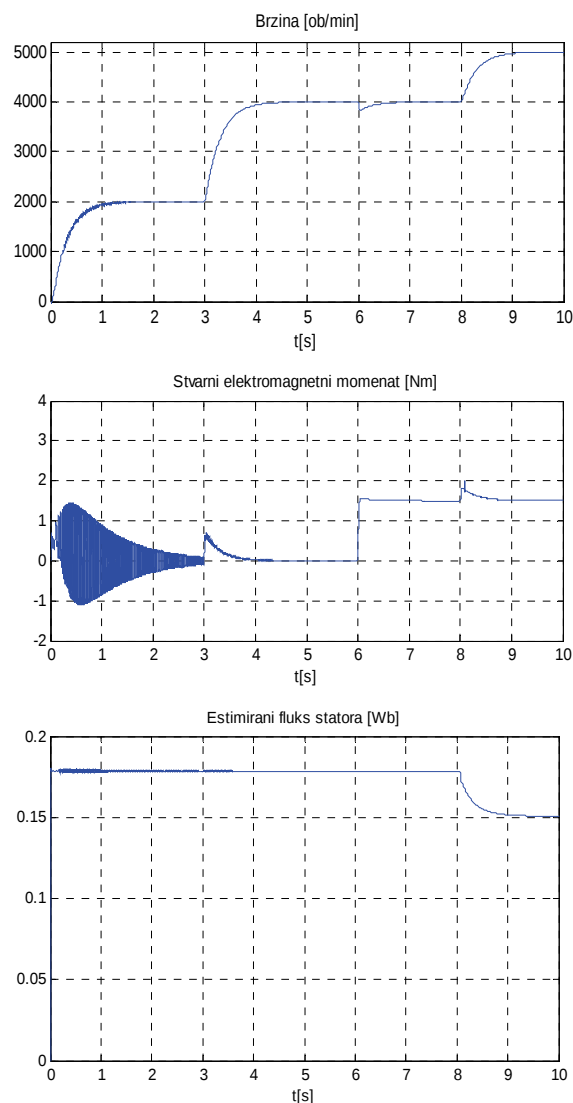
U ovoj simulaciji simuliran je isti dinamički odziv pogona kao u prethodnom slučaju. Prednost DTC-SVM algoritma je da se talasnost momenta i fluksa znatno smanjuju uz konstantnu učestanost prekidanja f_{PWM} . U datom primeru parametri regulatora fluksa su: $K_{p\psi}^{DSP} = 0,495$, $K_{i\psi}^{DSP} = 0,085$; momenta: $K_{pm}^{DSP} = 0,000506$, $K_{im}^{DSP} = 0,000844$; i brzine: $K_{p\omega}^{DSP} = 490,156$; $K_{i\omega}^{DSP} = 1,6056$. Prekidačka učestanost je $f_{PWM} = 5 kHz$.

Rezultati simulacije dati su na slici 6. Na slici su prikazani odzivi brzine, momenta i fluksa, respektivno.

Sa slike se može uočiti da je na niskim brzinama elektromagnetni moment jako oscilatoran. Ova pojava nastaje zbog prirode naponskog estimatora fluksa statora.



Slika 5. Rezultati simulacije klasične DTC metode



Slika 6. Rezultati simulacije DTC-SVM metode

7. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena analiza rada dve osnovne šeme direktne kontrole momenta asinhronog motora. Za potrebe te analize su načinjene dva matematička i računarska modela. Prvi modeluje klasičnu direktnu kontrolu momenta zasnovanu na histerezisnom regulatoru, dok drugi modeluje direktnu kontrolu momenta zasnovanu na modulaciji prostornog vektora.

U radu je prikazan niz računarskih simulacija u kojima su korišćeni ovi modeli, slike 5. i 6. Prikazani rezultati pokazuju da obe metode omogućuju relativno dobro praćenje zadatog momenta u širokom opsegu brzina.

Glavni nedostatak klasične direktne kontrole je velika talasnost fluksa i momenta. Nešto složenijim algoritmom sa modulacijom prostornog vektora i sa PI regulatorima čiji su izlazi odgovarajući kontinualni referentni naponi, drastično je smanjena talasnost fluksa i momenta uz konstantnu prekidačku učestanost.

Prema tome, može se reći da direktna kontrola momenta sa modulacijom prostornog vektora (DTC-SVM) predstavlja osnovni koncept savremenih rešenja direktne kontrole momenta.

8. LITERATURA

- [1] D. Marčetić, Mikroprocesorsko upravljanje elektroenergetskim pretvaračima, Novi Sad: FTN izdavaštvo, 2012.
- [2] M. Żelechowski, "Space Vector Modulated – Direct Torque Controlled (DTC – SVM) Inverter – Fed Induction Motor Drive", Doktorska disertacija, Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland, 2005.
- [3] I. Takahashi, T. Noguchi, "A new quick-response and high efficiency control strategy of an induction machine", IEEE Transactions on Industrial Applications, Vol. IA-22, No. 5, Sept./Oct. 1986, str. 820 – 827.
- [4] P. Vas, Sensorless Vector and Direct Torque Control, Oxford University Press, London, 1998.
- [5] P. Matić: "Novi algoritam za direktno upravljanje momentom i fluksom trofaznog asinhronog motora", Magistarski rad, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2002.

Kratka biografija:

Tihamer Lauc rođen je u Bečeju 1986. god. Srednju elektrotehničku školu završio u Adi. Diplomski – master rad odbranio je 2015 godine na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu.

UTICAJ SNAGE GENERATORA NA STRUJE KRATKIH SPOJEVA I PODEŠENJE RELEJNE ZAŠTITE**IMPACT OF GENERATOR POWER ON SHORT-CIRCUIT CURRENTS AND RELAY PROTECTION SETTING**

Andrija Sikirić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana uloga zaštitnih releja u elektroenergetskim sistemima. Zatim je analiziran njihov uticaj na pouzdanost i sigurnost. Date su zaštite generatora, transformatora i vodova. Na kraju data je analiza proračuna struja kratkih spojeva simuliranih na datim sabirnicama u zavisnosti od promene snaga generatora.

Abstract – The paper describes the role of protective relays in power systems. Their impact on the reliability and security is analyzed. Protection for generators, transformers and power lines is given. Finally, short circuit calculation simulated on the busbars, depending on the change of power generators is analyzed.

Glavne riječi: relejna zaštita, proračun struja kratkih spojeva, generatori.

1. UVOD

Funkcionisanje današnje civilizacije se ne može zamisliti bez električne energije. Električna energija se proizvodi u elektranama, odakle se prenosi i distribuira, raspodeljuje do krajnjih potrošača.

Prioritet svakog elektroenergetskog sistema (EES) jeste da bude dobro dizajniran i propisno održavan kako bi se ograničio broj grešaka do kojih može doći jer i kratkotrajni prekidi u napajanju mogu izazvati dugotrajne zastoje u proizvodnji i velike materijalne štete.

Tema ovog rada jeste da se ispita zavisnost struja kratkih spojeva i podešenja relejne zaštite od promene snaga generatora.

U drugoj i trećoj glavi je predstavljena uloga zaštitnih releja i podela releja prema principu rada.

U četvrtoj glavi ovog rada predstavljena je pored prekostrujne i distantna zaštita i princip rada distantnih releja kao zaštita koja bi se koristila za zaštitu projektne monofazne šeme koja će biti prikazana u glavi 6.

U petoj glavi ovog rada date su osnovne pretpostavke matematičkog modela i formule za izračunavanje struja kratkih spojeva.

U šestoj je predstavljena monofazna šema sa datim elementima na kojoj će se simulirati kratki spojevi radi utvrđivanja koji su to kritični parametri koji utiču na tačnost podešenja zaštite.

U sedmoj glavi dat je zaključak, a nakon toga i literatura korišćena prilikom izrade ovog rada.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Duško Bekut, red.prof.

2. ULOGA ZAŠTITNIH RELEJA

Jedna od osnovnih karakteristika kvalitetne isporuke električne energije, pored (napona i frekvencije) jeste i pouzdanost snabdevanja potrošača ovom energijom [1].

U elektroenergetskom sistemu moguće su pojave opasnih radnih stanja, kvarova, ispada i havarija.

Za pouzdan rad i funkcionisanje elektroenergetskog sistema neophodno je detektovati, izolovati element sa kvarom od ostatka EES-a. Ovaj zadatak obavlja sistem relejne zaštite [2].

U odnosu na EES zadaci relejne zaštite su:

1. selektivnost,
2. brzina reagovanja,
3. osetljivost,
4. pouzdanost i sigurnost,
5. ekonomičnost.

3. PODELA RELEJA

Generalno, filozofija korišćenja releja jeste da se podeli sistem u posebne zone, zone šticećenja koje se mogu individualno štiti i delovali na pojavu kvara, kako biostatak sistema mogao da nastavi normalan rad. U principu, elektroenergetski sistem se može podeliti po zonama zaštite na:

- zaštita Generatora,
- zaštita Transformatora,
- zaštita blok generatora – transformatora,
- zaštita električnih motora,
- zaštita sabirnica,
- zaštita električnih mreža.

Prema principu rada releji se dele na:

1. elektromehaničke,
2. statičke,
3. mikroprocesorske.

Prema vrsti kontrolisane veličine na:

1. strujne,
2. naponske,
3. releji snage,
4. frekventne,
5. impedantne,
6. termičke.

Prema načinu priključenja na kontrolisanu veličinu na:

1. primarne,
2. sekundarne.

4. RELEJNA ZAŠTITA

S obzirom da ćemo u projektnom zadatku imati šemu na kojoj ćemo izvršiti proračun struja kratkih spojeva na osnovu varijacija parametara u mreži i uvideli koji to parametri utiču na podešenje zaštite, u ovoj glavi će biti opisana distantna zaštita vodova i blok transformator generatora jer se one mogu implementirati kao jedna od zaštita u projektnoj šemi koja će biti data u glavi 6 ovog rada.

4.1. Distantni Relej

Od krucijalnog je značaja da se bilo kakav kvar na EES-u brzo eliminiše. U suprotnom rezultat sporog delovanja i eliminacije može dovesti do isključenja potošača, smanjenja stabilnosti sistema i oštećenja opreme.

Glavna prednost korišćenja distantnog releja jeste u tome da zona štićenja zavisi od impedanse štićene sekcije.

Odnosno došlo se do ideje da se umesto napona U koriste i napon U i struja I i to njihov količnik, pa je vreme delovanja releja dato [3]:

$$t = k \frac{U}{I}, \quad (4.1)$$

gde je:

k konstanta releja pri merenju količnika U i I .

Količnik je impedansa, pa vreme delovanja ovim relejima zavisi od vrednosti merene impedanse. Ako se izabere da je merena impedansa jednaka impedansi od mesta ugradnje zaštite do mesta kvara, onda će se na osnovu vrednosti te impedanse dobiti informacija udaljenosti (od mesta ugradnje) releja do mesta kvara [3]:

$$t = k \cdot Z = k' \cdot L, \quad (4.2)$$

gde je:

k' konstanta releja pri merenju udaljenosti,

L udaljenost releja od mesta kvara.

4.1.1. Sastav i princip rada distantnih releja

Ova grupa releja spada u grupu složenih releja. Distantni relej se sastoji iz više članova:

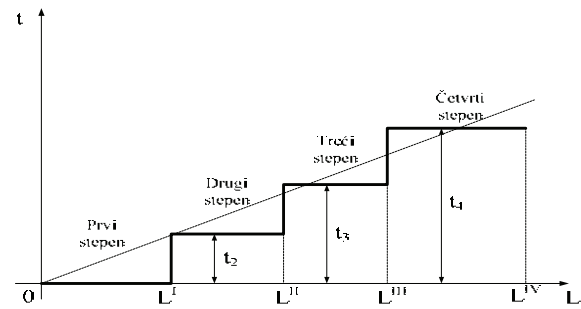
1. pobudni,
2. usmerni,
3. merni,
4. vremenski,
5. izvršni i
6. pomoćni.

Na slici 4.1. prikazana je zavisnost vremena delovanja t u funkciji udaljenosti L do mesta kvara u obliku četverostepene karakteristike [3]. Udaljenosti L^I , L^{II} , L^{III} i L^{IV} , kao i vremena t_2 , t_3 i t_4 su unapred zadata.

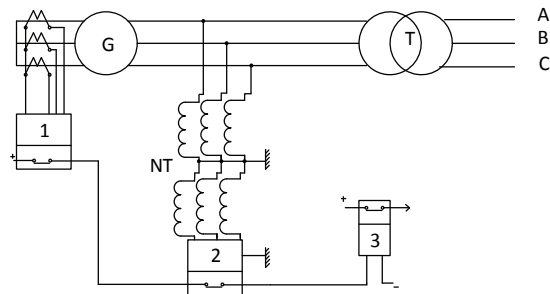
4.2. Zaštita sinhronih generatora i transformatora od kratkih spojeva u mreži

4.2.1. Zaštita generatora

Zbog sporosti prekostrujne zaštite generatora, za zaštitu generatora u mreži primenjuju se distantne zaštite. Mogu se primeniti distantni releji instalisani na naponskom nivou mreže ili na naponskom nivou generatora.



Slika 4.1. – Stepenasta karakteristika distatnog releja



Slika 4.2. Naponski blok. Prekostrujna zaštita G

Veliki generatori u elektranama koje su sa ostatkom EES povezani dugačkim vodovima, mogu pri kvarovima ili drugim krupnim poremećajima ispasti iz sinhronizma zbog trazijentne nestabilnosti.

Za takve generatore preporučuje se zaštita od klizanja polova ili gubitaka trazijentne stabilnosti [2].

4.2.2 Zaštita transformatora od struja kratkih spojeva

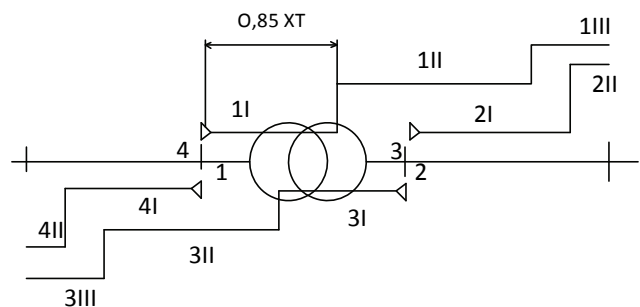
Kratki spojevi u mreži za transformator su opasna radna stanja i mogu dovesti do velikih oštećenja. Koristi se trofazna prekostrujna zaštita sa definisanim vremenom reagovanja, nezavisno od načina uzemljenja zvezdišta transformatora.

Podešenje zaštite se bira:

$$I_{\text{podešenja}} \geq \frac{k_s \cdot I_{\text{pogonskomaksimalna}}}{a \cdot p_i} \quad (4.3)$$

gde je:

$I_{\text{pogonsko maksimalna}}$ maksimalna struja u pogonu,
 k_s koeficijent sigurnosti,
 a koeficijent otpuštanja,
 p_i prenosni odnos strujnog mernog transformatora.



Slika 4.3. – Primena distantnih releja za zaštitu transformatora

Glavni nedostatak prekostrujne zaštite je isti kao i kod ostalih prekostrujnih zaštita a to je relativno dugo vremensko kašnjenje (2s do 3s) pri eliminaciji kvara. Kod velikih transformatora zaštita od spoljašnjih kratkih spojeva se izvodi distantnim relejima.

Prva varijanta je sa dva distantna releja instalisana na različitim naponskim nivoima [2].

5. OSNOVNE PRETPOSTAVKE MATEMATIČKOG MODELA KRATKIH SPOJEVA

Za potrebe proračuna struja kratkih spojeva elementi EES-a uglavnom se modeluju samo rednim reaktansama.

Vodovi su dati preko proizvoda podužnih impedansi i dužina, dok je nulta impedansa usvojena kao trostruka vrednost one za direktni i inverzni režim:

$$Z_k^{d.i} = (r_k + jX_k) \cdot L_k, \quad (5.1)$$

$k = 1, 2 \dots n$ – broj vodova.

$$Z_k^o = 3Z_k^{d.i}. \quad (5.2)$$

Transformator se ekvivalentira reaktansom izračunatom iz količnika napona kratkog spoja, kvadrata nazivnog napona i nazivne snage transformatora:

$$X_{Tk} = \frac{X_{Tk}[\%] \cdot U_{nk}^2}{100 \cdot S_{nk}}. \quad (5.3)$$

Generatori se generalno ekvivalentiraju svojom subtranzijentnom ili tranzijentnom reaktansom, u zavisnosti koji je period od interesa za proračun, inverznom i nutom reaktansom [4]:

$$X_{gk}^d = \frac{X_{gk}^{d''}[\%] U_{ngk}^2}{100 S_{nk}}, \quad (5.4)$$

$$X_{gk}^i = \frac{X_{gk}^i[\%] U_{ngk}^2}{100 S_{nk}}, \quad (5.5)$$

$$X_{gk}^o = \frac{X_{gk}^o[\%] U_{ngk}^2}{100 S_{nk}}. \quad (5.6)$$

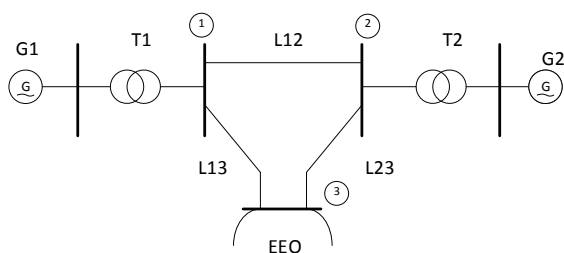
Elektroenergetsko okruženje koje je predstavljeno preko impedanse ekvivalentne mreže izračunatog iz količnika napona i snage trofaznog kratkog spoja:

$$X_{eao}^d = \frac{U_{ng}^2}{S_{ks3}}. \quad (5.7)$$

6. OPIS PRIMERA SA PRORAČUNOM

6.1. Opis test primera

Prikaz monofazne šeme datog primera dat je na slici 6.1:



Slika 6.1. Prikaz monofazne šeme sistema

Tabela 6.1. Pogonski parametri generatora

	Sn[MW]	Un [kV]	x^d [%]	x^i [%]	x^o [%]
G1	10÷120	10.5	20	20	12
G2	10÷120	10.5	20	20	12

Tabela 6.2. Pogonski parametri transformatora

	Sn[MW]	Un [KV]	uk [%]	Sprega
T1	80	10.5/115	6	Δ/Δ
T2	80	10.5/115	6	Δ/Δ

Tabela 6.3. Pogonski parametri vodova

	L[Km]	R[Ω/km]	X[Ω/km]
L12	72	0.150	0.400
L13	72	0.150	0.400
L23	72	0.150	0.400

Tabela 6.4. Parametri EEO

Sks[MVA]	Um[kv]
1500	115

6.2. Analiza zavisnosti struja kratkih spojeva od promene snage generatora

Na osnovu podataka iz prethodnog dela rada može se napraviti analiza kako snaga generatora utiče na promenu struja kratkih spojeva.

Analiza će se vršiti na sledeći način:

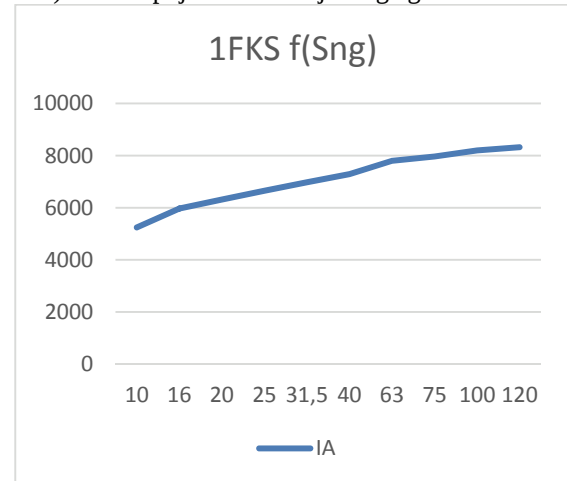
1. Menjaće se snage transformatora od min do max vrednosti.
2. Menjaće se snaga generatora G1 od min do max vrednosti dok snaga generatora G2 ostane nepromenjena i obrnuto.

Snage generatora će biti u opsegu od: min 10 [MW] do max 120 [MW].

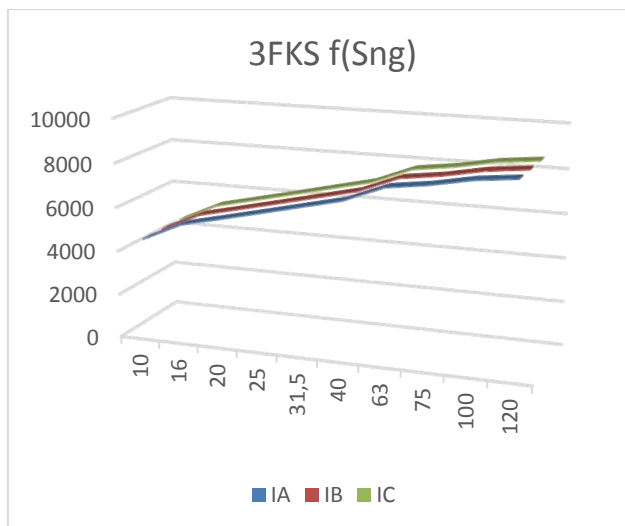
6.2.1. Analiza struja kratkih spojeva kada su snage generatora iste i menjaju se od min do max

Kratki spojevi simulirani na sabirnici 1.

Na slici 6.1 su prikazane vrednosti struja u amperima za jednofazni kratak spoj (1FKS), a na slici 6.2 za trofazne (3FKS) kratke spojeve u funkciji snage generator u MW.

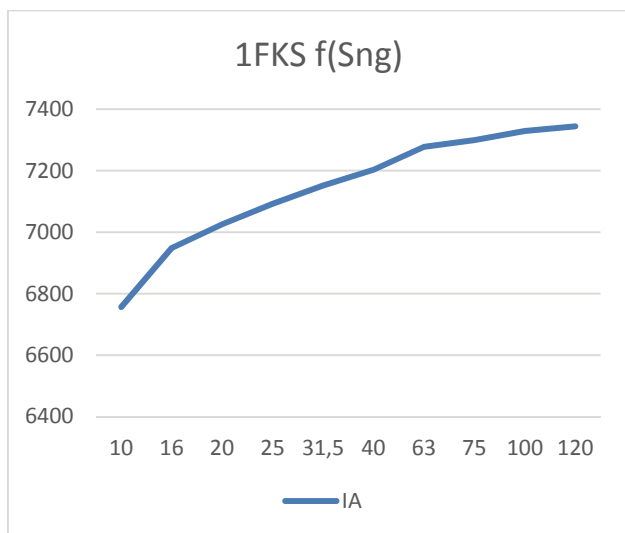


Slika 6.1. 1FKS u zavisnosti od promene snage generatora

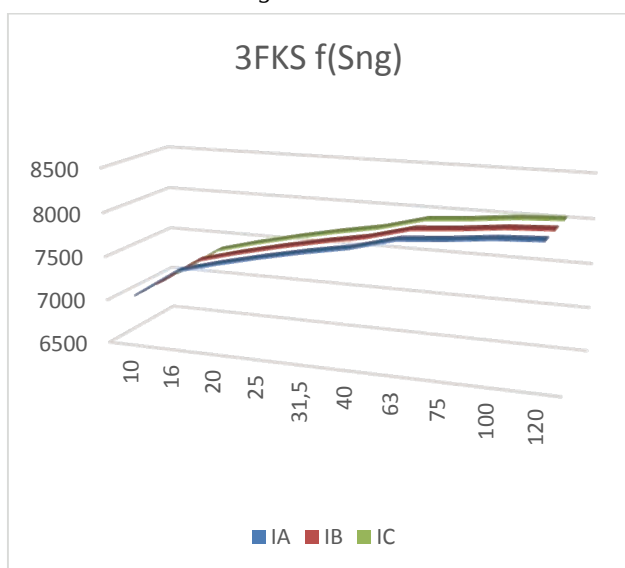


Slika 6.2. 3FKS u zavisnosti od promene snage generatora

Kratki spojevi simulirani na sabirnici 3. Na slici 6.3 su prikazane vrednosti za jednofazni kratak spoj, a na slici 6.4 za trofazne kratke spojeve.



Slika 6.3. - 1FKS u zavisnosti od promene snage generatora



Slika 6.4. 3FKS u zavisnosti od promene snage generatora

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu obrađen je uticaj snaga generatora na struje kratkih spojeva i podešenje izabrane relejne zaštite.

Na test primerima prikazane su promene struja kratkih spojeva u zavisnosti od promene snaga generatora pri čemu su ostali parametri nepromenjeni.

Analizom je utvrđeno da će struje kratkih spojeva rasti sa povećavanjem snaga generatora, i da bi se u tom slučaju moralo promeniti podešenje relejne zaštite kako bi se zaštitio EES.

U mrežama gde se, u zavisnosti od ukopnog stanja, struje kratkih spojeva značajnije menjaju po intezitetu, može doći do neselektivnog delovanja ili do čak vrlo sporog delovanja. Zato je potrebno precizno konfigurisati podešenje relejne zaštite kako bi se takvi problemi izbegli.

8. LITERATURA

- [1] M.Nimrihter, P.Đapić: Proračuni u distributivnim električnim sistemima., FTN, Novi Sad,2000.
- [2] M.Đurić, Z.Stojanović: Relejna Zaštita, ETF Beograd, Beograd, 2014.
- [3] D. Bekut: Relejna zaštita, FTN, Novi Sad, 2009.
- [4] V. Strezoski: Analiza elektroenergetskih sistema 1, FTN, Novi Sad, 2014.

Kratka biografija:



Andrija Sikirić rođen je u Arandjelovcu godine 1989. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - elektroenergetski sistemi odbranio je 2015. godine.

PROCENA STANJA I SANACIJA KONSTRUKCIJE TRŽNOG CENTRA U LOZNICI ASSESSMENT AND REPAIR OF THE STRUCTURE OF MALL IN LOZNICA

Aleksandar Ilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je procena stanja i sanacija armiranobetonske konstrukcije tržnog centra u Loznici. U prvom delu rada urađena je uporedna analiza proračuna AB preseka prema graničnim uticajima transverzalnih sila prema PBAB 87 i EUROCODE 2. Zatim je na osnovu detaljnog pregleda zgrade data ocena stanja sa aspekta nosivosti, stabilnosti i upotrebljivosti. Kontrolni proračun postojeće konstrukcije sproveden je u softveru za proračun građevinskih konstrukcija, „Tower 6“, prema važećem Pravilniku za armiranobetonske konstrukcije, „Pravilnik BAB 87“. Nakon toga dati su predlozi sanacionih mera za registrovane defekte i oštećenja koje je potrebno preduzeti pre nastavka izgradnje samog objekta.

Abstract – This paper presents the assessment and repair of reinforced concrete structures of mall in Loznica. In the first part was done comparative analysis of the design of cross-sections according to the limit state of transverse forces to PBAB 87 and EUROCOD 2. Then, on the basis of a detailed examination of the building assessment in terms of load capacity, stability and usability was done. Control design of the existing structure was implemented in the software for the calculation of building structures "Tower 6", according to the current Regulations for reinforced concrete structures, "Regulation BAB 87". After that repair measures for defects and damages were proposed and have to be taken before continuing construction of the facility.

Cljučne reči: AB konstrukcija, defekti, oštećenja, procena stanja, kontrolni proračun.

1. UVOD

Rad se sastoji od potpuno dve nezavisne celine.

Prvi deo rada predstavlja teorijski deo sa temom „Uporedna analiza proračuna AB preseka prema graničnim uticajima transverzalnih sila prema PBAB 87 i EUROCODE 2, a drugi je vezan za procenu stanja i sanaciju AB konstrukcije Tržnog centra u Loznici.

Radi završetka radova na objektu, potrebno je sprovesti procenu stanja AB konstrukcije, utvrditi kvalitet ugrađenog betona, uraditi kontrolni proračun i dati predlog za sanaciju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vlastimir Radonjanin, red. prof.

2. UPOREDNA ANALIZA AB PRESEKA PREMA GRANIČNIM UTICAJIMA TRANSVERZALNIH SILA PREMA PBAB 87 I EUROCODE 2

2.1 Uvod

Beton je, kao što se zna, materijal sa relativno visokom čvrstoćom pri pritisku i vrlo niskom čvrstoćom pri zatezanju. Ako na betonski element deluju samo naponi pritiska onda će se, u stanju granične ravnoteže, lom dogoditi usled dostizanja čvrstoće betona pri pritisku po smičućim ravnima. Međutim, ako je jedan od glavnih napona – napon zatezanja, lom će se dogoditi iscrpljenjem čvrstoće betona pri zatezanju s obzirom da je ova čvrstoća najniža u poređenju sa ostalim čvrstoćama betona. U linijskim AB nosačima uglavnom vlada ravno stanje napona.

2.2 Proračun AB preseka prema graničnim uticajima transverzalnih sila prema PBAB 87

Ako se zanemare normalni naponi koji deluju upravno na podužnu osu nosača kao male veličine, pri delovanju transverznog raspodeljenog opterećenja, glavni naponi se mogu odrediti iz poznatih izraza:

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_b}{2} \pm \sqrt{\frac{\sigma_b^2}{2} + \tau^2}, \quad (1)$$

gde je:

σ_b – normalni napon u pritisnutom betonu;

τ – napon smicanja.

U AB preseku sa prslinama, normalni naponi u zategnutoj zoni preseka su $\sigma_{bz} = 0$, pa u neutralnoj ravni i ispod nje, na celoj zategnutoj zoni preseka ($h - x$), postoje samo naponi smicanja τ . Zato su, u toj zoni, glavni naponi brojno jednaki naponima smicanja, tj.

$$\sigma_{1,2} = \pm \tau.$$

Može se pokazati da se u preseku sa prslinom, najveće vrednosti glavnih napona zatezanja σ_2 , po visini preseka javljaju baš u neutralnoj ravni ili na zategnutom delu preseka i to na onoj visini na kojoj je širina poprečnog preseka najmanja. Prema tome,

$$-\sigma_{2,max} = \tau_{max} = \frac{T}{b_{min} \cdot z}, \quad (2)$$

gde je:

T – transverzalna sila u razmatranom preseku;

b_{min} – minimalna širina poprečnog preseka po visini zategnutog dela preseka ($h - x$) i neutralne ravni – linije;

z – krak unutrašnjih sila.

Kada se pomoću jednačine $\tau_n = \frac{T_{mu}}{b_{min} \cdot z}$ odredi napon smicanja τ_n , on se upoređuje sa računskom čvrstoćom betona pri smicanju τ_r , koja zavisi od kvaliteta betona, što je prikazano u Tabeli 1.

Tabela 1 Računska čvrstoća betona pri smicanju

MB	15	20	30	40	50	60
$\tau_r(MPa)$	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,6

Ako je ispunjen uslov:

$$\tau_n \leq \tau_r,$$

iz statičkih razloga nije potrebna računaska armatura za prijem uticaja od dejstva transversalnih sila. Kada se računski napon τ_n nalazi u granicama $\tau_r < \tau_n < 3\tau_r$, tada se potrebna površina armature na delu nosača, gde je taj uslov ispunjen, određuje na osnovu redukovane merodavne transversalne sile T_{Ru} , koja iznosi:

$$T_{Ru} = T_{mu} - T_{bu}. \quad (3)$$

Sila T_{bu} predstavlja deo transversalne sile koja se poverava betonu:

$$T_{bu} = \frac{1}{2} \cdot (3\tau_r - \tau_n) \cdot b \cdot z. \quad (4)$$

Ako se računski napon τ_n nalazi u granicama $3\tau_r < \tau_n < 5\tau_r$, onda, na delu nosača gde je uslov $3\tau_r < \tau_n < 5\tau_r$ ispunjen, beton ne učestvuje u prijemu uticaja od transversalne sile, tj.

$$T_{bu} = 0; T_{Ru} = T_{mu}.$$

Računski (nominalni) napon smicanja, određen prema izrazu ne sme prekoračiti $5\tau_r$, tj.

$$\tau_n < 5\tau_r.$$

2.3 Proračun AB preseka prema graničnim uticajima transversalnih sila prema eurocode 2

Za proračun nosivosti pri smicanju (shear resistance) definisane su sledeće vrednosti:

$V_{Rd,c}$ – proračunska vrednost nosivosti pri smicanju elementa bez armature za smicanje;

$V_{Rd,s}$ – proračunska vrednost sile smicanja koju može da prihvati armatura za smicanje na granici razvlačenja;

$V_{Rd,max}$ – proračunska vrednost maksimalne sile smicanja koju element može da prihvati, ograničena lomom (drobljenjem) betona u pritisnutim štapovima.

V_{ccd} – proračunska vrednost smičuće komponente sile u pritisnutoj zoni, kada je pritisnuti pojas u nagibu;

V_{td} – proračunska vrednost smičuće komponente sile u zategnutoj armaturi, kada je zategnuti pojas u nagibu.

Nosivost pri smicanju elementa sa armaturom za smicanje jednaka je:

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} + V_{ccd} + V_{td} \quad (5)$$

U zonama elementa gde je $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$, nije potrebna nikakva proračunska armatura za smicanje. V_{Ed} je proračunska sila smicanja u posmatranom preseku usled spoljašnjeg opterećenja i prethodnog naprezanja (sa ili bez prijanjanja betona i čelika).

U zonama elemenata u kojima je $V_{Ed} > V_{Rd,c}$, treba da se predvidi armatura za smicanje dovoljna da je $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$. Nosivost betona u mnogim situacijama, odnosno, za elemente bez normalne sile i za koeficijent sigurnosti betona 1.5, data je izrazom:

$$V_{Rd,c} = [0.12 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b_w \cdot d \quad (6)$$

Sila smicanja V_{Ed} , sračunata bez smanjenja sa koeficijentom β , treba da zadovolji uslov:

$$V_{Ed} \leq 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}, \quad (7)$$

gde je v koeficijent smanjenja čvrstoće betona sa prslinama usled smicanja.

Napomena: Vrednost v , koja se primenjuje u određenoj zemlji, data je u njenom Nacionalnom aneksu. Preporučena vrednost sledi iz izraza:

$$v = 0.6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right]; (f_{ck} \text{ u } MPa) \quad (8)$$

Armatura za smicanje može da se sastoji od kombinacije:

- Uzengija (poprečne vezne armature), koje obuhvataju podužnu zategnutu armaturu i pritisnutu zonu preseka,
- Koso povijenih šipki,
- Drugi oblik poprečne armature (armaturnih „kaveza“, „lestvičaste“ armature, itd.), koja je ugrađena tako da ne obuhvata zategnutu armaturu ali je odgovarajuće ankerovana u pritisnutoj i u zategnutoj zoni.

2.4 Uporedna analiza propisa i dobijenih rezultata prema PBAB 87 i EC2

Rezultati su dobijeni proračunom AB proste grede pravougaonog poprečnog preseka, $b/d=25/56cm$, raspona 6.5m. Proračun prema graničnim uticajima transversalnih sila prema PBAB i EC2 je suštinski isti. Proračun se svodi na proračun rešetke sa promenljivim nagibom dijagonala. Eurocode2 i PBAB 87 propisuju različite granice nagiba pritisnute dijagonale. Po PBAB 87 ugao je u granicama između 25° i 55°, dok je u EC2 ta granica između 22° i 45°.

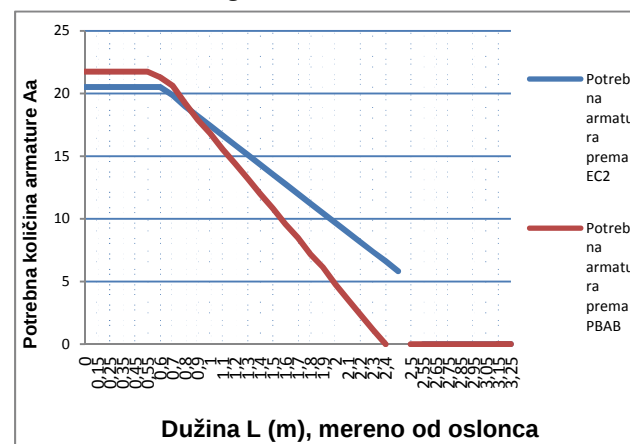
Minimalni koeficijent armiranja prema PBAB 87 je 0.2%, dok EC2 daje izraz za minimalnu armaturu koja iznosi

$$\rho_{w,min} = \frac{0.08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}.$$

Maksimalni razmak poprečne armature prema Eurocode2 dat je izrazom:

$$S_{l,max} = 0.75 \cdot d \cdot (1 + ctg\alpha), \text{ a prema PBAB 87 maksimalno rastojanje jednako je najmanjoj od sledeće tri vrednosti: } h/2; b; 25cm.$$

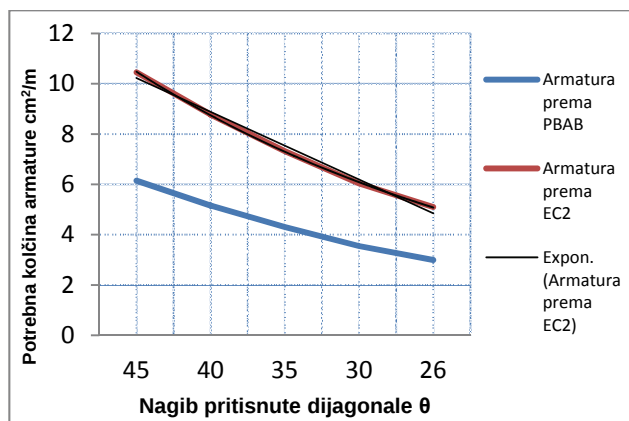
Na slici 1 prikazane su razlike u dobijenim rezultatima za potrebnu poprečnu armaturu sračunatu prema PBAB-u i EUROCODE2, za ugao $\theta = 45^\circ$.



Slika 1. Razlike u rezultatima za potrebnu poprečnu armaturu sračunatu prema PBAB-u i EC2

Sa dijagrama se vidi da je na delu od 0.7 – 2.4m prema PBAB dobijeno manje armature nego po EC2. Razlog za to je redukcija transversalne sile jer se deo sile poverava betonu dok po EC2 to nije slučaj.

Na slici 2 prikazana je potrebna količina poprečne armature u preseccima na 0.5 i 2m od oslonca, respektivno, u zavisnosti od ugla θ prema PBAB 87 i EC2.



Slika 2. Količina poprečne armature na 0.5 i 2m od oslonca, u zavisnosti od ugla θ prema PBAB 87 i EC2

Na rastojanju od 2m, mereno od oslonca razlika u potrebnoj poprečnoj armaturi, dobijenoj prema PBAB 87 i EC2 je znatna, $\approx 40\%$. Razlog za ovo leži u činjenici da se na tom delu grede, prema PBAB 87, potrebna armatura računa prema redukovanoj transversalnoj sili, dok se prema EC2 celokupna sila predaje armaturi.

2.5 Zaključak

Na delu nosača gde se prema PBAB 87 vrši redukcija transversalnih sila, tj. deo nosača gde je proračunski napon τ_n u granicama između τ_r i $3\tau_r$, potrebna poprečna armatura znatno se razlikuje od potrebne armature dobijene prema EUROCODE2, jer se prema EC2 na ovom delu nosača cela sila smicanja poverava armaturi. Najveća razlika je na mestu gde je računski napon τ_n jednak računskoj čvrstoći betona na smicanje τ_r i zavisi od klase betona, poprečnog preseka, opterećenja i ne može se eksplicitno izraziti.

3. PROCENA STANJA I SANACIJA AB KONSTRUKCIJE TRŽNOG CENTRA

3.1 Uvod

Tržni centar sa pijacom, nalazi se u Loznici, omeđen ulicom Vere Blagojević i koritom reke Štire. Lokacija objekta određena je DUP-om i nalazi se na lokaciji stare zelene pijace, k.p. 3466. K.O. Loznica-grad.

Spratnost objekta je P+1, delimično P+2. Gabarit objekta je osno 54m x 51m, linija gabarita objekta prema reci Štiri je polukružna, poluprečnika krivine 54m /osno/. Usvojeni konstruktivni rasponi objekta su 6mx6m.

Armiranobetonski stubovi su prosečnih dimenzija 40cm x 40cm. Međuspratne tavanice su sa skrivenim gredama /prizemlje/ i vidnim gredama na ostalim spratovima. Spratne konstruktivne visine su u prizemlju 4.80 m, a na I i II spratu 3.60m. Objekat je temeljen na armirano-betonskoj ploči. Na slici 3 prikazan je izgled objekta.

3.2 Detaljan vizuelni pregled objekta

Pregledom objekta utvrđeno je postojanje, raspored i stepen zastupljenosti defekata i oštećenja. Veliki broj oštećenja koji je uočen na objektu nastao je usled dejstva atmosferskih uticaja i dejstva mraza, budući da je konstrukcija objekta direktno bila izložena ovim uticajima. Vizuelnim pregledom AB elemenata konstrukcije predmetnog objekta uočeni su sledeći defekti i oštećenja:



Slika 3. Izgled objekta

➤ Defekti:

- Betonska gnezda (Slika 4),
- Segregacija betona (Slika 4),
- Nedovoljna debljina zaštitnog sloja,
- Geometrijska imperfekcija,
- Položaj elemenata konstrukcije van projektovanih osovina i
- Prekid betoniranja (Slika 5).

➤ Oštećenja:

- Biološko korozija,
- Mrlje na površini betona,
- Oštećenja usled zamrzavanja i odmrzavanja,
- Ispiranje kreča i
- Korozija armature (Slika 4).



Slika 4. Zona segregacije, korozija armature i betonska gnezda



Slika 5. Neadekvatan prekid betoniranja

3.3 Kontrolni proračun konstrukcije

Kontrolni proračun postojeće konstrukcije objekta sproveden je na računskom modelu koji je izrađen u računarskom programu za proračun građevinskih konstrukcija Tower 6.0. Kontrolni proračun u potpunosti je sproveden prema važećem pravilniku za armirano-betonske konstrukcije "PRAVILNIK BAB 87". Proračun se sprovodi metodom konačnih elemenata koji se zasniva na fizičkoj diskretizaciji, te realnu konstrukciju opisuje

elementima konačnih dimenzija. Proračun statičkih uticaja se zasniva na linearnoj teoriji elastičnosti.

Dobijeni napon u tlu usled najnepovoljnijeg opterećenja je u dozvoljenim granicama.

$$\sigma_{doz} = 240 \text{ KN/m}^2 > \sigma_{tla} = 229.82 \text{ KN/m}^2$$

Prema pravilniku za aseizmičko projektovanje zgrada, a radi obezbeđenja duktilnosti preseka, naponi u stubovima od totalnog eksploatacionog opterećenja se ograničavaju na 35% čvrstoće betonske prizme ($0.7f_{bk}$).

Stubovi dimenzija 40x40 cm:

$$N = N_{g,max} + N_{p/2,max} + N_{s,max} = 1166.43 \text{ kN}$$

$$A = b \cdot d = 40 \cdot 40 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} = \frac{1166.43}{1600} = 0.7290 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} = 7.29 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_0}{\beta_k} = \frac{7.29}{21} = 0.347 < 0.35 \text{ (uslov ispunjen)}$$

Naponi u svim stubovima su u dozvoljenim granicama

Prema pravilniku za aseizmičko projektovanje objekata visokogradnje, kod zidova za ukrućenje se zahteva da intenzitet aksijalne sile (maksimalna eksploataciona vrednost usled gravitacionog opterećenja) bude manji od onog koji prosečni normalni napon čini jednakim 20% čvrstoće betonske prizme ($0.7f_{bk}$).

$$\frac{\sigma_0}{\beta_k} \leq 0.20; \sigma_0 \leq 0.20 \cdot \beta_k; \beta_k = 0.7 \cdot f_{bk}$$

Zid u osama V-1-2, b/d=15/410cm

$$N_y = 1110.70 \text{ kN}$$

$$A = b_z \cdot d_z = 15 \cdot 410 = 6150 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} = \frac{1110.70}{6150} = 0.1810 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} = 1.810 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_0}{\beta_k} = \frac{1.810}{21} = 0.086 < 0.20 \text{ (uslov je ispunjen)}$$

Naponi u svim zidovima su u dozvoljenim granicama.

Maksimalno horizontalno pomeranje objekata, za merodavnu kombinaciju opterećenja određeno je prema teoriji elastičnosti, iznosi:

$$f_{max} = \frac{H}{600}$$

$$f_{max} = \frac{H}{600} = \frac{11.80 \cdot 100}{600} = \frac{1180}{600} = 1.967 = 19.67 \text{ mm}$$

Maksimalno pomeranje na nivou POS 300 iznosi:

$$u = \sqrt{4.39^2 + 5.44^2} = 6.99 \text{ mm}$$

Maksimalno pomeranje zgrade je u dopuštenim granicama prema pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima, tako da nema potrebe za izvođenjem novih zidova za ukrućenje u dva međusobno upravna pravca.

3.4 Predlozi za sanaciju uočenih defekata i oštećenja

Osnovni postupci saniranja su:

- Uklanjanje sloja betona u zoni betonskog gnezda i segregacije,
- Uklanjanje mahovine mehaničkim putem,
- Uklanjanje naslaga $C_a(OH)_2$ i C_aCO_3 pranjem vodom pod pritiskom,
- Uklanjanje mrlja od korozije i površina zahvaćenih biološkom korozijom metodom „suvog“ peskarenja,
- Peskarenje sačmom betonskih površina radi uklanjanja površinskog sloja cementa kod elemenata oštećenih usled dejstva mraza,

- Čišćenje korodirale armature,
- Premazivanje očišćenih delova armature antikorozivnom zaštitom,
- Popunjavanje odštemovanih zona reparaturnim materijalom,
- Izrada novog zaštitnog sloja betona na donjoj površini ploča i donjoj površini stepeništa, metodom torkretiranja,
- Izlivanje novog zaštitnog sloja betona na gornjoj površini ploča,
- Ugrađivanje reparaturnog materijala pomoću oplata i livenja na licu mesta.

4. ZAKLJUČAK

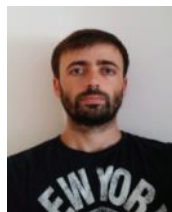
Na osnovu makroskopskog pregleda konstrukcije poslovnog objekta u Loznici, utvrđeno je da su ugrožena trajnost i funkcionalnost objekta usled izvođačkih grešaka koje za posledicu imaju mnogobrojne defekte, kao i usled oštećenja, koji su ili posledica pomenutih defekata ili su nastali usled nezaštićenosti i izloženosti konstrukcije atmosferilijama.

Dakle, da bi se objekat uspešno završio i pustio u eksploataciju potrebno je izvršiti niz sanacionih mera. Sanacija objekta je veoma zahtevan i skup niz radova, što upućuje na to da je potrebno posvetiti posebnu pažnju prilikom izvođenja i održavanja objekta.

5. LITERATURA

- [1] Grupa autora: *Beton i armirani beton*, prema BAB 87, knjiga 1, univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [2] Grupa autora: *Beton i armirani beton*, prema BAB 87, knjiga 2, univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] M. Malešev, V. Radonjanin: material sa predavanja – *Procena stanja i održavanje građevinskih objekata*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [4] Z. Brujić: material sa predavanja – *Višespratne zgrade*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [5] Eurocode2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for building, Management Centre, Brussels, december 2004.
- [6] The Institution of structural Engineers manual for the design of concrete building structures to Eurocode 2

Kratka biografija:



Aleksandar Ilić rođen je u Loznici, 1983. godine. Srednju Građevinsku školu završio je u Loznici. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Procena stanja, sanacija i održavanje građevinskih objekata odbranio je 2015. godine.

PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE DVOBRODNE HALE SA ANEKSOM U NOVOM SADU**DESIGN OF TWO-BAY REINFORCED-CONCRETE HALL STRUCTURE WITH ANNEX IN NOVI SAD**

Tatjana Lazić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj - U radu je prikazan projekat konstrukcije monolitne dvobrodne armiranobetonske hale, kao i uporedna analiza proračuna srednjeg rama za slučaj montažnog tipa gradnje.

Abstract - The project of reinforced-concrete two-bay industrial hall structure with annex is given in the paper, as well as the comparative analysis of single two-bay precast portal frame.

Ključne reči: dvobrodna armiranobetonska hala sa aneksom, ukrućeni skeletni sistem, montažni srednji ram.

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje dvobrodne armiranobetonske hale zajedno sa aneksom, gde se u jednom brodu odvija laka industrijska proizvodnja, a u drugom skladištenje robe. Hala se sastoji od 7 polja, definisani su gabariti, rasteri stubova podužnih i poprečnih ramova kao i stubova aneksa, namena pojedinih površina, lokacija i konstruktivni sistem.

2. OPIS PROJEKTA

Objekat se nalazi u okviru industrijske zone u Novom Sadu, tako da postoje podaci o tlu za predviđenu lokaciju koja pripada VIII seizmičkoj zoni i II zoni vetrova. Dozvoljeni naponi u tlu iznose 250 kN/m^2 . Za izgradnju kompletnog objekta koristi se materijal beton marke MB40 i rebrasta armatura RA 400/500.

Hala se sastoji od dva broda – jednog namenjenog za laku inustrijsku proizvodnju i drugog za skladištenje robe. Glavni konstruktivni sistem je skeletni koji se sastoji od poporečnih ramova međusobno povezanih temeljnim, fasadnim i krovnim gredama u podužnom pravcu čineći tako podužne okvire. Same poprečne ramove formiraju 2 krajnja stuba i jedan srednji na koje su oslonjena dva glavna nosača simetrično u odnosu na srednji stub. Širina hale je 30,0 m ($2 \times 15,0 \text{ m}$), njena dužina 56,0 m ($7 \times 8,0 \text{ m}$). Visina hale u ravni kranjeg podužnog rama je 6,4 m, a u ravni srednjeg podužnog rama 8,0 m u odnosu na kotu terena..

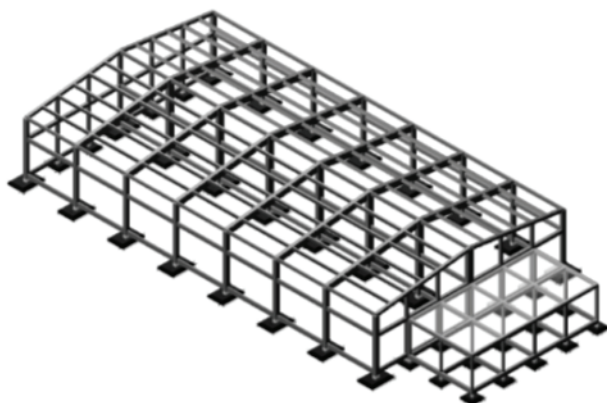
Pod hale i aneksa čine samonoseće armiranobetonske ploče, debljine 15,0 cm koja su dilatirane i gde je posebno sprovedena kontrola na opterećenje koje izaziva prisustvo viljuškara u skladištu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Đorđe Ladinović.

Sami stubovi hale imaju velike dimenzije poprečnih preseka ($65/50 \text{ cm}$ i $85/50 \text{ cm}$) i na taj način obezbeđena je dovoljna krutost hale i u podužnom i u poprečnom pravcu.

Aneks kao pomoćni objekat, niže visine i manjeg raspona, ima višestruku funkciju. Deo prostorija je namenjen za ispunjavanje potrebe zaposlenih u proizvodnji i skladištenje robe, a drugi deo predstavlja poslovni prostor u kome se nalaze kancelarije. Dimenzije osnove aneksa su $10,0 \times 20,0 \text{ m}$, a njegova visina je 4,0 m. Aneks i hala su međusobno dilatirani razdelnicom širine 4,0 cm u odnosu na srednji stub hale. Na slici 1. prikazan je izgled konstrukcije u izometriji.



Slika 1. Prikaz konstrukcije u izometriji (model)

2.1. Opterećenje

Prema Pravilniku BAB'87 i odgovarajućim važećim standardima, sprovedena je analiza opterećenja za sledeće slučajeve koji deluju na konstrukciju hale i aneksa:

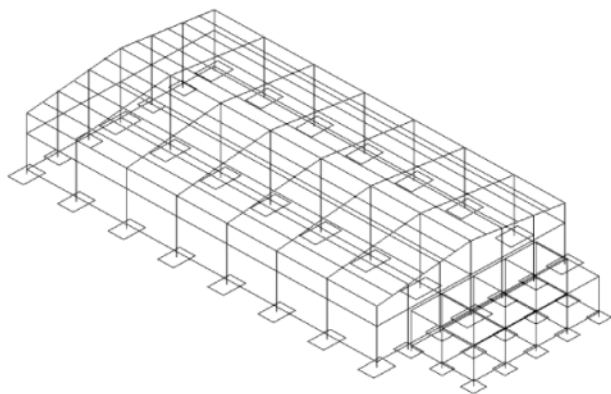
- stalno: sopstvena težina konstruktivnih i nekonstruktivnih elemenata
- opterećenje snegom prema Privremenim tehničkim propisima za opterećenje zgrada (1948. god.) – Službeni list SFRJ 61/48
- opterećenje vetrom prema standardima SRPS U.C7.110, 111, 112
- korisno opterećenje podova u proizvodnim pogonima i skladištima prema SRPS U.C7.122
- seizmičko opterećenje: metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima – Službeni list SFRJ br. 49/82, 29/83, 21/88, 52/90

2.2. Statički proračun konstrukcije

Modeliranje konstrukcije, kao i proračun, vršen je u programskom softveru „TOWER-6” namenjenom za statičku i dinamičku analizu konstrukcija. Usvojeni statički sistem je skeletni i predstavlja idealizovani model konstrukcije koji na što verodostojniji način predstavlja njene karakteristike i samo ponašanje. Stubovi i grede modelirani su kao pravi linijski 3D elementi, dok su temelji, krovna ploča aneksa kao i podne ploče modelirani kao ravni površinski 3D elementi.

Statički proračun konstrukcije rađen je metodom konačnih elemenata. Sistem podužnih i poprečnih ramova modeliran je prostorno da bi se dobila što realnija slika o konstrukciji. Pojedini poprečni preseći postavljeni su ekscentrično uz pomoć opcije „ravnjanje”, kako bi se poravnala gornja ivica grede sa drugim elementom (glavni nosač u odnosu na rožnjače i kalkanski okvir, rigle aneksa u odnosu na njegovu krovnu ploču). Pored toga, torziona krutost horizontalnih greda (moment inercije I_1) redukovana je za 10 puta, kako se ne bi javili momenti torzije u ovim elementima.

Tlo je modelirano kao elastična podloga prema Vinklerovom modelu. To znači da se tlo zamenjuje sistemom elastičnih opruga čije su deformacije proporcionalne silama koje na njih deluju. Na taj način je verodostojnije predstavljena interakcija između tla i konstrukcije. Koeficijent posteljice (krutost podloge) predstavlja količnik između očekivanih napona pritiska u tlu i očekivanih sleganja u tlu i uzet kao konstanta tla u ovom slučaju iznosi $30.000,00 \text{ kN/m}^2/\text{m}$. Na slici 2. prikazan je usvojeni statički sistem konstrukcije.



Slika 2. Statički sistem konstrukcije

2.3. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima, prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je iskorišćena opcija upotrebljenog softvera.

Elementi su međusobno kruto vezani jer je konstrukcija izvedena monolitno, te je obezbeđena armatura koja obezbeđuje uslov krute veze i prihvatanja odgovarajućih uticaja.

Samo dimenzionisanje vršeno je prema graničnom stanju nosivosti-loma, kojim se dokazuje pouzdanost konstrukcije u toku eksploatacionog veka u pogledu nosivosti, trajnosti i funkcionalnosti.

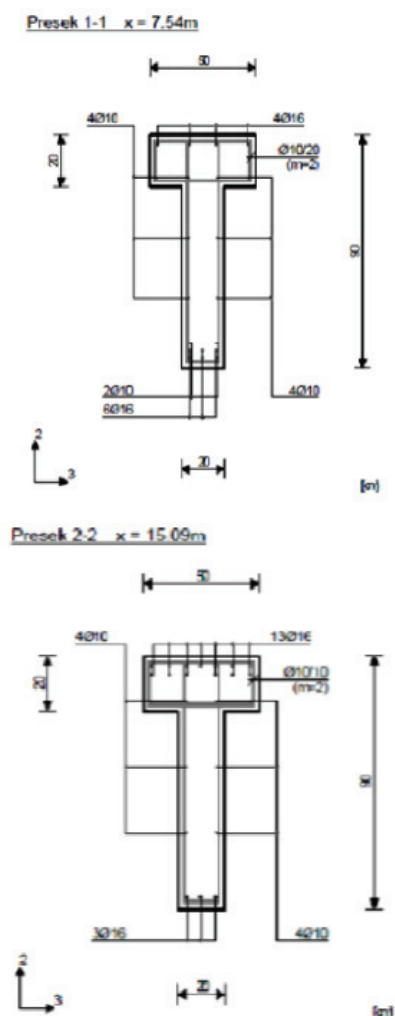
Za dobijene merodavne statičke uticaje, proračunata je potreba za armiranjem, gde se pored statičke armature usvaja i konstruktivna u skladu sa pravilnikom.

Prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmički aktivnim područjima, stubovi se projektuju tako da bude uvek zadovoljen uslov da je: $\sigma_0/\beta_B \leq 0,35$, na osnovu čega je izvršena kontrola napona u stubovima, gde se pokazalo da najveća vrednost napona u stubovima u poprečnom pravcu iznosi $2,42 \text{ MPa}$, a u podužnom $2,18 \text{ MPa}$ što ne premašuje maksimalnu dozvoljenu vrednost napona za MB 40 od $9,8 \text{ MPa}$.

Takođe je izvršena i kontrola ploča na probijanje za temelje samce i krovnu ploču aneksa, pri čemu dobijeni rezultati ukazuju da ne postoji opasnost od probijanja ni za jednu od ploča.

Grede su dimenzionisane kao jednostruko armirane, dok su stubovi, dominantno opterećeni na pritisak, dimenzionisani kao obostrano simetrično armirani uz potrebno utezanje preseka uzengijama.

Na slici 3. prikazani su dimenzionisani karakteristični preseći glavnog nosača potrebni za uporednu analizu između monolitne i montažne gradnje poprečnog rama.



Slika 3. Karakteristični poprečni preseći glavnog nosača (monolitno izvođenje)

3. ANALIZA I PRORAČUN MOTAŽNOG SREDNJEG POPREČNOG RAMA

Posebno je urađena analiza opterećenja, statički proračun i dimenzionisanje elemenata za srednji poprečni ram identične dvobrodne hale izrađenog od montažnih elemenata, radi upoređivanja rezultata u odnosu na monolitni način gradnje.

Dimenzije montažnih elemenata, stubovi i glavni nosači, su pretpostavljene da su istih vrednosti kao i u slučaju monolitnog tipa gradnje. Pošto montažni vid gradnje karakterišu slabi spojevi, usvojeno je da se glavni nosači umesto uklješteni slobodno oslanjaju na stubove. Takođe, i u ovom slučaju korišćen je isti materijal za izgradnju, beton marke MB 40 i rebrasta armatura RA 400/500.

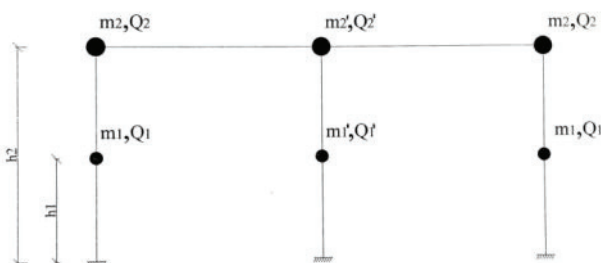
3.1. Analiza opterećenja

Prema Pravilniku, analizirani su uticaji za sledeće vrste opterećenja uzimajući u obzir uticaje koji se prenose na ram od elemenata iz podužnog pravca:

- stalno
- sneg
- vetar
- seizmičko dejstvo

Seizmičke sile koje deluju na poprečni ram se računaju metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja. Ukupna težina objekta G određuje se kao suma stalnog opterećenja i opterećenja snegom.

Na slici 4. prikazan je raspored pripadajućih masa po nivou etaža.



Slika 4. Raspored masa po nivou etaža

Na osnovu određenih pripadajućih masa, određena je ukupna seizmička sila

$$S = k \cdot Q,$$

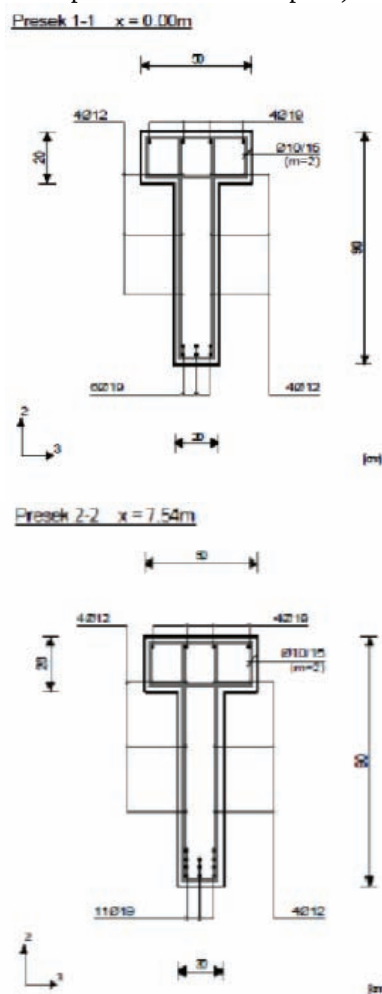
koja se potom razlaže na manje odgovarajuće sile koje deluju na nivou etaže u čvorovima.

3.2. Dimenzionisanje montažnih elemenata

Dimenzionisanje je vršeno po istom postupku kao i u predhodnom slučaju monolitnog načina gradnje konstrukcije prema Pravilniku BAB '87. U stubovima je usvojena ista armatura dovoljna da ispuní uslov minimalnog procenta armiranja za stubove ($\mu_{1,min} = 1\%$) s obzirom da su stubovi dominantno opterećeni na pritisak, dok se za glavni nosač javlja veća potreba za armaturom s obzirom na promenjene uslove oslanjanja. Glavni nosač je prvenstveno izložen uticajima savijanja,

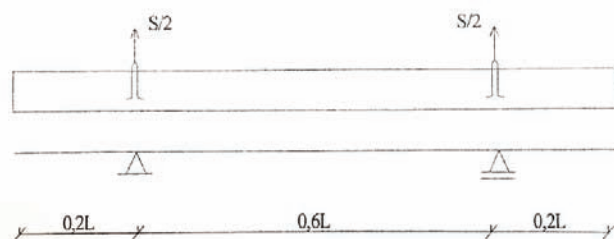
naročito na sredini svog raspona, kao što je i karakteristično za elemente ovakvog statičkog sistema (prosta greda).

Na slici 5. predstavljeni su karakteristični dinemzionisani preseki montažnog glavnog nosača (presek u neposrednoj blizini oslonca i presek na sredini raspona)



Slika 5. Karakteristični poprečni preseki glavnog nosača (montažno izvođenje)

Pored uobičajenog dimenzionisanja elemenata izvršen je i dodatni proračun ankera kojima se elementi prihvataju prilikom manevrisanja sa njima u toku skladištenja, transporta, montaže. Na slici 6. prikazan je položaj ankera kada je u pitanju linijski element.



Slika 6. Položaj ankera kod linijskog elemeta

S obzirom na uticaje kojima su u tim prilikama izloženi, izvršena je kontrola montažnih betonskih elemenata prilikom vađenja iz kalupa. Dobijeni rezultati ukazuju na to da je prethodno usvojena armatura dovoljna za prihvatanje tih uticaja.

4. POREĐENJE DOBIJENIH REZULTATA

Dobijeni rezultati ukazuju da su razlike u količini utroška materijala vrlo male. Usvojena je nešto veća količina armature u montažnom glavnom nosaču izdvojenog srednjeg rama u odnosu na monolitni (presek predstavljen slikom 5.). Najveća potreba za armaturom javlja se u preseku na sredini raspona nosača gde je usvojen procenat armiranja čak 2%. To je, naravno, uslovljeno i činjenicom da su promenjeni uslovi oslanjanja nosača - umesto krute veze sa stubom sada imamo nosač koji se slobodno oslanja na stub.

Za monolitni glavni nosač najveći procenat armiranja je u preseku u neposrednoj blizini oslonca (uklještenje) i iznosi 1,6% (presek predstavljen slikom 3). Za srednji stub i krajnje stubove poprečnog rama usvojena je ista količina armature u slučaju obe gradnje, tačnije usvojena je količina armatura prema preporučenom minimalnom procentu armiranja stubova koji iznosi približno 1,0%, jer su ovi elementi dominantno opterećeni na pritisak.

5. ZAKLJUČAK

Montažni oblik gradnje kao takav ima niz prednosti i mana. Njegovom primenom se pre svega pokušava ublaziti deo nedostataka monolitne gradnje i to se pre svega odnosi na:

- sezonski rad i betoniranje u neprikladnim vremenskim uslovima,
- skupa skela i oplata
- nizak stepen industrijalizacije (smanjen fizički rad).

Upotreba oplate i skele svedena je na minimum, jer se u tu svrhu mogu koristiti već montirani montažni elementi što dovodi do značajne uštede drvene građe u pogledu ekonomičnosti. Atmosferski uticaji na izgradnju konstrukcije su gotovo eliminisani (gradjevinska sezona je produžena na skoro celu godinu dana).

Prednost montažne gradnje se pre svega ogleda u racionalnijem obliku gradjenja, savremenoj proizvodnji i visokom stepenu industrijalizacije rada čime se smanjuje broj grešaka individualnog karaktera. Montažni elementi se izrađuju u povoljnim fabričkim uslovima, osim u slučaju elemenata izuzetno velike težine, što dovodi do potrebe za manjim gradilišnim prostorom, a beton koji se ugrađuje je visoko kontrolisan i dobrog kvaliteta

Montažni oblika gradnje zahteva skuplju i kvalifikovanu radnu snagu, skupu i sofisticiranu mehanizaciju, i visoku cenu transporta. Komplikacije koje se mogu javiti prilikom transporta, montaže i ugradnje elementata predstavljaju glavni problem ovog načina gradnje.

Upoređivanje ova dva različita načina izvođenja konstrukcije, može se zaključiti da svaki od njih ima svoje povoljne i nepovoljne odlike. Generalno, montažna gradnja ima najveću prednost u pogledu brzine izgradnje konstrukcije i predstavlja savremen i precizan oblik gradnje uz veliko zadovoljenje estetskih uslova u arhitektonskom smislu, dok sa druge strane iziskuje velika početna ulaganja, veći trud i duže vreme izrade projektne dokumentacije u okviru koje mora biti sve predviđeno i jasno definisano u pogledu proizvodnje elementa, njegovog skladištenja, transporta kao i visok stepen organizacije, planiranja i izvođenja same montaže.

6. LITERATURA

- [1] Radosavljević, Ž., Bajić, D.: „Armirani beton“, knjiga 3, Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
- [2] „Beton i armirani beton prema BAB '87, knjiga 1: Osnove proračuna i konstruisanje“, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Aničić, D., Fajfer, P., Petrović, B.: Szavits-Nossan, A., Tomašević, M., „Zemljotresno inženjerstvo, visokogradnja“, Građevinska knjiga, Beograd, 1990.
- [4] Stevanović, S.: „Fundiranje I“, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [5] „Zbirka jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije“, Savezni zavod za standardizaciju
- [6] „TOWER-3D MODEL BUILDER 6“, website: <http://www.radimpex.co.yu>; e-mail: info@radimpex.co.rs

Kratka biografija:



Tatjana Lazić rođena je u Loznici 1984. godine. Osnovnu školu „Branko Radičević“ kao i gimnaziju „Vuk Karadžić“ završila je u Malom Zvorniku. Diplomski-master rad odbranila je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2015. godine.

PROCENA STANJA, DOGRADNJA I ENERGETSKA SANACIJA ZGRADE OSNOVNE ŠKOLE „JOVAN POPOVIĆ” U NOVOM SADU**ASSESSMENT, UPGRADING AND ENERGY REHABILITATION OF ELEMENTARY SCHOOL „JOVAN POPOVIĆ” IN NOVI SAD**

Tatjana Ćeranić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Na objektu osnovne škole Jovan Popović, urađena je procena stanja objekta, dogradnja jednog sprata i energetska sanacija. Na osnovu rezultata procene stanja, zaključeno je da nosivost, stabilnost konstrukcije objekta nisu smanjeni, ali da je delimično narušena trajnost i funkcionalnost. Prilikom dogradnje objekta birani su materijali male težine i dobrih termoizolacionih svojstava. Na taj način je poboljšana energetska efikasnost zgrade i smanjen broj elemenata koje je potrebno ojačati.

Abstract – The assessment, upgrading and energy rehabilitation were done at the primary school „Jovan Popovic“. On the basis of assessment, it was concluded that bearing capacity and the stability of the structure are not reduced, but durability and usability are partly jeopardized. For school building upgrading low weight building materials with good thermal insulation properties are chosen. In this way, energy efficiency of buildings is improved and the number of elements that need to be strengthened is reduced.

Ključne reči: sanacija, nadogradnja, energetska efikasnost.

1. TEORIJSKI DEO**1.1. Difuzija vodene pare kroz građevinske materijale**

Atmosfera, kao vazdušni omotač Zemlje, predstavlja smešu azota, kiseonika, ugljendioksida, inertnih gasova i vodene pare. Vodena para (lat. *aqueous vapor*), je gasni oblik vode, nastaje evaporacijom (isparavanje) ili ključanjem vode ili sublimacijom leda. Prisustvo vodene pare u vazduhu je posledica činjenice da je voda svuda oko nas i da se isparavanje vode obavlja na svim temperaturama a, ne samo ako je voda zagrejana. Brzina isparavanja sa vodenih površina i vlažnih predmeta (materijala) raste sa porastom temperature, mada na nju utiču i strujanja vazduha i postojeća količina vodene pare u vazduhu. Pri normalnim atmosferskim uslovima, vodena para kontinuirano nastaje usled evaporacije a nestaje kondenzacijom.

Prema srpskim standardima u građevinarstvu, difuzija vodene pare se definiše kao strujanje vodene pare kroz elemente konstrukcije, koje nastaje usled razlike u koncentraciji odnosno razlike parcijalnih pritisaka vodene pare.

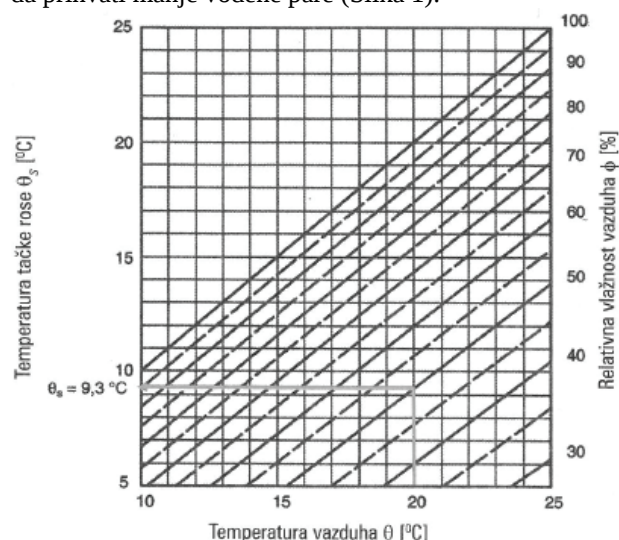
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Mirjana Malešev.

Smer kretanja je određen od mesta sa većom koncentracijom ka mestu niže koncentracije, sa težnjom da se uspostavi ravnoteža, odnosno ravnomerna koncentracija. Svi građevinski materijali su manje ili više propustljivi za vodenu paru.

Porozni građevinski materijali poseduju sposobnost da u svoje unutrašnje špljine (pore) prihvate vlagu u tečnom i gasovitom stanju iz svoje okoline i da je pod određenim uslovima transportuju. Transport vlage u gasovitom i tečnom stanju može istovremeno da se javlja u zavisnosti od veličine i oblika šupljina pora.

Temperatura tačke rose označava onu temperaturu vazduha pri kojoj je dostignuta koncentracija zasićene vodene pare odnosno pritisak zasićene vodene pare u vazduhu. U ovom slučaju relativna vlažnost vazduha iznosi 100%. Ako se vlažani vazduh ohladi ispod temperature tačke rose, dolazi do promene faze od „gasovite” u „tečnu” i jedan deo vodene pare sadržane u vazduhu se, kao suvišna vlaga, izdvaja u tečnom obliku, kao rosa. Na površini građevinskog elementa, na unutrašnjoj strani, taloži se rosa kada je njegova površinska temperatura ispod temperature tačke rose vazduha. Pri stvaranju rose oslobađa se toplota kondenzacije usled čega se površinska temperatura dotičnog građevinskog elementa kratkotrajno i neznatno povisi. Iz neke količine vazduha se izdvoji u toliko više vlage u koliko je veće spuštanje temperature ispod temperature tačke rose, pošto je hladniji vazduh sposoban da prihvati manje vodene pare (Slika 1).



Slika 1. Temperatura tačke rose vazduha u zavisnosti od relativne vlažnosti i temperature vazduha

1.2. Parne brane

Jedan od ciljeva prilikom projektovanja i građenja objekata je da se izbegne prodor vlage i pojava rose na površinama građevinskih elemenata, pošto obe predstavljaju bitne uzroke šteta u građevinarstvu. Visoke koncentracije vlage u građevinskim elementima potpomažu, na primer:

- Smanjenje čvrstoće građevinskog materijala,
- Oštećenje građevinskog materijala putem raspada ili korozije,
- Oštećenje konstrukcije preko usled zamrzavanja vode (pucanje usled mraza)
- Povećanje toplotne provodljivosti građevinskih i toplotno izolacionih materijala,
- Razvoj plesni na površinama građevinskog elementa ili u šuplinama (slika 2).

Parne brane su visokovredni izolacioni slojevi koji se postavljaju ispred termičke izolacije, sa zadatkom da u prvom redu spreče prodiranje vodene pare iz prostorija u sloj toplotne izolacije.

Na ovaj način se izbegava kondenzovanje u toplotnim izolacijama. Tamo gde su potrebne parne brane (naročito kod toplih krovova), veoma su važne za trajnost i efikasnost toplotnih izolacija.

Parne brane sprečavaju prodor vlažnog vazduha u građevinske delove, a time i njihovo vlaženje. One sprečavaju pojavu difuzije u manjim količinama iznad nivoa tla i u većim količinama ispod, i to čine nezavisno od vazdušnog pritiska.



Slika 2. Moguće posledice u slučaju nekorišćenja ili lošeg postavljanja parnih brana

Na slici 3 prikazan je izgled jedne vrste parne brane.



Slika 3. UV stabilna, aluminizirana, armirana folija za parne brane

2. STRUČNI DEO

2.1. Tehnički opis

Objekat za koji se radi procena stanja, dogradnja i za koji će se kasnije dati i mere sanacije, je školski deo zgrade Osnovne škole „Jovan Popović” U Novom Sadu. Osnovna škola, pored školske zgrade, ima i fiskulturnu salu, koje su razdvojene dilatacijom. Školski objekat je opšte obrazovnog karaktera namenjen deci do 14 godina starosti. Objekat je projektovan po rasterskoj (osovinskoj) modularnoj mreži 4,2x4,2m. Unošenjem dimenzija nosivih stubova i zidova dimenzija i do 40cm, čista mera učionice je 8,0x8,0 m. Čista visina učioničnog prostora je 3,03 m.

Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnim gredama (18 greda), trakama (18 traka) i temeljima samcima (17 temelja samaca). Kota iskopa zemlje u širem obimu 76,35 m, kota iskopa zemlje u užem obimu 74,00m.

Međuspratna konstrukcija je TM-3, polumontažnog tipa (karakter: sitno rebrasta konstrukcija), debljine ploče $d=4\text{cm}$ ili $d=3\text{cm}$. U osnovi objekta nalaze se stubovi na rasterskoj (osovinskoj) modularnoj mreži 4,2x4,2 sledećih dimenzija: 38/38 (48 komada); stubovi 25/25 i 25/38 i 60/38 (18 komada). Svi stubovi su armirano-betonski marke betona MB20. Armirano-betonska zidna platna su postavljena na naspramnim stranama po osnovi unutrašnjeg dvorišta, u osama E i I (a kroz ose 5,6, 7,8 i 9) njihova uloga je da ukrute konstrukciju tj. obavljaju funkciju zidova za ukrutenje. Zidovi su debljine $d_z = 20\text{cm}$, širine 100cm

Grede su izvedene od različitih markih betona i različitih dimenzija poprečnih preseka.

2.2. Detaljan vizuelni pregled

Vizuelni pregled je obavljen sa spoljašnje i unutrašnje strane objekta. Upoređenjem podataka iz projektno-tehničke dokumentacije i mera na samom objektu, zaključeno je da je objekat izveden po prema projektno-tehničkoj dokumentaciji, ali je, vremenom, usled menjanja namene pojedinih prostorija, došlo do menjanja projekta izvedenog stanja. Izvršene izmene nisu remetile konstruktivni sistem, samo je u funkcionalnom smislu objekat bolje prilagođen potrebama škole. Vizuelnim pregledom na pojedinim elementima konstrukcije uočeni su i sledeći defekti i oštećenja:

- defekti:
 - betonska gnezda;
 - geometrijske imperfekcije;
 - mala debljina zaštitnog sloja;
 - segregacija betona
- oštećenja:
 - mrlje od vlage
 - trošan malter
 - trošna opeka
 - ljuskanje površinskog sloja

Na narednim fotografijama, (slike 4 i 5), prikazana registrovana karakteristična oštećenja



Slika 4. Oštećenje usled prodora vlage kroz ravan krov, ljuaskanje površinskog sloja, mrlje od vlage



Slika 5. Prodor vlage kroz slojeve ravnog krova (ravan krov je veće visine od poda hodnika) ljuaskanje površinskog sloja, mrlje od vlage, trošan malter

Na osnovu analize prikupljenih podataka, zaključeno je da nosivost i stabilnost elemenata nije narušena, ali su trajnost pojedinih elemenata i funkcionalnost objekta delimično narušeni.

2.3. Elaborat energetske efikasnosti postojeće zgrade

Predmet Elaborata energetske efikasnosti je školska zgrada spratnosti P+2. Zgrada je oivičena sa tri ulice, severnom stranom ulicom Narodnog fronta, istočnom stranom Resavskom ulicom i zapadnom stranom Ulicom Dragiše Brašovana (slika 6). Sa sve tri strane se nalaze susedni objekti, niži od predmetnog i udaljeni više od 4m. Sa južne strane školska zgrada je nezaštićena. Elaboratom energetske efikasnosti obuhvaćena je analiza svih elemenata termičkog omotača objekta.

Izračunati su površinski i linijski transmisivni gubici, ukupni transmisivni gubici, specifični transmisivni gubitak toplote zgrade, ventilacioni gubici toplote zgrade i ukupni gubici toplote. Takođe su sračunati i dobici toplote kroz transparentne i netransparentne elemente omotača, od ljudi i električnih uređaja. Proračunom godišnje potrebne finalne energije za grejanje, ocenjen je energetska razred zgrade. Postojeći objekat pripada energetska razredu G (poslednji – najlošiji energetska razred).

2.4. Modeliranje i proračun konstrukcije sa dograđenim spratom

Predviđena je dogradnja objekta u vidu još jednog sprata, koji prati konfiguraciju objekta, iste spratne visine kao tipski spratovi. Zadržava se ravan krov čiji završni sloj se

menja u ekstenzivni zeleni krov. Sastav elemenata spoljašnjeg omotača prilagođen je poboljšanju toplotne efikasnosti u skladu sa Pravilnikom o energetska efikasnosti zgrada za postojeće objekte, a u nameri da se poboljša energetska razred objekta.



Slika 6. Satelitski snimak situacionog plana

Analiza opterećenja

Na konstrukciju dejstvuju sledeće vrste opterećenja:

- Stalno
- Povremeno (korisno opterećenje, sneg i vetar)
- Seizmičko

1) Stalno opterećenje čine težina konstrukcije (stubovi, zidna platna, međuspratne konstrukcije i stepeništa) i težina nenosećih elemenata (zidovi ispunje podovi, krovni pokrivač) (SRPS U.C7:123/1988- osnove projektovanja građevinskih konstrukcija).

2) Korisno opterećenje je definisano propisima (SRPS U.C7.121/1988 – osnove projektovanja građevinskih konstrukcija. Korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada).

3) Opterećenje snegom iznosi $s=1.0 \text{ kN/m}^2$ osnove krova (Privremeni tehnički propisi za opterećenje zgrada. Opterećenje snegom).

4) Opterećenje vetrom je računato prema važećim standardima: SRPS UC7.110, 111, 112. (Osnove proračuna građevinskih konstrukcija Opterećenje vetrom.). Proračunom je dobijeno da zgrada spada u male krute zgrade.

5) Seizmičko opterećenje je dobijeno metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju u seizmičkim područjima. Objekat spada u I kategoriju, a nalazi se u VIII seizmičkoj zoni (Pravilnik o tehničkim normativima objekata visoko gradnje u seizmičkim područjima- SL. List SFRJ 31/81, 49/82, 29/83, 21/88, 52/90).

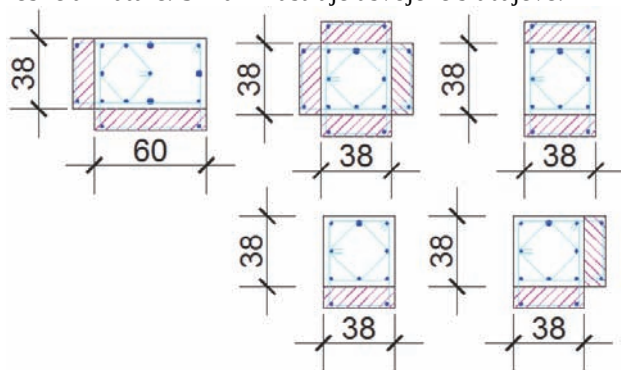
Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0. Statički i dinamički proračuni su sprovedeni na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi, a veličina konačnog elementa u modelu uzeta je $50 \times 50 \text{ cm}$. Na osnovu glavnog projekta, usvojene su vrednosti marke betona. Svi elementi konstrukcije su armirani armaturom RA 400/500, dok se na pojedinim mestima za uzengije koristila GA 240/360. Prilikom dimenzionisanja i kontrole uticaja korišćena je anvelopa graničnih uticaja.

Uporednom analizom zaključeno je da ugrađena količina armature u gredama zadovoljava nova opterećenja ali da u prizemlju u stubovima ugrađena količina armature nezadovoljava u većini stubova kao i u pojedinim

stubovima na prvom spratu. Kontrola napona u trakastim temeljima i gredama sprovedena je ispod svih zidova, za sve kombinacije opterećenja. Ova analiza je pokazala da pojedine temeljne trake nisu dovoljne širine. U svim zidovima za ukrućenje prekoračen je dozvoljeni normalni napon.

2.5. Sanacija uočenih oštećenja, ojačavanje i dogradnja konstrukcije

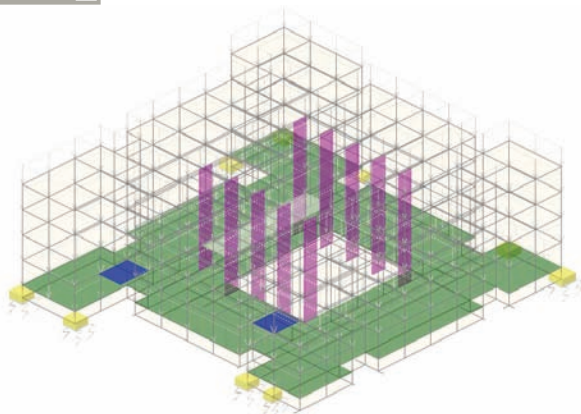
Saniranje stubova sa nedovoljnom količinom armature predviđeno je proširivanjem stubova i dodavanjem potrebne armature. Slika 7 ilustruje usvojene slučajeve:



Slika 7. izgled stubova nakon ojačanja

Sanacija zidova za ukrućenje predviđa proširenje zidova ka unutrašnjosti dvorišta. Nove dimenzije zidova za ukrućenje su 200x20 cm. Na slici 6 prikazan je model zgrade nakon dogradnje sa proširenim AB zidovima.

#Ploče/Zid	
1. d = 0.92 m	
2. d = 0.12 m	
3. d = 0.12 m	
4. d = 0.10 m	
5. d = 0.20 m	



Slika 8. Model zgrade nakon dogradnje sa proširenim zidovima za ukrućenje

U tabeli 1 prikazane su temeljne trake ispod kojih je prekoračen dozvoljeni napon u tlu i koje je potrebno proširiti.

Energetska sanacija obuhvatila je zamenu svih prozora, portala i ulaznih vrata, budući da se ugrađeni aluminijski poboljšani ram, zastakljen dvostrukim prozirnim staklom 6+8+6 mm pokazao kao najslabije mesto po pitanju energetske efikasnosti. Novim projektom predviđeni je aluminijski poboljšani ram sa termo prekidom i niskoemisiono staklo 4-16-4. Spoljašnji omotač termički pojačan slojem kamene vune i zaštićen je aquapanel pločama, a za krovnu konstrukciju zadržan je ravan krov, ali je završni sloj promenjen u ekstezivni zeleni krov.

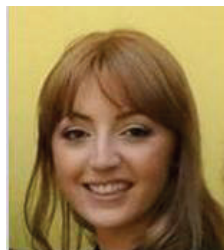
Tabela 1- Stvarne i potrebne širine temeljnih traka u kojim je prekoračen dozvoljeni normalni napon

Temeljna traka	Ose	Postojeća širina temeljnih traka(cm)	Potrebna širina temeljnih traka (cm)
TR-12	2	200	280
TR-1	2	170	195
TR-11	4	220	250
TR-8	5	220	280
TR-8	9	220	255
TR-10	10	220	260
TR-16	12	180	285
TR-1	ML	170	205
TR-13	K	220	280
TR-8	I	220	260
TR-9	E	220	250
TR-8	E	220	255
TR-8	D	220	270

3. LITERATURA

1. Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988 - stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (SRPS U.C7.123)
2. Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988 - korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada (SRPS U.C7.121)
3. Srpski standard sa obaveznom primenom od 1992 - opterećenje vetrom (SRPS U.C7.110-112)
4. Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 1, knjiga 2 Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
5. M. Malešev, V. Radonjanin: materijal sa predavanja- Trajnost i procena stanja građevinskih objekata, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
6. M. Malešev, V. Radonjanin: materijal sa predavanja- Sanacija betonskih konstrukcija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
7. Wolfgang M. Vilems, Kai Šild, Simone Dinter: Građevinska fizika (priručnik)- deo 1
8. <http://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/663/820/parne-brane-i-barijere-za-vazduh-i-vlagu-%E2%80%93-obavezan-deo-fasadnog-zidnog-sistema>
9. Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada
10. www.knauf.rs

Kratka biografija:



Tatjana Čeranić, rođena je u Sarajevu 1989. god. Oktobra 2008. god. se upisala na Odsek za Građevinarstvo na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Novembra 2013. god. stekla je zvanje diplomiranog inženjera građevinarstva. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Procena stanja i sanacija građevinskih objekata odbranila je u julu 2015. godine.

ANALIZA RESURSA U VARIJANTAMA PLANIRANJA PROIZVODNJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE MONTAŽNE HALE

ANALYSIS OF RESOURCES IN PRODUCTION PLANNING VARIANTS OF STRUCTURAL ELEMENTS PREFABRICATED HALLS

Jasmina Starčević, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su analizirani problemi vezani za proizvodnju (prefabrikaciju) elemenata konstrukcije montažne hale. Planiranje proizvodnje rađeno je u tri varijante pri čemu su varirane brigade, broj kalupa i vreme potrebno za proizvodnju elemenata.

Abstract – The paper analyzes the problems related to the production (prefabrication) of structural elements of prefabricated halls. Production planning was carried out in three variants where brigade, the number of frameworks and the time required for the production of elements were varied.

Ključne reči: montažna hala, elementi, prefabrikacija, planiranje, resursi, dinamika.

1. UVOD

Savremena tehnička rešenja konstrukcija hala baziraju se na industrijskoj proizvodnji (prefabrikaciji) njenih elemenata. Osnovana karakteristika prefabrikacije je da se elementi proizvode u proizvodnim pogonima, a na gradilištu se montiraju i monolitizuju u konstrukcijski sklop [1].

U radu su detaljno analizirani problemi vezani za proizvodnju elemenata konstrukcije montažne hale. Analizom su obuhvaćeni elementi tipičnih gabarita, temeljne čašice, temeljne grede, stubovi, glavne krovne grede, kalkanske grede i rožnjače. Planiranje proizvodnje rađeno je u tri varijante:

- Varijanta I - bez vremenskih i prostornih ograničenja,
- Varijanta II - sa vremenskim ograničenjem i
- Varijanta III - sa ograničenim brojem kalupa.

Cilj rada je sistematičan pristup organizaciji i planiranju proizvodnje elemenata montažne konstrukcije, koji daje precizne podatke o osnovnim resursima (beton, armatura, oplata, broj i tip radnika), za više mogućih varijanti planiranja.

Uvid u dinamiku proizvodnje, uz mogućnost kontrole svake faze, mogućnost upravljanja proizvodnjom, znači postići kvalitet sa optimalnim odnosom vremena i troškova, što je osnovni cilj svake proizvodnje [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, vanr.prof.

2. SPECIFIKACIJA ELEMENATA HALE

Analizirana je konstrukcija Skladišno-distributivnog centra sa mestom gradnje u Šimanovcima. Hala je u osnovi pravougaonog oblika, dimenzija 35.00x108.00m. Glavna konstrukcija je skeletnog tipa, armirano-betonska, koju čine montažni elementi: temeljne čašice, temeljne grede, stubovi, glavni krovni nosači, kalkanske grede i rožnjače [3]. Specifikacija elemenata konstrukcije prikažana je u tabelama 1, 2, 3, 4, 5 i 6.

Tabela 1. Geometrijske karakteristike temeljnih čašica

TEMELJNE ČAŠICE			
		Armiranobetonske čašice su gabaritnih dimenzija 130x130x110cm sa debljinom zida od 25cm i betonom kvaliteta MB30.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina
TČ	130/130/110	46	1.86

Tabela 2. Geometrijske karakteristike temeljnih greda

TEMELJNE GREDE			
		Armiranobetonske grede su gabaritnih dimenzija 33x140x520cm i 33x140x470cm sa betonom kvaliteta MB30.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina
TG9-9e,11,16,17	33/140/520	35	2.36
TG12,TG18	33/140/520	8	1.7
TG14	33/140/520	1	2.41
TG10a,TG15	33/140/470	2	1.65
TG10	33/140/470	1	2.13
TG13	33/140/420	1	1.86

Tabela 3. Geometrijske karakteristike stubova

STUBOVI			
		Stubovi su gabaritnih dimenzija 60x60x1204cm i 50x50x(1243-1278)cm sa betonom kvaliteta MB30.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina
S1-S1C	60/60/1204	34	4.24
S4,S4A	60/60/1204	4	4.33
S3	60/60/1243	4	3.05
S3A	50/50/1261	3	3.10
S3B	50/50/1278	2	3.13
S3C	50/50/1258	1	3.08

Tabela 4. Geometrijske karakteristike glavnih nosača

GLAVNI KROVNI NOSAČI			
		Glavni krovni nosači su gabaritnih dimenzija 30(60)x95(147)x3500 cm sa betonom kvaliteta MB60.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina
GNT35	30(60)/95(147)/3500	15	10.83

Tabela 5. Geometrijske karakteristike kalkanskih krovnih grede

KALKANSKE KROVNE GREDE			
		Armiranobetonske grede su gabaritnih dimenzija 23x50x498(do 648) cm betonom kvaliteta MB50.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina
KN1	23/50/629.3	2	0.68
KN2	23/50/598.3	3	0.69
KN3	23/50/548.2	3	0.63
KN4	23/510/648.3	1	0.74
KN5	23/50/498.2	1	0.57
KN6	23/50/598.2	2	0.66

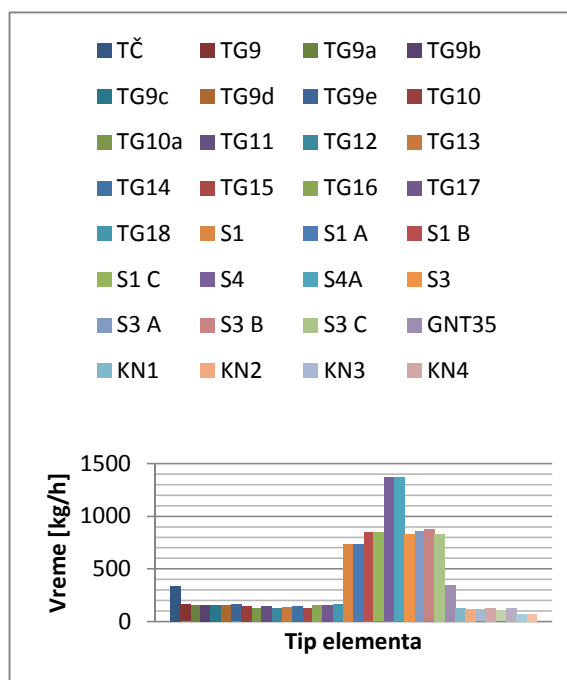
Tabela 6. Geometrijske karakteristike rožnjača

ROŽNJAČE			
		Rožnjače su gabaritnih dimenzija 20x40x600cm sa betonom kvaliteta MB50.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina
RO5.66	20/40/566	32	0.44
RO5.71	20/40/571	4	0.46

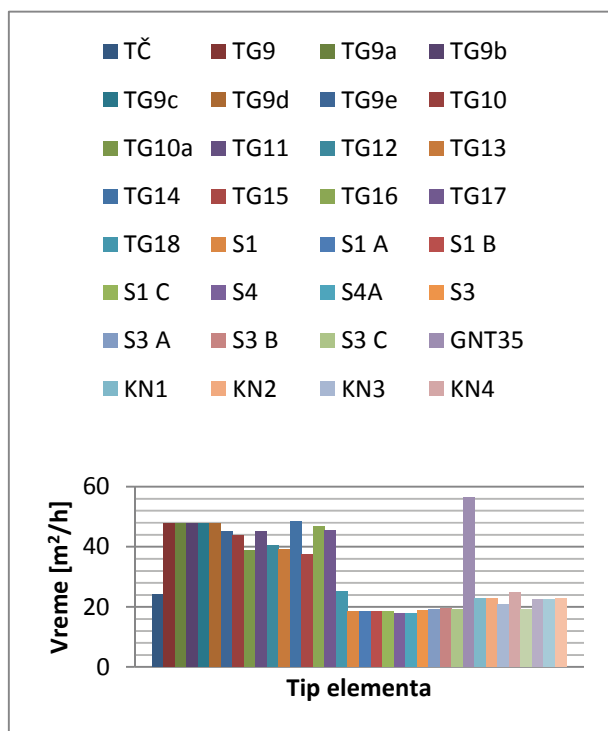
3. DINAMIKA PROIZVODNJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE - UTROŠAK MATERIJALA

Proces izgradnje objekta sastoji se iz velikog broja operacija koje se odvijaju prema tehnološkim zahtevima u određenom redosledu i prostorno na različitim mestima, a planiranje proizvodnje elemenata zahteva korišćenje različitih metoda koje omogućuju modeliranje posmatranih procesa [4].

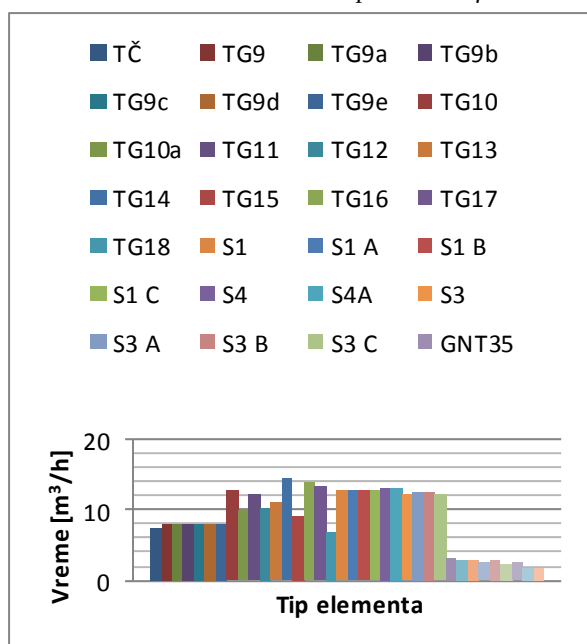
Analiza resursa i planiranje dinamike ugrađivanja materijala je bazirano na iskustvenim normativima preduzeća NOVOTEHNA, Novi Sad [5]. Na osnovu geometrijskih karakteristika, broja elemenata i vremena potrebnog za ugrađivanje, sračunata je dinamika utroška osnovnog materijala, armature, oplata i betona u jedinici vremena, po vrsti i tipu montažnog elementa. Izlazni rezultati su prikazani grafikonima na slikama 1, 2 i 3.



Slika 1. Dinamika utroška armature-Grafikon 1



Slika 2. Dinamika utroška oplata - Grafikon 2



Slika 3. Dinamika utroška betona - Grafikon 3

Planiranje dinamike utroška materijala je bazirano na vremenu izrade elemenata (radne operacije), preko univerzalnog izraza:

$$T = A_t + O_t + B_t \quad (1)$$

gde su:

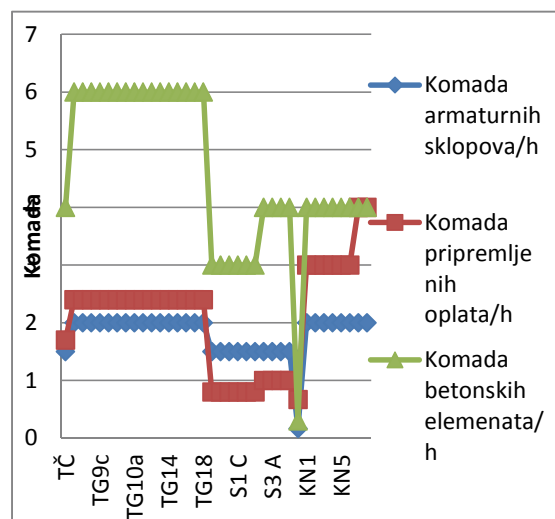
T – ukupno prosečno vreme potrebno za izradu jednog elementa

A_t – prosečno vreme potrebno za izradu armature

O_t – prosečno vreme potrebno za pripremu kalupa (oplate)

B_t – prosečno vreme potrebno za betoniranje elemenata.

Dinamika utroška materijala izražena brojem armaturnih sklopova, komadima pripremljenih oplata i komadima betonskih elemenata u jedinici vremena, prikazana je grafikonom 4, na slici 4.



Slika 4. Dinamika utroška materijala - Grafikon 4

4. VARIJANTE PROCESA PREFABRIKACIJE I UPOREDNA ANALIZA RESURSA

Da se obuhvatilo realno stanje na tržištu, planiranje proizvodnje elemenata konstrukcije montažne betonske hale, rađeno je u nekoliko varijanti. Proizvodnja prefabrikovanih elemenata organizovana je u proizvodnim pogonima, sa ograničenim prostornim kapacitetima, ograničenjima u mehanizaciji i opremi. Sa druge strane, kontinuitet procesa izgradnje montažne hale (prefabrikacija-transport-montaža), uz poštovanje ugovorenih rokova (zahtevi investitora), može ograničiti vreme proizvodnje. Vremensko i prostorno ograničenje pri planiranju proizvodnje mogu zahtevati paralelizaciju radova, a sigurno direktno utiču na dinamiku i osnovne resurse proizvodnje. Stoga su osnovni resursi proizvodnje u ovom radu analizirani u tri varijante:

- Varijanta I - bez vremenskih i prostornih ograničenja,
- Varijanta II - sa vremenskim ograničenjem i
- Varijanta III - sa ograničenim brojem kalupa.

Poštujući redosled i trajanje operacija pri proizvodnji elemenata (priprema kalupa, armiranje, betoniranje, odležavanje i zaparivanje), formirane su radne brigade (tip brigade, broj radnika), planirano je trajanje proizvodnje pojedinačno po elementu [6], za sve elemente jedne vrste (temeljne čašice, grede, stubovi, glavni i sekundarni nosači) i sračunato ukupno vreme potrebno za proizvodnju svih elemenata konstrukcije.

Rezultati uporedne analize resursa, po varijantama, dati su u tabelama 7, 8, 9, 10, 11 i 12.

Tabela 7. Resursi za proizvodnju temeljnih čašica

TEMELJNE ČAŠICE			
	Vreme [dana]	broj kalupa [dnevno]	brigada [dnevno]
Varijanta I	9	5	1 brigada 1A+1B+1T+3PR
Varijanta II	4	7	2brigade 1A+1B+1T+3PR
Varijanta III	12	3	1 brigada 1A+1B+1T+3PR

Tabela 8. Resursi za proizvodnju temeljnih greda

TEMELJNE GREDE			
	vreme [dana]	broj kalupa [dnevno]	brigada [dnevno]
Varijanta I	7	6	1 brigada 1A+1B+1T+3PR
Varijanta II	3	11	2 brigade 1A+1B+1T+3PR
Varijanta III	10	3	1 brigada 1A+1B+1T+3PR

Tabela 9. Resursi za proizvodnju stubova

STUBOVI			
	vreme [dana]	broj kalupa [dnevno]	brigada [dnevno]
Varijanta I	15	3	1 brigada 2A+1B+1T+3PR
Varijanta II	6	6	2 brigade 2A+1B+1T+3PR
Varijanta III	17	3	1 brigada 2A+1B+1T+3PR

Tabela 10. Resursi za proizvodnju glavnih nosača

GLAVNI KROVNI NOSAČI			
	Vreme [dana]	broj kalupa [dnevno]	brigada [dnevno]
Varijanta I	15	1	1 brigada 2A+1B+3T+3PR
Varijanta II	8	2	2 brigade 2A+1B+3T+3PR
Varijanta III	29	1	1 brigada 2A+1B+3T+3PR

Tabela 11. Resursi za proizvodnju kalkanskih greda

KALKANSKE KROVNE GREDE			
	vreme [dana]	broj kalupa [dnevno]	brigada [dnevno]
Varijanta I	2	6	1 brigada 1A+1B+1T+3PR
Varijanta II	1	12	2 brigade 1A+1B+1T+3PR
Varijanta III	5	3	1 brigada 1A+1B+1T+3PR

Tabela 12. Resursi za proizvodnju rožnjača

ROŽNJAČE			
	vreme [dana]	broj kalupa [dnevno]	brigada [dnevno]
Varijanta I	5	6	1 brigada 2A+1B+1T+3PR
Varijanta II	2	10	2 brigade 2A+1B+1T+3PR
Varijanta III	9	3	1 brigada 2A+1B+1T+3PR

Konačno trajanje proizvodnje svih elemenata konstrukcije analizirane montažne betonske hale i ukupna rekapitulacija osnovnog materijala (armatura, oplata, beton), po varijantnim rešenjima prikazano je u tabeli 13.

Tabela 13. Vreme proizvodnje i osnovni materijal

	vreme [dana]	armatura [kg]	oplat [m ²]	beton [m ³]
Varijanta I	20	10102.37	658.06	86.6
Varijanta II	8	10102.37	658.06	86.6
Varijanta III	29	10102.37	658.06	86.6

5. ZAKLJUČAK

Pri projektovanju montažnog objekta potrebno je definisati proces izrade elemenata i montaže, koji će svojim tokom dati zahtevane efekte vezane za rok, troškove i kvalitet. Izgradnja montažnih objekata obuhvata i proizvodnju elemenata konstrukcije, pa podrazumeva planiranje i organizovanje toka procesa prefabrikacije.

U radu je opisan proces prefabrikacije elemenata konstrukcije montažne hale, Skladišno-distributivnog centra u Šimanovcima i sprovedena je detaljna analiza resursa (oplate, armature, betona), radne snage i vremena potrebnog za proizvodnju elemenata konstrukcije. Resursi su analizirani u tri varijante: Varijanta I – bez vremenskih i prostornih ograničenja, Varijanta II – sa vremenskim ograničenjem i Varijanta III – sa prostornim ograničenjem. Sistematičan pristup organizaciji i planiranju procesa proizvodnje i rezultati dinamike proizvodnje, omogućavaju praćenje i kontrolu svake faze, tj. upravljanje proizvodnjom, pa obezbeđuju kvalitet proizvedenog elementa, sa optimalnim odnosom vremena i troškova.

6. LITERATURA

- [1] Flašar A., Jarić M., Krastavčević M., - Montažni građevinski objekti, Ekonomika – jugoslovenski centar za izdavanje stručnih publikacija, Beograd.
- [2] Trivunić M., Dražić J. – Montaža betonskih konstrukcija hala, AGM knjiga, Beograd, 2009.
- [3] Pejić P. – Prefabrikacija elemenata betonskih montažnih hala, Diplomski rad za I stepen, FTN Novi Sad, 2007.
- [4] Trivunić M., Matijević Z., - Tehnologija i organizacija građenja, FTN Novi Sad, 2006.
- [5] Interne građevinske norme preduzeća Novotehna, Novi Sad.
- [6] Marić T., - Analiza procesa prefabrikacije pri planiranju dinamike izgradnje montažne betonske hale, Master rad, FTN Novi Sad, 2013.

Kratka biografija:



Jasmina Starčević rođena je u Loznici 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranila je 2015.god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958. god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2010. god. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast Zgradarstvo – građevinske i arhitektonske konstrukcije.

**ANALIZA PRIMENE KOLOVOZNOG ZASTORA OD PREFABRIKOVANIH
BETONSKIH ELEMENATA U PROJEKTOVANJU GRADSKIH SAOBRAĆAJNICA****ANALYSIS OF USING OF THE PRECAST CONCRETE BLOCK PAVEMENT
ELEMENTS IN THE DESIGN OF URBAN ROADS**Uroš Kraguljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast-GRADVINARSTVO**

Kratak sadržaj - Rad se sastoji iz dve celine. U prvoj celini je obrađen koncept kolovoznog zastora od prefabrikovanih betonskih elemenata. U okviru ovog dela su opisane opšte karakteristike ovog tipa kolovozne konstrukcije, načini postavljanja, mogućnosti primene, ojačanje pojedinačnih elemenata kao i jedan od načina dimenzionisanja ovog tipa kolovoznih konstrukcija.

U drugoj celini je dato idejno-inženjersko rešenje saobraćajnih površina ulica Nikole Pašića i trg Marije Trandafil u Novom Sadu. Prikazana je rekonstrukcija gradske saobraćajnice na osnovu urađenog geomehaničkog elaborata i izvršeno je uklapanje u okolne saobraćajnice vodeći računa na postojeće stanje (šahtovi, drveće). Za kolovoznu konstrukciju su primenjeni prefabrikovani betonski elementi čije je dimenzionisanje izvršeno prema prvoj tematskoj celini ovog master rada.

Abstract – The work consists of two parts. In the first part it is given concept of prefabricated concrete elements. This part describes the general characteristics of this type of pavement, installation, application possibilities, strengthening the individual elements as well as a way of dimensioning this type of pavement. In the second part is given ideological-engineering solution of traffic areas of street Nikola Pasic Square Mary Trandafil in Novi Sad. There is shown the reconstruction of urban roads on the basis of completed geomechanical study and there was carried out integration with the surrounding roads taking into account the current situation (manholes, trees). Precast concrete blocks, whose dimensioning is made according to the first thematic unit of this master work, are applied for the pavement.

Cljučne reči: kolovozni zastori, prefabrikovani betonski elementi, gradske saobraćajnice.

**A. TEORIJSKI DEO: ZASTORI OD
PREFABRIKOVANIH BETONSKIH ELEMENATA****1. UVOD**

Zastori od prefabrikovanih betonskih elemenata uvedeni su u Holandiji ranih 1950-ih, kao zamena za puteve od opeke od pečene gline.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio dr Nebojša Radović, vanr. prof.

Opšti svetski trend ulepšavanje gradova trotoara, rastuće cene bitumena kao asfaltnog materijala i troškovi njegovog održavanja su ohrabрили inženjere da nađu nova rešenja kao što su primena betonskih blokova.

Čvrstoća, trajnost i estetska površina su učinili zastore od prefabrikovanih betonskih elemenata idealnim za mnoge komercijalne, opštinske i industrijske primene.

2. OPŠTE KARAKTERISTIKE

Savremenim eksperimentima je utvrđeno da su zastori od betonskih prefabrikovanih elemenata pogodni kao saobraćajna podloga za brzine do 50 km/h. Najčešća primena je na saobraćajnicama u stambenim zonama, parkiralištima, pešačkim zonama.

Uspesno se, takođe, primenjuju na raskrsnicama - zone pojačanog kočenja i ubrzavanja, većim podužnim nagibima, benzinskim pumpama i halama.

Prednosti zastora od betonskih prefabrikovanih elemenata su višestruke:

- ✎ otpornost na dejstvo ciklusa mržnjenja i otapanja
- ✎ lako održavanje i popravka
- ✎ olakšan pristup instalacijama
- ✎ tolerišu se mala pomeranja u posteljici
- ✎ jednostavno građenje bez skupe mehanizacije
- ✎ mogu da posluže kao privremeni zastor
- ✎ velika trajnost i koeficijent trenja
- ✎ upozoravaju vozače da su skrenuli sa voznih traka
- ✎ mali troškovi održavanja
- ✎ veliki izbor boja i oblika, što daje prijatan estetski izgled

**3. NAČIN POSTAVLJANJA BETONSKIH
ELEMENATA U ZASTOR**

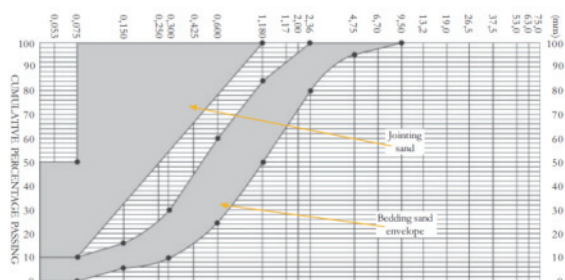
Polaganje zastora od betonskih blokova može se izvesti na više načina. U zavisnosti od dimenzija, polaganje se može obaviti ručno ili pomoću pneumatskih hvataljki na malim dizalicama. Ploče se polažu, a zatim nabijaju vibro pločama.

Vibriranje bi trebalo sprovoditi odmah nakon ugradnje, jer se može desiti da usled minimalnog opterećenja sa samog gradilišta dođe do pomeranja blokova čime se napravi prostor između njih i to može dovesti do stvaranja pukotina na blokovima. Vibracija betonskih blokova u podlogu na koji naležu transformiše trotoar od niza nepovezanih, nezavisnih blokova u jednu homogenu celinu.

4. VRSTA I SVOJSTVA MATERIJALA ZA POSTAVLJANJE I IZRADU PREFABRIKOVANIH BETONSKIH ELEMENATA

Prema iskustvima iz Engleske, granulometrijski sastav materijala koji služi kao neposredna podloga za polaganje betonskih elemenata je prikazan na slici 1. Pesak koji se polaže ispod i između blokova treba da bude oslobođen od rastvorljivih soli i drugih kontaminanata kako bi se izbeglo cvetanje što kvari izgled bloka i može dovesti do smanjenja trenja površine. Posebnim razmatranjem može se odrediti oblik zrna i ugao unutrašnjeg trenja. Generalno prednost treba dati peskovima koji imaju oštre, ugaone čestice i visoke vrednosti unutrašnjeg trenja, jer su testovi pokazali da su takvi materijali dobili bolje preformanse pod opterećenjem nego peskovi sa manjim vrednostima unutrašnjeg trenja. Ako ugao unutrašnjeg trenja nije poznat, prednost treba dati lomljenim peskovima u odnosu na rečne peskove.

Pesak za ispunu između blokova može biti i nešto sitnijih frakcija prikazano na slici 1 a može se koristiti i isti pesak kao i za podlogu ali treba obratiti pažnju pri popunjavanju prostora između blokova zbog hrapavosti bloka.



Slika 1. Granulometrijski sastav materijala za podlogu ispod blokova i za materijal između blokova[6]

4.1. Materijal za izradu prefabrikovanih betonskih elemenata

Za izradu blokova koriste se različite vrste materijala. Za gornji sloj se koriste cement, dolomit prah i boja, a za donji sloj se koriste cement, fini agregat (4.75mm-150mm) i kamena sitnež (<4.75mm). Cement se ponaša kao vezivni materijal koji drži sve ostale komponente na okupu, meša se sa agregatom u odgovarajućoj razmeri pri čemu se dodaje i određena količina vode. Dolomit se meša sa cementom i bojom u mešalici određeno vreme, nakon čega se polaže u kalupe. Glavna uloga dolomita je da unese određenu boju na površinu bloka.

4.2. Ojačanje prefabrikovanih betonskih elemenata

Studija sa Indijskog Tehničkog fakulteta "Innovative addition of polypropylene fibre in interlocking paver block to improve compressive strength" dokazuje da se sa upotrebom polipropilen vlakana u gornjem sloju bloka (na površinskom sloju od 15mm) utiče na karakteristike bloka (čvrstoću, vodopropustljivost, vek trajanja).

Iz navedene studije sledeći zaključci mogu da se izvedu:

- Rezultati istraživanja dokazuju da sa upotrebom 0.4% vlakana u površinskih 15mm bloka daju optimalnu čvrstoću na pritisak.
- Dodavanjem polipropilen vlakana možemo poboljšati čvrstoću na pritisak i do 40% i smanjiti

vodopropustljivost. Takođe sa povećanjem čvrstoće blokovi imaju veću izdržljivost i otpornost na habanje.

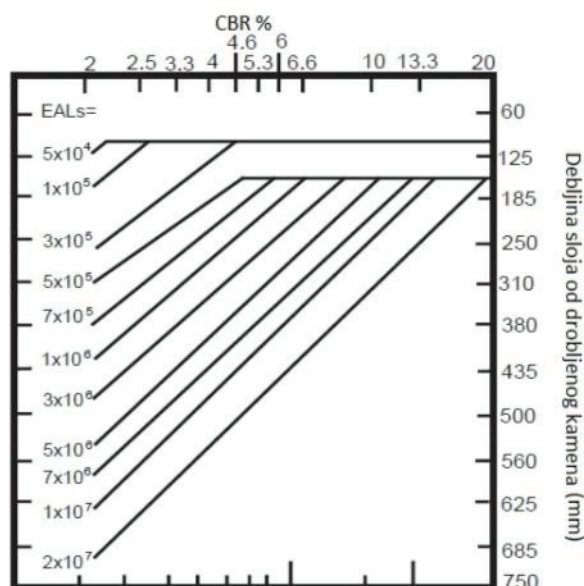
- Ojačavanjem blokova ovaj tip kolovoza postaje konkurentniji u odnosu na standardne betonske kolovoze.
- Mala razlika u povećanoj ceni izrade ovakvih blokova u odnosu na standardne ali poboljšane karakteristike, životni vek i smanjuju se troškovi održavanja.

5. DIMENZIONISANJE

Debljine kolovoznih konstrukcija od betonskih prefabrikovanih elemenata zavise od broja ponavljanja prelaza standardnih osovina od 80 kN, a samim tim i debljine betonskih elemenata. Za određivanje debljine donjeg nosećeg sloja, potrebno je znati namenu kolovozne konstrukcije. Na osnovu te konstatacije sledi izbor blokova. Oblik i boja su promenljive karakteristike u zavisnosti od okoline u kojoj se nalazi saobraćajnica. Zbog toga mogu da se prave po narudžbini.

Na slici 2 je dijagram za dimenzionisanje slojeva nevezanog agregata. Određivanje debljine slojeva zavisi od funkcije čvrstoće podloge (M_r ili CBR) i ekvivalentnog saobraćajnog opterećenja (ESO).

Na osnovu saobraćajnog opterećenja T_u i CBR odredimo debljinu nosećeg sloja iz dijagrama 2. kao noseći sloj. Vrednosti dobijene kao debljina nosećeg sloja mogu da se upotrebe za dobijanje slojeva donjeg nosećeg sloja upotrebom faktora ekvivalencije.



Slika 2. Dijagram za dimenzionisanje sloja od drobljenog kamena[10]

6. ODRŽAVANJE ZASTORA OD BETONSKIH BLOKOVA

Sam proces održavanja zastora od betonskih blokova je ozbiljan i pedantan zadatak. Prvi korak održavanja je čišćenje i pranje zastora, barem jednom dnevno i to u trenucima najmanjeg saobraćaja. Drugi korak je redovno pregledanje kolovoznog zastora i tačno pozicioniranje, obeležavanje u dokumentaciji i na skici, otkrivenih oštećenja, radi određivanja površine oštećenja. Treći

korak je analiziranje oštećenja, otkrivanje uzroka nastanka oštećenja i pripremanje strategije otklanjanja oštećenja. Četvrti korak je sprovođenje opravke.

7. TROŠKOVI IZRADE PREFABRIKOVANO BETONSKIH ELEMENATA

Na prvi pogled prefabrikovani betonski elementi su skuplji od asfaltnih i betonskih kolovoza. Ono što čini ovaj kolovoz interesantnim jeste to što kombinuje čvrstoću betonske kolovozne konstrukcije i fleksibilnost asfaltnog kolovozne konstrukcije.

Težina da se tačno odredi cena kolovoza od prefabrikovanih betonskih elemenata je i u tome što se cene značajno razlikuju u zavisnosti od obima posla, načina postavljanja i broja blokova koji moraju da se seku. Ipak neke informacije su evidentne a to je da je izgradnja kolovoza od prefabrikovanih betonskih elemenata najčešće skuplja od asfaltnog i betonskog kolovoza, ali održavanje ovog tipa kolovoza je znatno jeftinije što ga čini kompetentnim.

B. PRAKTIČNI DEO: IDEJNO-INŽENJERSKO REŠENJE SAOBRAĆAJNIH POVRŠINA ULICA NIKOLE PAŠIĆA I TRG MARIJE TRANDAFIL U NOVOM SADU.

Projektom je predviđeno uređenje saobraćajnih površina ulica Nikole Pašića od raskrsnice sa ulicom Zlatne grede do raskrsnice sa ulicom Matice srpske, i deo Trga Marije Trandafil, od ulice Matice srpske do rekonstruisanog dela trga. Ukupna dužina deonice koja je predviđena za uređenje je 315 m. Postojeći kolovoz i trotoari sa asfaltnim kolovoznim zastorom su u prilično lošem stanju, pa je projektom predviđeno kompletno rušenje postojećih saobraćajnica, pešačkih staza i parkinga u širini regulacionog pojasa i izgradnja novih saobraćajnih površina prema zadatim uslovima.

8. SITUACIONO REŠENJE

Prema izdatim UT uslovima, projektom je predviđena rekonstrukcija dela ulice Nikole Pašića, od raskrsnice sa ulicom Zlatne grede do raskrsnice sa ulicom Matice srpske, izgradnjom jednosmerne saobraćajnice širine 3.5 m, obostranih pešačkih staza od kolovoza do regulacione linije, kao i podužnih parking širine 2.0 m dužine 5.5 m sa desne strane na delu od ulice Zlatne grede do ulice Skerlićeve. Na delu trga Marije Trandafil, od ulice Matice Srpske pa do rekonstruisanog dela trga prema Kisačkoj ulici, predviđena je izgradnja dvosmerne saobraćajnice širine 6.0 m, sa upravnim parkinzima sa leve strane ulice, posmatrano u pravcu rasta stacionaže, dimenzija 4.60x2.30 i obostranim pešačkim stazama promenljive širine.

9. PODUŽNI PROFIL

Niveleta ulice Nikole Pašića i dela trga Marije Trandafil je postavljen tako da se izvrši uklapanje trotoara u izgrađene objekte uz regulacionu liniju, uz odgovarajuće izdizanje ili spuštanje u odnosu na postojeće stanje. Poprečni nagib kolovoza je jednostran i iznosi 2.0%. Na mestima ukrštanja sa drugim saobraćajnicama, izvršeno je uklapanje kolovoza u postojeće stanje tih saobraćajnica na dužinama lepeza, odnosno na potrebnim dužinama kako

bi se izvršilo neophodno uklapanje. Poprečni nagibi trotoara su 2.0% ka kolovozu, osim u zonama raskrsnica, gde je izvršeno uklapanje u visine na kolovozu. Poprečni nagib parkinga na delu trga Marije Trandafil, sa leve strane je 3.0% ka kolovozu.

10. POPREČNI PROFIL

Poprečni profil ulice Nikole Pašića od ulice Zlatne grede do Skerlićeve ulice sastoji se od jednosmerne kolovozne trake širine 3.5m sa jednostranim nagibom od 2.0%, poduznog parkinga širine 2.0m sa nagibom 2.0% prema kolovozu. Od Skerlićeve ulice do ulice Matice Srpske poprečni profil kolovozne trake je ne promenjen sa tim što na tom delu nemamo parking prostor, a od ulice Matice Srpske vršimo proširenje kolovoza, predviđamo dvosmerni saobraćaj na tom delu sa širinama traka od po 3.0m sa jednostranim nagibom od 2.0% i sa upravnim parkinzima sa leve strane. Pešačke staze se pružaju od 0+000.00m do 0+315.00m sa obe strane promenljivih širina sa nagibom 2.0 % prema kolovozu.

11. DIMENZIONISANJE FLEKSIBILNE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE

Dimenzionisanje fleksibilne kolovozne konstrukcije zasnovano je na prethodnom definisanju mehaničkih karakteristika materijala koje se koriste u pojedinim slojevima kolovozne konstrukcije i na nalaženju optimalnih dimenzija slojeva kolovozne konstrukcije.

Određivanje dimenzija slojeva konstrukcije na osnovu modifikovane metode dimenzionisanja fleksibilnih kolovoznih konstrukcija i na osnovu rada "Structural Design of Interlocking Concrete Pavement for Roads and Parking Lots"- Interlockin Concrete Pavement Institute.

12. PROJEKTNO REŠENJE FLEKSIBILNE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE (projektni period- 10 godina)

Projektno rešenje, za merodavno ekvivalentno saobraćajno opterećenje $Tu=5.0 \times 10^5$ standardnih osovina od 80kN preko posteljice CBR=6%

Prefabrikovani betonski blok MB30.....	8cm
Pesak.....	2.5cm
Drobljeni kamen 0/31.5m.....	10cm
Mešavina drobljenog kamenog materijala 0-63mm i prirodnog šljunka u razmeri 1:1.....	11cm
<u>Zamena materijala od refulisanog peska...</u>	<u>30cm</u>
UKUPNO:	61.5cm

13. ZAKLJUČAK

Zamenom postojeće kolovozne konstrukcije novim prefabrikovanim betonskim elementima kao i zamenom pešačkih staza i parking prostora, sačuvaće se jedna od najstarijih ulica u Novom Sadu. Kolovozi od prefabrikovanih betonskih elemenata su jednostavni za postavljanje, ne zahtevaju tešku i skupu mehanizaciju i omogućavaju neograničen način uređenja površina sa mnogobrojnim načinima polaganja, oblicima blokova i bojama.

Dimenzionisanje ovog tipa kolovoznih konstrukcija je slično kao i dimenzionisanje fleksibilnog kolovoza, jedino

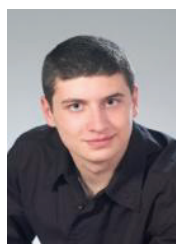
je razlika u gornjem sloju (Blok+pesak) umesto asfalta. U poređenju sa ostalim tipovima kolovoznih konstrukcija ističe se najviše: olakšano održavanje, popravka i pristup instalacijama, jednostavno građenje, velika trajnost i koeficijent trenja kao i naravno velikli izbor boja i oblika što daje prijatan estetski izgled. Kao nedostaci ovog tipa kolovozne konstrukcije se smatra slabije odvođenje površinske vode i veća cena izrade kolovoza, ali kako je i prikazano u okviru ovog master rada cena je konkurentna za manje površine prilikom ugradnje, a verovatno i za veće površine ako se uzme u obzir ceo životni vek jednog kolovoza i znatno manja cena održavanja kolovoza od prefabrikovano betonskih elemenata.

S obzirom i na mogućnosti poboljšanja standardnog načina izrade prefabrikovanih blokova, kao što je prikazano sa ugradnjom polipropilenskih vlakana dobijamo još jače blokove koji mogu da traju duže i još više doprinose uštedi, možemo zaključiti da budućnost gradskih saobraćajnica leži u kolovozima od prefabrikovanih betonskih elemenata.

14. LITERATURA

- [1] Kolovozne konstrukcije (Skripte sa predavanja i vežbi), Uzelac Đorđe
- [2] Odabrana poglavlja iz projektovanja puteva (Skripte sa predavanja i vežbi) Nebojša Radović
- [3] Odabrana poglavlja iz planiranja i projektovanja gradskih saobraćajnica (Skripte sa predavanja i vežbi), Nebojša Radović
- [4] Planiranje i projektovanje saobraćajnica u gradovima, Mihailo Maletin
- [5] Kolovozne konstrukcije, Aleksandar Cvetanović, Borivoje Banić
- [6] Concrete blok paving- book3 - specification and instalation, Concrete manufacturers association
- [7] Innovative addition of polypropylene fibre in interlocking paver block to improve compressive strenght, Bhavin K. Kashiyani, Jayeshkumar Pitroda, Bhavnaben K. Shah
- [8] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State Highway and Transportation Officials
- [9] Concrete paving blocks, Lt. Michael K. Abate
- [10] Structural Design of interlocking Concrete Pavement for Roads and Parking Lots, Interlocking Concrete Pavement Institute
- [11] SRSDD Standardni crtezi putnih detalja, Javno preduzeće-Putevi Srbije

Kratka biografija:



Uroš Kraguljević rođen u Beogradu 1987 god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti građevinarstvo- Putevi i saobraćajnice, odbranio je 2015. godine.

**UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM PROJEKTIMA U
BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) OKRUŽENJU
CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT IN
BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) ENVIRONMENT**

Marijana Rašević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *Zadatak ovog rada jeste da predочи prednosti, mane kao i korišćenje BIM softvera u Srbiji i da predstavlja neku vrstu vodiča kroz BIM implementaciju.*

Abstract – *The aim of this paper work is to present advantages, disadvantages and the usage of BIM software in Serbia and to represent a kind of guide through the BIM implementation.*

Key words: *Master's thesis, Construction project management, BIM*

1. UVOD

Koncept BIM postoji još od 1970-ih godina. Termini Building Information Model i Building Information Modeling (uključujući i akronim "BIM"- Building information modeling) nisu bili popularani sve do 10 godina kasnije kada je Autodesk objavio rad pod nazivom "Building Information Modeling". Ime "Building Information Modeling" potiče od Charles M. Eastman-a sa Tehnološkog univerziteta u Džordžiji (Georgia Tech), iako je on u originalu koristio nešto drugačiji termin - Building Product Model. Ovaj termin često se pojavljuje u njegovoj knjizi (Eastman, C.M., Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction) i drugim objavljenim radovima sa kraja sedamdesetih godina. Prvi koji je došao do današnjeg termina Building information modeling jeste arhitekta i strateški ekspert u kompaniji Autodesk, Phil Bernstein. Popularizacija i standardizacija termina zasluga je Jerry Laiserin-a. BIM je sveobuhvatni proces projektovanja koji počinje dizajniranjem koncepta objekta a završava se izradom projektne dokumentacije za izgradnju objekta, upravljanjem izgradnjom objekta i održavanjem objekta u fazi eksploatacije. Aranda-Mena [1] pretpostavio je da za neke, BIM je softverska aplikacija ili proces za projektovanje i dokumentovanje informacija o izgradnji i za druge, to je potpuno novi pristup da vježbaju za unapređivanje profesija te stoga zahtjevaju primjenu novih politika, ugovora i odnosa upravljanja projektima među zainteresovanim stranama. Uprkos različitim interpretacijama generalno različite definicije BIM-a mogu biti legitimne jer to zavisi od specifične discipline ili konteksta u kojem je korišćen. Implementacija BIM-a unutar Evrope pokrenuta je najkasnije ali je pokazala brže

i šire poboljšanje u industriji, posebno u Finskoj. Prema finskom IKT barometru za sve arhitekte u Finskoj, 93% arhitekata koriste BIM u tekućim projektima sa 33% upotrebe na BIM nivou 3. U istom istraživanju uočeno je da skoro 60% od inženjera koriste BIM u javnom i privatnom sektoru [2].

2. ISTRAŽIVANJE

Ovaj rad se bavi istraživanjem upravljanja građevinskim projektima u BIM (Building Information Modeling) okruženju. Ovo obuhvata sama iskustva, prednosti, slabosti, mogućnosti, kao i rizike koji se odnose na BIM projekte. Studija slučaja je metoda u kojoj se izučavanju društvenih fenomena pristupa kroz analize individualnih slučajeva. Case (slučaj) može biti osoba, grupa, događaj, proces, zajednica, društvo ili bilo koja druga jedinica društvenog života. Ovaj se pristup zasniva na pretpostavci da je izučavani slučaj tipičan slučaj za izvjestan tip društvene grupe ili aktivnosti. Analiza tipičnog slučaja omogućuje generalizaciju znanja te se ova znanja mogu primjenjivati za razumijevanje svih slučajeva iste vrste. U ovom radu ćemo se truditi da definišemo sve te karakteristike na našim studijama slučaja gdje su za posmatranje uzete kompanije stacionirane u Srbiji. Posmatraćemo dvije kompanije, kompaniju A koja planira da implementira BIM softver i kompaniju B koja je već u procesu implementacije a na osnovu čijih iskustava ćemo bazirati naše studije slučaja. Kao studije slučaja uzeti su objekat A, objekat izveden na početku same implementacije i izveden u inostranstvu i objekat B, objekat izveden u Srbiji od strane kompanije B i nakon par godina iskustva u BIM okruženju.

2.1. Metod istraživanja

Ispitivanje je veoma rasprostranjen način prikupljanja podataka u sociološkim istraživanjima. Podaci se prikupljaju preko iskaza drugih subjekata (ispitanika). Korišćena je metoda usmjerenih i polu-usmjerenih intervjua gdje je veoma precizno i svjesno razrađen instrument i postupak. Kod ovakvih intervjua sloboda izbora sadržaja i oblika pitanja, ponašanja ispitivača je znatno ograničenija. Pitanja su pripremljena unaprijed da bi se sprečila pojava fenomena slobodnog razgovora. Intervju je bio u usmenoj formi, standardiziran i individualan.

Korišćena je psihološka strategija gdje je ponašanje ispitivača usmjereno na rušenje psihičke barijere, otpora i nelagodnosti. Osnovne odlike su način pribavljanja pristanka ispitnika, početna pitanja i redoslijed pitanja radi rasta otvorenosti i iskrenosti, ritam i trajanje ispitivanja, načini provjere istinitosti iskaza, prisustvo i

NAPOMENA:

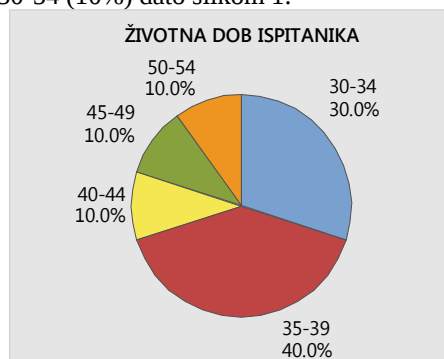
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. Zoran Cekić.

učestvo drugih, oblik i ton pitanja. Nakon definisanja ciljne populacije odnosno korisnika ovih softvera na području Srbije i definisanjem okvira uzorka, kao i broja uzoraka počeo je proces prikupljanja podataka. Podaci su analizirani pojedinačno u skladu sa profesionalnom pozicijom ispitanika da bi se osigurala katalogizacija podataka. Podaci su zatim upoređivani uz korišćenje metode triangulacije. Metod triangulacije je korišćen da bi se integrisali podaci iz različitih izvora (University of California, Triangulation, 2008). Raznolikost pitanja je omogućila da se potencijalne predrasude redukuju kao i da ispitanici predstave svoje mišljenje o prednostima i nedostacima BIM softvera. Izabrani ispitanici u ovom istraživanju su žene i muškarci građevinske struke iz javnog i privatnog sektora, bez posebnog starosnog ograničenja. Ispitivanje je sprovedeno u Srbiji među građevinskim profesionalcima koji se bave projektovanjem, izgradnjom, upravljanjem projektima, kako na projektima javnog značaja tako i na komercijalnim građevinskim projektima. U pogledu uzorka izabrani su ispitanici koji su upoznati sa BIM softverima da bi istraživanje bilo što efikasnije. Ispitanicima su upitnici prosleđivani putem e-maila, kao i putem ličnog kontakta. Ispitanici su samostalno popunjavali upitnike koji su kasnije analizirani.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I ANALIZA

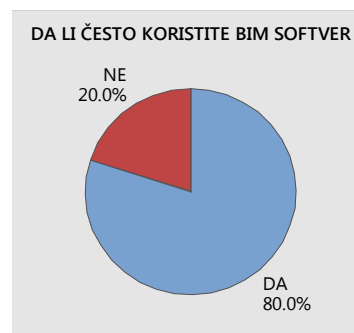
3.1. Upitnici

Za početak, bitno je spomenuti da ovo istraživanje obuhvata 80% muškaraca i 20% žena u životnom dobu između 30-34 (30%), 35-39 (40%), 40-44 (10%), 45-49 (10%), 50-54 (10%) dato slikom 1.



Slika 1. Pie chart - Životna dob ispitanika

Što se tiče zemlje porijekla svi ispitanici su porijeklom iz Srbije. Procenat onih koji rade u Srbiji je 70% a procenat onih koji rade i van granica Srbije je 30%. Što se tiče kvalifikacija i profesionalne odgovornosti ispitanika najveći broj jesu arhitekte/projektanti sa 38.9% zatim projektanti mašinskih, elektro i ViK instalacija kao i arhitekte/statičari sa po 16.7%. Potom nadzorni ogran sa 11.1%, a potom i projekt menadžer, glavni izvođač kao i BIM konsultant sa 5.6%. Da bi bolje razumjeli organizaciju u kojoj ispitanici rade svaki je opisao svoju organizaciju tako što je za svaki sektor naveo koliko zaposlenih ima. Ispitanici su mogli da biraju jedan od sledećih odgovora: zaposleni angažovani na određeno vrijeme, 0-5 zaposlenih, 6-10 zaposlenih, 11-25 zaposlenih, 26-50 zaposlenih, 51-100 zaposlenih, preko 100 zaposlenih, javni sektor, ostalo. Dalje istraživanje pokazuje da 80% ispitanika često koristi BIM softver. Dato na slici 2.



Slika 2. Da li često koristite BIM softver?

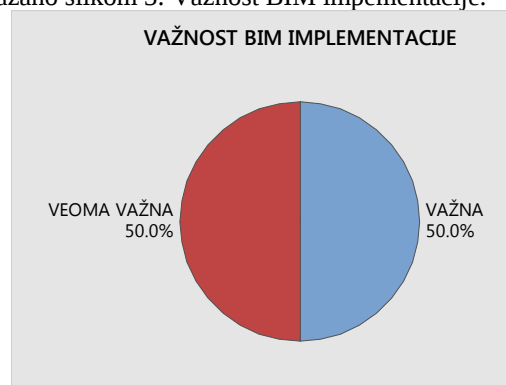
Dalje smo ispitivali za koje vrste projekata i u kojoj mjeri ispitanici koriste softver. Tako da imamo rezultate za sledeće vrste projekata: poslovni objekti, trgovinski objekti i tržni centri, bolnice, industrijski objekti, stambeni objekti/zgrade, kuće u nizu, individualne kuće, obrazovni/kulturni/religijski centri, saobraćajna infrastruktura, gradska infrastruktura, sportski objekti, rekonstrukcija/renoviranje objekata. Ponuđeni odgovori koji su ispitanici mogli da koriste jesu: nikada ne koristimo BIM softver/ samo kada to predloži investitor/ počeli smo da ga koristimo/ povremeno ga koristimo/ često ga koristimo/ uvijek ga koristimo. Vidjeli smo da ispitanici uglavnom koriste BIM softver kod idejnog rješenja, idejnog projekta i glavnog projekta.

3.1.1. Prednosti i nedostaci BIM softvera

Dalje, istraživanje je pokazalo da ispitanici tačnije 26.9% njih smatra da je prednost rada u BIM-u skraćivanje vremena na nivou izrade glavnog projekta, isti procenat misli da je to poboljšanje kvaliteta konačnog projekta, dok posle dolazi i redukovanje grešaka tokom projekta sa 23.1% kao i poboljšanje saradnje između podizvođača, snabdjevača materijalom i projekt menadžera sa 19.2%. Povećanje produktivnosti je zastupljeno sa 3.8%. Ispitanici su kao razloge ne korišćenja BIM-a na projektima naveli: da se obučavaju ali im treba vremena da budu spremni - njih 23.5%, neobučenost- njih 17.6%, a sa po 11.8% navedeni su troškovi softvera i jer ga investitori ne zahtjevaju. Razlozi kao što su to da izvođači vide BIM kao dodatni trošak ali i to da nisu sigurni u povrat investicija kotirani su sa po 5.9%. Ostalih 23.5% ispitanika se nije izjasnilo jer oni već koriste BIM alate.

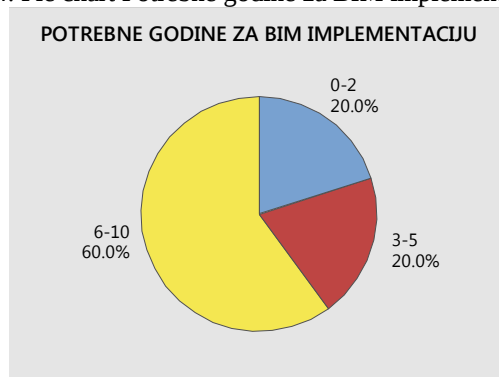
3.1.2. Mogućnosti i rizici prilikom implementacije BIM softvera

Istraživanje pokazuje da se svi ispitanici slažu da je BIM implementacija važna/veoma važna u pogledu podizanja profesionalnih standarda u građevinskoj industriji što je i prikazano slikom 3: Važnost BIM impementacije.



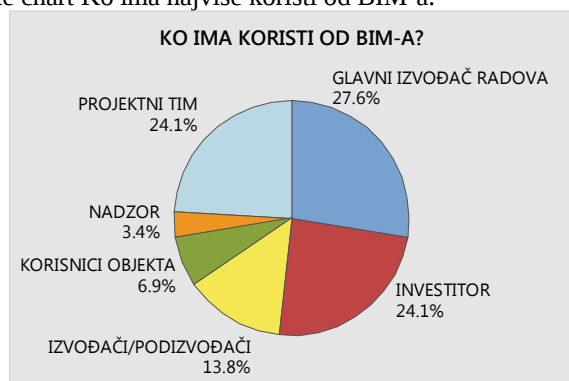
Slika 3. Pie chart Važnost BIM impementacije

Takođe, 60% ispitanika smatra da je za kompletnu implementaciju BIM-a u građevinskoj industriji potrebno 6-10 godina, 20% da je za to potrebno 3-5 godina i 20% misli da je potrebno 0-2 godine što je predstavljeno na slici 4. Pie chart Potrebne godine za BIM implementaciju.



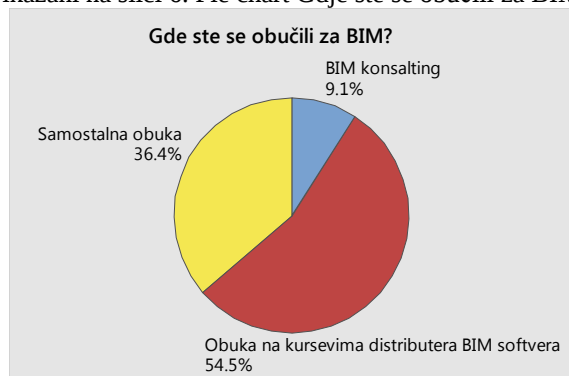
Slika 4. Potrebne godine za BIM implementaciju

Dalje istraživanje je pokazalo da najviše koristi od BIM-a ima glavni izvođač radova po mišljenju 27.6% ispitanika, na drugom mjestu su investitor i projektni tim sa po 24.1%, na sledećem mjestu izvođači i podizvođači sa 13.8%, zatim konačni korisnici objekta sa 6.9% i nadzor nad realizacijom objekta sa 3.4% što je prikazano slikom 5. Pie chart Ko ima najviše koristi od BIM-a.



Slika 5. Ko ima najviše koristi od BIM-a?

Istraživanje je pokazalo da 30% ispitanika kada je počinjalo rad sa BIM tehnologijama da je koristilo besplatne verzije softvera odnosno Open Source softver dok je 20% njih koristilo obrazovne verzije softvera odnosno Educational Version a 50% preostalih je koristilo neke druge verzije. Istraživanje je pokazalo da je većina ispitanika tačnije njih 54.5% se obučilo na kursovima distributera BIM softvera, dok se 36.4% obučilo samostalno a 9.1% putem BIM konsaltinga. Dati podaci prikazani na slici 6. Pie chart Gdje ste se obučili za BIM.



Slika 6. Gdje ste se obučili za BIM?

Što se tiče softverskih paketa, tj. da li ispitanici koriste sledeće pakete: Structural Analysis and Design softver, MEP Design software, Building Energy Simulation software, Cost Management software, Project Scheduling software, Project Management and/ or Virtual software, istraživanje je pokazalo da ispitanici uglavnom koriste Structural Analysis and Design softver kao i MEP Design software dok ostale softverske pakete ne koriste.

3.2. Intervju i studije slučaja

Radeći intervju sa predstavnikom kompanije B došli smo do sledećih zaključaka. Iz perspektive kompanije B sam BIM predstavlja integrisano projektovanje tj. koordinaciju svih struka kao i svih faza gradnje sve od ugovaranja, dokumentacije, izvođenja pa do tehničke predaje.

Kompanija je počela sa uvođenjem BIM tehnologija prije 2 godine i to jer je investitor zahvetao korišćenje BIM tehnologija. Otkupljeni su softverski paketi i obučeni je kadar. Kao najveće prednosti kompanija navodi sinhronizaciju odnosno međusobnu usklađenost projekta. Pod ovim se podrazumeva da su svi otvori usklađeni sa prolazima, svi arhitektonske izmjene za građevinskim...

Kao prepreke prilikom implementacije BIM softvera kompanija navodi problem obučivosti kadra, jer njihovi zaposleni su različitih starosnih dobi i dok su oni mlađi spremni za učenje i lako savladavaju nepoznate stvari oni koji su stariji a obično i iskusniji i stručniji ne prilagođavaju se promjenama brzo. Kompanija B do 20% obima posla sprovodi u BIM 3D okruženju i kao još jednu od prednosti navodi i tačnost predmjera. Od BIM alata koriste Revit Structural kao i Revit MEP. Kompanija će svakako težiti potpunoj BIM implementaciji a kao ključne aktivnosti koje pomažu uspešnu tranziciju ka BIM-u navode nabavku softvera, dobre računare kao i obuku.

Kompanija je iskoristila BIM kao savršenu 3D prezentaciju investitorima, koji najčešće i ne moraju da budu inženjeri a kao savjet kolegama koji prelaze u BIM okruženje savetuju da prvo obučeni kadar i to sve struke jer vjeruju da će BIM rezultirati poboljšanjem građevinske prakse. Sebe u 2020. godini vide kao kompaniju koja neće kompletno implementirati BIM ali će svakako težiti ka tome.

Kao studiju slučaja navodimo objekat A i B, izvođeni od strane kompanije B. Objekat A je izveden u Rusiji a objekat B u Srbiji. Objekat A je jedan od prvih radova u BIM okruženju kompanije B, dok je objekat A došao kasnije.

Objekat A

Lokacija: RUSIJA. Površina objekata: 6.000 m². Autorski rad, kompletno projektovanje. Godina: 2013. Objekat A predstavlja poslovni objekat, jedan od prvih od strane kompanije B kada su počeli sa korišćenjem BIM tehnologija. Softveri: Korišćen je Robot softver za proračun u statici, Revitov program za crtanje kao i Revit MEP, sinhronizovana kolizija putem Nevisa. Prednosti: Kao prednost kompanija navodi to da su svi otvori usaglašeni sa prolazima, savršena 3d prezentacija, sinhronizovanost svih struka. Manja potreba za ispravljanjem. Nedostaci: Za kompletno projektovanje im je trebalo dosta vremena što navode kao nedostatak. S obzirom da je ovo jedan od prvih projekata u BIM okruženju, firme sa kojima je kompanija sarađivala nisu imali sve modele u 3D. Većina ih je imala u 2D pa je kompanija morala sama da pravi 3D modele.

Objekat B

Lokacija: Srbija. Autorski rad, kompletno projektovanje. Godina: 2015. Objekat B predstavlja obrazovnu ustanovu i je rađen od strane kompanije B. Izveden je u Srbiji i to dvije godine posle objekta A tako da možemo reći da je kompanija već stekla neko iskustvo u radu u BIM okruženju. Softveri: Korišćen je Robot softver za proračun u statici, Revitov program za crtanje kao i Revit MEP, sinhronizovana kolizija putem Nevisa. Prednosti: Kao prednost navode to da su se sada već obučili i stekli iskustvo kao i napunili svoje baze podataka sa 3d modelima. Vrijeme na projektovanju je samim tim skraćeno. Nedostaci: Već nakon dvije godine rada u BIM okruženju nedostaci se smanjuju jedini nedostatak je manji problem sa bazama podataka.

Da bismo imali što širu sliku o implementaciji BIM softvera ovo istraživanje je obuhvatilo i popunjavanje upitnika i intervju sa BIM ekspertom iz Katre. Ovaj ispitanik spada u starosnu grupu od 40-44 godine i porijeklom je iz Indije a radi u Katru. Vidimo da on koristi BIM uvijek kod idejnog rješenja, glavnog projekta (što su odgovori i ispitanika iz Srbije) ali i kod planova virtualne gradnje dok ga povremeno koriste kod dinamičkih planova. Ispitanik smatra da je veoma važna BIM implementacija u pogledu podizanja profesionalnih standarda u građevinskoj industriji i da je za potpunu implementaciju potrebno 6-10 godina što su većinskim procentom potvrdili i ostali ispitanici. Kao prednosti rada u BIM okruženju navodi: redukovanje grešaka tokom projekta, poboljšanje saradnje između podizvođača, snabdevača materijalom, projekt menadžera, projektanata, konsultanata i glavnog izvođača radova i povećanje produktivnosti. Dok kao razloge za ne korišćenje BIM-a na projektima navodi: neobučenosť zaposlenih, troškove softvera kao i nesigurnost povodom dijeljenja informacija, kao i pitanja oko prava vlasništva. Ekspert je okarakterisao BIM prije svega kao management tool tj. menadžment alatu. Kao prednost BIM-a navodi i to da on osim redukovanja grešaka predstavlja i savršenu prezentaciju klijentima. Kao prepreku ka BIM implementaciji navodi troškove na koje nailaze prilikom implementacije kao što su troškovi softvera i obuke. Kao druge softvere osim Revita koje je vidjeo da koriste njegove kolege navodi i Bentley. Kao BIM usluge koje prevazilaze sam proces projektovanja navodi upravljanje troškovima. Navodi da je važno da svi budu upoznati sa svakim nivom tj. level-ima da bi što bolje razumjeli proces. Kao savjet kolegama koji žele da uđu u BIM okruženje savjetuje da bi razumjeli alatke neophodna je obuka, naravno u skladu sa njihovom ulogom i prethodnim upoznavanjem literature da bi potom odlučili koji je kurs najpovoljniji za njih. Vjeruje da će BIM doprinjeti promjeni građevinske prakse na bolje i da ćemo u 2020. godini govoriti ne samo o pametnim zgradama - smart buildings već o pametnim gradovima a BIM je svakako korak ka tome.

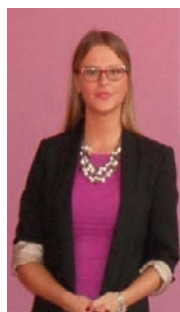
4. ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje daje sliku o korišćenju BIM softvera u Srbiji, samoj implementaciji kao i prednostima i nedostacima datog softvera. Building Information Modelling kao napredna evolucija CAD programa svakako će biti ono čemu će kompanije težiti u narednom periodu. Samo ovo istraživanje predstavlja neku vrstu vodiča kroz BIM implementaciju za sve kompanije koje tek treba da počnu sa upoznavanjem BIM okruženja i postanu BIM korisnici a svako sledeće istraživanje ima dobru podlogu za nastavak istraživanja u oblasti poznavanja i korišćenja BIM tehnologija.

5. LITERATURA

- [1] Aranda-Mena, G., Crawford, J., Chevez, A. and Froese, T., "Building information modeling demystified: does it make business sense to adopt BIM?", *International Journal of Managing Projects in Business*, Vol. 2 No. 3, pp. 419-34, 2009.
- [2] Kiviniemi, A., Fischer, M. and Bazjanac, V., "Integration of multiple product models: IFC model servers as a potential solution", in Scherer, R.J., Katranuschkov, P. and Schapke, S.-E. (Eds), 22nd Conference on Information Technology in Construction, Institute for Construction Informatics, Technische Universität, Dresden, pp. 37-40, 2005.

Kratka biografija:



Marijana Rašević rođena je u Vlasnici 1989. god. Bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo, smjer konstrukcije – Projekat tehnologije i organizacije građenja montažnog stambeno-poslovnog objekta Po1+Po2+P+4+Pk odbranila je 2014.god u Novom Sadu. Master studije na smjeru Organizacija i tehnologija građenja završava sa prosjekom 10.00. Oblast interesovanja joj je projektni menadžment.

SEIZMIČKA ANALIZA ČELIČNE KONSTRUKCIJE**SEISMIC ANALYSIS OF STEEL STRUCTURE***Miodrag Radonić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovim radom su predstavljeni karakteristični detalji projektovanja konstrukcija na seizmička dejstva primenom evropskih standarda. Posebno je dat akcenat na spregnute konstrukcije kao specifičan segment u analizi konstrukcija.

Abstract – This work represents specific parts of seismic design by using european standard as guide. Analysis is based on composite floor design, as specific structure.

Ključne reči: Seizmička analiza, Čelična zgrada, Sprezanje, Evrokod

1. UVOD

U skladu sa aktivnim prelaskom na evropske standarde se javlja potreba za postepenim prilagođavanjem na evrokodove. Grupa standarda za analizu konstrukcija predviđa određene izmene u odnosu na domaće standarde. Ove izmene se posebno odnose na čelične konstrukcije gde domaći propisi imaju drugačiji pristup u analizi. Primena graničnih stanja u čeličnim konstrukcijama je u začetku i zato je svaki proračun dobro došao za lakše razumevanje.

Kada su u pitanju spregnute konstrukcije, one predstavljaju budućnost gradnje i zbog toga je važna primena novih standarda kojim se pokrivaju sve odlike ovakvih elemenata. Domaći propisi su u velikoj meri nedovršeni i nedovoljno pokrivaju ovu oblast pa je od velikog značaja primena evropskih standarda. Trenutni princip projektovanja ovakvih objekata je zasnovan na teorijama dopuštenih napona što u velikoj meri otežava proračun. Primenom novih standarda će se unaprediti i ubrzati projektovanje što ostavlja prostor za analizu detalja i bolju pripremu gradnje. Osnovna prednost ovakvih konstrukcija je brzina gradnje. Ova osobina je najveća prednost ovih sistema jer se svaki element postavlja brzo i efikasno što skraćuje količinu radova i umanjuje broj grešaka pri izvodjenju. Druga bitna karakteristika je velika nosivost ovih sistema, čime je umanjena količina korištenog čelika i povećana mogućnost većih raspona.

Kada je u pitanju seizmička analiza konstrukcija ona je razvitkom računarskih sistema napredovala i pravljenje modela je u velikoj meri olakšano. Danas je moguće proračunati konstrukcije u jako malom vremenskom periodu, a da se pritom ne naruši tačnost rezultata. Sa takvim alatima je pristupljeno i pri seizmičkoj analizi konstrukcija.

NAPOMENA:

Ovaj rad prositekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Ladinović, red. prof.

Korišteni softveri su Tower 7, Etabs i SAP2000 čime su dobijeni precizni rezultati seizmičke analize. Ovaj pristup je neophodan pri primeni Evrokoda 8 jer se primena programiranog ponašanja (capacity design) smatra kao neophodna. Ovaj način projektovanja direktno utiče na izbore preseka i njihove veze, što povećava značaj aseizmičkog projektovanja.

2. PODACI O OBJEKTU

Analizirani objekat je višespratna stambena zgrada koja je predviđena sa čeličnim konstruktivnim sistemom i spregnutim međuspratnim tavanicama. Predviđena spratnost objekta je P+8, što je svrstava u visoke zgrade, a visina objekta prelazi 25 m. Za ovakav objekat je izabrana lokacija Beograd kao mesto u kome je moguće uklopiti ovako velik objekat u okolinu.

2.1. Arhitektonsko rešenje

Rešenje osnove je simetrično u oba pravca, sa jednakim dimenzijama od 20 m. Zgradu čine prizemlje i sprat koji je tipskog karaktera i proteže se na svim etažama. Osnova je podeljena u četiri celine i svaka celina predstavlja po jedan stambeni prostor. Na svakom spratu se nalazi i prostran hodnik koji povezuje međusobno stanove. Stanovi su podeljeni sa zidovima debljine $d > 20\text{cm}$, pa se pokazalo kao neohodno ovakve zidove osloniti direktno na gredne elemente.

Prilikom izbora visina etaža analizirane su minimalne visine što predstavlja veliku prednost spregnutih konstrukcija. Kao optimalno rešenje je usvojena visina prizemlja od 3,0 m i visina spratova 2,7 m. Na ovaj način je, u velikoj meri, smanjena ukupna visina objekta i racionalno iskorišten prostor za stanovanje.

Krov je dvovodni i rešenje je usvojeno kao najjednostavniji oblik kojim se na najbrži način odvodi sva atmosferska voda. Nagib krovne ravni je 10 % i taj nagib je usvojen u skladu sa izabranim krovnim pokrivačem.

2.2. Noseći elementi

Primarni noseći element su stubovi. Njihov raster iznosi 8,0 m na krajevima i 4,0 m u sredini osnove. Raspored stubova je određen na osnovu karakteristika nosećih elemenata i činjenice da su međuspratne konstrukcije nešto manje sopstvene težine. Usvojene dimenzije poprečnog preseka stubova su HOP 320x320x16 što se pokazalo kao dovoljno za prijem svih sila koje deluju na njih. Ovaj presek se proteže celokupnom visinom objekta jer je neohodno obezbediti dovoljnu krutost samih preseka u mestima veza sa gredama.

Sledeći element koji je primarni u prijemu uticaja, su gredni nosači. Grede su raspona 8,0 m i 4,0 m i raspored je takav da prati prenos uticaja sa rebara međuspratne konstrukcije. Usvojeni profili su IPE400 i IPE450, pri čemu su veći profili locirani na mestima zidova $d > 20$ cm.

Primenjeno je više vrsta grednih elemenata u zavisnosti koju funkciju obavljaju i koja vrsta opterećenja deluje. Ta podela je:

- Fasadne grede, nalaze se po obodu osnove i imaju primarnu namenu da prime sva opterećenja od fasadne konstrukcije i fasadnih elemenata.
- Spregnute grede, nalaze se direktno ispod međuspratne tavanice i imaju ulogu da zajedno sa betonskom pločom prime i prenesu sva stalna i korisna opterećenja sa tavanice.
- Ostali nosači, su elementi koji ne podležu proračunu spregnutih elemenata, a osnovna funkcija je konstruktivnog karaktera, tj. dodatno ukrućenje.

Sledeći primarni element u konstrukciji su zidovi, koji imaju direktnu ulogu u prijemu horizontalnih sila, prvenstveno od seizmičkog dejstva. Raspored ovih zidova je u svojoj sredini osnove zgrade oko lift okna. Postavljeni su u ortogonalnim pravcima i međusobno povezani čime se dobija povećana bočna krutost konstrukcije.

Bitan element u konstrukciji je i spregnuta tavanica. Tavanica je sastavljena od profilisanog lima i betonske ploče. Ovakav raspored materijala omogućuje povoljan prijem uticaja jer svaki materijal prima one napone gde ima veću nosivost. U takvoj konfiguraciji je profilisani lim zamenjen za armaturu, a betonska ploča ograničena na prijem napona pritiska što je bitna prednost spregnutih konstrukcija.

Usvojene dimenzije preseka su:

- Profilisani lim: rebara su visine 75 mm, a raspon između rebara je 250 mm. Sve geometrijske i mehaničke karakteristike daje proizvođač u okviru brošure.
- Betonska ploča: ukupna visina na mestima rebara je 150 mm, a visina iznad rebara je 75 mm.

Sa ovakvim dimenzijama je dobijena dovoljna krutost u ravni tavanice što je u seizmičkoj analizi bitna karakteristika jer se pri analizi pomeranja eliminišu efekti drugog reda.

Raspon koji je dominantan kod tavanice je 4,0 m, a statički sistem koji se posmatra je prosta greda. Ovim se samo usvaja dodatna armatura u gornjoj zoni i ona ima konstruktivnu ulogu.

Krovnna konstrukcija je sklop koji prima atmosferske uticaje. Elementi koji sačinjavaju krovnu konstrukciju su krovni pokrivač, rožnjače i krovne rigle. Krovni pokrivač je sendvič lim koji je ispunjen sa termoizolacionim materijalom tako da pored odvođenja atmosferilija ima i dodatnu funkciju čuvanja toplote.

Drugi element su rožnjače koje se nalaze na rastojanju od 2,0 m i koje primaju sve uticaje od krovnog pokrivača. Rožnjače su dominantno opterećene na savijanje u dva pravca pa se javlja složeno naponsko stanje. I konačno,

poslednji u nizu su krovni nosači koji su raspoređeni na rastojanjima od 4,0 m i 8,0 m.

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

Analiza opterećenja je sprovedena primenom Evrokoda 0 i 1 što je donelo određene izmene kod vrednosti opterećenja. Prva izmena je u klasifikaciji opterećenja i odnosi se na stalna dejstva, tj. podela stalnih dejstava je na dejstva konstrukcionih i nekonstrukcionih elemenata. Druga karakteristika je pojedinačno posmatranje težine instalacija i to opterećenje se definiše kao nepokretna oprema (fixed services). Sledeća izmena se odnosi na kategorizaciju korisnog opterećenja. Ona podrazumeva kategorizaciju objekata na 10 kategorija u zavisnosti od namene površina koje se posmatraju. U slučaju stambene zgrade se posmatra kategorija A i vrednosti korisnog opterećenja od $2,0 \text{ kN/m}^2$. U kategoriju korisnog opterećenja spada i opterećenja od pregradnih zidova za koje se smatra da je pokretno i da treba razmatrati sve nepovoljne položaje.

Pored analize osnovnih dejstava sprovedena je i detaljna analiza dejstva vetra po domaćim propisima. Dejstvo vetra je horizontalno i dinamičko dejstvo, čije efekte nije lako definisati pa su i sami propisi složeni. Ovom analizom je objekat svrstan u kategoriju velike krute zgrade i dokazano je da konstrukcija nije podložna rezonantnom efektu. Posmatrani su svi slučajevi dejstva vetra u oba pravca i njihov raspored po visini.

U analizi konstrukcije vetar je u kombinacijama uticao na elemente koji prvi primaju ovu vrstu opterećenja, a to su rožnjače i fasadni stubovi. Sledeće dejstvo u analizi je opterećenje snegom i ono je naneto na konstrukciju krova prema domaćim propisima. Posmatrana su tri slučaja opterećenja:

- jednako opterećen krov sa punim iznosom opterećenja,
- samo jedna polovina krova sa punim iznosom opterećenja,
- jedna strana sa pola vrednosti opterećenja, a druga sa punim iznosom opterećenja.

3.1. Analiza seizmičkog dejstva

Seizmičko dejstvo je horizontalno incidentno dejstvo koje deluje na konstrukciju i nastaje kao posledica dejstva zemljotresa. Bitna karakteristika zemljotresa je da je priroda dejstva nešto što se ne može predvideti, kao ni vremenski period nastanka zemljotresa. Na osnovu ovih podataka jasno je da ovo dejstvo treba pojedinačno posmatrati. Kao odgovor na dejstvo zemljotresa je primena aseizmičkog projektovanja.

Prilikom određivanja seizmičkog dejstva je primenjen Evrokod 8. Prethodno usvojeni parametri su:

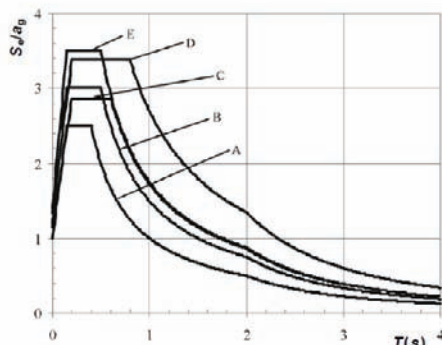
- Kategorija tla: C
- Seizmička zona: VIII

Evrokodom je predviđena spektralna analiza tako da je usvojena već postojeća spektralna kriva (sl. 1). Preporučeni tip spektra je tip 1.

Pored izbora spektra neophodno je zadovoljiti kriterijume regularnosti zgrade po osnovi i visini. Ovakvi kriterijumi su u skladu sa vodećim principima kojim se rukovodi Evrokod, a to su:

- Jednostavnost konstrukcijskog sistema
- Ujednačenost simetrija
- Otpornost i krutost u oba pravca
- Torziona krutost
- Ponašanje spratnih tavanica kao krute dijafragme
- Adekvatno fundiranje

EN 1998-1:2004



Slika 3.2: Preporučeni tip 1 elastičnog spektra odgovora za kategorije tla A do E (5% prigušenja)

Slika 1. Elastični spektar

Sa potpuno simetričnom konstrukcijom je zadovoljen svaki kriterijum koji zadaje Evrokod, tako da je konstrukcija u potpunosti regularna i po osnovi i po visini. Kao posledice konstrukcijske regularnosti se definiše model i vrsta analize, kao i faktor ponašanja za linearnu analizu.

Prilikom analize seizmičkog dejstva primenjen je koncept programiranog ponašanja (capacity design). Ovaj koncept je direktno povezan sa izborom faktora ponašanja koji predstavlja vrednost kojom se redukuje linearni spektar. Primenom ovakvog koncepta konstrukcija neće primiti puno dejstvo zemljotresa u elastičnoj oblasti nego će se javiti pojava plastifikacije određenih zona. Izbor i raspored ovih zona je deo programiranog ponašanja.

Primenom preporuka koje se nalaze u Evrokodu je dobijena je vrednost faktora ponašanja od 3.3, a usvojen koncept projektovanja je DCM.

4. DIMENZIONISANJE ELEMENATA

4.1. Dimenzionisanje čeličnih elemenata

Za statičku analizu i dimenzionisanje čeličnih nosača je korišten softverski paket TOWER 7 i kompletna analiza je sprovedena u okviru softvera. Dobijeni rezultati su prikazani u okviru iskorištenosti napona preseka i te vrednosti su ispod propisanih granica.

Postupak kontrole preseka je zasnovan na određivanju geometrijskih i mehaničkih karakteristika preseka koji se pored sa uticajima koje nastaju od različitih kombinacija dejstava. Kako je primena graničnih stanja aktivna u Evrokodovima, tako je i primena parcijalnih koeficijenata neophodna za dobijanje uticaja. Pored parcijalnih koeficijenata za dejstva, primenjuju se i parcijalni koeficijenti za materijale, što je novo u odnosu na domaću praksu.

Za određivanje otpornosti preseka neophodno izvršiti klasifikaciju nosača. Klasifikacija pokazuje sposobnost nosača i njegovih elemenata da se plastično deformišu. Ovim

se ograničava primena određenih profila na pozicije koje su manje važnosti, a više klase se primenjuju na mestima gde se očekuju velike plastične deformacije. Bitno je napomenuti da Evrokod dozvoljava da se javi različita klasifikacija elemenata samog poprečnog preseka, tako da se može javiti klasa nožice I profila različita od klase rebra. Pošto su čelični elementi osetljivi prvenstveno na stabilnost, tako je i kontrola stabilnosti dosta složena. Ona se, za razliku od ostalih delova ovog pravilnika, ne razlikuje u velikoj meri u odnosu na domaće standarde što je olakšavajuća okolnost pri proračunu.

Pored prve faze dimenzionisanja postoji i druga faza po kojoj je potrebno izvršiti kontrolu preseka primenom Evrokoda 8. Ovim kontrolisanjem se uvrštava primena izabranog koncepta projektovanja i to tako što se vrši kontrola stubova i greda, tj. njihovih međusobnih veza. Kada su u pitanju stubovi potrebno je izvršiti modifikaciju uticaja prema sledećim formulama:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{ov} \cdot \Omega \cdot N_{Ed,E} \quad (1)$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{ov} \cdot \Omega \cdot M_{Ed,E} \quad (2)$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{ov} \cdot \Omega \cdot V_{Ed,E} \quad (3)$$

Kada su u pitanju grede one se proveravaju prema:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0 \quad (4)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 0,15 \quad (6)$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,C} + V_{Ed,M} \quad (7)$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (8)$$

Sa ovim je izvršena kontrola preseka samih nosača potrebno je izvršiti kontrolu preseka na efekte drugog reda kao i lokalne i globalne uslove duktilnosti.

Kontrola efekata teorije drugog reda se sprovodi u cilju ograničavanja relativnih spratnih pomeranja, dok lokalni i globalni uslovi duktilnosti zahtevaju povećanje nosivosti preseka stubova. Sa povećanjem nosivosti stubova se pojava plastičnih zona javlja na mestima spojeva grede i stuba, čime se sprečava pojava plastičnog zglobova na stubovima.

4.2. Dimenzionisanje spregnutih preseka

Sprezanje u opštem slučaju predstavlja međusoban rad dva materijala potpuno različitih karakteristika. U čestoj praksi je sprezanje čelika i betona. Sprezanje koje je primenjeno je između spregnute ploče sa profilisanim limom i čeličnih greda.

Prilikom analiziranja spregnutih konstrukcija početan problem je u određivanju načina izvođenja ovakvih konstrukcija. Spram toga je i određen postupak proračuna. Tako je izabrano izvođenje spregnutog nosača sa podupiranjem bez zadavanja kontraugiba. Ovim je određena prva faza kada se ugrađuje svež beton i druga faza kada je beton očvrsnuo. U prvoj fazi lim deluje kao oplata dok u drugoj fazi deluje kao spregnut nosač.

Za dimenzionisanje ploče je korišten Evrokod 4 i postupak podrazumeva definisanje položaja plastične neutralne

ose nakon čega se određuje otpornost na savijanje, podužno smicanje i vertikalno smicanje. Bitno je napomenuti da se Evrokod 4 oslanja na Evrokodove 2 i 3, pa je proračun usklađen sa njima. Pored provere na nosivost preseka potrebno je proveriti granična stanja prslina i ugiba.

Čelični nosači se sprežu sa AB pločom primenom moždanika. Razlikuje se više vrsta moždanika, ali je osnovna podela izvršena na duktilne i krute moždanike. Razlika između duktilnih i krutih moždanika je u tome što duktilni moždanici imaju veću sposobnost plastičnog deformisanja. Ova karakteristika omogućava da nema krto g loma betona kada dođe do plastifikacije, što je bitno prilikom seizmičke analize.

Na osnovu ovih podataka su usvojeni moždanici tipa čepovi sa glavom. Ovaj tip moždanika je u najčešćoj upotrebi prvenstveno zbog razvijene tehnologije zavarivanja. Ovim je obezbeđeno brzo izvođenje što je osnovna vrlina ovakvih konstrukcija.

Za definisanje broja i rasporeda moždanika u prvom koraku proračuna je bitna ocena stepena smicanja. Step en smicanja predstavlja odnos između broja postojećih moždanika i broja moždanika pri potpunoj smičućoj otpornosti. Povoljnim izborom stepena smicanja se predviđa ponašanje nosača. U proračunu smicanja koje obezbeđuju moždanici prvenstveno je neophodno usvojiti minimalne stepene smicanja. Minimalni step en smicanja u većini slučajeva mora biti veći od 0,4.

Nakon izbora broja moždanika sledi provera otpornosti spregnutog nosača. Pošto su izabrani duktilni moždanici, vrši se proračun kontrolom plastičnog momenta nosivosti. Pored dimenzionisanja preseka primenom standarda za čelik, potrebno je i proveriti presek na tzv. *shear leg*. Kao rezultat je dobijena potrebna armatura za prihvatanje smičućih napona od normalnih sila. Dimenzionisanje je izvedeno primenom softverskog paketa ETABS.

Pored kontrole preseka na nosivost, Evrokod 8 predviđa i dodatan proračun detalja veze. Ovo donosi nove zahteve u pogledu:

- Izbegavanja prevremenog izvijanja čeličnog dela preseka,
- Izbegavanja prevremenog loma betona u ploči.

Ovim delom pravilnika je potrebno uporediti nosivost betonskog dela preseka sa nosivošću čeličnog dela. Tom kontrolom je predviđeno da betonski deo preseka bude veće nosivosti od čeličnog. U slučaju da ovaj zahtev nije zadovoljen pristupa se oblikovanju veza tako što se dodaju elementi za prenos sile. Ti elementi su dodatna armatura i ploča koja je zavarena za stub, a čija je uloga smanjenje napona u betonu.

4.3. Dimenzionisanje veza i nastavaka

Za proračun montažnih nastavaka i veza se koristi Evrokod 3-1-8, kojim se oblikuju veze. Ono što je specifično kod spregnutih konstrukcija je prilagođavanje montažnih nastavaka tehnologiji izgradnje samih elemenata. Kao primer je urađen montažni nastavak grednog nosača, a razlika je što ovaj nastavak nema lamelu u gornjoj nožici. Razlog za ovakvu odluku je da je neophodno postaviti lim i moždanike na gornju nožicu. Rezultat ovakve izmene je da kompletno savijanje prima montažni nastavak rebra, što je svakako nepovoljno. U

tom slučaju je pomeren nastavak na mesto najmanjih uticaja. Kada su u pitanju veze, neophodno je obezbediti dobru vezu na mestu spoja grede i stuba, pa je na tom delu usvojen zavaren spoj. Kontrola i izbor šavova je takođe u skladu sa Evrokodom.

5. ZAKLJUČAK

Izborom spregnutih konstrukcija se dobija niz povoljnosti načinu i brzini građenja zgrada. Za građenje i projektovanje višespratnih spregnutih zgrada u trusnim područjima, neophodna je primena novih evropskih standarda u kojima su detaljno date odredbe za njihovo projektovanje. Pored primenjivanja ovih standarda, za kvalitetno izvođenje ove vrste konstrukcija neophodna je dobra usklađenost i kvalitetno građenje. Prednost ovih sistema je u tome što se dobar deo elemenata proizvodi u radionicama pa su uslovi izvođenja u mnogome bolji od uslova na gradilištu.

Za primenu aseizmičkog projektovanja zgrada, spregnute konstrukcije su nezamenljive jer njihova mala masa indukuje znatno manje seizmičke sile. Pored toga, zahvaljujući pravilno iskorištenim karakteristikama oba materijala, dobijaju se znatno vitkije konstrukcije. Kao rezultat dobija se kvalitetan objekat otporan na sva dejstva i izgrađen u jako kratkom roku. Danas je dužina građenja faktor koji sve više dobija na važnosti, pa se ovaj tip gradnje često koristi za ubrzavanje procesa izgradnje.

6. LITERATURA

- [1] EN 1990 Eurocode: Basis of Structural Design,
EN 1991 Eurocode: Actions on structures,
EN 1992 Eurocode: Design of concrete structures,
EN 1993 Eurocode: Design of steel structures,
EN 1994 Eurocode: Design of composite steel and concrete structures
EN 1998 Design of structures for earthquake resistance
- [2] SRPS U.C7.110, 111, 112
- [3] B. Andrović, D. Dujmović, I. Lukačević, „Projek tiranje spregnutih konstrukcija prema Eurocode 4“, Zagreb 2012.
- [4] D. Beg, A. Pogačnik, „Projek tiranje gradbenih konstrukcij po Evrokod standardih“, Ljubljana 2009.

Kratka biografija:



Miodrag Radonić rođen je u Novom Sadu 1990. god. Diplomirao na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Čeličnih konstrukcija - Projektovanje čelične zgrade sa spregnutim tavanicama 2013. god.. Master rad iz oblasti aseizmičkog projektovanja čeličnih konstrukcija odbranio 2015. godine.

VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA I IZBOR ZIDA IZMEĐU DVA STANA**MULTI-CRITERIA ANALYSIS AND THE CHOICE OF WALL BETWEEN TWO FLATS**

Aleksandra Vujkov, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je razmatran problem izbora optimalnog načina izvođenja zida između dva stana. Analiza i vrednovanje izabranih tipova zidova obuhvatila je veći broj kriterijuma: troškove i vreme izrade zida, težinu i zvučnu izolaciju zida. Primenom metode višekriterijske optimizacije, metode kompromisnog programiranja i kompromisnog rangiranja, dobijeni su izlazni rezultati, rang lista najpovoljnijeg rešenja zida između dva stana.

Abstract – In this paper, the problem of choosing the optimal approach to wall construction between two flats was tackled. The analysis and the valuation of the chosen types of walls encompassed a large number of criteria: expense and time required for wall construction, wall's weight and its sound isolation. The results were calculated using methods of multi-criteria optimisation, compromise programming and compromise ranking and a ranking list was made with the overview of the optimal solution for the wall between two flats.

Ključne reči: zidovi, izvođenje, troškovi, vreme, težina, zvučna izolacija, višekriterijumska optimizacija

1. UVOD

Zgrade u visokogradnji su najbrojniji objekti. Zidovi, kao sastavni elementi svake zgrade predstavljaju čvrstu konstrukciju, koja u zavisnosti od namene objekta i položaja zida, može imati važnu ulogu u prenosu opterećenja, kontroli toplote, hladnoće, prolaza, zvuka itd. Dobro projektovan i kvalitetno izveden zid ispunjavaće pre svega svoju primarnu funkciju, a potom u zavisnosti od primenjenog materijala i završne obrade zida, može da doprinese i lepšem i zanimljivijem enterijerskom utisku. Zato je potrebno posvetiti posebnu pažnju odabiru materijala od koga će se zid zidati.

U radu su analizirani različiti tipovi zidova koji mogu biti postavljeni između dva stana i izabran je optimalan način izvođenja zida. Varirani su zidovi od: opeke, blokova (porotherm), zidovi od gips-kartonskih ploča, zidovi od ytong blokova i zidovi od armiranog betona.

Kriterijumi za vrednovanje i izbor najpovoljnijeg zida svedeni su na: troškove izrade, vreme izrade, težinu zida i zvučnu izolaciju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, vanr.prof.

2. ZVUČNA IZOLACIJA ZIDA

Materijalizacija zidova unutar građevinskih objekata dominantno je uslovljena osnovnim konstrukcijskim zahtevima, zahtevima statike i seizmike. Osim ovih ključnih uslova, pri definisanju strukture zida (pregrada) trebalo bi ispoštovati i izvesne zahteve akustike iz domena zvučne izolacije.

Dobrim rešenjem zvučne izolacije zida doprinosi se poboljšanju zaštite od buke. Za zvučnu izolaciju veoma je bitno koji je materijal upotrebljen za izradu zida (pregrade), kao i celokupan sistem građevinskih elemenata od kojih se prostorija sastoji. Takođe, i debljina zida utiče na zvučnu izolaciju – što je teži materijal od koga je napravljen zid to je veća i zvučna izolacija.

U radu je kriterijum zvučne izolacije, posmatran kao ograničavajući faktor pri izboru varijantnih rešenja. Osnovni uslov za određivanje zvučne izolacije odnosi se na određivanje minimalnih vrednosti izolacionih svojstava koje se moraju ostvariti za različite tipove zidova. Iz tog razloga preporučuje se postizanje što viših vrednosti zvučne izolacije, kako bi se ispunili i potencijalni zahtevi za prostorije i objekte u budućnosti. Svi tehnički propisi i standardi za projektovanje i građenje zgrada kao i za merenje zvučne izolacije pri prijemu zgrada namenjenih boravku ljudi određeni su prema SRPS U.J6.201., u zavisnosti od namene. Ovaj standard tačno propisuje vrednosti koje je potrebno zadovoljiti prilikom projektovanja pregradnih zidova u zgradama. Za zid između dva stana minimalna propisana vrednost koja se mora zadovoljiti za zvučnu izolaciju iznosi 52 dB.

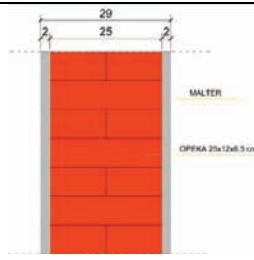
U ovom radu korišćen je Knauf Sound Insulation [1], program za proračun zvučne izolacije u objektima. Program je korišćen da bi se za izabrana varijantna rešenja, tj. za određen tip zida dobila merodavna vrednost izolacione moći zida. Unosom osnovnih podataka u program (vrsta elementa, tip materijala, namena prostorije i dimenzije prostorije u kojoj se izabrani element nalazi) dobijaju se izlazni rezultati u vidu izveštaja. U izveštaju su pored osnovnih informacija prikazani rezultati proračuna i dijagrami, tabele sa vrednostima za zvučnu izolaciju R_w , kao i kriterijumi u skladu sa SRPS U.J6.201.

3. VARIJANTNA REŠENJA ZIDA

U radu je razmatrano pet varijanti zidova između dva stana. Za svaku varijantu dat je opis materijala koji ga formiraju i način ugrađivanja.

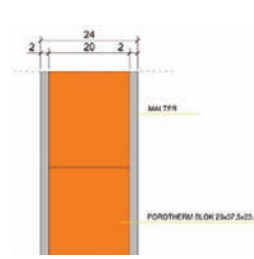
Zidovi od opeke se zidaju prema pravilima za zidanje, tako da se opeke slažu jedna na drugu u horizontalnim slojevima i međusobno se povezuju malterom. Takav zid, pravilno konstruisan i omalterisan sa obe strane je stabilan zid. Varijanta 1- zid od opeke, prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Varijanta 1

zid od opeke	
	Izvodi se od pune opeke dimenzija 25x12x6,5 cm. Zid se obostrano malteriše u produžnom cementnom malteru (1:2:6), debljine 2cm.

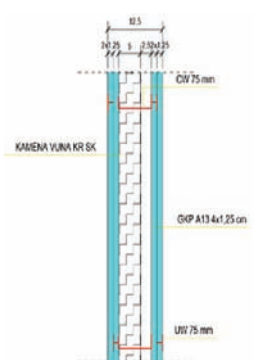
Zidanje Porotherm blokovima radi se u etapama. Pre zidanja zida, potrebno je podnu oblogu izravnati površinom maltera koja odgovara debljini zida u debljini koja iznosi najmanje 1 cm. Malter mora biti minimalnog kvaliteta M5. Na izravnavajući sloj maltera postavlja se porotherm blok tako da se blokovi slažu jedan do drugog sistemom pero-utor. Prilikom postavljanja prvog reda blokova, potrebno je kontrolisati položaj blokova primenom libele. Varijanta 2 - zid od šupljeg bloka, prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Varijanta 2

zid od šupljeg bloka	
	Zid od šupljeg bloka izvodi se porotherm blokovima dimenzija 20x37,5x23,8cm. Obostrano se malteriše u produžnom cementnom malteru (1:2:6), debljine 2cm.

Tokom izrade zida od gips-kartonskih ploča mora se voditi računa o pravilnom konstruisanju spojeva. Za lepljenje ploča koristi se difiks lepak koji se sastoji od gipsa, sintetičkog veziva i dodataka koji povećavaju njegovu čvrstoću i lepljivost. S obzirom na njihovu debljinu i čvrstoću, ekseri i šrafovi lako mogu da se zabadaju u ploče. Varijanta 3 - zid od šupljeg bloka, prikazan je u tabeli 3.

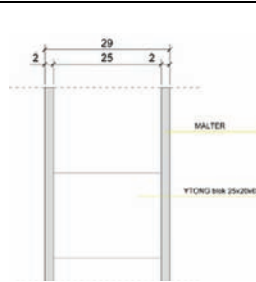
Tabela 3. Varijanta 3

zid od gips-kartonskih ploča	
	Zid od gipskartonskih ploča radi se od ploča A13 debljine 1,25 cm. Profili koji se koriste kod izrade zidova su horizontalni UW i vertikalni CW nosači dimenzije 75 mm, od pocinkovanog čeličnog lima debljine 0,6 mm. Kamena vuna Knauf KR SK debljine 5 cm postavlja se između ploča i ima uloga da poboljša zvučnu i termičku izolaciju.

Zidanje siporeks (ytong) blokovima počinje postavljanjem prvog reda blokova na produžni malter suvlje konzistencije debljine 1-3 cm. Malter napravljen u razmeri

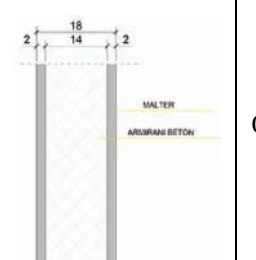
1:2:6 (cement:kreč:pesak), ugrađuje se preko već prethodno postavljene hidroizolacije. Varijanta 4 - zid od ytong bloka, prikazan je u tabeli 4.

Tabela 4. Varijanta 4

zid od ytong bloka	
	Zid se izvodi od ytong zidnih blokova dimenzija 25x20x62,6 cm u ytong tankoslojnom malteru debljine 2 mm. Obostrano se malteriše malterom debljine 2 cm.

Kvalitet betona kod armiranobetonskog zida zavisi od svojstava komponenata koji ulaze u sastav betona, njihovih razmera u mešavini betonske mase, načina izrade i transporta, načina ugrađivanja i nege izbetoniranih elemenata. Nakon spravljanje betona u mešalici, sveži beton se prenosi ručnim kolicima. Tokom betoniranja, da bi se postigao bolji kvalitet ugradnje, beton se nabija i zbija vibratorima ili centrifugiranjem. Varijanta 5 - zid od armiranog betona, prikazan je u tabeli 5.

Tabela 5. Varijanta 5

zid od armiranog betona	
	Zid se izvodi od armiranog betona debljine 14 cm. Obostrano se malteriše malterom debljine 2cm.

4. KRITERIJUMI OPTIMIZACIJE

U postupak vrednovanja i optimizacije uvrštena su četiri kriterijuma: troškovi izrade zida, potrebno vreme za izradu zida, težina zida i pokazatelj zvučne izolacije za zid.

Prva dva kriterijuma predstavljaju pokazatelje efektivnosti izgradnje, jer se adekvatnim izborom materijala i načina ugrađivanja, smanjenjem pojedinačnih troškova i vremena, može uticati na ukupne troškove i rok izgradnje objekta. Treći kriterijum (težina zida) je bitan kod analize i proračuna konstrukcijskih elemenata. Izborom adekvatnog elementa (zida) manje težine, doprinosi se racionalnijem rešenju konstrukcije i kompletnog objekta. Pokazatelj zvučne izolacije zida je kriterijum koji zid između dva stana mora da zadovolji u skladu sa regulativom (standardom) koja tretira problem zvučne izolacije.

4.1. Troškovi izrade zida

Pri izradi troškova zidova korišteni su normativi u građevinarstvu [2]. Za slučajeve koji nisu obuhvaćeni normativima, korišćeni su iskustveni podaci izvođača radova.

Cene materijala su date od strane proizvođača za građevinski materijal. U cenu materijala su uračunati

troškovi prevoza do gradilišta i transport materijala u krugu gradilišta. Ukupni troškovi za izradu zidova prikazani su u tabeli 6.

Tabela 6. Ukupni troškovi za izradu zida

TIP ZIDA	TROŠKOVI za 1m ² (din/m ²)
VARIJANTA 1 zid od pune opeke	6668,35
VARIJANTA 2 zid od POROTHERM bloka	3263,9
VARIJANTA 3 zid od gipskartonskih ploča	2461,03
VARIJANTA 4 zid od YTONG bloka	4814,00
VARIJANTA 5 zid od armiranog betona	5580,21

4.2. Vreme izrade zida

Vreme izrade zida izračunato je u satima za svako varijantno rešenje. Tokom proračuna razmatrano je da svaki radnik radi jednu aktivnost, tako da nema obavljanja paralelnih radnji.

Ukupno potrebno vreme za izradu svih varijanti zida dato je u tabeli 7.

Tabela 7. Ukupno potrebno vreme za izradu zida

TIP ZIDA	VREME IZRADE za 1m ² (h)
VARIJANTA 1 zid od pune opeke	3,68
VARIJANTA 2 zid od POROTHERM bloka	1,85
VARIJANTA 3 zid od gipskartonskih ploča	1,17
VARIJANTA 4 zid od YTONG bloka	1,49
VARIJANTA 5 zid od armiranog betona	3,27

4.3. Težina zida

Ukupna sopstvena težina konstrukcijskih i nekonstrukcijskih elemenata uzima se u obzir prilikom proračuna opterećenja.

Tokom proračuna uzete su u obzir sledeće vrednosti: debljina zida omalterisanog sa obe strane, dodatni neophodni elementi koji utiču na povećanje težine određenog tipa zida (izolacija, armatura, čelični profili i sl.) i dobijena je konačna vrednost težine zida. Ukupne težine gotovog zida prikazane su u tabeli 8.

Tabela 8. Ukupne težine zida

TIP ZIDA	TEŽINA ZIDA za 1m ² (KN/m ²)
VARIJANTA 1 zid od pune opeke	3,28
VARIJANTA 2 zid od POROTHERM bloka	1,29
VARIJANTA 3 zid od gipskartonskih ploča	0,42
VARIJANTA 4 zid od YTONG bloka	2,27
VARIJANTA 5 zid od armiranog betona	4,00

4.4. Zvučna izolacija

Vrednosti zvučne izolacije zidova izračunate su za svako varijantno rešenje zida (tabela 9). Za zid između dva stana propisana vrednost zvučne izolacije, koja se mora zadovoljiti je 52 dB.

Vrednost zvučne izolacije za zid od pune opeke omalterisan sa obe strane 52 dB, preuzeto je iz [3].

Vrednost zvučne izolacije za YTONG blok za zvuk 52dB, preuzeta je iz kataloga proizvođača [4].

Za proračun zida od šupljeg bloka, armiranog betona i zida od gips-kartonskih ploča korišćen je program Knauf Sound Insulation prema standardima serije EN 12354.

Tabela 9. Zvučne izolacije zidova

TIP ZIDA	Zvučna izolacija u dB
VARIJANTA 1 zid od pune opeke	52
VARIJANTA 2 zid od POROTHERM bloka	59
VARIJANTA 3 zid od gipskartonskih ploča	54
VARIJANTA 4 zid od YTONG bloka	52
VARIJANTA 5 zid od armiranog betona	60

5. METODA OPTIMIZACIJE I IZBOR NAJPOVOLJNIJEG TIPA ZIDA

U ovom radu najpovoljnije (optimalno) rešenje, tip zida, bira se iz pet opisanih varijanti. Svaka varijanta zida vrednovana je sa četiri kriterijumske funkcije.

Model optimizacije, vektorska kriterijumska funkcija, minimizira sve četiri pojedinačne kriterijumske funkcije, pa je dat u obliku:

$$\min F(x) = \min (f_1, f_2, f_3, f_4) \quad (1)$$

gde su:

- f₁ - troškovi za izradu zida (din/m²)
- f₂ - potrebno vreme za izradu zida (h)
- f₃ - težina zida (kN/m²)
- f₄ - pokazatelj zvučne izolacije zida, P_z

$$f_4 = P_z = 1/R_w \quad (2)$$

gde je:

R_w - zvučna izolacija zida

Problem izbora najpovoljnijeg tipa zida između dva stana, rešen je primenom metode višekriterijumske optimizacije, metodom kompromisnog programiranja i metodom kompromisnog rangiranja [5].

Urađene su tri analize:

- Analiza I - sa ravnopravnim učešćem svih kriterijuma u postupku optimizacije (isti težinski koeficijenti),
- Analiza II - prioritet je dat troškovima i vremenu izvođenja zida i
- Analiza III - prioritet je dat pokazatelju zvučne izolacije zida.

Izlazni rezultati prikazani su tabelarno (tabela 10, tabela 11, tabela 12, tabela 13, tabela 14 i tabela 15).

Tabela 10. ANALIZA I-kompromisno programiranje $p=1$ rešenje je najbolje po svim kriterijumima posmatranim zajedno

	A1	A2	A3	A4	A5
redosled alt. reš.	5	1	2	3	4

Tabela 11. ANALIZA I-kompromisno programiranje $p=2$ rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački

	A1	A2	A3	A4	A5
redosled alt. reš.	5	1	2	3	4

Tabela 12. ANALIZA I-kompromisno programiranje $p=\infty$ prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjem

	A1	A2	A3	A4	A5
redosled alt. reš.	5	1	2	3	4

Tabela 13. ANALIZA I-kompromisno rangiranje - isti težinski koeficijenti

	A1	A2	A3	A4	A5
$Q_j(v=0,0)$	5	1	2	3	4
$Q_j(v=0,3)$	5	1	2	3	4
$Q_j(v=0,6)$	5	1	2	3	4
$Q_j(v=0,9)$	5	1	2	3	4
$Q_j(v=1,0)$	5	1	2	3	4

Tabela 14. ANALIZA II-kompromisno rangiranje - različiti težinski koeficijenti ($w_1=w_2=0.4$, $w_3=w_4=0.1$)

	A1	A2	A3	A4	A5
$Q_j(v=0,0)$	5	2	1	3	4
$Q_j(v=0,3)$	5	2	1	3	4
$Q_j(v=0,6)$	5	2	1	3	4
$Q_j(v=0,9)$	5	2	1	3	4
$Q_j(v=1,0)$	5	2	1	3	4

Tabela 15. ANALIZA III-kompromisnog rangiranje - različiti težinski koeficijenti ($w_1=w_2=w_3=0.2$, $w_4=0.4$)

	A1	A2	A3	A4	A5
$Q_j(v=0,0)$	5	1	3	4	2
$Q_j(v=0,3)$	5	1	3	4	2
$Q_j(v=0,6)$	5	1	3	4	2
$Q_j(v=0,9)$	5	1	2	4	3
$Q_j(v=1,0)$	5	1	2	4	3

Na osnovu rezultata proračuna (redosleda varijantnih rešenja), može se zaključiti:

- u slučaju ravnopravnog tretmana svih kriterijuma zid od šupljeg bloka je najpovoljnije (optimalno) rešenje (ANALIZA I),
- kada je prednost data kriterijumu troškova i vremenu izvođenja, zid od gips-kartonskih ploča je najpovoljnije (optimalno) rešenje (ANALIZA II),
- kada se prednost da pokazatelju zvučne izolacije zid od šupljeg bloka je najpovoljnije (optimalno) rešenje (ANALIZA III).

6. ZAKLJUČAK

Predmet ovog rada je bila analiza različitih tipova zidova koji mogu biti postavljeni između dva stana i izbor najpovoljnijeg načina izvođenja zida. Opisano je pet tipova zidova od različitih materijala koji se danas najčešće koriste u građevinarstvu.

Varijantna rešenja zidova su:

- zid od pune opeke,
- zid od šupljeg bloka,
- zid od gips-kartonskih ploča,
- zid od ytong bloka i
- zid od armiranog betona.

Za svaku od navedenih varijanti dat je opis materijala i način izvođenja zida, izračunati su troškovi zida, potrebno vreme za izradu zida, težina zida i zvučna izolacija.

Optimizacija je rađena na bazi četiri kriterijumske funkcije:

- troškovi izrade zida,
- vreme izrade zida,
- težina zida i
- pokazatelj zvučne izolacije zida.

Primenom metode višekriterijske optimizacije, metode kompromisnog programiranja i kompromisnog rangiranja, dobijeni su izlazni rezultati i rang lista sa prikazom najpovoljnijeg rešenja zida između dva stana. Rangiranje u postupku optimizacije, prema analizi u kojoj su svi kriterijumi tretirani ravnopravno i kada se naglasi pokazatelj zvučne izolacije, prednost daju zidu od šupljeg bloka. Analiza u kojoj je naglasak dat kriterijumima efektivnosti izgradnje (troškovima i vremenu izvođenja), zid od gips-kartonskih ploča predlaže za najpovoljnije rešenje. Konačan izbor najpovoljnije varijante zida između dva stana zavisi od usvojenog cilja optimizacije.

7. LITERATURA

- [1] <http://www.knauf.rs/>
- [2] "Normativi i standardi rada u građevinarstvu - visokogradnja", Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
- [3] Veršić, Z. : "Tehnička regulativa gradnje - zaštita od buke u zgradarstvu, zvučna izolacija pregradnih zidova", Tehničko Veleučilište, Graditeljski odjel, Zagreb
- [4] <http://www.ytong.rs/>
- [5] Opricović, S. : "Optimizacija sistema", Građevinski fakultet, Beograd, 1992.

Kratka biografija:



Aleksandra Vujkov rođena je u Novom Sadu 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranila je 2015.god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2010.god. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast Zgradarstvo – građevinske i arhitektonske konstrukcije.

SUPERELEMENT METHOD IN DYNAMIC ANALYSIS OF NORTSTROSGRUND Lighthouse**SUPERELEMENT METOD U DINAMIČKOJ ANALIZI KONSTRUKCIJE SVETIONIKA NURŠTENSGRUND**

Ivana Krajnović, *Faculty of Technical Sciences University of Novi Sad*

Field of study: CIVIL ENGINEERING

Abstract – This paper shows the use of the superelement method in dynamic analysis of the lighthouse structure. Superelement method is a reduction technique used in Finite Element Analysis (FEA) of complex structures. In this paper different modeling approaches are presented and compared against each other. Furthermore, usage of different software for dynamical analysis is presented.

Kratak sadržaj – Ovaj rad prikazuje upotrebu superelement metode u dinamičkoj analizi konstrukcije svetionika. Superelement metoda je tehnika redukcije korišćena u metodi konačnih elemenata kompleksnih konstrukcija. Takođe, u ovom radu prikazana je upotreba različitih softvera za analizu konstrukcija.

Key words: Superelement method, Abaqus CAE, Lighthouse, Structural dynamics

1. INTRODUCTION

Norströmsgrund lighthouse, shown in Figure 1, was deployed in 1971 about 60 km offshore Luleå in Sweden, in the Gulf of Bothnia, in the Baltic Sea. The lighthouse is a concrete structure with foundation caissons filled by sand. Total height of the structure is 42.3 m. The diameter of the foundation is 23 m, and diameter of the structure's body varies between 4.3 and 5.3 m. Diameter of the structure at the waterline is 7.2 m. The total mass of the structure is about 9000 t, and the sea depth is about 14 m. Detail description of the lighthouse is in [5]. During the winter months, this area is usually covered by the sea ice. Sea ice is a solid material with crystal structure. In cold regions, it floats on the water and, occasionally strikes offshore structures. The floating sheets of ice are crushing against the lighthouse causing vibrations of the structure. In order to collect data about properties of the sea ice and its impact on the lighthouse, the extensive measurements were performed on this structure. To better understand data from measurements and learn more about the behavior of the structure various numerical models of the lighthouse were implemented [2], [10], [6].

2. SUPERELEMENT CONCEPT AND IMPLEMENTATION

The superelement method (also known as the substructuring technique) is a technique used in finite element analysis (FEA) of complex structures since 1960's. It was

originally developed within aerospace industry and later adopted by the offshore and shipbuilding industries [3].



Figure 1. The perspective of Nörströmsgrund lighthouse [7], left, and location of the lighthouse, right¹

The aim is to treat a group of finite elements with common attributes as a single element (superelement). In the domain of FEA, this means reduction of the system matrices, and, also, possibility to design parts of complex structures independently [1]. The technique is advantageous for the structures with repetitive patterns, since mass and stiffness calculations are performed only once per superelement. Reduction of the processing time is also one of the advantages of this technique. Here are the principal steps of creating a superelement model followed by a graphical example in Figure 2. Firstly, there is a complete model made of finite elements (FEs), as shown in Figure 2(a). It is then divided into several substructures.

Every substructure now has internal, and boundary nodes (Figure 2(b)). Internal nodes (slave nodes) are connected only to the nodes within its substructure, and boundary nodes (master nodes) may be connected to nodes of other substructures. In this point, the system matrices are calculated within every substructure, but the elements connected to the master nodes are only preserved. An elimination of the internal nodes, and their degrees of freedom (DOFs) leads to the simpler mathematical model of a substructure.

Now, every substructure can be observed as a single element, superelement (Figure 2(c)). At the end (Figure 2(d)), master nodes between different substructures are connected, and the structure is assembled from different superelements.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio dr Nebojša Radović, vanr. prof.

¹ generated with www.google.de/maps

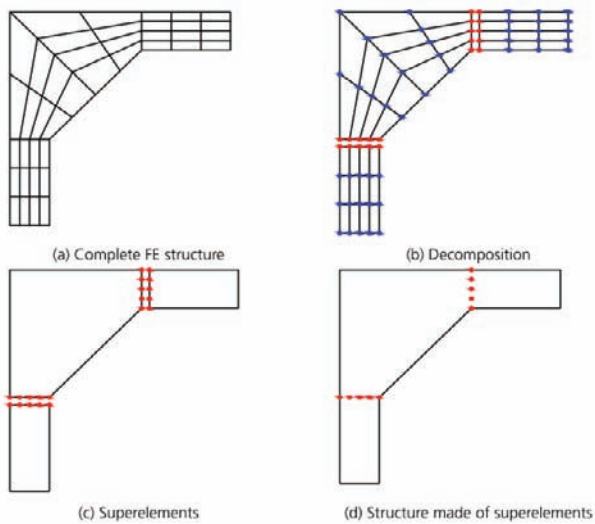


Figure 2. Principal steps in superelement analysis [1]

By performing dynamic condensation [1], [8] the system matrices of every superelement are reduced in the way.

2.1. Reduction of 3D model to a superelement model

The objective of this research is to simplify the 3D structure, but to retain physical properties of it. Substructuring technique was suitable for the simplification. It enables condensation of the model's properties in terms of mass, stiffness and dynamical behavior only in certain points – the master nodes.

3D model

The Abaqus software package is a finite element analysis product suitable for wide range simulations of various design properties [11]. Version 6.13 is used for this research. The existing finite element model of the lighthouse is based on 3D solid elements. It was created in Fraunhofer IWES [10]. Structural and dynamical properties were derived from [5]. The foundation plate is in XZ plane.

The structure was supported at the central node of the foundation plate. Soil properties are introduced in this node as point mass and inertia, transitional and torsion springs. Sand filling in caissons was presented as a point mass/inertia in the point (0 m, 4.58 m, 0 m).

Hydrodynamic added mass and thermal insulation were presented through an increase of the density of the material in corresponding areas of the 3D model. The structure was meshed with ten-node quadratic tetrahedral elements. Other properties and values of the attachments 3D model are presented in [10].

The natural frequencies and corresponding mode shapes of the 3D model were calculated with no effects of damping and gravity loads included. These frequencies are presented in Table 1, and correspond to the limited information about dynamics of the full-scale structure. It was decided to keep first ten eigenmodes below 20Hz since they incorporate 98.9% of the modal mass as proved in [10]. Only odd eigenfrequencies and corresponding eigenmodes are presented and compared in what follows, since the structure is symmetric. Therefore, even eigenfrequencies are same as odd and corresponding eigenmodes are symmetric.

Adjustment of 3D model

In the original model, material density was different along the structure, to take additional masses of equipment and thermal insulation into account. For this research, material properties were uniformed along the 3D model. It has been done by assigning same material properties to the entire structure, classic reinforced concrete with the density of 2500kg m^3 .

Eigenfrequencies of 3D models with uniformed and different materials are presented in Table 1. The differences are below 2.5%, which justifies this simplification.

Table 1. Percentage difference in terms of natural frequencies between model with various and uniformed material properties

Mode	3D Model Original [Hz]	3D Model uniformed [Hz]	Difference [%]
1	2.826	2.840	0.475
3	4.170	4.274	2.422
5	5.617	5.685	1.200
7	12.974	12.972	0.015
9	18.085	18.284	1.088

Generation of superelement model

The substructure generation procedure contains two steps in Abaqus CAE. The first step is defining master nodes of the future superelement. The idea was to reduce the entire structure to a single superelement, to condense information about the entire 3D model only in several points of interest. Therefore, the reasonable selection of the master nodes is of crucial importance in the reduction procedure. On the full-scale structure, measurements were performed only in two points, where the accelerometers were mounted. Thus, those are the main nodes of interest on the numerical model. The point on the contact between ice and structure, at the waterline is also of importance. That is where the superelement model of the lighthouse can be subjected to environmental loads, such as sea ice, or wave loading.

To facilitate verifications of the numerical model, it was decided to retain additional nodes along the structure's main axis and one more in the plane at waterline. Finally, the master nodes of the superelement model are presented in Figure 3.

The equation of motion of 3D model is presented with the matrix equation:

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{u}} + \mathbf{C}\dot{\mathbf{u}} + \mathbf{K}\mathbf{u} = \mathbf{f} \quad (1)$$

where: $\mathbf{K}$ – stiffness matrix, $\mathbf{M}$ – mass matrix and $\mathbf{C}$ – the damping matrix of the model, $\mathbf{u}$ – vector of displacement DOFs, $\dot{\mathbf{u}}$ – velocity vector, $\ddot{\mathbf{u}}$ – acceleration vector and $\mathbf{f}$ – vector of external forces. All six DOFs connected to the master nodes have been retained. In the second step of the substructure generation system matrices of the 3D model from the Equation 1 are changed; stiffness matrix is condensed and mass matrix and damping matrix are reduced to the matrices of the superelement. The mathematics behind this condensation is presented in [1], [9] and many others.

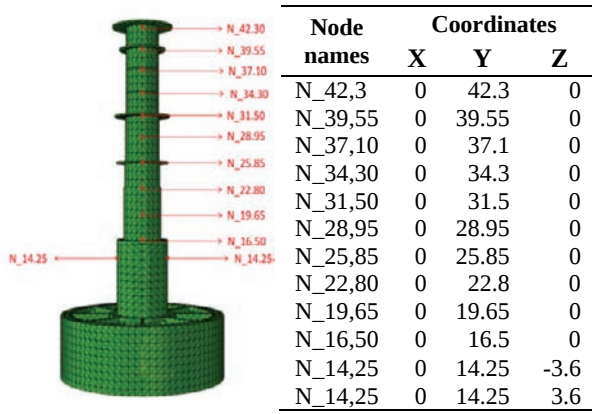


Figure 3. Master nodes of the superelement model

The damping matrix of the superelement model was presented with Rayleigh viscous damping, as a combination of mass and stiffness matrices:

$$C = \alpha M + \beta K \quad (2)$$

α and β are damping coefficients calculated as it follows:

$$\alpha = 2\omega_1\omega_2 \frac{\xi_1\omega_2 - \xi_2\omega_1}{\omega_2^2 - \omega_1^2} \quad (3)$$

$$\beta = 2 \frac{\xi_2\omega_2 - \xi_1\omega_1}{\omega_2^2 - \omega_1^2} \quad (4)$$

$$\omega_i = 2\pi f_i \quad (5)$$

where: $\omega_{1,2}$ – angular frequencies [rad s^{-1}] calculated with the equation 5, $\xi_{1,2}$ – damping ratios and $\xi_1 = \xi_2$.

Herein, α and β are calculated for the two lowest frequencies, $f_1 = 2.839 \text{ Hz}$ and $f_2 = 4.274 \text{ Hz}$ and a damping ratio of $\xi_1 = \xi_2 = 0.035$, which is the mean value of damping ratios for 3D model proposed in [10]. The values of α and β are, respectively, 0.7503 and 0.0016.

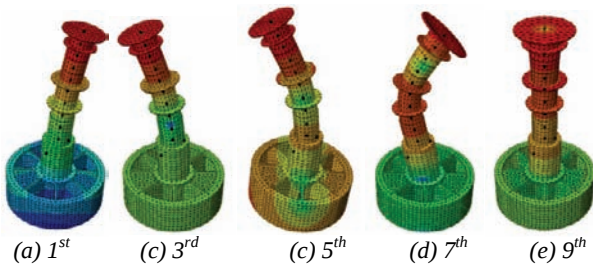


Figure 4. Eigenmodes of the superelement model

2.2. Comparison of dynamic properties

Prior to further use of the superelement model, it was necessary to confirm that it contains the properties of the 3D model. The superelement model has the same eigenfrequencies as the model from which has been derived. The eigenmodes of the superelement model are presented in Figure 4. Retained nodes are presented by

black dots. The 1st eigenmode is characterized as bending of the structure's tower. Caisson is also slightly rotated. The 3rd represents bending of the tower and translation of the caisson. The 5th eigenmode is also characterized by bending of the tower and rotation of the caisson. The 7th represents bending and a small torsion of the structure's tower with no movement of the caisson. The 9th mode represents torsion of the structure. These shapes correspond to the ones reported by Popko in [10].

The quantitative comparison between eigenmodes of the superelement model and 3D numerical model has been performed in terms of magnitudes of displacements. For first 6 eigenmodes, the difference is below one percent. For the last eigenmodes the difference between displacement's magnitudes is considerable, over 90% for the 9th eigenmode.

These modes are characterized with the torsion of the structure. Thus, to decrease the difference, it would be necessary to retain more nodes in the substructure generation procedure. Additional nodes should be at certain distance of the structure's vertical axis, to take the effects of torsion into account.

Retaining more degrees of freedom would not only consume more modeling time. It would increase the orders of system matrices, and, subsequently, computing time during the simulations. In this particular case, retaining additional nodes would not significantly affect the accuracy of the model, since forces that can cause the torsion are not going to be applied to the structure.

2.3. Exportation procedure

Abaqus has been used so far to create 3D model and generate superelement model that can be used in analyses within this software package; however, it can generate a file with information about the finite element models that could be analyzed within another simulation environment. This file is standard input data file (SID) and has .SID extension. As explained by Wallrapp in [12]: '*SID files are based on modal representation of small body deformations and structure of it is organized using an object-oriented class description*'. This means that the SID file contains information about finite element model's system matrices, herein superelement's matrices. The SID file for the superelement is generated with the Abaqus software package from a SIM file, using an undocumented function 'abaqus tosid' [11]. With the generation of this file, the creation of superelement model of the lighthouse is accomplished.

Superelement model in Modelica

Modelica is an object-oriented programming language, for modeling complex systems, used to describe models for individual components.

The SID file of the superelement, have been imported in Modelica as *ModalBody* model. The *ModalBody* model class is a part of the commercial *DLR FlexibleBodies* library, implemented in Modelica by Heckmann et al. [4].

Verification against superelement model in Abaqus

In order to conclude that model in Modelica behaves in the same manner as the models in Abaqus three

comparisons were made. The very basic comparison between the superelement in Modelica and the superelement in Abaqus was in terms of total mass of the structure. The total mass of the structure is 9192770 kg in both Abaqus and Modelica. The second comparison was conducted in terms of eigenfrequencies. The eigenfrequencies of the model in Modelica fit perfectly to the ones in Abaqus.

The third comparison was in terms of steady-state displacements and the response of the structure. For this purpose, an impulse horizontal force of 5 MN was applied on the top of the lighthouses in Abaqus and Modelica. The responses of these two models were compared in following points: 37.10 m and 16.50 m from the sea bed. The responses of the both models correspond to each other, and are presented in Figure 5.

With this, it is concluded that superelement in Abaqus is the same as the superelement in Modelica.

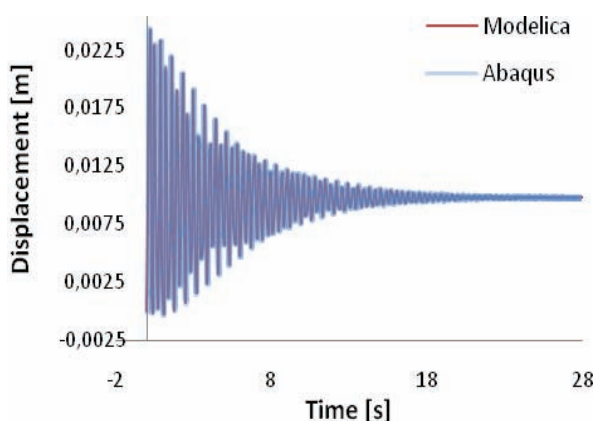


Figure 1. Responses to an impulse force of 5MN of the models in Abaqus and Modelica at 16.50m

3. CONCLUSIONS

The existing 3D numerical model of the Norströmsgrund lighthouse was reduced to the superelement model in Abaqus CAE, using the substructuring technique.

The superelement model of the lighthouse inherited assumptions on which the 3D model is set up. After the reduction, the superelement model is verified against the 3D model in Abaqus in terms of eigenfrequencies and corresponding modal shapes.

The differences in terms of eigenfrequencies between the models are below 2.5% meaning that superelement model is good enough representation of the 3D model and, subsequently the full-scale structure. The reason behind the simplification was the reduction of computing time during the coupled simulations of the ice-structure interaction. The coupled simulations of the ice-structure interaction were set up in Modelica. The superelement model of the lighthouse is imported from Abaqus to Modelica, making the importation procedure successful as well.

4. ACKNOWLEDGMENTS

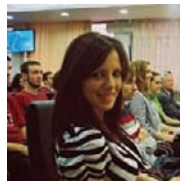
My deepest gratitude has Wojciech Popko, for having high demands, precious comments and corrections, as

well as patience while mentoring me at Fraunhofer IWES Northwest.

5. BIBLIOGRAPHY

- [1] M. V. Belyi. Superelement method for transient dynamic analysis of structural systems. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 36:2263–2286, 1993.
- [2] Morten Bjerås, Arne Alberktsen, and Arne Gürtner. Static and dynamic ice actions in the light of new design codes. In *Proceedings of OMAE2010 29th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering*, pages 733–739, Shanghai, China, June 2010.
- [3] C. A. Felippa. *Introduction to finite element methods*. Department of aerospace Engineering Sciences and Center for Aerospace Structures, University of Colorado, Boulder, Colorado, USA, 2004.
- [4] Andreas Heckmann, Martin Otter, Stefan Dietz, and José Díaz López. The DLR FlexibleBodies library to model large motions of beams and of flexible bodies exported from finite element programs. In *Proceedings of the 5th Modelica Conference*, volume 1, pages 85–95, Vienna, Austria, September 2006. The Modelica Association and arsenal research.
- [5] Jaakko Heinonen, Tuomo Kärnä, and Chouping Luo. STRICE REPORT– Dynamic behaviour of the Norströmsgrund lighthouse. Technical Report D-6.2-A, VTT Technical Research Center of Finland, LuleåUniversity of Technology, January 2004.
- [6] P. Jochmann. STRICE REPORT: Full Scale Measurements at Lighthouse Norströmsgrund – winter 2001. Report, Technical D-5.1.1., Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt GmbH, Hamburg, Germany, 2003.
- [7] K. Kolari. http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/arki/kuvat/-strice/Norstromsgrund_Lighthouse_2003.html, February 2003. Online accessed: January 31, 2015.
- [8] A. Y. Leung. An accurate method of dynamic condensation in structural analysis. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 12:1705–1715, 1978.
- [9] A. Y. Leung. An accurate method of dynamic substructuring with simplified computation. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 14:1241–1256, 1979.
- [10] Wojciech Popko. Comparison of full-scale and numerical model dynamic responses of Norströmsgrund lighthouse. In *Proceedings of the ASME 2014 33rd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering OMAE*, San Francisco, CA, USA, June 2014. American Society of Mechanical Engineers.
- [11] Simulia. Abaqus FEA user guide. http://www.3ds.com/products-services/simulia/portfolio/abaqus/latest-release/-?xtmc=abaqus_user_manual&xtcr=4, July 2014. Online accessed on February 2nd, 2015.
- [12] Oscar Wallrapp. Standardization of flexible body modeling in multibody system codes, part i: Definition of standard input data. *Mechanics Based Design of Structures and Machines*, 33(2):283–304, 1994.

Author's Brief Biography/Kratka biografija:



Ivana Krajnović, rođena je u Zrenjaninu 1988. Diplomirala je na Departmanu za građevinarstvo i geodeziju FTNa 2013. a istraživanje iz kojeg je proistekao master rad uradila je na institutu Fraunhofer IWES.

Za istraživanje je dobila stipendiju Fondacije „Dr Zoran Đinđić“ i Ministarstva privrede SR Nemačke.

**PROCENA STANJA I PROJEKAT REKONSTRUKCIJE AB NADVOŽNJAKA NA
MAGISTRALNOM PUTU POŽEGA – UŽICE****ASSESSMENT AND PROJECT OF RECONSTRUCTION OF RC OVERPASS ON THE
MAIN ROAD POZEGA - UZICE**

Nenad Krklješ, Mirjana Malešev, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazana procena stanja, sanacija i ojačanje drumskog nadvožnjaka na magistralnom putu kod Požege. U teorijskom delu je analiziran „Pravilnik iz 2012. god.“ i upoređen je sa „Pravilnikom iz 1991. god.“. U praktičnom delu dat je detaljan opis vizuelnog pregleda konstrukcije nadvožnjaka na osnovu čega je urađena procena stanja elemenata konstrukcije. Dat je detaljan opis defekata i oštećenja registrovanih na nadvožnjaku, kao i opis i rezultati nedestruktivnih ispitivanja na osnovu čega su određene marke betona sa kojima se ušlo u proračun. Urađen je statički proračun prema Pravilnicima o mostovima iz 1948. i 1991. god., kao i dodatni proračun prema Pravilniku iz 2012. god. Dat je predlog sanacionih mera i ojačanja određenih elemenata konstrukcije, kao i predmer radova predviđenih za sanaciju.

Abstract – This paper presents assessment of the condition, repair and strengthening of road overpass on the main road near Požega. In the theoretical part analyzes the "Regulations from 2012." and compared to the "Regulations from 1991.". In the practical part provides a detailed description of the visual inspection of the construction of the overpass on the basis of what has been done assessment of the condition of structural elements. Provides a detailed description of the defects and damage that are registered on the overpass as well as a description and results of non-destructive testing on the basis of which were determined strength of concrete with which they entered into the analysis. Static analysis was done according to the Regulations of bridges from 1948. and 1991. year, as well as a additional analysis according to the Regulations from 2012. year. It is proposed the rehabilitation measures and to strengthen certain elements of the structure, as well as the quantities of the work planned for rehabilitation.

Ključne reči: defekti, oštećenja, procena stanja, sanacija, ojačanje, nadvožnjak.

1. UVOD

Rad se sastoji od dve međusobno nezavisne celine. Prvi deo rada predstavlja teorijsko istraživački deo sa temom „Analiza pravilnika o utvrđivanju nosivosti postojećih mostova na magistralnim i regionalnim putevima iz 2012. god.“, a drugi je vezan za praktični deo tj. procenu stanja, proračun konstrukcije, sanacija i ojačanje konstrukcije nadvožnjaka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Mirjana Malešev, red.prof.

**2. ANALIZA PRAVILNIKA O UTVRĐIVANJU
NOSIVOSTI POSTOJEĆIH MOSTOVA NA
MAGISTRALNIM I REGIONALNIM PUTEVIMA****2.1. Opšte odredbe**

Pravilnik o uvrđivanju nosivosti postojećih mostova na magistralnim i regionalnim putevima propisuje način utvrđivanja nosivosti mostova, izgrađenih pre donošenja Pravilnika iz 1991. godine, kao i mere i aktivnosti koje će se preduzeti ukoliko se utvrdi da određeni most ne ispunjava zahteve u pogledu nosivosti u odnosu na teška teretna vozila.

2.2. Utvrđivanje stanja postojećih mostova

Praćenje tehničkog stanja objekata na putnoj mreži vrši se pregledima i utvrđivanjem oštećenja prema jedinstvenoj metodologiji za celu magistralnu i regionalnu mrežu sledećim vrstama pregleda:

1. redovni pregledi,
2. sistematski pregledi,
3. specijalni pregledi,
4. vanredni pregledi.

2.3. Provera nosivosti i opterećenje

Provera nosivosti postojećih mostova vrši se za osnovna, dopunska i izuzetna delovanja (opterećenja) utvrđena Pravilnikom o tehničkim normativima za određivanje veličina opterećenja mostova (Sl.list SFRJ, br.1/91). Faktor nosivosti preseka, odnosno elementa konstrukcije, određuje se po obrascu:

$$F_n = \frac{N_u - \gamma_g \cdot U_g - \gamma_d \cdot U_d}{\gamma_p \cdot U_p} \quad (1)$$

F_n - faktor nosivosti

N_u - nosivost preseka na lom

γ_g - koeficijent sigurnosti za stalno opterećenje

U_g - merodavni uticaj od stalnog opterećenja

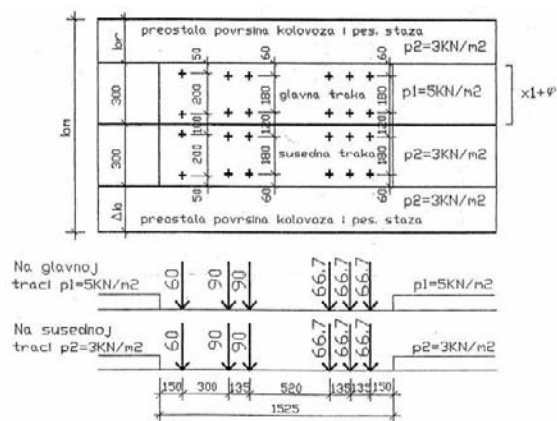
γ_d - koeficijent sigurnosti za dop.opterećenja

U_d - uticaj od dopunskih dopunskih opterećenja

γ_p - koeficijent sigurnosti za pokretna opterećenja

U_p - merodavni uticaj od pokretnog opterećenja

Ukoliko se pri proveru nosivosti, za opterećenje prema vozilu iz "Pravilnik '91" dobije faktor inventarske nosivosti (F_n manji od 1, ($F_{n,i} < 1$), statički uticaji od pokretnog opterećenja utvrdiće se za merodavnu šemu opterećenja (slika 1) teškim teretnim vozilima predloženim Pravilnikom iz 2012. godine.

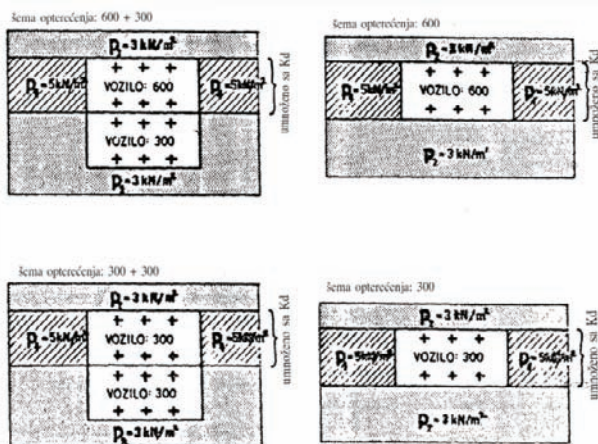


Slika 1. Šema 1

Ukoliko je faktor nosivosti $F_{n,i}$, sračunat za merodavnu šemu Pravilnika iz 2012. godine manji od jedinice, potrebno je ograničiti vrednosti ukupne dozvoljene mase $Q_{d,o}$ i osovinskih opterećenja $P_{d,o}$ teških teretnih vozila koja mogu koristiti most do izvođenja sanacije ili rekonstrukcije mosta koja će omogućiti bezbedan i siguran prelaz teških vozila preko istog.

2.4. Upoređivanje saobraćajnog pokretnog opterećenja Pravilnika iz 2012. god. i Pravilnika iz 1991. god.

Za projektovanje novih mostova kao i za sanaciju postojećih u Republici Srbiji se koristi važeći Pravilnik iz 1991. godine, prema kojem se most, odnosno njegovi delovi proračunavaju prema računskoj šemi opterećenja mosta (slika 2) u zavisnosti od kategorije mosta.



Slika 2. Računske šeme opterećenja u zavisnosti od kategorije mosta

Na osnovu prikazanih računskih šema i tipskih vozila koji se uzimaju u zavisnosti kategorije mosta za proračun statičkih uticaja postojećih mostova dobijaju se jako veliki uticaji u konstrukciji. Zbog toga je za sanaciju postojećih mostova koji su izgrađeni pre 1991. godine bolje uraditi projekat sanacije, odnosno kontrolni proračun konstrukcije prema šemama propisanim Pravilnikom iz 2012. godine, jer daju manje uticaje u konstrukciji a takvo saobraćajno opterećenje predstavljaju realne kamione (slika 3) i samim tim dobijamo ekonomski opravdanu i racionalnu sanaciju. Dok za projektovanje novih mostova zbog konstantnog rasta potrebe za prevozom što većeg tereta, opterećenje propisano Pravilnikom iz 1991. godine predstavlja opravdano saobraćajno opterećenje jer dobijamo velike uticaje u konstrukciji i samim tim smo na strani sigurnosti.



Slika 3. Kamioni koji se kreću na putevima i koji odgovaraju računskoj šemi prema Pravilniku iz 2012 god.

3. PROCENA STANJA MOSTA

3.1. Uvod

Radi procene stanja konstrukcije drumskog nadvožnjaka kod Požege, obavljen je detaljan vizuelni pregled u julu 2015. godine. Na (slici 4) prikazan je izgled predmetnog nadvožnjaka.

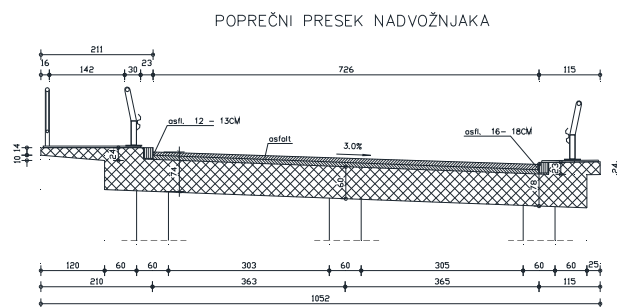


Slika 4. Izgled nadvožnjaka

Nadvožnjak se nalazi na magistralnom putu koji vodi ka Čačku i Užicama. Ispod nadvožnjaka prolazi put koji vodi ka Arilju i pruga sa dva koloseka od toga jedna vodi ka pravcu Beograd – Državna granica Vrbnica a druga ka pravcu Kraljevo – Požega. Pošto nije pronađena projektna dokumentacija pretpostavlja se da je za postojeći nadvožnjak korišćen beton marke MB 30 i glatka armatura GA 240/360. Takođe se pretpostavlja da je za dobijanje uticaja od pokretnog opterećenja konstrukcija proračunata prema nekada važećim PTP propisima odnosno prema Privremenim Tehničkim Propisima iz 1948. godine.

3.2. Konstruktivni sistem

Statički sistem konstrukcije je kontinualno armirano betonska ploča preko tri polja, direktno oslonjena na AB stubove u srednjem delu i na AB masivne čelone zidove na krajevima, raspona u srednjem delu 15,49+15,09+15,01 m. Ukupna dužina konstrukcije nadvožnjaka iznosi 45,59 m.



Slika 5. Poprečni presek glavnog nosača nadvožnjaka

Glavni nosač konstrukcije nadvožnjaka je puna armirano betonska ploča debljine 60 cm koja je u poprečnom preseku nagnuta pod blagim uglom od 3% prema istočnoj strani. Sa zapadne strane nadvožnjaka se na punu AB ploču konzolno oslanja pešačka staza promenljive

debljine $d=14-24$ cm, koja je izdignuta od asfalta i koja je u odnosu na donju ivicu AB ploče izbačena 120 cm. Na istočnoj strani AB ploče je konzolno izbačen AB venac širine 25 cm koji je takođe izdignut u odnosu na asfalt. Širina kolovoza na nadvožnjaku iznosi 726 cm dok je ukupna širina nadvožnjaka 1052 cm.

Glavni vertikalni noseći elementi nadvožnjaka predstavljaju čeonu zidovi na krajevima i u sredini okrugli stubovi prečnika $\varnothing 60$ cm na koje se ploča oslanja direktno bez kapitela.

3.3. Detaljan vizuelni pregled

Vizuelnim pregledom obuhvaćeni su svi dostupni elementi konstrukcije:

- kolovozna ploča
- stubovi
- čeonu zidovi
- krilni zidovi
- produžeci čeonih zidova

Pri pregledu konstrukcije uočeni su sledeći defekti:

- mala debljina zaštitnog sloja betona;
- segregacija betona;
- geometrijske imperfekcije;
- betonska gnezda;
- okrnjene ivice;
- rupičasta površina betona;

Uočena su i sledeća oštećenja:

- prsline i pukotine;
- krunjenje, ljuskanje i otpadanje delova betona;
- površinska korozija armature i uzengija;
- površinska biološka korozija betona;
- tragovi curenja, vlažne mrlje i krečnjačke naslage;
- tačkasta korozija;
- mrlje od rđe;
- zaprljana površina betona.

Donja površina konzole pešačke staze je oljuspana i zahvaćena mrljama od krečnjačkih naslaga dok je na bočnoj strani registrovano odvajanje betona i korozija glavne armature pešačke staze (slika 6).



Slika 6. Odvaljen beton bočne ivice i korozija armature

Oštećenja kolovozne ploče se uglavnom ogledaju u ljuskanju i otpadanju zaštitnih slojeva betona, usled korozije armature i njenog bubrenja. Armaturu je zahvatila manja i veća korozija, a pojedine šipke su i prekinute (slika 7).

Kod registrovanja oštećenja stubova, kod stuba 3/A je zatečeno lokalno obijanje zaštitnog sloja betona ispod nosača zastave i korozija armature i uzengija (slika 8).



Slika 7. Korozija armature i otpadanje zaštitnog sloja



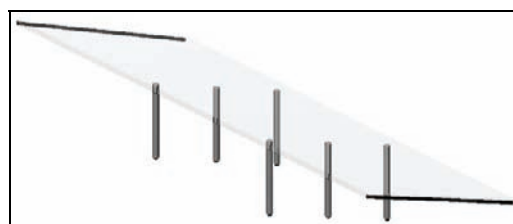
Slika 8. Korozija armature i uzengija stuba

3.4. Nedestruktivne metode

Nedestruktivne metode ispitivanja se koriste za određivanje svojstava očvrstlog betona i za procenu stanja betona. Definišu se kao ispitivanja koja ne prouzrokuju značajnija oštećenja betona. Za određivanje površinske tvrdoće betona primenjena je metoda sklerometra, dok je za određivanje dubine karbonizacije korišćena kolorimetrijska metoda.

4. PRORAČUN KONSTRUKCIJE NADVOŽNJAKA

Proračun i analiza elemenata konstrukcije izvršena je korišćenjem specijalizovanog programa za strukturalnu analizu-Radimpex Tower 6.0 (slika 9). S obzirom na starost konstrukcije i vreme kada je nadvožnjak izveden, proračun postojećeg stanja nadvožnjaka je urađen prema privremenim tehničkim propisima iz 1948. godine za saobraćajno (pokretno) opterećenje od vozila M13, na osnovu kojeg je utvrđena količina armature koja je trebala da bude ugrađena u nadvožnjak. Za kontrolni proračun novoprojektovanog stanja su uzeta opterećenja po važećem Pravilniku za opterećenje mostova iz 1991. godine na osnovu kojih su dobijeni veliki uticaji pa je urađen dodatni proračun prema šemi opterećenja koju propisuje Pravilnik iz 2012. godine. Proračun je izveden po važećoj teoriji graničnog stanja loma za armiranobetonske elemente. Programskim paketom obuhvaćeni su stubovi i kolovozna ploča.



Slika 9. Izgled modela nadvožnjaka

5. PREDLOG SANACIJE NADVOŽNJAKA

Sanacionim rešenjem predviđeno je da se poprave uočeni defekti i oštećenja uočena prilikom vizuelnog pregleda. U tabeli 1 date su operacije koje su predviđene u okviru sanacije i ojačanja elemenata konstrukcije nadvožnjaka.

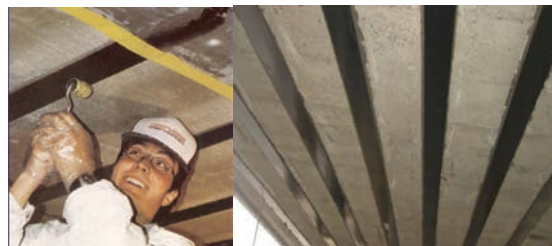
Tabela 1. Predlog sanacije po elementima nadvožnjaka

Element konstrukcije	Predlog sanacije
Zaštitna čelična ograda	uklanjanje stare korodirane ograde i montaža nove
Konzola pešačke staze i AB venca	uklanjanje postojećeg betona pešačke staze i AB venca, odsecanje i uklanjanje postojeće armature i postavljanje nove armature sa betoniranjem novih proširenih konzola
Kolovozna ploča gornja strana	uklanjanje postojećih asfaltnih slojeva, uklanjanje hidroizolacije, čišćenje i otprašivanje, bušenje rupa i priprema za vezu starog i novog betona, postavljanje nove armature i ankera za sprežanje, betoniranje nove ploče, postavljanje hidroizolacije i izvođenje novih asfaltnih slojeva
Kolovozna ploča donja strana	čišćenje površinskih nečistoća i pripremanje površine za lepljenje karbonskih traka, sanacija korodirane armature sa uklanjanjem trošnih slojeva i odsecanjem armature na mestima gde je zahvaćenja jaka korozija sa postavljanjem nove armature i popunjavanjem reparaturnim malterima
Stubovi	podupiranje na mestu pored oštećenog stuba, uklanjanje zaštitnog sloja betona stuba u osi 3/A, čišćenje korodirane armature, priprema za vezu starog i novog betona, postavljanje nove armature sa zavarivanjem čeličnih pločica za vezu postojeće i nove armature i betoniranje dodatnog plašta oko oštećenog stuba
Čeoni zidovi	podupiranje i podizanje kolovozne ploče, odnosno rasterećivanje čeonih zidova, odstranjivanje betona čeonih zidova u kampadama i postavljanje pokretnog i nepokretnog linijskog ležišta
Ležišta	postavljanje pokretnog i nepokretnog linijskog ležišta
Krilni zidovi	uklanjanje i šlicovanje betona za sanciju pukotine na krilnom zidu br.1, odprašivanje i popunjavanje pukotine reparaturnim malterima
Kegle	uklanjanje postojećeg rastinja i zemlje sa formiranjem kegle kod krilnog zida br. 1 od oblog kamena kao što postoji kegle kod krilnog zida br.2
Dilatacije	izvođenje asfaltnih dilatacija na krajevima nadvožnjaka

6. OJAČANJE KONSTRUKCIJE NADVOŽNJAKA

Pod terminom ojačanja nazivaju se intervencije kojima se nekom postojećem elementu obezbeđuje povećani konstrukcijski kapacitet u odnosu na prvobitni. Takvim zahvatima se pored vraćanja svojstava nosivosti pospešuje i trajnost. Rezultati dobijeni proračunom konstrukcije prema važećoj teoriji graničnog stanja loma i aktuelnim propisima za opterećenje drumskih mostova ukazuje da je neophodno izvršiti ojačanje kolovozne ploče. Gornja zona ploče se ojačava dodavanjem ploče $d=10$ cm i armature

neophodne za prihvatanje uticaja od vozila M44, dok se donja zona ojačava lepljenjem karbonskih traka (slika 10) čiji proračun je sproveden u SikaCarboDur software-u namenjen za proračun CarboDur S sistema.



Slika 10. Ojačanje ploče karbonskim trakama

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize svih uočenih defekata i oštećenja, koja su se ispoljila na elementima nadvožnjaka, zaključeno je da stabilnost i funkcionalnost nadvožnjaka nije ugrožena, dok su trajnost i nosivost pojedinih elemenata narušeni. Odgovarajućim tehnikama ojačanja i sanacijom, koji su detaljno dati i opisani u poglavljima vezanim za predlog sanacije i ojačanje konstrukcije a koji se odnose na dodavanje nove ploče sa produženim konzolama u gornjoj zoni, lepljenje karbonskih traka u donjoj zoni i dodavanje novog plašta oko oštećenog stuba, može se vratiti nosivost i produžiti životni vek ovog objekta.

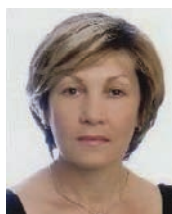
8. LITERATURA

- [1] M. Malešev, V. Radonjanin: Literatura sa predavanja „Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija“ i „Sanacija betonskih konstrukcija“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [2] Z. Brujić: Skripta sa predavanja „Betonske konstrukcije“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [3] Pravilnik o privremenim tehničkim propisima za opterećenje mostova na putevima iz 1948. god.
- [4] Pravilnik o tehničkim normativima za određivanje veličina opterećenja mostova iz 1991. god.
- [5] Pravilnik o utvrđivanju nosivosti postojećih mostova na magistralnim i regionalnim putevima iz 2012. god.
- [6] Pravilnik o dimenzijama, ukupnim masama i osovinskom opterećenju vozila i o osnovnim uslovima koje moraju da ispunjavaju uređaji i oprema na vozilima u saobraćaju na putevima (Sl.list SFRJ br.50/82).

Kratka biografija:



Nenad Krklješ rođen je u Vukovaru 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Modul konstrukcije – Smer procena stanja i sanacija konstrukcija odbranio je u oktobru 2015.god.



Mirjana Malešev rođena je u Zmajevo 1958. god. Doktorirala je na Građevinskom fakultetu u Beogradu 2003. godine, a od 2013. je redovni profesor na FTN. Oblast interesovanja su materijali u građevinarstvu, tehnologija betona, procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija.

CARINSKO POSTUPANJE I RIZICI U KONTEJNERSKOM TRANSPORTU**CUSTOMS PROCEDURES AND RISKS IN CONTAINER TRANSPORT**Miloš Damjanov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj - U radu se analizira carinski postupak sa kontejnerima u Republici Srbiji. Prvo su istaknute tehničko-tehnološke karakteristike kontejnera kao tovarno-manipulativne jedinice u međunarodnoj isporuci. Zatim su identifikovani carinski rizici i opisan carinski postupak u kontejnerskom transportu. Carinski rizici su identifikovani na osnovu iskustva u EU, a carinski postupak je utvrđen na osnovu primera privremenog uvoza kontejnera do Luke Novi Sad snimanjem postojećeg stanja i intervjuom sa privrednicima koji se bave organizacijom kontejnerskog transporta. Utvrđeno je da prevoz kontejnerom sa svih istraživanih aspekata ima prednosti i nedostatke u odnosu na prevoz robe bez kontejnera.

Abstract - In this paper, customs procedure with containers in Republic of Serbia is explored. Technical and technological characteristics of the containers as loading and manipulative units in the international delivery were presented. Then customs procedures and customs risks associated with container transport were identified. Customs risks are identified based on EU experience, while the customs procedure is described according to an example of the temporary importation of containerised goods to the Port of Novi Sad and current situation and interviews with businessmen who are involved in container transport management. It was found that the transport of containerised goods has both advantages and disadvantages in relation to transport of goods without containers.

Ključne reči: Kombinovani transport, kontejner, carinski postupci u kontejnerskom transportu, carinski rizici u kontejnerskom transportu

1. UVOD

Kontejnerski transport je sistem kombinovanog transporta, koji se može definisati kao sistem transporta kod kojeg je roba utovarena u homogene transportne jedinice, koje se usput nerasformiravaju, a sredstvima jednog ili više nosilaca transporta prevoze se od mesta proizvodnje do mesta potrošnje [1].

Transport predstavlja kompleksan proces premeštanja, prevoza i prenosa objekata sa jednog na drugo mesto. Svako premeštanje, prevoz i prenos objekata nosi sa sobom rizik jer u ovom procesu postoji veliki broj činilaca na koje je nemoguće uticati. Rizik je događaj koji

sa sobom nosi neizvesnost ili gubitak. Neizvesnost postoji kada se ne može sa sigurnošću znati ishod određenog događaja.

Pored ovih, transportnih, postoje i carinski rizici. To su rizici, čijim postojanjem može doći do sprečavanja pravilne primene carinskih i drugih propisa, ugrožavanja finansijskih interesa neke zemlje i mogu da predstavljaju pretnju po bezbednost zemlje i njenih građana.

Kako bi se smanjila verovatnoća nastajanja carinskih rizika, uvodi se upravljanje rizicima.

2. KONTEJNERI

Kontejner sa stručnog aspekta predstavlja manipulativno – transportnu jedinicu, koja je najčešće u obliku zatvorene posude/čeličnog sanduka i služi za formiranje krupnih jedinica tereta u cilju racionalizacije manipulativnih i skladišnih operacija [2].

Postoji više vrsta kontejnera u zavisnosti od: namene, vrste robe koja se prevozi, nosivosti, vrste materijala od kojih su napravljeni, vrsti konstrukcije, mestu korišćenja, načinu prevoza, vrsti uređaja kojima su opremljeni u cilju obezbeđenja uslova za prevoz određenih vrsta robe, podobnostima i mogućnostima pretovara, itd.

Tipične tehnologije kontejnerskog transporta su: tehnologije pripreme, punjenja i pražnjenja; tehnologije obezbeđenja robe u kontejnerima; tehnologije pričvršćivanja kontejnera na transportnom sredstvu; tehnologije manipulisanja kontejnera; kontejnerski transport; tehnologija skladištenja kontejnera u terminalima.

Tehnologija transporta kontejnera se deli na: tehnologiju kopnenog transporta kontejnera, tehnologiju kopneno-rečnog transporta, tehnologiju kopneno-pomorskog transporta, tehnologiju kopneno-vazdušnog transporta, tehnologiju kopnenih kontejnerskih mostova [1].

3. RIZIK U TRANSPORTU I FAKTORI KOJI UTIČU NA RIZIK

Za vreme transporta roba je izložena brojnim i raznovrsnim rizicima. Neki od njih su posledica odvijanja transportnog procesa, dok su drugi rezultat radnji odnosno propusta stranaka i trećih osoba ili su u vezi sa svojstvima same robe. Svi rizici se mogu podeliti na:

- osnovne rizike,
- dopunske rizike,
- specijalne rizike,
- ratne i političke rizike [3].

Faktori koji utiču na rizike dele se na:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Đurđica Stojanović, vanr. prof.

- prirodne faktore (prirodne katastrofe, ekstremni vremenski uslovi),
- geopolitičke faktore (politička nestabilnost, trgovinska ograničenja, terorizam, korupcija, krađe i ilegalna trgovina),
- ekonomske faktore (promene u potražnji robe, nestabilnost cena, kašnjenja na granici, promene kursa...)
- tehnološke faktore (informaciona tehnologija, infrastruktura) [4].

Geopolitički faktori su povezani sa carinskim postupkom, kontrolom i procenom rizika, zbog toga što se oni odnose na terorizam, korupciju, krađe i ilegalnu trgovinu, a cilj kontrole i procene rizika je da se te nelegalne aktivnosti svedu na minimum.

U poslednje vreme, zbog sve veće zastupljenosti informacionih sistema, tehnološki faktori su našli vezu sa kontrolom i procenom carinskog rizika. Ta veza se ogleda u tome što se kontrola i procena rizika zasniva na primeni informacionih tehnologija.

4. SAVREMENI PRISTUP U UPRAVLJANJU RIZIKOM U CARINSKOM POSTUPKU

4.1 Definicija upravljanja rizikom u EU

Carinski rizik predstavlja verovatnoću da će nešto sprečiti primenu mera Zajednice ili nacionalnih mera koje se odnose na carinski tretman robe.

Da bi smanjila pojavu rizika, carina koristi tehniku upravljanja rizicima. Upravljanje rizikom se može definisati kao: tehnika za sistematsko identifikovanje i implementaciju svih neophodnih mera za smanjenje verovatnoće nastajanja rizika [5].

4.2 Generalni principi upravljanja rizikom u EU

Za carinsku upravu uvek postoji element rizika u kontroli i olakšanju kretanja robe. Obim kontrole, trebalo bi da bude proporcionalan stepenu procenjenog rizika.

U upravljanju rizikom mora postojati ravnoteža između troškova i koristi, kao što je jasno, nije isplativo rešavanje svih rizika podjednako. Kriterijumi su potrebni da bi se odlučilo šta predstavlja prihvatljiv ili neprihvatljiv nivo rizika [6].

4.3 Elementi procesa upravljanja rizikom u EU

Proces upravljanja rizicima obuhvata sledeće elemente:

- kontekst,
- analiza rizika,
- tretman,
- monitoring.

Kontekst predstavlja sredinu u kojoj je proces upravljanja rizicima izveden.

Drugi element je analiza rizika. Ovaj korak procesa upravljanja rizikom može biti kompleksan. Neke države članice više vole da vide ovaj korak sa više detalja i koriste podprocese. Ovi podprocesi su:

Utvrdjivanje rizičnih podataka - Sve raspoložive informacije treba preispitati kao potencijalne izvore rizičnih podataka, proceniti tačnost.

Analiza rizika - Postoje dve vrste rizika: dokazani i potencijalni rizik.

Procena rizika - Postoji više sistema za rangiranje rizika, a najrasprostranjeniji je onaj koji procenjuje rizik kao visoki, srednji i niski.

Treći element je tretman. Kontrolni postupci mogu biti na licu mesta ili u prostorijama trgovca.

Ni jedan sistem nije potpun bez efikasnog monitoringa procesa, koji obezbeđuje da sve važne informacije budu tačne, redovno ažurirane i relevantne [6].

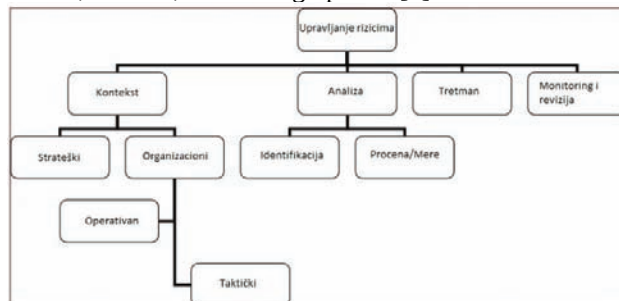
4.4 Upravljanje rizicima u Srbiji

Carinski rizik je, prema našem zakonu, verovatnoća nastajanja događaja u vezi s unošenjem, iznošenjem, tranzitom, prenosom ili krajnjom upotrebom robe, kao i u vezi s robom koja nema status domaće robe, i može da ima jednu od sledećih posledica: sprečavanje pravilne primene carinskih i drugih propisa, ugrožavanje finansijskih interesa Republike Srbije, da predstavlja pretnju po bezbednost Republike Srbije i njenih građana, po javni moral, zdravlje ljudi, životinja i biljaka, nacionalno blago istorijske, umetničke ili arheološke vrednosti, prava intelektualne svojine, prava potrošača, životnu sredinu i dr.

Upravljanje rizikom, prema našem zakonu, je sistematsko utvrđivanje rizika i primena svih neophodnih mera za umanjivanje rizika [7].

4.5 Proces upravljanja rizikom u Srbiji

Kako bi dostigla postavljene ciljeve strategije upravljanja rizikom, Uprava carina Republike Srbije koristi okvir standarda za upravljanje rizikom u upravi carina EU (Slika 1.), koja se sastoji iz sledećih elemenata: kontekst, analiza, tretman, monitoring i revizija.



Slika 1. Okvir standarda upravljanja rizikom u upravi carina RS

4.6 Pojednostavljeni carinski postupci

Pojednostavljene carinske procedure imaju za cilj da olakšaju uvoz i izvoz, povećaju konkurentnost i na taj način doprinesu ekonomičnijem i efikasnijem poslovanju. Ove carinske olakšice, u našoj zemlji, mogu da koriste samo kompanije koje posluju u skladu sa Zakonom, koje posluju u skladu sa svetskim standardima sigurnosti i bezbednosti, čiji obim poslovanja je značajan za nacionalnu ekonomiju, koje svojim bonitetom i finansijskom likvidnošću garantuju za ukazano poverenje i koje svoje evidencije i komunikaciju sa Upravom carina obavljaju elektronskim putem. Ukoliko ove kompanije ispune sve uslove, propisane zakonom, stiču status ovlašćenog privrednog subjekta, koje na taj način stiču pravo korišćenja pojednostavljenih carinskih postupaka [9].

5. CARINSKI POSTUPAK U KONTEJNERSKOM TRANSPORTU

Carinski postupak je:

- postupak stavljanja robe u slobodan promet,
- postupak tranzita (spoljni i unutrašnji),
- postupak carinskog skladištenja,
- postupak aktivnog oplemenjivanja,
- postupak prerade pod carinskom kontrolom,
- postupak privremenog uvoza,
- postupak pasivnog oplemenjivanja,
- postupak izvoza [7].

Kontejneri uobičajeno podležu postupku privremenog uvoza (i uvoza). U nastavku rada taj postupak biće detaljnije opisan.

5.1 Carinski dokumenti

Osnovni carinski dokumenti koji se koriste u carinskom postupku su:

- Deklaracija – Jedinstvena carinska isprava
- Deklaracija o carinskoj vrednosti robe
- Sažeta deklaracija
- Spisak pošiljke
- TIR karnet
- ATA karnet [10].

5.2 Privremeni uvoz kontejnera

Osnovni ciljevi Carinske konvencije o kontejnerima, koju je u Ženevi 1972. godine donela Evropska ekonomska komisija Ujedinjenih nacija, je pojednostavljenje i ubrzanje carinskih formalnosti za privremeni uvoz kontejnera koji se koriste u međunarodnom saobraćaju. Carinskom konvencijom o kontejnerima omogućen je privremeni uvoz kontejnera bez carinskih dažbina i taksa i bez uvoznih ograničenja i zabrana, pod uslovom vraćanja u inostranstvo u roku od tri meseca od dana uvoza. Odredbe konvencije se ne odnose na privremeni uvoz kontejnera koji su predmet kupovine, zakupa, iznajmljivanja ili ugovora slične vrste [11].

5.3 Uslovi pod kojima se može odobriti privremeni uvoz/izvoz kontejnera

Privremeni uvoz kontejnera se odobrava ako su trajno označeni, postojano i na vidljivom mestu, sa sledećim podacima:

Identitetom vlasnika ili operatera, sa upisanim imenom i prezimenom/nazivom, odnosno prepoznatljivom identifikacionom oznakom; Kod kontejnera posebno namenjenih za kombinovani železničko-drumski prevoz: sa identifikacionim oznakama i brojem kontejnera, datim od vlasnika ili operatera, tara-težinom, uključujući svu trajno pričvršćenu opremu [12].

5.4 Postupak privremenog uvoza kontejnera

U ovoj tački posebno su istaknute samo neke od ključnih aktivnosti u postupku privremenog uvoza kontejnera.

- Usmeno prijavljivanje

Kontejner može deklarant, ili ovlašćeni zastupnik, prijaviti za postupak privremenog uvoza ulaznoj carinskoj

ispostavi usmenim putem, uz podnošenje odgovarajuće isprave (profaktura za kontejner ili izjava) u dva primerka.

- Ponovni izvoz privremeno uvezenih kontejnera
Deklarant usmeno prijavljuje kontejner kod izlazne carinske ispostave, uz podnošenje dve kopije isprave kojom je odobren privremeni uvoz. Ukoliko se ponovni izvoz kontejnera obavlja preko druge granične ispostave, ova ispostava je u obavezi da o tome na adekvatan način obavesti ulaznu carinsku ispostavu.

- Postupak kada kontejneri ulaze kao roba
U slučaju kada kontejner ulazi na carinsko područje Republike Srbije kao roba obaveza je lica koje unosi robu, ili od njega ovlašćenog lica, da kontejner prijavi ulaznoj carinskoj ispostavi podnošenjem tranzitnog dokumenta [12].

Sličan postupak se primenjuje kada se roba privremeno izvozi sa namerom da se ponovo uveze u nepromenjenom stanju.

5.5 Korišćenje kontejnera u unutrašnjem saobraćaju

Kontejneri koji su privremeno uvezeni na osnovu odredbi Konvencije o kontejnerima mogu se koristiti u unutrašnjem saobraćaju samo pod uslovima da se:

1. transport kontejnera obavi odgovarajućim direktnim putem do ili blizu mesta gde će se vršiti utovar izvoznog tereta ili odakle kontejner treba da se prazan vrati u inostranstvo,
2. kontejner u unutrašnjem saobraćaju iskoristi samo jedanput, i to neposredno pre njegovog vraćanja u inostranstvo [11].

6. CARINSKI RIZICI U KONTEJNERSKOM TRANSPORTU

6.1 Kontejnerski transportni lanac i njegova bezbednost

Kontejneri se transportuju kroz mrežu koju čine čvorovi i veze. Čvorove predstavljaju kontejnerski terminali ili depoi, gde se vrši manipulacija kontejnerima.

Veze između čvorova predstavljaju drumski, železnički, vodni ili vazdušni transport. Rizik koji nosi bezbednosni propust nekog čvora ili veze može da ugrozi sigurnost celog kontejnerskog transportnog lanca [13].

6.2 Sigurnosne mere u kontejnerskom lancu

Sigurnosne mere koje se primenjuju u kontejnerskom transportu se mogu podeliti u pet grupa:

- mere skeniranja, ili neke druge mere, radi utvrđivanja sadržaja kontejnera,
- mere za obezbeđivanje fizičkog integriteta kontejnera,
- mere koje omogućavaju sigurnost kontejnera u transportnom lancu,
- mere praćenja kontejnera u transportnom lancu,
- mere koje omogućavaju pružanje i korišćenje informacija u vezi pošiljke [13].

7. CARINSKO POSTUPANJE SA KONTEJNERIMA U LUCI NOVI SAD

7.1 Kontejnerski terminal u Luci Novi Sad

Kontejnerski terminal Novi Sad u funkciji kopnenog ("inland") terminala i nalazi se u Luci Novi Sad. **AG TRANSRI LOGISTIC DOO BEOGRAD**, se bavi transportom kontejnera iz raznih delova sveta, preko luke Rijeka i drugih luka iz okruženja, do krajnjih destinacija u Srbiji ili zemljama u okruženju.

Kontejnerski terminal u Novom Sadu sa površinom od 2000 m², je jedan od tri ove veličine u R. Srbiji, i opremljen je sa svom neophodnom opremom koju ovakvi terminali moraju da poseduju.

7.2 Kontejnerski transport u Luci Novi Sad

Što se tiče dopreme i otpreme kontejnera u luci se koristi tehnologija kopnenog transporta. Za dopremu kontejnera do terminala koristi se železnički a za otpremu do krajnjeg primaoca drumski vid transporta.

Tehnologija manipulisanja (utovar i istovar) kontejnera se zasniva na vertikalnom pretovaru.

Što se tiče tehnologije skladištenja, u luci, koristi se prvenstveno otvoreno skladište, gde se kontejneri slažu jedan na drugi. Ukoliko je potrebno, moguće je skladištiti kontejnere i u jednom od zatvorenih skladišta luke (nisu u sastavu kontejnerskog terminala).

Deo ovog otvorenog skladišta površine od 300 m² predstavlja carinsko skladište TIP-A (kod koga odgovornost snosi držalac skladišta) čiji je kapacitet maksimalno 75 TEU. Kapacitet carinskog skladišta, kako se pokazalo u praksi, nije potreban da bude veći obzirom na veliku frekvenciju (kontejneri se ne zadržavaju dugo u carinskom prostoru) tako da je ostali prostor pretvoren u domaće skladište gde se i odvija najveće zadržavanje kontejnera.

Carinjenje kontejnera, koji se upućuju na terminal u Luci Novi Sad, se vrši u Carinskoj ispostavi Ranžirna Novi Sad, na ranžirnoj stanici u Novom Sadu, gde se carine sve železničke pošiljke. Kada se kontejneri dopreme do uputne železničke stanice - CI Ranžirna, vrše se carinske formalnosti. Železnica prijavljuje robu carinskoj ispostavi. Carinski zastupnik ili primalac podnose dokumenta za postupak naknadnog tranzita jer je potrebno kontejnere sa robom dopremiti, od CI Ranžirna Novi Sad, do kontejnerskog terminala u Luci Novi Sad. AG Transri Logistic uglavnom pruža usluge smeštaja kontejnera pod carinskim nadzorom u svoje skladište. Nakon smeštaja roba u kontejneru se može cariniti u skladištu, proslediti u drugu carinsku ispostavu, po nalogu uvoznika, ili se ista iz određenih razloga može vratiti pošiljaocu.

8. ZAKLJUČAK

Carinski postupak sa kontejnerima kod nas je komplikovaniji u odnosu na EU, jer se pored carinskih postupaka sa robom koja se transportuje u kontejnerima sprovode i carinski postupci sa kontejnerima (najčešće privremeni uvoz), što povećava složenost procedure i usporava rad carinskih organa.

Prednosti prilikom korišćenja kontejnera ogledaju se u tome da, kada je roba utovarena u kontejner, kontejner se zatvara i osigurava mehaničkim ili elektronskim mehanizmom. To znači da je i sama roba sigurna. Nedostaci su ti što ti mehanizmi ne sprečavaju obijanje kontejnera nego su tu da bi ukoliko dođe do obijanja pokažu da je kontejner obijen.

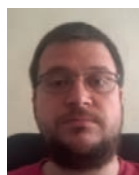
Razmena informacija o rizicima je bitna za balans između visine carinskih rizika i efikasnosti carinskih postupaka. Carinski rizici će uvek postojati i zato je bitno da se informacija o njima dobije na pravo vreme kako bi carinski postupci bili što efikasniji.

Potrebno je još napora da bi Uprava carine Republike Srbije potpuno usaglasila zakone i podzakonske akte, kao i praksu sa Evropskom unijom. Tu spada i upravljanje rizicima u carinskom postupku. Važno je unaprediti naknadne kontrole koje se baziraju na analizi rizika, povećati broj privrednih društava koja koriste pojednostavljene carinske postupke i postupke koji se odnose na ovlašćene izvoznike.

8. LITERATURA

- [1] Perišić, R., *Savremene tehnologije transporta II*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1991.
- [2]<http://www.slidesearchengine.com/slide/kontejnerizacija>
- [3] Gajić, V., *Skripta iz špedicije*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.
- [4]https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch9en/conc9en/supply_chain_risks.html
- [5]http://ec.europa.eu/taxation_customs/customs/customs_controls/risk_management/index_en.htm
- [6]http://ec.europa.eu/taxation_customs/resources/documents/ntfs/framework_doc.pdf
- [7] <http://www.carina.rs/cyr/Zakoni/CarinskiZakon.pdf>
- [8]<http://www.seio.gov.rs/upload/documents/ekspertske%20misije/organizovani%20kriminal/RISK%20MANAGEMENT%20STRATEGY%20OF%20THE%20CAS.pdf>
- [9]http://www.kombeg.org.rs/aktivnosti/udr_saobracaja/Detaljnije.aspx?veza=1472
- [10] Stojanović, Đ., *Praktikum iz špedicije*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.
- [11]<http://www.carina.rs/cyr/Zakoni/Uputstvo-kontejneri.pdf>
- [12]<http://www.carina.rs/cyr/Zakoni/Usmeno%20dekl%20%20KONTEJNERA.pdf>
- [13]<http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/05ContainerSec.pdf>

Kratka biografija:



Miloš Damjanov rođen je u Novom Sadu 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja-Tehnologije kombinovanog transporta odbranio je 2015. godine.

**МЕРЕ ЗА ПОБОЉШАЊЕ РАДА И ПОСЛОВАЊА СЕКТОРА ТРАНСПОРТА
ПРЕДУЗЕЋА АД „МИТРОСРЕМ“****MEASURES FOR IMPROVEMENT OF WORK AND BUSINESS THE TRANSPORT
SECTOR OF AD „MITROSREM“**

Ивана Јовановић, Павле Гладовић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Кратај садржај – У овом раду приказана је анализа организационе структуре сектора транспорта, структуре и организације возног парка, као и мере за побољшање рада и пословања.

This paper presents the analysis of the organizational structure of the transport sector and measures for improvement of work and business..

Кључне речи: Транспортни сектор, Возни парк, Анализа рада возног парка

1. УВОД

Под транспортом се подразумева скуп или комплекс активности на премештању (превозу) путника и робе уз помоћ транспортних средстава (возила) од извора до циља путовања. У том процесу, путници и роба представљају предмет рада, а транспортна средства средства рада. Транспорт, односно превоз је привредна делатност која се манифестује премештањем људи, робе и енергије у географском простору. Транспортни процес карактеришу три основне фазе: утовар, превоз и истовар. Транспорт има важну улогу у процесу производње, јер се као обавезан елемент у реализацији производње појављује превоз сировина, материјала, полуфабриката и готових производа. Без квалитетног транспорта нема ни квалитетне производње ни потрошње, па ни квалитетног животног стандарда.

2. ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ О ПРЕДУЗЕЋУ

Акционарско друштво „Митросрем“ формирано је 1971. године интеграцијом пољопривредних организација са подручја општине Сремска Митровица. Формирање „Митросрема“ означило је даљу концентрацију и интеграцију примарне пољопривреде на подручју Сремске Митровице и Војводине и заокружило је процес укрупњавања пољопривреде на подручју општине. Данас је „Митросрем“ Акционарско друштво за пољопривредну производњу. Географско подручје на коме се одвија процес производње смештено је у области југозападног Срема, У Војводини. Седиште предузећа налази се у Сремској Митровици, 50 километара западно од Београда и 50 километара јужно од Новог Сада.

НАПОМЕНА:

Овај рад је произтекао из мастер рада чији ментор је био др Павле Гладовић, ред.проф.

3. РАДНА ЈЕДИНИЦА „ТРАНСПОРТ“

Све потребе за транспортом у оквиру пољопривредне организације „Митросрем“ реализује Радна јединица „Транспорт. Највећи део реализованих транспортних процеса је везан за превоз робе из Фабрике „Корн продукт“, која је саставни део предузећа, према купцима широм Републике Србије.

Други део реализованих вожњи се везује за транспорт унутар самог предузећа, односно између радних јединица а један део су вожње везане а набавку поребних сировина и других материјала.. Ова јединица нема одговарајуће доводе за превоз робе у међународном транспорту и регистрована је искључиво за превоз робе за сопствене потребе.

3.1. Транспортни процес

Алгоритам транспортног процеса овог сектора је тешко прецизно дефинисати. Многи проблеми, несвојствени другим сличним организацијама, са којима се сусреће руководство диктирају услове одвијања сваке вожње појединачно.

За оптимално функционисање транспортног сектора потребно је прецизно дефинисати све кораке при реализацији транспортног процеса и придржавати се истих.

Током анализе технологије рада Радне јединице „Транспорт“ уочено је доста неправилности које утичу на транспортни процес. Неке од њих је могуће исправити предложеним мерама:

Преузимање налога, односно наруџбине за вожњама је неопходно спровести кроз један канал, односно сви налози би требали да иду кроз комерцијални сектор предузећа. До сада постоји пракса да друге радне јединице захватају возила за своје потребе, а да се при томе не води рачуна о приоритетним затевима.

Захтеви предузећа за вожњама би требала у већој мери да буду раније најављена, како би се на време извршила организација транспорта и нашло слободно возило које испуњава задате захтеве.

Како би се користио резервоар са горивом у склопу ове радне јединице, неопходно је увести резервоар са двоструким дном које смањује опасност од загађења терена горивом и осталим дериватима нафте. Као привремено решење гориво се може чувати у бурадима од цинкованог челичног лима, заварене конструкције са по два челична обруча.

4. АНАЛИЗА И ОЦЕНА РАДА ВОЗИЛА

Под возним парком подразумевамо скуп свих транспортних средстава аутотранспортних предузећа. По свом саставу возни парк може бити хомоген или хетероген. Висока ефикасност при раду се најлакше остварује са хомогеним возним парком.

У Радној јединици „Транспорт“ пољопривредног предузећа АД „Митросрем“, као и у већини других транспортних сектора, заступљен је хетерогени возни парк.

Табела 4.1. *Инвентарски возни парк*

ТИП ВОЗИЛА	НОСИВОСТ (t)	ГОД. ПРОИЗВОДЊЕ
МВ 2543	11,8	2001
FAP 1620	9	1986
FAP 1620	8,7	1989
FAP 1620	7,02	1990
FAP 1620	8,7	1986
FAP 1620	8,7	1989
FAP 1620	9,6	1989
FAP 1620	8,7	1989
FAP 1620	8,7	1987
KOMBI VW	1,43	2012

У табели 4.1. приказан је инвентарски возни парк Радне јединице „Транспорт“ АД Митросрема. Њега чини 10 возила. Од возила су најзаступљенији камони марке FAP 1620. Осим камиона овај возни парк у свом саставу има и комби VW. Може се приметити да је возни парк хетероген. За продуктивније пословање овог транспортног сектора треба тежити хомогеном возном парку.

Табела 4.2. *Приказ показатеља рада возног парка*

Назив и тип возила	Носивост (t)	ADi	ADs	ADr	ADg	ADn
MERCEDES ACTROS	11,8+24	365	340	200	140	25
FAP 1620	9+12	365	300	265	35	65
FAP 1620	8,7	365	264	214	50	101
FAP 1620	7,02	365	228	180	48	137
FAP 1620	8,7+12	365	216	118	98	149
FAP 1620	8,7+10	365	276	200	76	89
FAP 1620	9,6+12	365	125	125	0	240
FAP 1620	8,7	365	244	200	44	121
FAP 1620	8,7+12	365	280	216	64	85
KOMBI VW	1,43	365	257	165	92	108
Укупно	165,78	3650	2530	1883	647	1120

Показатељи рада возног парка приказани су у табели 4.2. где су:

ADi - инвентарски ауто-дани

ADs - ауто-дани способних возила

ADr - ауто-дани на раду

ADg - ауто-дани у гаражи

ADn - ауто-дани неспособних возила

Коефицијент техничке исправности возног парка α_t

$$\alpha_m = \frac{\sum_{i=1}^{10} ADs}{\sum_{i=1}^{10} ADi} = \frac{2530}{3650} = 0,69$$

Коефицијент техничке исправности возила није задовољавајућ, тако да је потребно обратити пажњу на исправност возила и унапредити овај коефицијент. С обзиром да су возила неповољне старосне структуре, овај проблем би требао да се реши подмлађивањем возила.

Коефицијент искоришћења возног парка α

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^{10} ADr}{\sum_{i=1}^{10} ADi} = \frac{1883}{3650} = 0,52$$

Овај коефицијент је такође неповољан и он би се могао кориговати ангажовањем возила за потребе транспорта ван АД «Митросрем». За овај корак транспортни сектор ове фирме се мора регистровати и добити одговарајуће дозволе.

Коефицијент искоришћења технички исправног возног парка α'

$$\alpha' = \frac{\sum_{i=1}^{10} ADr}{\sum_{i=1}^{10} ADs} = \frac{1883}{2530} = 0,75$$

Овај коефицијент је задовољавајућ.

Коефицијент искоришћења времена у току 24 часа ρ

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{10} AGr}{24 \sum_{i=1}^{10} ADr} = \frac{18441}{45192} = 0,41$$

Овај коефицијент и се такође могао поправити ангажовањем возила и за вожње ван предзећа.

Коефицијент искоришћења радног времена δ

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^{10} AHW}{\sum_{i=1}^{10} AGr} = \frac{14896,8}{18441} = 0,80$$

Овај коефицијент је задовољавајућ.

4.1. Оцена постојећег стања

Током анализе рада возила у транспортном сектору АД „Митрострема“ може се закључити следеће:

На првом месту потребно је извршити подмлађивање возног парка, односно инвестирати у возила новије производње. Ово је изузетно значајно.

Коефицијент техничке исправности возног парка α_t , који нам говори који део од укупно расположивог времена у данима су возила технички исправна, није задовољавајућ, што је највероватније последица неповољне старосне структуре возног парка. Набавка возила новије године производње ће позитивно утицати на овај коефицијент

Коефицијент искоришћења возног парка, који одређује који део од укупно расположивог времена у данима су возила провела на раду, је такође на ниском нивоу. Овај коефицијент се може поправити ангажовањем возила и за клијенте ван АД „Митросрема“. За реализацију овог предлога потребно је да се Радна јединица „Транспорт“ региструје као Аутотранспортно предузеће, али пре тога је потребно реализовати претходну ставку, односно инвестирати у набавку возила новије године производње.

Коефицијент искоришћења радног времена δ , који даје оцену степена искоришћења радног времена возила има задовољавајућу вредност.

5. БИЛАНС ПРЕЂЕНОГ ПУТА

Анализом РЈ Транспорт уочено је да је већина возњи проста, без повратних тура, са slabим искоришћењем корисне носивости.

Анализираћемо две просте возње које су највећој мери заступљене. Сви параметри се односе наперед од годину дана.

Превозни пут: Сремска Митровица – Београд – Сремска Митровица, купац је Idea d.o.o.

Табела 5.1. *Пређени пут возила*

Kt	Kn	Kp	K
5993	240	5472	11705

У Табели 5.1. приказн је пређени пут камина марке Mercedes Astros, на релацији: Сремска Митровица – Београд – Сремска Митровица.

Kt – продуктиван (са теретом) пређен пут возила

Kp – непродуктиван (празан) пређени пут возила

Kn - нулти пређени пут возила,.

K - укупни пређени пут једног возила

$$K = Kt + Kp + Kn$$

Превозни пут: Сремска Митровица – Шимановци – Сремска Митровица, купас је Lagermax

Табела 5.2. *Пређени пут возила*

Kt	Kn	Kp	K
4687	237	4344	9268

У Табели 5.1. приказн је пређени пут камиона марке Mercedes Astros, на релацији: Сремска Митровица – Шимановци – Сремска Митровица.

Ради боље искоршћености носивости и повећање производности теретног возила, предложен је превозни пут Сремска Митровица – Шимановци – Београд - Сремска Митровица. Роба се преузима у Сремској Митовици, затим се превози до Шимановаца где се врши истовар првог дела робе, затим се упућује у Београд гд се врши истовар другог дела робе и касније упућује на утовар робе и повратак у Сремску Митровицу.

Табела 5.3. *Пређени пут возила*

Kt	Kn	Kp	K
12025	240	800	13065

У табели 5.1. приказан је пређени пут камиона марке Mercedes Astros, на релацији: Сремска Митровица – Шимановци – Београд - Сремска Митровица, са повратном возњом.

Табела 5.4. *Упоредивање параметара за тренутно о иредложено стање*

Параметри	Реално стање I	Реално стање II	Предложено стање
Време трајања обрта T_o [min]	286,55	226,42	343,25
Коефицијент искоришћења пређеног пута β	0,51	0,505	0,92
Средња дужина возње са теретом Kst_i [km]	75	59,32	50,1
Остварени обим превоза U [tkm]	24242	17932	151575,13
Пуна производност у зависности од транспортног рада W_U [tkm/hi]	11,75	9	76,09
Пуна производност у зависн. од транс. терета W_Q [tkm/hi]	0,15	0,15	1,51
Радна производност у зависности од транс. рада W_U [tkm/hi]	33,69	45,39	383,73
Радна производност у зависности од транс. терета W_Q [tkm/hi]	0,44	0,76	7,66

У Табели 5.4. приказани су добијени резултати за тренутно и предложено стање рада возила на споменутим деоницама.. Може се приметити значајна повећање коефицијента искоришћења пређеног пута β , затим оставреног обима превоза U .

Такође, сабирањем превозних путева и са повратном пуном возњом производност возила је повећана, што је главни циљ ове анализе. Време трајања обрта T_o обрта је повећано, што је неповољно, али се може кориговати разним мерама.

6. ПРЕДЛОГ МЕРА

Током анализе траснпоспортног сектора, може се закључити да је пре увођења свих мера превасходно потребно подићи свест менаџмента фирме о важности транспортне јединице, као логистичке подршке свим другим активностима у предузећу.

Побољшање квалификационе структуре у транспортном сектору запослених је прва мера која се треба применити. Комплексност технологије рада друмског транспортна захтева стручност и обученост руководиоца транспортних процеса који са потребним вештинама могу у пракси применити основне принципе руковођења транспортним процесима.

Веома слаба искоришћеност товарног простора је у овом случају најочигледнији показатељ лошег руковођења транспортних процеса. Ово је резултат лоше усаглашености транспортног сектора и комерцијалне службе предузећа.

Узимајући у обзир неповољну старосну структуру возног парка, потребно је постепено извршити његову модернизацију.

Трошкови одржавања возила све више расту што су возила старија.

Приликом набавке нових возила потребно је обратити пажњу и на носивост возила, односно бирати возила веће корисне носивости.

Такође би требало тежити хомогенизацији возног парка, ради лакшег одржавања и сервисирања.

Праћење релевантних података је основни предуслов за рационално искоришћење возног парка. За извршење овог задатка потребно је направити посебну пословну јединицу, односно службу задужену за транспортне процесе, а запослене обучити за реализацију постављених задатака.

Рад ове службе би пратило и увођење информационих система, односно специјализованих софтвера који би олакшао прикупљање и евиденцију потребних података за рационализацију транспортних процеса.

Увођење GPS, односно Глобалног система за позиционирање такође је једна од предложених мера за побољшање.

Међу последње наведеним мерама за побољшање квалитета пословања транспортног сектора је увођење „Система квалитета“, чиме се остварује квалитет као најважнији тржишни фактор у међународној и унутрашњој размени производа и услуга. Стандардизација и сертификација су део процеса потврђивања квалитета.

7. ЗАКЉУЧАК

У овом раду извршена је анализа пословања Радне јединице „Транспорт“ Акционарског друштва „Митросрем“. Циљ овог рада је да се након анализе пословања Радне јединице „Транспорт“, укаже на недостатке и пропусе овог сектора, као и да се предложи мера за унапређење организације управљања транспортом и оптимизацију транспортног процеса

8. LITERATURA

- [1] Павле Гладовић, “Технологија друског саобраћаја”, Нови Сад, 2007.
- [2] Павле Гладовић, Владимир Поповић, Милан Симеуновић, “Информациони системи у друском транспорту”, Нови Саду, 2014.
- [3] Павле Гладовић, “Систем квалитета у друском саобраћају”, Нови Саду, 2012.
- [4] Документација транспортног сектора предузећа АД „Митросрем“ 4.
- [5] Павле Гладовић, Владимир Поповић, Милан Симеуновић, “Информациони системи у друском транспорту”, Нови Саду, 2014.

Kratka biografija:



Ивана Јовановић рођена је у Сремској Митровици 1983. год. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Саобраћај и транспорт, друски саобраћај odbranila је 2015.god.

UTICAJ LEVIH SKRETANJA DRUGOG RANGA NA TOKOVE PRVOG RANGA NA NESIGNALISANIM RASKRSNICAMA**INFLUENCE OF SECOND RANK LEFT-TURN ON FIRST RANK MOVEMENT ON UNSIGNALIZED INTERSECTIONS**

Mirko Vujić, Vuk Bogdanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Dosadašnja istraživanja na polju teorije saobraćajnog toka i kapaciteta objekata na putnoj mreži značajno su doprinela razvoju različitih modela i postupaka za proračun kapaciteta drumskih saobraćajnica. Prema modelu HCM-a nivo usluge na nesignalisanim raskrsnicama utvrđuje se na osnovu ukupnih ostvarenih vremenskih gubitaka. Prema istoj metodologiji za tokove najvišeg prioriteta se pretpostavlja da vremenski gubici prilikom prolaska kroz središte raskrsnice ne postoje ili su beznačajno mali. U ovom radu prikazani su rezultati analize vremenskih gubitaka koji se pojavljuju u realnom prioritetnom saobraćajnom toku, na prilazima sa jednom trakom na ulivnom grlom. Vremenski gubici nastaju kao posledica ometanja vozila koja se kreću pravo od strane vozila koja skreću levo. Takođe, utvrđeno je i u kakvoj su zavisnosti ovi vremenski gubici sa intenzitetom saobraćajnog toka na glavnom pravcu.

Abstract – Various researches in the field of traffic flow theory and road capacity until today were contributed to development of diverse model and methodology for determining the capacity of road facilities. According to the HCM methodology level of service on unsignalized intersections is calculated on the basis of realised delays. Same methodology assumes that a movement with highest priority does not achieve or achieve very low delays when moving through the centre of the intersection. This paper shows results of analysis on unsignalized intersection with one lane on priority approach. The analysis involves the delays on first rank movements which are disturbed by the second rank left-turns. Also, these analyses include determining of relationship between delays of first rank movement and traffic volume on priority approaches.

1. UVOD

Dosadašnja istraživanja na polju kapaciteta nesignalisanih raskrsnica značajno su doprinela razvoju različitih modela i postupaka za proračun kapaciteta drumskih saobraćajnica. Može se reći da metodologija koja je predložena HCM-om (*Highway Capacity Manual*) predstavlja jednu od zvanično prihvaćenih metodologija u mnogim zemljama sveta kada je u pitanju proračun kapaciteta i nivo usluge puteva i raskrsnica. Prema metodologiji koja je predložena HCM-om nivo usluge nesignalisanih raskrsnica utvrđuje se na osnovu ukupnih vremenskih gubitaka koji između ostalog zavise i od

veličine konfliktnog toka za određene sporedne manevre [1]. Prema ovom postupku, tokovi na nesignalisanoj raskrsnici dele se prema rangu kretanja, pri čemu kretanja prvog ranga imaju potpuni prioritet prilikom prolaska kroz središte raskrsnice u odnosu na sva ostala kretanja koja se javljaju na raskrsnici. U skladu sa tim, usvaja se da vremenski gubici za manevre prvog ranga ne postoje, odnosno da su u specifičnim i veoma retkim situacijama beznačajno mali.

U okviru ovog rada izvršeno je istraživanje u realnom saobraćajnom toku koje je pokazalo da vremenski gubici za tokove prvog ranga, u specifičnim situacijama, predstavljaju moguć događaj. Naime, u pojedinim slučajevima dolazi do zaustavljanja vozila koja vrše kretanja prvog ranga, pa se samim tim ostvaruju i određeni vremenski gubici. Rezultati istraživanja pokazali su da su ovakvi događaji mogući na raskrsnicama sa jednom saobraćajnom trakom na prioritetnom prilazu.

Na ovakvim raskrsnicama odnosno prilazima može doći do zaustavljanja vozila koje obavlja kretanje prvog ranga ako se ispred njega kreće vozilo koje vrši levo skretanje. U ovakvim situacijama, vozilo koje vrši levo skretanje sa prioritetnog prilaza primorano je da se zaustavi kako bi propustilo tokove prvog ranga koji mu dolaze u susret. U okviru ovog rada analizirani su ovakvi događaji, ispitane su zavisnosti nastanka ovih događaja u odnosu na veličinu protoka na raskrsnici i utvrđeno je koliko iznosi prosečno vreme čekanja, odnosno vremenski gubici za vozila prvog ranga prilikom nastanka ovakvih događaja.

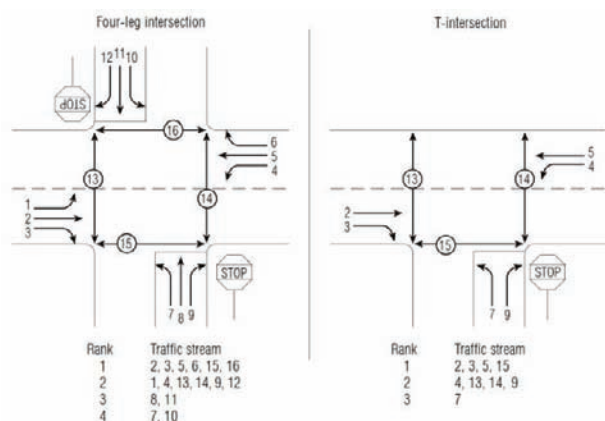
2. TEORETSKE OSNOVE O KAPACITETU I NIVOU USLUGE NESIGNALISANIH RASKRSNICA

Prema postojećoj metodologiji za izračunavanje kapaciteta i nivoa usluge na nesignalisanim raskrsnicama pretpostavlja se da na vozačkim tokovima prvog ranga (manevri 2, 3, 5 i 6) (Slika 1.) ne postoje vremenski gubici jer vozila koja izvršavaju ove manevre nisu u obavezi da propuste bilo koje druge tokove na raskrsnici [1].

Izgubljeno vreme vozila na raskrsnici predstavlja kvalitativni pokazatelj uslova odvijanja saobraćaja sa aspekta korisnika. Ideja ove metodologije je dobiti vrednost izgubljenog vremena prema kojoj se određuje nivo usluge, a u zavisnosti od dobijenog nivoa usluge, određuje se potreba za uvođenjem nekih od mera kojima bi se popravilo stanje u saobraćaju na posmatranoj raskrsnici [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović, vanr.prof.



Slika 1. Manevri i rangovi kretanja na nesignalisanim raskrsnicama prema HCM 2000

Izgubljeno vreme računa se samo za vozila sporednih manevara, jer metodologija ne predviđa bilo kakvo ometanje tokova ranga 1, pri čemu ova metodologija pretpostavlja da se levo skretanje sa glavnog prilaza vrši iz posebne saobraćajne trake [1].

Vrednosti izgubljenog vremena vozila preko kojih se određuje kategorija nivoa usluge date su u sledećoj tabeli.

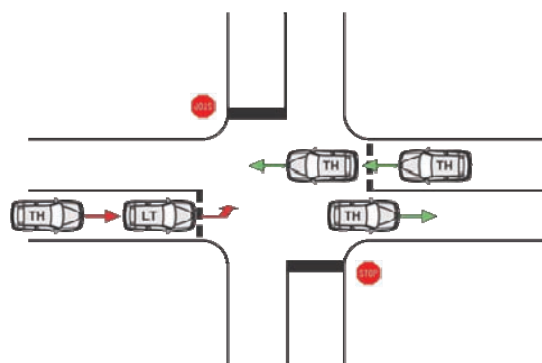
Tabela 1. Nivo usluge na prioritetnim raskrsnicama [1]

Nivo usluge	Prosečni vremenski gubici po vozilu (s/voz)
A	0-10
B	>10- 15
C	>15- 20
D	>25- 35
E	>35- 50
F	>50

3. DEFINISANJE PREDMETA I CILJA ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja su specifični događaji na nesignalisanim raskrsnicama sa jednom saobraćajnom trakom na glavnom prilazu koji se javljaju u slučajevima kada vozila prvog ranga ostvaruju određene vremenske gubitke usled zaustavljanja vozila koja iz iste saobraćajne trake vrše levo skretanje.

Vremenski gubici za vozila koja se kreću pravo posledica su zaustavljanja vozila koja skreću levo radi propuštanja vozila sa naspramnog prilaza. (Slika 2.).



Slika 2. Šematski prikaz analizirane situacije

Cilj ovog istraživanja jeste da se utvrdi učestalost nastajanja ovakvih događaja i da se odredi koliko iznosi prosečno vreme čekanja vozila prvog ranga koja se kreću pravo u slučaju kada na glavnom prilazu postoji samo jedna saobraćajna trak. Pored toga, istraženo je u kakvoj su zavisnosti ovi vremenski gubici sa intenzitetom saobraćajnog toka na glavnom pravcu. U okviru metodologije koju definiše HCM navedeno je da je pojava opisane situacije moguća ali da su sa druge strane ovakvi slučajevi veoma retki i vremenski gubici koji nastaju u ovim slučajevima su neznatni.

3.1. Metod istraživanja i obrade podataka

Preduslov za nastajanje navedenog događaja jeste da na prilazu nesignalisane raskrsnice postoji samo jedna traka, pa je shodno tome izvršen odabir lokacija na kojim je vršeno istraživanje. U okviru predmetnog istraživanja analizirane su dve lokacije – raskrsnice u Novom Sadu i to:

- **Raskrsnica R1:** Raskrsnica ulica Stražilovska i Radnička
- **Raskrsnica R2:** Raskrsnica ulica Miše Dimitrijevića i Puškinova

Metod koji je primenjen u ovom radu zasnovan je na prikupljanju digitalnog video zapisa realnog saobraćajnog toka i naknadnoj obradi snimka primenom različitih softvera. Ovakav način prikupljanja i obrade podataka pokazao se kao veoma praktičan i efikasan i u drugim istraživanjima parametara saobraćajnog toka [3], [4], [5]. Merenje parametara saobraćajnog toka obradom snimaka je jedna od najstarijih, ali i najsigurnijih metoda. Obradu video zapisa saobraćajnog toka prvi put vršena su početkom tridesetih godina prošlog veka u SAD od strane naučnika Boba Greenshieldsa [6]. Sličan način analize saobraćajnog toka nastavljen je i u narednim godinama sa nešto naprednijom tehnologijom.

Snimanje saobraćajnog toka na utvrđenim lokacijama vršeno je u oktobru 2014. godine i u martu 2015. godine i to: 28. oktobar 2014, 18. i 19. mart 2015. godine – Lokacija R1, 29. oktobar 2014. godine – Lokacija R2.

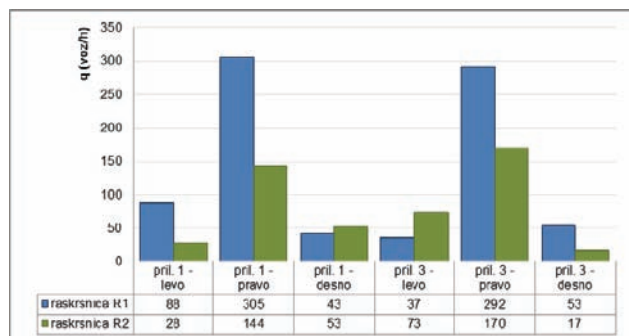
Nakon izvršenog snimanja realnog saobraćajnog toka na izabranim lokacijama izvršeno je njegova analiza tokom koje su beleženi sledeći parametri odnosno vrednosti:

- Protok vozila na glavnom toku;
- Raspodela toka na glavnom pravcu prema smeru kretanja;
- Struktura saobraćajnog toka na glavnom pravcu;
- Trenutak u kom se zaustavi vozilo koje vrši levo skretanje pri čemu je razlog zaustavljanja propuštanje tokova prvog ranga sa naspramnog prilaza;
- Trenutak u kom se potpuno zaustavi i trenutak u kom ponovno počinje kretanje svako sledeće vozilo iza vozila koje čeka na levo skretanje. Na ovaj način utvrđeno je vreme čekanja određenog vozila u redu;
- Tip manevra (skretanja) koje vrši vozilo koje je bilo zaustavljeno iza vozila koje čeka na levo skretanje.

Obradom video snimaka evidentirano je 124 događaja u kom zbog zaustavljanja vozila koje vrši levo skretanje vozila na kretanju prvog ranga ostvaruju vremenske gubitke.

4. PRIKAZ REZULTATA ISTRAŽIVANJA

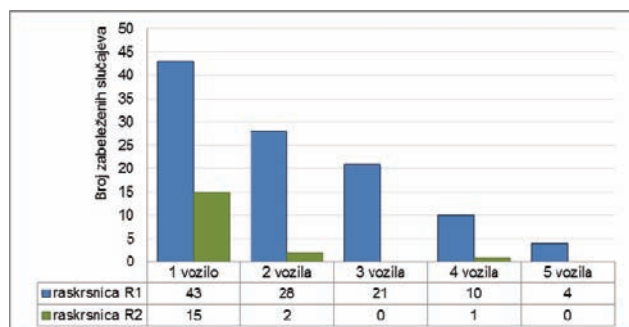
U okviru izrade ovog rada izvršena je analiza saobraćajnog toka na prioritetnom pravcu i analiza vremena čekanja vozila koja vrše kretanja prvog ranga, na svakom raskrsnici posebno. Utvrđivanje veličine saobraćajnog toka izvršeno klasičnim brojanjem saobraćaja. Pored utvrđivanja veličine saobraćajnog toka analizirana je i njegova struktura pri čemu je utvrđeno da u posmatranom saobraćajnom toku ne učestvuju teška teretna vozila pa se stoga može odbaciti njihov eventualni uticaj na nastanak predmetnih događaja.



Slika 3. Veličina časovnog protoka saobraćaja na analiziranim lokacijama

Drugi deo istraživanja obuhvata analizu dužine reda čekanja i dužinu vremena čekanja vozila koja obavljaju kretanja najvišeg ranga.

U ovom slučaju dužina reda čekanja definisana je brojem vozila koja se nalaze u redu. Analizom video snimaka uočeno je da se u ovakvim situacijama stvaraju redovi od maksimalno pet vozila. Na sledećoj slici grafički je prikazana uočena dužina reda čekanja na posmatranim raskrsnicama.



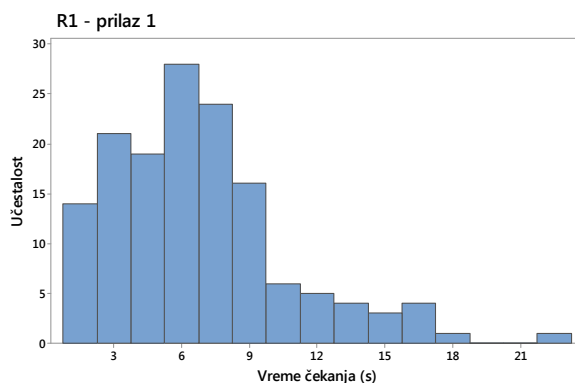
Slika 4. Raspodela broja vozila u redu čekanja na analiziranim lokacijama

U posmatranim redovima čekanja u najvećem procentu nalazila su se vozila koja vrše maneuvre prvog ranga (na R1 - 99,1%, a na R2 - 100,0%).

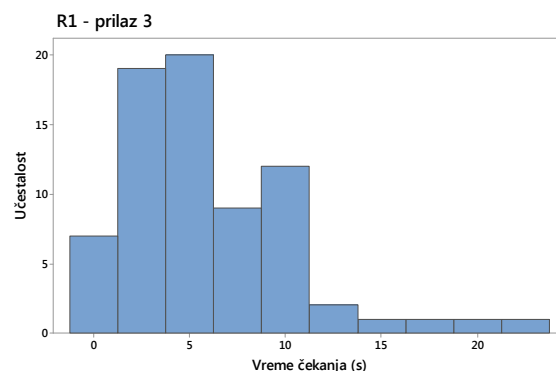
U okviru analize izvršeno je utvrđivanje prosečnog vremena čekanja po zaustavljenom vozilu.

Prosečno vreme čekanja na lokaciji R1 posmatrano je posebno za svako prilaz i tom prilikom je utvrđeno da njegova srednja vrednost iznosi 6,7 s na prilazu 1 i 5,9 s na prilazu 3.

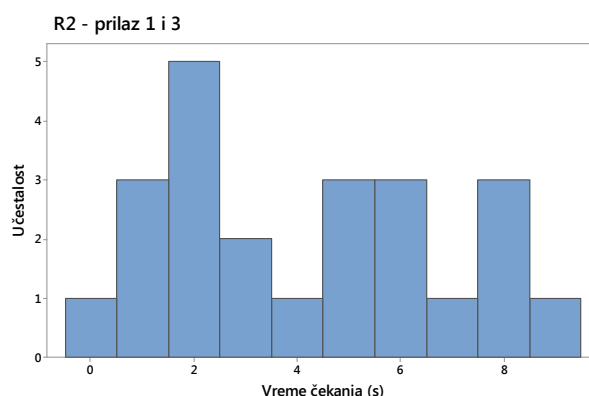
Prosečno vreme čekanja na lokaciji R2, na oba prilaza, iznosi 4,1 s. Na slikama 5, 6 i 7 prikazana je raspodela vremena čekanja na posmatranim raskrsnicama.



Slika 5. Raspodela vremena čekanja na prilazu 1 raskrsnice R1



Slika 6. Raspodela vremena čekanja na prilazu 3 raskrsnice R1



Slika 7. Raspodela vremena čekanja na prilazu 1 i 3 raskrsnice R2

Kao završni deo izvršena je analiza zavisnosti vremena čekanja vozila koja imaju kretanja prvog ranga, broja zaustavljenih vozila i veličine saobraćajnog toka na prioritetnom pravcu. Iz ove analize izostavljeni su događaji nastali na raskrsnici R2 jer su se zbog nedovoljne veličine uzorka ovi podaci smatrali irelevantni.

Polazna hipoteza je da zavisne promenljive Y tj. broj zaustavljenih vozila na određenom prilazu (N) koja obavljaju kretanje prvog ranga, i ostvareno vreme čekanja ovih vozila (d_i) tokom određenog 15-minutnog intervala zavisi od ostvarenog protoka kao nezavisne promenljive X i to od:

- X_1 : veličine protoka vozila koja skreću levo na posmatranom prilazu,

- X_2 : veličine protoka na kretanjima prvog ranga na posmatranom prilazu,
- X_3 : veličine protoka na kretanjima prvog ranga na suprotnom prilazu.

Zavisnost između broja vozila koja ostvaruju vremenske gubitke i gore navedenih parametara opisana je regresionim modelom. U programskom paketu koji omogućava takvu vrstu analize izvršeno je ispitivanje koja kombinacija navedenih parametara X najbolje opisuje zavisnu promenljivu Y odnosno u ovom slučaju broj zaustavljenih vozila.

Prema dobijenim rezultatima, broj zaustavljenih vozila najbolje je moguće opisati kombinacijom sve tri nezavisno promenljive, pri čemu u tom slučaju koeficijent determinacije iznosi $R^2=35,1\%$. Zavisnost između broja vozila koja ostvaruju vremenske gubitke i gore navedenih parametara takođe je opisana regresionim modelom, a nakon izvršenog automatskog prilagođavanja i optimizacije modela utvrđeno je da je prosečno vreme čekanja zaustavljenih vozila najbolje je moguće opisati kombinacijom uz pomoć promenljivih X_1 i X_3 , pri čemu u tom slučaju koeficijent determinacije iznosi $R^2=22,2\%$.

5. ZAKLJUČAK

Za potrebe prikupljanja podataka i izrade ovog rada izvršena je analiza video snimaka odvijanja saobraćaja na unapred izabranim raskrsnicama na uličnoj mreži u Novom Sadu, pri čemu su primarni kriterijumi za odabir raskrsnice bile njihove geometrijske karakteristike.

Prvi deo analize podrazumeva utvrđivanje veličine i strukture saobraćajnog toka na posmatranim lokacijama. Veličina saobraćajnog toka izvršena je klasičnim brojanjem saobraćaja a struktura saobraćajnog toka prema karakterističnim kategorijama vozila. U drugom delu izvršena je analiza po sledećim tačkama:

1. Analiza dužine reda čekanja i raspodela vozila prema izvršenim manevrima
2. Analiza prosečnog vremena čekanja vozila prvog ranga čije je zaustavljanje izazvano vozilom koje vrši levo skretanje
3. Zavisnost broja zaustavljenih vozila i ostvarenog protoka
4. Zavisnost ostvarenog vremena čekanja i ostvarenog protoka.

Analizom dužine reda čekanja utvrđeno je da se na obe raskrsnice stvara red od maksimalno pet vozila. Na raskrsnici R1 u oko 40,0% slučajeva u redu se nalazi jedno vozilo dok se u oko 26,0% slučajeva u redu nalazi 2 vozila. Na raskrsnici R2 u 83,3 % slučajeva red se sastoji od jednog vozila. Daljom analizom utvrđeno je da 99,1% vozila koja se nalaze u redu čekanja na raskrsnici R1 vrši kretanje prvog ranga dok na raskrsnici R2 sva vozila koja se nađu u redu čekanja vrše kretanje prvog ranga.

Statističkom analizom utvrđeno je da na lokaciji R1 prosečno vreme čekanja vozila koja su bila zaustavljena iznosi 6,7 s na prilazu 1 i 5,9 s na prilazu 3. Na raskrsnici R2 može se reći da prosečna vrednost ovog vremena iznosi 4,1 s.

Nakon analize reda čekanja tj broja zaustavljenih vozila i prosečnog vremena čekanja izvršeno je formiranje regre-

sionog modela zavisnosti ova dva parametra sa ostvarenim protokom na raskrsnici. Ovaj deo analize izvršen je samo na uzorku koji je prikupljen na lokaciji R1 pošto uzorak koji je prikupljen na lokaciji R2 nije bio dovoljan za analizu.

Regresionom analizom utvrđeno je da broj zaustavljenih vozila zavisi od sve tri nezavisno promenljive, pri čemu u tom slučaju koeficijent determinacije iznosi $R^2=35,1\%$. Prosečna vrednost vremena čekanja vozila koja obavljaju kretanje I ranga i ometana su od strane vozila koja vrše levo skretanje, u najvećoj meri zavisi od intenziteta levih skretanja na posmatranom prilazu i intenziteta tokova prvog ranga na naspramnom prilazu, u tom slučaju koeficijent determinacije iznosi $R^2=22,21\%$.

Rezultati istraživanja pokazali su da se je prilazima nesignalisanih raskrsnica na prioritetnom pravcu moguća pojava zaustavljanja vozila koja vrše manevre prvog ranga. Ovo istraživanje treba da posluži kao polazna osnova za dalje istraživanje ovih pojava, kao i za istraživanje njihovog uticaja na kapacitet i nivo usluge nesignalisanih raskrsnica

4. LITERATURA

- [1] Transportation research board, „Highway Capacity Manual 2000“, Washington D.C.: Transportation research board, 2000.
- [2] Kuzović, L., „Kapacitet i nivo usluge drumskih saobraćajnica“, Beograd, Saobraćajni fakultet, 2000.
- [3] Bogdanovic, V., Papić, Z., Ruškić, N., Jeftić, N., „Karakteristike brzina na signalisanim raskrižjima“ Suvremeni promet, Vol. 31(3-4), pp. 196-200, 2011.
- [4] Bogdanovic, V., Ruškić, N., Kulović, M., Han, I., „Toward a Capacity Analysis Procedure for Nonstandard Two-Way Stop-Controlled Intersections“ Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 2395, pp. 132-138., 2014.
- [5] Ivanović, B., Garunović, N., Tomanović, Z., „Research on the length of passing distance in the real traffic flow“, Građevinar, Vol. 66(9), pp. 823-830, 2014.
- [6] Greenshields, B., „The Photographic Method of studying Traffic Behaviour“, 1993.

Kratka biografija:



Mirko Vujić rođen je u Kikindi 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Saobraćaj i transport na temu „Uticaj levih skretanja drugog ranga na tokove prvog ranga na nesignalisanim raskrsnicama“ odbranio je 2015.god.



Prof. dr Vuk Bogdanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1966. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005 god., a 2012 je izabran u zvanje vanredni profesor.

ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA DRŽAVNOM PUTU II REDA, BROJ 107, NA DEONICI OD NOVOG SADA DO BAČKOG PETROVCA**THE ANALYSIS OF TRAFFIC FLOW CONDITIONS ON THE SECOND CLASS STATE ROAD, NUMBER 107, ON THE SECTION FROM NOVI SAD TO BAČKI PETROVAC**

Jovana Vukov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je prikazano funkcionalno i ekonomsko vrednovanje postojećeg Državnog puta II reda, broj 107, koji se prostire od Novog Sada preko Rumenke, Bačkog Petrovca, Maglića pa sve do Silbaša. U radu je analiziran postojeći dvotračni put i nakon što je ustanovljeno da je preopterećen, analizirane su različite varijante kako bi se došlo do optimalnog rešenja.

Abstract – The paper describes the functional and economic evaluation of the existing second-class state road, number 107, which extends from Novi Sad, through Rumenka, Bački Petrovac and Maglić, to Silbaš. This paper analyzes the existing two-lane road, after it was established that it is overloaded. Different variants were analyzed in order to come to an optimized solution.

Ključne reči: Funkcionalno vrednovanje, ekonomsko vrednovanje.

1. UVOD

Putna mreža je jedna od najvećih kapitalnih vrednosti svake države. Kroz poboljšanje stanja putne mreže smanjuju se troškovi transporta kao i vreme putovanja.

Osnovni vid prevoza u Srbiji je upravo drumski saobraćaj, tako da se danas putevima prevozi oko 90% putnika i robe. Shodno tome saobraćajno opterećenje na putevima neprekidno raste.

Kako bismo definisali optimalno rešenje za neki put, mora se uraditi nekoliko varijanti koje se vrednuju i nakon vrednovanja izabrati najprihvatljivije rešenje sa ekonomske i funkcionalne tačke gledišta.

Cilj ovog master rada jeste utvrđivanje okolnosti pod kojima se odvija saobraćaj na postojećem putu (državni put II reda, broj 107), kao i da se odredi prosečan godišnji dnevni saobraćaj za naredni period i ustanovi da li će postojeći put moći da prihvati zahteve za protokom.

Ukoliko se utvrdi da postojeći put ne može da primi potrebne zahteve za protokom u narednom periodu neophodno je pronaći alternativu, ali je takođe neophodno da ta alternativa bude ekonomski opravdana.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Vuk Bogdanović

2. ULOGA VREDNOVANJA PROJEKATA

Uloga vrednovanja jeste da omogući izbor optimalne varijante kod svakog konkretnog projekta po meri funkcionalnih zahteva saobraćaja i ekoloških ograničenja sa maksimalnom ekonomskom opravdanošću zasnovanom na realnim materijalnim mogućnostima investitora i društva. Postoje četiri osnovne vrste vrednovanja projekata, a to su:

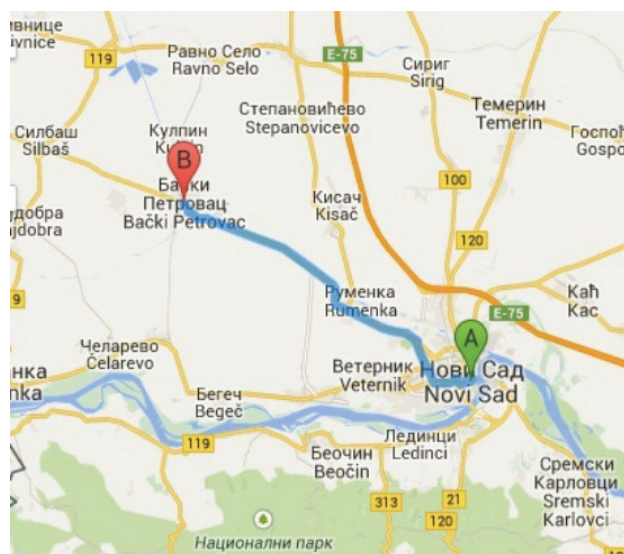
- Funkcionalno vrednovanje
- Ekološko vrednovanje
- Ekonomsko vrednovanje
- Investiciono vrednovanje

3. OPIS POSTOJEĆEG STANJA PUTA

Da bi određeni put bio analiziran, neophodno je utvrditi sledeće karakteristike tog puta:

- Obim saobraćaja na putu po kategorijama
- Sve karakteristike puta koje su potrebne za proračun kapaciteta puta, a zatim odrediti kapacitet posmatranog puta
- Odnos zahteva za protokom i kapaciteta
- Ustanoviti nivo usluge
- Odrediti eksploatacionu brzinu na posmatranom putu
- procena i ponovno ispitivanje.

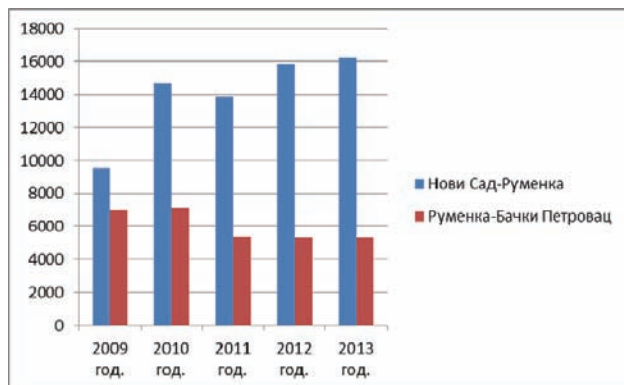
Put koji će se analizirati u okviru ovog rada prikazan je na slici 1.:



Slika 1. Državni put II reda (broj 107)

3.1. Prosečni godišnji dnevni saobraćaj na putu

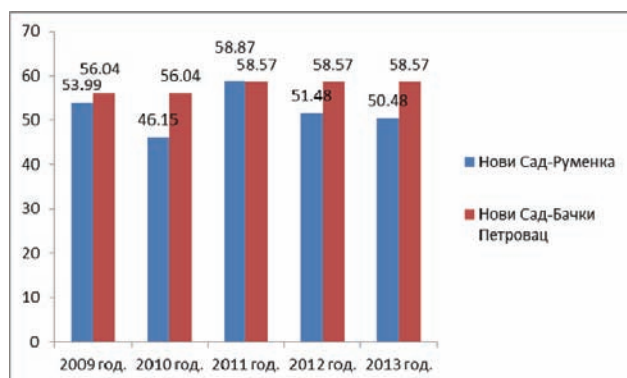
Pretpostavka je da je put (državni put, broj 107) preopterećen i da će u skorijoj budućnosti (narednih par godina) zahtevi za protokom nadmašiti kapacitet postojećeg puta. Na ovoj deonici puta nalazi se naseljeno mesto Rumenka, kroz koju se prostire ulica Oslobođenja koja je deo puta (državni put, broj 107). Udaljenost centra Novog Sada od centra Rumenke je 12,38 km, dok je Bački Petrovac udaljen od Rumenke 15,92 km.



Slika 2. PGDS na deonici puta od 2009. do 2013. god.

3.2. Eksploataciona brzina na postojećem putu

Eksploataciona brzina je prosečna brzina saobraćajnog toka koji se kreće u zadatim uslovima u vršnom periodu. Veličina eksploatacione brzine zavisi od različitih faktora (npr. brzina saobraćajnog toka, brzina pri kapacitetu, odnosno merodavnog protoka saobraćaja i kapaciteta saobraćajnice, procenta zabrane preticanja...) i oni direktno utiču na eksploatacionu brzinu. Na slici 3. prikazan je grafik na kome se vidi promena vrednosti eksploatacione brzine od 2009. godine do 2013. godine.



Slika 3. Grafički prikaz eksploatacionih brzina na deonicama puta (državni put, broj 107) od 2009. do 2013. godine

4. FUNKCIONALNO VRENOVANJE PUTA (DRŽAVNI PUT, BROJ 107) I PREDLOG REŠENJA

Nakon što je u proračunu prikazano da su na ovoj deonici zahtevi za protokom veći od kapaciteta, brzine male, a zastoji veliki, u radu će se pored postojećeg puta koji je trenutno u funkciji, razmatrati još dve polazne varijante, a one su:

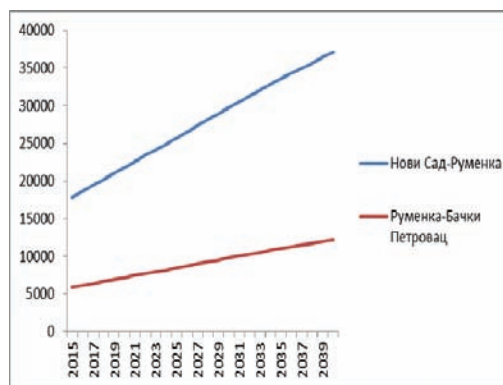
- varijanta 1 rekonstruisani dvotračni put
- varijanta 2 auto-put.

4.1. Ključne godine eksploatacije

Za baznu godinu se definiše godina u kojoj se radi istraživanje, što je u ovom konkretnom slučaju 2015-a godina. Za rekonstrukciju je potrebno dve godine, dok je predviđeni period eksploatacije dvadeset godina. Iz navedenog se može zaključiti da bi prva godina eksploatacije rekonstruisanog puta bila 2018. godina, dok bi ciljna godina eksploatacije rekonstruisanog puta bila 2037. godina. U slučaju razmatranja gradnje auto-puta bazna godina bi bila takođe 2015-a dok je period gradnje auto-puta 3 godine. Eksploatacija auto-puta se takođe projektuje na dvadeset godina. Znači da bi prva godina eksploatacije novoizgrađenog auto-puta bila 2019. godina, dok bi ciljna godina bila 2038.

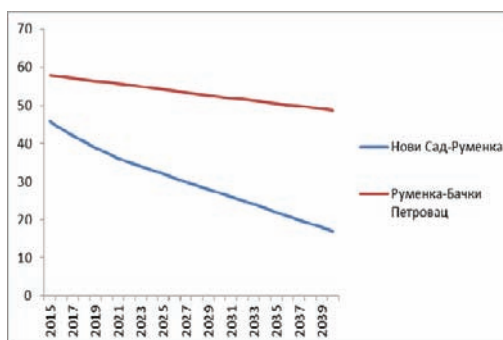
4.2. Prognoza saobraćaja

Porast saobraćaja je u direktnoj zavisnosti od rasta bruto domaćeg proizvoda, ali saobraćaj ne raste ravnomerno sa bruto domaćim proizvodom, nego je takođe i u zavisnosti od elasticiteta. Na slici 4. nalazi se grafik koji predstavlja saobraćajno opterećenje za naredni period.



Slika 4. PGDS od 2015. godine do 2040. godine

Na slici 5. prikazano je kretanje eksploatacione brzine na deonici od Novog Sada do Rumenke i od Rumenke do Bačkog Petrovca.



Slika 5. Vrednosti eksploatacione brzine na postojećem putu Novi Sad-Rumenka i Rumenka-Bački Petrovac

4.3. Određivanje kapaciteta i zahteva za protokom rekonstruisanog dvotračnog puta

Iz računskog dela se vidi da rekonstruisani put ni po jednom osnovu ne zadovoljava zahteve za saobraćajem na deonici puta od Novog Sada do Rumenke. Što se tiče

deonice od Rumenke do Bačkog Petrovca, rekonstruisani put zadovoljava sve kriterijume osim eksploatacione brzine u prvoj godini eksploatacije.

4.4. Određivanje kapaciteta i analiziranje zahteva za protokom na auto-putu

Eksploataciona brzina u ovom slučaju zadovoljava postavljene kriterijume u ključnim godinama eksploatacije, dok odnos zahteva za protokom i kapaciteta ne zadovoljava zadate kriterijume.

Može se primetiti da dobijene vrednosti odnosa „ q_m/C “ nisu mnogo veće od zadatih vrednosti tako da bi se ova varijanta i mogla prihvatiti.

4.5. Analiza dela puta kroz naselje Rumenka

Sprovedenom analizom će zahtevi za protokom nadmašiti kapacitet 2023. godine na postojećem putu u ulici Oslobođenja, dok bi zahtev za protokom nadmašio kapacitet dvotračnog puta u 2034. godini, a 2037. godina je ciljna godina eksploatacije rekonstruisanog dvotračnog puta. Poprečni profil ulice nema dovoljnu širinu kako bi se kroz njega mogao izgraditi auto-put ili super-put. Tako da će se razmatrati varijanta 3 koja predstavlja izgradnju obilaznice oko Rumenke. Predlog obilaznice prikazan je na slici 6.



Slika 6. Obilaznica oko Rumenke

Sprovedenom analizom funkcionalnog vrednovanja puta i razmatranih varijanti, može se doći do sledećih zaključaka:

- Deonica puta kroz naselje Rumenka (ulica Oslobođenja) zahteva rekonstrukciju, razlog za takav stav je to što od 2034. godine zahtevi za protokom nadmašuju kapacitet te deonice puta,
- Deonica od Novog Sada do Rumenke zahteva rekonstrukciju i izgradnju auto-puta, razlog za to je što zahtevi za protokom nadmašuju kapacitet rekonstruisanog dvotračnog puta,
- Zbog nemogućnosti za izgradnjom auto-puta kroz Rumenku iz razloga nepostojanja prostora u poprečnom profilu ulice, neophodno je izgraditi obilaznicu koju bi koristila vozila koja tranzitiraju i na taj način rasteretiti postojeću saobraćajnicu kroz Rumenku.

5. TROŠKOVI NA POSTOJEĆEM PUTU I TROŠKOVI ZA VARIJANTE DEFINISANE FUNKCIONALNIM VREDNOVANJEM

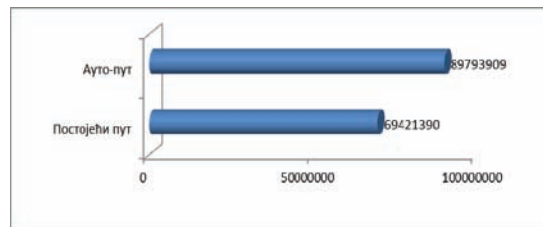
5.1. Troškovi eksploatacije drumskih motornih vozila

Troškovi eksploatacije drumskih motornih vozila podrazumevaju troškove koji se generišu u procesu kretanja vozila i izražavaju se direktno u funkciji upotrebe vozila. Ovi troškovi zavise od funkcionalnih karakteristika puta, interakcije između vozila, konstruktivnih karakteristika puta itd. Troškovi vozila se mogu svrstati u sledeće četiri kategorije:

- Troškovi goriva
- Troškovi ulja
- Troškovi pneumatika
- Troškovi održavanja i opravki

Upoređivanjem troškova eksploatacije motornih vozila na deonici od Novog Sada do Rumenke može se primetiti da su troškovi na postojećem putu manji nego troškovi na auto-putu. Ovaj odnos prikazan je na slici 7. Razlog za veće troškove eksploatacije motornih vozila je veća kako brzina slobodnog toka, tako i eksploataciona brzina. Pomenute brzine su ključne za utvrđivanje faktora za troškove goriva.

Sa porastom eksploatacione brzine i brzine slobodnog toka rastu i pomenuti troškovi te je to razlog većih troškova na auto-putu. Kako bi došli do rešenja sa nižim troškovima eksploatacije motornih vozila analiziraće se i varijanta 4, izgradnja super-puta prve kategorije čije su karakteristike: dve saobraćajne trake po smeru ($\text{ŠT}=3,5\text{m}$), bez zaustavne trake, smerovi odvojeni razdelnim ostrvom ne užim od 2 metra, brzina slobodnog toka 100 km/čas.



Slika 7. Troškovi eksploatacije motornih vozila za period od 2019. do 2037. godine

5.2. Troškovi saobraćajnih nezgoda

Sprovedenom analizom troškova saobraćajnih nezgoda može se uočiti sledeće:

- Troškovi saobraćajnih nezgoda na postojećem putu su veći nego na analiziranom putu sa obilaznicom posmatrajući deonicu od Novog Sada do Bačkog Petrovca za period eksploatacije obilaznice
- Troškovi saobraćajnih nezgoda su manji na postojećem putu nego što bi bili na super-putu posmatrajući deonicu od Novog Sada do Rumenke za period eksploatacije super-puta
- Posmatranjem ukupnih troškova saobraćajnih nezgoda može se uočiti da su troškovi na postojećem putu manji nego na analiziranoj varijanti funkcionalnog vrednovanja

5.3. Troškovi vremena putovanja

Kada postoje dva ili više puteva između dve tačke, razlika između dužeg vremena putovanja i kraćeg vremena putovanja pomnožena sa cenom rada predstavlja troškove vremena putovanja. Vreme putovanja predstavlja odnos dužine deonice i brzine. Sprovedenom analizom troškova vremena putovanja, ustanovilo se da bi se najznačajnije uštede ostvarile baš na ovim troškovima, posmatrajući troškove na postojećem putu i varijantu dobijenu funkcionalnim vrednovanjem.

6. EKONOMSKO VREDNOVANJE

Ekonomsko vrednovanje projekata između ostalog odgovara na pitanje: „da li je isplativo ulagati u odrađeni projekat?“. U ovom radu je rađena analiza regionalnog puta, urađeno je funkcionalno vrednovanje, određene su varijante za koje su ustanovljeni svi troškovi koji su neophodni kako bi se izvršilo ekonomsko vrednovanje.

7. ZAKLJUČAK

Detaljnou analizom deonice posmatranog državnog puta, broj 107, utvrđeno je da je polazna pretpostavka tačna, odnosno da je put (broj 107) preopterećen i da je neophodna rekonstrukcija. Nakon dobijenih rezultata prognoze saobraćaja kao polazna osnova funkcionalnog vrednovanja postavljene su dve varijante:

- Varijanta 1, auto-put od Novog Sada do Rumenke
- Varijanta 2, izgradnja obilaznice oko naselja Rumenka

Varijanta 2, nije zadovoljila u potpunosti kriterijume funkcionalnog vrednovanja.

- Varijanta 3, rekonstrukcija postojećeg dvotračnog puta kroz naselje Rumenka

Prilikom proračunavanja troškova eksploatacije motornih vozila dobijeno je da su troškovi na postojećem putu znatno manji nego troškovi na auto-putu, razlog za rast troškova je rast brzine na auto-putu u odnosu na postojeći put. Kako bi iz tog razloga izgradnja auto-puta bila ekonomski neopravdana, razmatrana je i Varijanta 4:

- Varijanta 4, izgradnja super-puta od Novog Sada do Rumenke

Analizom se pokazalo da bi troškovi eksploatacije motornih vozila na super-putu bili viši nego troškovi na postojećem putu, ali niži od troškova na auto-putu, to je razlog što se u daljem radu odustalo od varijante 1.

Analizom ekonomskog i funkcionalnog vrednovanja pokazalo se apsolutno opravdana izgradnja obilaznice, super-puta i rekonstrukcija postojećeg dvotračnog puta, na analiziranim deonicama državnog puta (broj 107).

8. LITERATURA

- [1] Prof. dr Vuk Bogdanović: Podloge za predavanja iz predmeta Vrednovanje projekata, Fakultet tehničkih nauka, departman za saobraćaj
- [2] Prof. dr Vuk Bogdanović: Podloge za predavanja iz predmeta Kapaciteti drumskih saobraćajnica, Fakultet tehničkih nauka, departman za saobraćaj
- [3] Prof. dr Ljubiša Kuzović; Prof. dr Vuk Bogdanović: Teorija saobraćajnog toka, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2004.
- [4] Internet:
www.putevi-srbije.rs
www.worldbank.org
www.erstebank.rs

Kratka biografija:

Jovana Vukov rođena je u Vršcu 1989. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Vrednovanje projekata odbranila je 2015. godine

ПРИМЕНА QGIS-a У ПРИКАЗУ ИСТОРИЈСКОГ РАЗВОЈА И АНАЛИЗИ ГРАДСКОГ И ПРИГРАДСКОГ САОБРАЋАЈА НОВОГ САДА**APPLICATION OF QGIS IN AN OVERVIEW OF THE HISTORICAL DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF URBAN AND SUBURBAN TRANSPORTATION IN NOVI SAD**

Мара Томић, Мирјана Крањак, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У раду је дат приказ историјског развоја саобраћаја Новог Сада, од септембра 1911. године када је у саобраћај пуштен први трамвај, па до данас. Крајњи циљ јесте решавање потреба корисника њиховим укључивањем у реализацију модернизације возног парка. Рад обухвата истраживање потреба корисника на основу коришћења превоза, понуђених услуга које им ЈГСП „Нови Сад“ пружа, иновација и модернизација возног парка коју би увели. За даљи напредак и развој у будућности, неопходна је сарадња између корисника и самог предузећа.

Abstract – The aim of this paper is to provide a historical overview of transportation developments in Novi Sad, from September 1911, when the first tram was launched, until today. The ultimate goal of this thesis is to address the needs of end – users by their involvement in the implementation of the modernization of fleet vehicles. The thesis includes the research of customer needs based on transportation use, on services offered to end – users by JGSP „Novi Sad“, on innovation of fleet vehicles, which would be introduced by the users themselves. For further progress and future development it is essential to maintain constant cooperation between end – users and transportation provider.

Кључне речи: ЈГСП „Нови Сад“, Географски информациони системи, Јавни градски саобраћај у Европи, Електрични аутобус, резултати анкете

1. УВОД

Од септембра 1911. године, када је у саобраћај пуштен први трамвај, па до данас, ЈГСП „Нови Сад“ је пролазило кроз различите фазе, од интензивног развоја до изузетно тешких услова пословања који су успоравали и заустављали напредак.

Увођењем електричног трамваја, 30. септембра 1911. започела је ера модерно организованог јавног градског превоза.

У тој фази развоја града то је задовољавало потребе грађана.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била доц. др Мирјана Крањак.

1.2 Циљеви истраживања

Основни циљ овог истраживања јесте приказ различитих могућности коришћења географског информационог система – QGIS за:

- Приказ и анализу историјског развоја саобраћаја;
- Прављење прегледне анализе саобраћајних система у европским градовима;
- Предлагање увођења нових система превоза;
- Истраживања потреба и задовољства корисника система градског саобраћаја;
- Полно сензитивну анализу одговора корисника система градског саобраћаја.

1.3 Могућности примене добијених резултата

Најзначајније могућности примене добијених резултата су:

- Подизање свести о значају коришћења географских информационих система у приказу и анализи саобраћаја и ставова и задовољства корисника саобраћаја;

Коришћење ГИС-а за:

- Анализу линија градског и приградског саобраћаја;
- Планирање развоја градског и приградског саобраћаја;
- Планирање развоја поштанског саобраћаја;
- Боље искоришћење возног парка;
- Модернизација и увођење иновација у возни парк;
- Повећање броја корисника услуга;
- Побољшање услуга јавног градског саобраћаја;
- Веће задовољство корисника;
- Осетљивост на различите потребе полова;
- Могућност додатног развоја.

2. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ ГРАДСКОГ И ПРИГРАДСКОГ САОБРАЋАЈА У НОВОМ САДУ

Јавно градско саобраћајно предузеће „Нови Сад“, основано је непосредно после Другог светског рата, 1946. године и од тада до данас непрекидно обавља превоз путника у градском и приградском саобраћају. Тако је 1930. године градска управа донела одлуку да се за потребе јавног превоза путника купе три аутобуса.

Данас је ЈГСП „Нови Сад“, савремено организован систем, који обавља делатност јавног градског,

приградског и међумесног саобраћаја, услуга аутобуске станице и одржавања возног парка са укупно 254 возила.

2.1 Урбани развој Новог Сада

Јасан знак да је један град заиста постао урбано насеље јесте организован јавни саобраћај. То је уједно и знак да се град сврста у ред модерних градова. Изградња града је свој врхунац достигла крајем 19. века, када су никле зграде које данас представљају градитељске споменике у старом језгру града.

2.2 Фијакери и Омнибуси

Ширење града је неминовно отворило питање превоза грађана. Та молба садржавала је и понуду за превоз путника омнибусом до Петроварадина и Сремских Карловаца, али Магистрат о том предлогу није расправљао.

Од тог времена обим превоза путника најамним колима, односно фијакерима (двопрежна кола), стално је био у порасту. Први новосадски омнибус почео је да саобраћа 1901. године прилагођавајући се пристизању возова у Нови Сад.

2.3 Трамвај старомодни или модерни и Аутоомнибус

Градски савет је осим превоза путника фијакерима и омнибусима на територији града неколико пута имао понуду за увођење трамваја са коњском вучом, али те понуде никад нису реализоване јер је паралелно разматрано увођење трамваја на електрични погон. 1907. године, град је квалитативно променио свој однос према превозу путника.

Исте године у име „Деоничарског друштва“, Лазар Манојловић упутио је захтев за увођење „аутомобилиомнибуса“ у јавни саобраћај на „унутрашњој територији града“.

3. ЈАВНИ ГРАДСКИ ПРЕВОЗ ИЗМЕЂУ ДВА СВЕТСКА РАТА

У периоду између два светска рата, изузев 1937. и 1939. године, увек је исказиван губитак у пословању и деоничарима су исплаћиване умањене вредности дивиденде.

Акције „Новосадског електричног трамваја“ су до 1929. године биле у рукама мађарских акционара, од те године прешле су у руке америчког власника, али су акције имали и неки угледни Новосађани. У годишњим извештајима су навођени разлози неповољног пословања. Тако је 1929. године то била реконструкција пруге и поновно асфалтирање, а 1936. године набавка нових трамвајских кола.

3.1 Први градски аутобус

Аутобуски саобраћај у Новом Саду успостављен је 9. новембра 1931. године, на основу дозволе Краљевске банске управе Дунавске бановине од 2. децембра 1930. године, издате Савету града Новог Сада.

3.2 Трчика и локална лађа

Поред фијакера, омнибуса, трамваја и аутобуса не може се говорити о организовању јавног градског

саобраћаја у Новом Саду, а да се не спомене „Трчика“, специфично новосадско превозно средство које је повезивало град са омиљеним градским дунавским купалиштем, Штрандом.

Специфичан вид јавног саобраћаја у Новом Саду била је и скела, а касније и локална лађа која је саобраћала Дунавом на релацији Нови Сад – Сремска Каменица.

4. СТВАРАЊЕ И РАЗВОЈ ГРАДСКОГ САОБРАЋАЈНОГ ПРЕДУЗЕЋА 1945 – 1946

Почеци аутобуског саобраћаја су били у знаку превоза импровизованим војним возилима, што је омогућило да се успостави саобраћај са рубним деловима града.

Главни народни одбор убрзо доноси одлуку о формирању „Градског саобраћајног предузећа“, која ступа на снагу 3. августа 1946. године.

5. МЕРЕ НА МОДЕРНИЗАЦИЈИ ПРЕВОЗА У НОВОМ САДУ 1953 – 1958

Почетком 1957. године, након свестраног проучавања линија за тролејбус, Комисији за саобраћај Градског већа предложене су три тролејбуске линије. На Ђурђевдан 1958. године, одвозана је последња трмвајска возња, њих је заменило пет малих „лондонаца“. Започела је ера аутобуса у Новом Саду.

5.1 Електрични аутобус

Електрични аутобус (енг. Electric bus) је електрично возило за превоз путника. Главни погон остварује преко електромотора који могу бити истосмерни серијски или трофазни асинхрони мотори. Не користи се мотор са унутрашњим сагоревањем, те се тиме не загађује околина директно из возила, нити мирисом, нити замаглавање издувним гасовима.

5.2 Камин са погоном на водоничне гориве хелије - пошта

„Renault Trucks“ је прва компанија у Европи која, у партнерству са француском поштом „La Poste“, спроводи експеримент са возилом „Maxity Electric“, моделом са водоничном горивном хелијом коју је развила компанија „Symbio Fcell“, а користи се да удвостручи аутономију кретања возила.

Возило не производи никакву буку, а испушта само водену пару, захваљујући аутономији кретања од 200 km, возило је идеално за свакодневне активности на градским и приградским линијама.

6. ИЗГРАДЊА САВРЕМЕНОГ ГРАДСКОГ САОБРАЋАЈНОГ ПРЕДУЗЕЋА

Развој јавног саобраћаја у граду у периоду 1958 – 1972. године, обележен је реконструкцијом саобраћајне мреже, изградњом савременог „Градског саобраћајног предузећа“ на новој локацији, изградњом нове Међумесне аутобуске станице као и Приградске аутобуске станице, модернизацијом возног парка увођењем модернијих аутобуса.

На слици 1 дат је приказ путање кретања градског и приградског саобраћаја на подручју града Новог Сада.



Слика 1 – Путања кретања градског и приградског саобраћаја на подручју Новог Сада, 2009. године



Слика 2 – Приказ пошта на подручју Новог Сада

7. ПОЧЕЦИ ПОШТЕ СРБИЈЕ

Званична државна кореспонденција обављала се преко наслеђених турских институција, односно мреже мензулана, станица за промену коња, и татара – коњаника који су преносили пошту. Јавни поштански саобраћај у Србији установљен је отварањем првих пошта: у Београду 25. маја и Крагујевцу 4. јуна 1840. године. Ове поште примале су и приватна писма, међутим, у почетку није наплаћивана такса за услугу, јер тарифе нису биле утврђене.

7.1 Развој поштанског саобраћаја на подручју Србије

За време Првог и Другог српског устанка уз краће прекиде, пренос поште у Србији вршили су српски татари – гласници. Тек 1817. године за време Милоша Обреновића уводи се стална гласничка служба. Прва пошта у Србији отворена је 7. јуна 1840. године у Београду, а нешто касније у Крагујевцу. У периоду од 1843. године у Србији су биле 2 поште, 34 поштанске експедиције и 36 мензулана.

7.2 Развој поштанског саобраћаја на подручју Војводине

Породица Паар имала је у Војводини концесију за експлоатацију поштанског саобраћаја од 1558. године до 1722. године. Прва државна пошта отворена је у Зрењанину 1737. године, да би почетком XIX века Војводина имала 50 државних пошта. Законом из 1850. године који се примењује код пошта Војводине прописано је искључиво право поште на пренос писама и појединачних издања штампе, а такође и превоз путника.

7.3 Поште на подручју Новог Сада

Након обављене праксе добијене су многе информације које су од велике помоћи за израду рада. На слици 2 дат је приказ пошта које припадају подручју Новог Сада.

8. ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМИ

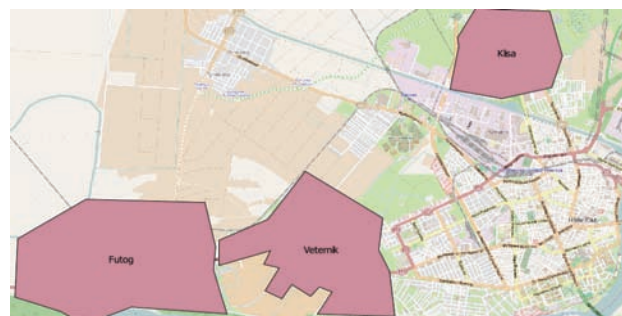
ГИС у преводу познат као Географски Информациони Систем, представља рачунарски базирани систем подршке планирању и пројектовању који интегрише у базе података поред осталих и просторно референциране податке.

9. ПРИМЕНА ГИС-а

ГИС је неопходан алат у свим областима пројектовања, планирања, управљања и анализирања. Широм света користе га електро, машински и грађевински инжењери, архитекте, банкар и економисти, новинари, учитељи, геодетски инжењери, еколози, политичари, криминолози, урбанисти, здравствени радници и други.

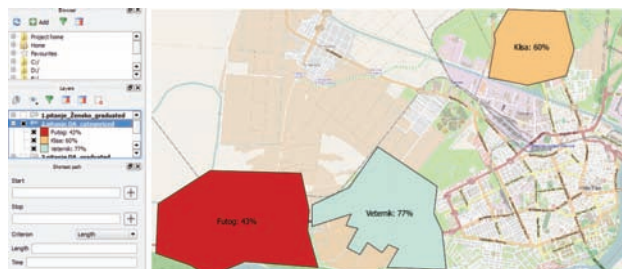
10. ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА АНКЕТЕ У ГИС-у

Анкетирање је извршено у три месне заједнице које припадају општини Нови Сад. Месне заједнице су следеће: Ветерник, Футог и Клиса (слика 3). Испитаници су имали право да дају више одговора на постављена питања. У свакој месној заједници је анкетирано тридесет (30) испитаника. Испитаници су подељени према полу.



Слика 3 – Месне заједнице општине Нови Сад

На питање „Да ли често користите јавни градски превоз?“ Испитаници су дали одговоре, који су приказани на следећој слици (4 – одговор „ДА“).

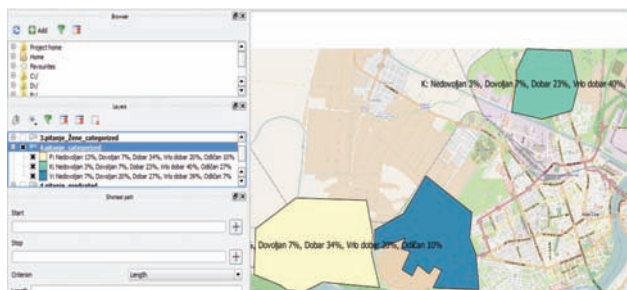


Слика 4 – Одговор „ДА“

На основу слике 4. може се уочити јасна разлика. Одговори су подељени по месним заједницама. У Футогу 43% испитаника користи јавни градски превоз, у Ветернику 77%, док на Клиси 60%.

На основу резултата се може закључити да већи део испитаника користи јавни градски превоз.

На питање „Колико сте задовољни услугама?“ испитаници су дали следеће одговоре, приказани по месним заједницама (слика 6). Оцене су од 1 до 5.



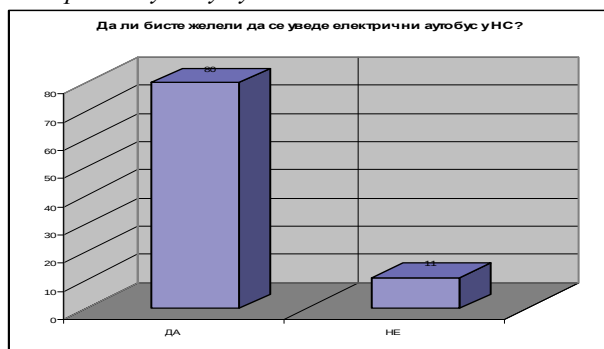
Слика 6 – Оцена услуга јавног превоза

Посматрајући резултате испитаника (слика 6), у све три месне заједнице, може се рећи да највећи проценат носе оцене 4 тј. „врло добар“ и 3 тј. „добар“. За оцену четири, проценти су следећи: Футог 20%. Клиса 40% и Ветерник 39%. За оцену три, проценти су следећи: Футог 34%, Клиса 23% и Ветерник 27%. Корисници су задовољни услугама аутобуског јавног саобраћаја у Новом Саду.

11. ЗАКЉУЧАК И ПРАВЦИ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА

Значај ГИС-а у савременом друштву постаје све већи, нарочито због развоја и употребе информационих и комуникационих технологија које омогућавају његову ефикаснију примену, као и сам његов даљи развој. ГИС нам помаже у проучавању различитих релација како између људи и њиховог окружења, тако и у разумевању тих релација које нам помажу да донесемо тачне закључке и успешно анализирамо одрживи развој. На питање „Да ли бисте желели да се уведе електрични аутобус?“, испитаници су дали одговоре који ће бити приказани графички (график 1).

График 1 – Да ли бисте желели да се уведе електрични аутобус у НС?



90% испитаника жели да овакав вид превоза постоји у Новом Саду. Електрични аутобуси се крећу помоћу батерије која се пуни пет сати.

Смањује се потрошња горива и емисија штетних гасова. Овај рад покушао је да пркаже само увођење ГИС-а у ЈГСП „Нови Сад“, предности његовог увођења, као и могућност његовог побољшања кроз нове модуле у наредном периоду.

Главна истраживачка питање у овом раду односило се на иновације у јавном саобраћају као и увођење електричних аутобуса. ГИС убрзава постојеће процедуре јер омогућаје располагање великом количином података на једном месту, чиме се постиже жељени циљ, штеди време и новац, али и ефикаснијег решавања проблема.

Рад обухвата истраживање потреба корисника на основу коришћења превоза, понуђених услуга које им ЈГСП „Нови Сад“ пружа, иновација и модернизација возног парка коју би корисници увели.

12. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Савин, Б., Озер, А., Вељковски, Ј., *Наше прво столеће 1911 – 2011, ЈГСП „Нови Сад“*, Нови Сад 2011.
- [2] Јавно предузеће ПТТ саобраћаја „Србија“, ПТТ музеј Београд
- [3] Кујачић, М., *Основи поштанског саобраћаја*, Факултет техничких наука Нови Сад, 2009.
- [4] Томић, М., *Дневник стручне праксе*, Регионални поштанско – логистички центар Нови Сад, Нови Сад 2014.
- [5] Крањак, М., *Географски информациони системи*, (скрипта), Факултет техничких наука, Нови Сад 2014.
- [6] PRIMENA-GIS-SISTEMA-U-PROCENI-EKOLOŠKE-BEZBEDNOSTI.pdf

Кратка биографија:



Мара Томић рођена је у Новом Саду 1990. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћаја одбранила је 2015. године.

ONLINE KUPOVINA U SRBIJI - ULOGA I ZNAČAJ POŠTE SRBIJE**ONLINE SHOPPING IN SERBIA - THE ROLE AND IMPORTANCE OF POST SERBIA**

Sanja Tomasović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Predmet izučavanja je elektronska trgovina, a posebno ONLINE kupovina. U radu je prikazano stanje u Srbiji, trenutna uloga Pošte Srbije i načini unapređenja ONLINE kupovine. Cilj rada je da se istraže mogućnosti i daju predlozi za uvođenje savremenih sistema za ONLINE kupovinu.

Abstract – The case study of electronic commerce, especially online shopping. The paper presents the situation in Serbia, the current role of Serbian Post and ways of improving online shopping. The aim is to explore the possibilities and give proposals for the introduction of modern systems for online shopping.

Ključne reči: elektronsko poslovanje, elektronska trgovina, online kupovina, pošta.

1. UVOD

Za veliki broj malih preduzetnika online kupovina ima veliki značaj u osvajanju definisanih tržišnih segmenata i kupaca. Svaki novi kupac za malog preduzetnika znači veći izgled za opstanak u biznisu.

Najjednostavnije definisano online kupovina znači učiniti kupcima da im proizvod bude dostupan iz fotelje. Kupci žele lakoću i udobnost kupovine.

Cilj rada je da se da pregled online kupovine i da se prikaže trenutno stanje online kupovine u Srbiji. Cilj rada je da se utvrdi da li postoji mogućnost povećanja tražnje za online kupovinom. Takođe, cilj je da se utvrde modeli učešća Pošte Srbije u ponudi i unapređenju usluga u ovoj oblasti.

2. ELEKTRONSKO POSLOVANJE

Elektronsko poslovanje (electronic business) je opšti koncept koji obuhvata sve oblike poslovnih transakcija ili razmene informacija koje se izvode korišćenjem informacione i komunikacione tehnologije i to: između preduzeća, između preduzeća i njihovih kupaca, ili između preduzeća i javne administracije.

Sa aspekta komunikacija: elektronsko poslovanje je elektronska isporuka informacija, proizvoda i usluga i elektronsko plaćanje korišćenjem računarskih i drugih komunikacijskih mreža.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc dr. Dragana Šarac, red.prof.

Elektronskim poslovanjem ostvaruje se efikasnije komercijalne transakcije i povećava ukupna efikasnost poslovanja u trgovini. Poruka razvoja elektronskog poslovanja je jasna: uspešne kompanije će biti one koje ranije i efikasnije prihvate integrisana rešenja kroz heterogene platforme, između organizacija, različitih funkcionalnih jedinica i aplikacija, unutar sigurnog okruženja, što je u suštini suočavanje sa kupcem [1].

3. ELEKTRONSKA TRGOVINA

Kratka definicija objašnjava da je elektronska trgovina kupovina i prodaja robe, usluga i informacija putem računarskih mreža. Elektronska trgovina uključuje i elektronski transfer novca, upravljanje lancem snabdevanja, elektronski marketing, elektronsku razmenu podataka, i automatske sisteme za sakupljanje podataka. Od svog nastanka, elektronska trgovina se pretežno zasnivala na internet tehnologiji i globalnoj svetskoj mreži (engl. World Wide Web). Današnji model trgovine podrazumeva kreiranje virtualne potrošačke korpe [3].

Postoji veliki broj različitih oblika elektronske trgovine koje se mogu kategorisati na različite načine. Međutim, sve one predstavljaju kombinaciju pet najčešćih oblika elektronske trgovine koji su klasifikovani prema prirodi tržišnog odnosa, a to su [2]:

- **B2B (Business to Business),**
- **B2C model elektronske trgovine,**
- **C2C (Consumer - to - Customer),**
- **B2B2C (Business - to - Business - to - Customer),**
- **C2B2C (Customer - to - Business - to - Customer).**

4. ONLINE KUPOVINA

Online kupovina je proces u kojem kupci kupuju usluge i proizvode direktno od trgovca u realnom vremenu putem Interneta, mobilnog telefona ili pozivnog centra. To je oblik E-trgovine. Online trgovina, online shop, web shop, web trgovina ili virtualna trgovina analogni su kupovini usluga i proizvoda u fizičkoj trgovini ili trgovačkom centru.

Prema nekim istraživanjima, tri osnovna faktora koja ograničavaju ekspanziju online kupovine su:

- (ne)sigurnost podataka na Internetu,
- nezadovoljstvo uslugom isporuke i
- problemi sa povratnim robnim tokovima.

Poslednja dva problema predstavljaju istovremeno i problem iznalaženja adekvatne logističke podrške online prodaji proizvoda. Pravilno definisana strategija dostave robe kupcu predstavlja neophodan preduslov za uspešnu

online trgovinu, bez obzira na vrstu učesnika i njihovo mesto u lancima snabdevanja. Pri online naručivanju proizvoda, roba se u osnovi može staviti na raspolaganje kupcu na tri načina:

- kupac sam preuzima robu u najbližoj poslovnici prodavca,
- prodavac dostavlja robu na željenu adresu prema unapred definisanim uslovima, ili
- kupac i prodavac zajednički definišu najpovoljniji način isporuke robe.

4.1 Internet kao kanal za kupovinu

Internet se najčešće opisuje kao mreža svih računarskih mreža, koja jedinstveno radi na globalnom nivou. Niko ne poseduje Internet. To je javna mreža i ključno objašnjenje za ogroman uspeh Interneta i njegovo neprestano širenje i ulazak u sve sfere javnog i privatnog života predstavlja implementacija otvorenih standarda. Internet je globalna veza među računarima, od kojih svaki poseduje određeni broj informacija.

Prosečnom korisniku Interneta najveći problemi obično su vezani za brzinu, standarde koji se stalno menjaju, kao i cenzuru koji neki krugovi nameću. Svakako najveći problem Interneta je sigurnost i to na više nivoa. Zbog decentralizovanosti sistema, Internet je prilično stabilna mreža, stoga je opasnost od kolektivnog rušenja celog sistema vrlo mala. Najveći problem predstavlja sigurnost mreža preduzeća i vladinih sektora u koje često pokušavaju da provala hakeri.

Internet u Srbiji pojavio se u februaru 1996. godine kada je nacionalna akademska mreža preko provajdera BeoTelNet-a spojena na Internet. Mreža je funkcionisala preko satelita i imala je malu propusnu moć, što je veoma često dovodilo do zagušenja u obavljanju Internet transakcija. Iste godine počinju sa radom prvi domaći komercijalni provajderi. Internet sadašnjost u Srbiji je takva kakva jeste, ali je sigurno da je Internet nešto bez čega nećemo moći da zamislamo život u budućnosti [5].

4.2 M-trgovina

M trgovina (m-commerce) predstavlja svaku transakciju novčane vrednosti koja je realizovana preko mobilne telekomunikacione mreže i čini sastavni deo e-commerce transakcija.

Postoji mnogo finansijskih mogućnosti za banke u oblasti mobilnog poslovanja. Mobilno bankarstvo je novi kanal za usluge koje banke nude i platforma za sve nove personalizovane usluge bazirane na informacijama u realnom vremenu koje stvaraju veću lojalnost i zadovoljstvo komitenata.

Mobilnom tehnologijom omogućena je kupovina različitih roba i usluga, obavljanje bankarskih transakcija, pristup plaćenim sadržajima i informacijama sa bilo kog mesta i u bilo koje vreme. Generatori razvoja mobilnih servisa su: masovno tržište mobilnih telefona, nagli razvoj Interneta i elektronske trgovine, usavršavanje opreme i uređaja za mobilnu telefoniju, mogućnosti autentifikacije i autorizacije, novi principi tarifiranja servisa. Da bi se čitav posao širio i uspešno poslovao operatori mobilne telefonije moraju blisko da sarađuju sa bankama i

kompanijama koje izdaju kreditne kartice u cilju razvoja mehanizma m-commerce plaćanja.

4.3 Pozivni centar

Rad pozivnih centara temelji se na telefoniji, tehničkom rešenju koje omogućuje dvosmernu komunikaciju s korisnicima, uvežbanih operatera (agenata) kao i sposobnosti da se razviju, poboljšaju, usavrše i maksimalno iskoriste komunikacijske veštine važne za uspešnu telefonsku prodaju, promociju, podršku, upravljanje, i drugo, neovisno o proizvodu i/ili usluzi i dostupnosti u odnosu na nailazak entiteta. Pozivni centar je dinamična komunikacijska platforma za izgradnju prodajnih usluga ili usluga za podršku, te pomaže u povećanju produktivnosti uz istovremeno smanjivanje troškova, a kvalitet kontakata s korisnicima je značajno povećana što znači i povećanje konkurentnosti.

Usluge koje omogućava pozivni centar možemo svrstati u nekoliko grupa, kao što su marketinške aktivnosti, prodaja proizvoda ili usluga, stalna briga o korisniku sistema te pomoć na zahtev, ugovaranje ličnih kontakata i sastanaka te tehnička pomoć i upravljanje kooperantima [6].

5. ULOGA POŠTE U ONLINE TRGOVINI

Ako pođemo od toga da je dostava najpoznatiji način na koji poštanski sektor pomaže online kupovini, daleko od toga da je to i jedini. Na primer, poštanski operatori mogu da igraju ulogu u finansijskoj transakciji koja je povezana sa online razmenom roba i usluga. Poštanski operatori nude rešenja zamene u obliku „ponovo punjive“ (eng-reloadable) pripejd kartice ili pružaju elektronske usluge plaćanja. Konačno, 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. Ova rešenja obično donose vrednosti vezane za poštanski sektor (kao što je poverenje) online i povezuju poštanske e usluge sa ključnim sredstvima poštanskog sektora [4].

Možemo zaključiti, da je poštanski sektor pozicioniran da koordiniše različite usluge. U nekim zemljama poštanski operatori pružaju značajne socijalne usluge, a spremni su da postanu još važniji poslovni centri, gde bi mogao da se ponudi široki opseg administrativnih i socijalnih usluga (Internet pristup, telefoni, kopiranje, finansijske usluge i druge poštanske usluge). Poštanski sektor u Srbiji, takođe igra ulogu u međupovezivanju drugih javnih komunalnih službi, administrativne i socijalne mreže, što je neophodno za razvoj zemlje i bolji život stanovništva.

6. BEZBEDNOST E-KUPOVINE

Rizici koji sa sobom nosi upotreba elektronske trgovine mogu se izbeći upotrebom odgovarajućih *mera bezbednosti*. Bezbednosni servisi generalno predstavljaju skup pravila koja se odnose na sve aktivnosti organizacije u vezi sa bezbednošću. Svako preduzeće treba da ima odgovarajuću politiku bezbednosti. Bezbednosni servisi su delovi sistema koji realizuju aktivnosti adekvatne zaštite ukoliko se jave bezbednosne pretnje (obično deluju na zahtev). Ove mere mogu biti *tehnoške* i *proceduralne*.

U tehnološke mere spadaju, između ostalog, autentifikacija, zaštita poverljivosti, raspoloživosti i integriteta podataka. Da bi se ove mere sprovele u praksi, neophodna je upotreba kriptoloških tehnologija, kao na primer *šifre sa javnim ključevima* i *digitalni potpis*.

Osnovni zadatak kriptografije je omogućavanje dvema osobama (zvaćemo ih pošiljalac i primalac) da komuniciraju preko nesigurnog komunikacionog kanala (telefonskih linija, računarskih mreža...) na način da treća osoba (njihov protivnik) ne može razumeti njihove poruke.

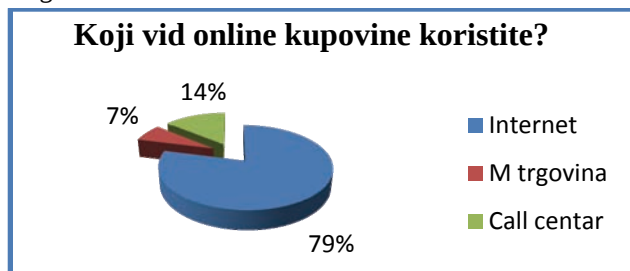
Šifrovanje i *digitalni potpis* su kriptografske tehnike koje se koriste da bi se implementirali bezbedonosni servisi.

7. DALJI PRAVCI RAZVOJA ONLINE KUPOVINE U SRBIJI

7.1. Istraživanje tržišta

Činjenica je da je online kupovina sve popularnija u Srbiji i da se kupci sve više opredeljuju za online kupovinu, iako je online kupovina još uvek u razvoju. Faktori koji ograničavaju razvoj online kupovine su nesigurnost podataka na Internetu, nezadovoljstvo usluge isporuke i problemima sa povratnim robnim tokovima. Za potrebe ovog rada, anketirano je 70 ispitanika od kojih je 43 ženskog, a 27 muškog pola. Više od pola ispitanika ne koristi ni jedan vid online kupovine. Glavni razlozi za ne korišćenje online kupovine jeste slaba ponuda na domaćim online prodavnicama i svakako niska kupovna moć građana. Kupci u Srbiji mnogo češće se okreću online kupovini na inostranim sajtovima, a jedan od razloga za to je i što je ponuda na tim sajtovima povoljnija nego na domaćim.

Online kupovinu najviše koriste korisnici uzrasta od 18-24 godine.



Od 41% korisnika koji koriste online kupovinu čak 79% koristi kupovinu preko Interneta, a najmanje se koristi pozivni centar koji može biti vrlo praktičan i jednostavan način komunikacije.

Većina ispitanika (preko 60%) se slaže da online kupovina štedi vreme, ne zahteva dugo putovanje do prodavnice, omogućuje kupovinu bilo gde i bilo kad, omogućava kupovinu od kuće, kupovina 24/7, olakšava plaćanje, itd.. Plaćanje se najčešće vrši preko kreditnih, odnosno debitnih kartica, kao i pouzecom. Korisnici se odlučuju za plaćanje pouzecom zbog sigurnosti. Kurir će na adresu doći sa pošiljkom i prilikom isporuke zatražiti da mu se preda iznos (otkupnina) koji je pošiljalac tražio da se naplati pouzecom.

Postoje razni problem prilikom online kupovine, što je najčešći razlog ne kupovine na ovaj način. Nedovoljna informisanost o online kupovini kao i strah od nepoznatog

su razlog ne kupovine preko Internet, pozivnog centra i mobilnog telefona. Takođe postoji problem zloupotrebe i prevare. Prilikom istpitivanja došli smo do podatka da ispitanici koji koriste online kupovinu uglavnom nisu nailazili na problem prilikom online kupovine.

7.2. Integrisana usluga Pošte Srbije kao osnova za unapređenje ONLINE kupovine

Pošta Srbije ima mogućnost da razvije novu uslugu i da omogući lakše poslovanje preduzećima koje se bave online prodajom i kupcima koji online kupuju. Pošta može da olakša način naručivanja, dostave, plaćanja, skladišta i distribucije, kao i da ponudi usluge špedicije. Prednosti pozivnog centra jesu rad 24/7, svi komunikacijski kanali su dostupni unutar jedne aplikacije, brza aktivacija, sve ovo omogućuje brze i lakše poslovanje. Jedan način da zadovolji korisnike, a i preduzeća jeste da uvede integrisanu uslugu pozivnog centra za preduzeća koja se bave online prodajom i fizička i pravna lica koja online kupuju..

Pošta Srbije u prethodnom period ima porast poziva upućenih pozivnom centru, za razliku od 2014.godine, samim tim možemo zaključiti da usluga pozivnog centra je u porastu, što pošti donosi velike prednosti u poslovanju. Uvođenjem usluge pozivnog centra za pravna lica (prodavce) povećali bi se prihodi i kvalitetnije poslovanje u Pošti Srbije.

Naručivanje preko pozivnog centra Pošte Srbije je jednostavno, poštanski operator komunicira direktno sa potencijalnim korisnicima u smislu povećanja prodaje usluga ili proizvoda. Ona vrši prodaju za druga preduzeća i to na način da kada korisnik poziva broj preduzeća od kojeg želi proizvod, u pozivnom centru poštanski operator dobija sve potrebne informacije vezane za proizvod koji korisnik želi. Formira se narudžbenica i elektronski i automatski se šalje na dostavu. Plaćanje preko Pošte je moguće gotovinom, čekom ili fakturom. Jedan od najčešćih načina plaćanja je pouzecom (otkupnina). I ovo je jedna od usluga koja olakšava kupcima plaćanje, jer ne žele svi kupci da imaju kreditne ili debitne kartice za plaćanje online kupovine.

Usluga distribucije koje nudi Pošta, vrši usluge "od vrata do vrata", odnosno kompletnu distribuciju (preuzimanje, transport, skladištenje, pakovanje, prenos i uručenje) pošiljaka, mogućnost transporta poluproizvoda od jednog do drugog proizvođača, kompletan servis u međunarodnom saobraćaju uz posredovanje Poštanske špedicije prilikom carinjenja. Ova usluga pruža pogodnost da robu, koja se sukcesivno otprema u formi poštanskih pošiljaka, skladišti u Pošti, kako bi se izbeglo svakodnevno dopremanje robe.

Kada se dostavi narudžbenica primalaca, Pošta može obezbediti brzu i efikasnu dostavu robe koja se skladišti u Pošti. Usluga PostSped pravnim licima nudi mogućnost da ovlaste Poštu Srbije da u njihovo ime sprovede carinski postupak pred carinskim organima.

Način dostave robe izbor je njenog naručioca i on se o tome izjašnjava u momentu porudžbine. Za korisnike je povoljnije da robu primaju putem obične pošte, s obzirom na to da su PTT usluge jeftinije od usluga brze pošte, pa su samim tim ukupni izdaci niži. Što je još jedan razlog za

uvođenje nove usluge u Pošti, što je preduzećima velika prednost jer je najbitnije da korisnici budu zadovoljni.

Nakon distribucije i skladištenja vrši se dostava korisniku. Dostava u Pošti Srbije se vrši na svim delovima Srbije, prekrivena je cela teritorija Republike Srbije što je još jedna prednost, jer mnoga preduzeća nemaju dostavu pošiljka tj paketa na celoj teritoriji države, a Pošta Srbije će da im ponudi i ovu vrstu usluge.

U slučaju odbijanja prijema pošiljke ili ako korisnik naruči pošiljku pa se posle tog predomisli, potrebno je naći neko racionalno rešenje.

U slučaju da se korisnik predomisli posle naručivanja, može da se uvede rok od 24h da javi pozivnom centru da ne želi da naruči proizvod, samim tim će se smanjiti troškovi dostave i odbijanje pošiljaka pri prijemu.

Na ovaj način, Pošta Srbije nudi preduzećima jednostavnu i ekonomičnu uslugu. Ostvaruju se prednosti kao što su smanjeni troškovi prodaje, direktna komunikacija sa korisnicima, neograničeno vreme komunikacije, kao i dobijanje povratnih informacija.

Za sprovođenje ove poštanske usluge u Pošti Srbije potreban je vremenski period koji može da se posmatra sa nekoliko aspekata, a to su vreme realizacije, odnosno očekivani rezultati i vreme same implementacije.

Plan uvođenja usluge pozivnog centra za korisnike zasniva se na postepenoj implementaciji, prvenstveno u većim radnim jedinicama.

Implementacija ove usluge daleko bi unapredila poslovanje Pošte i obezbedilo veće prihode. Ova usluga se svakako isplati, ali pitanje je da li je Pošta spremna da izdvoji finansijska sredstva za ovakvu vrstu usluge, posebno ako se uzme u obzir da Pošta treba da zaposli određen broj radnika.

Prednosti Pošte sa uvođenjem ove integrisane usluge jeste da nema potrebe za investiranjem u opremu i obuku kadrova, ne zauzima poslovni prostor, radnike i infrastrukturu, kompletan uvid u sve telefonske komunikacije bez izgubljenog poziva, poboljšanje prodaje, komunikacije i kvaliteta usluga.

Potencijalni korisnici korišćenja pozivnog centra su: mala, srednja i velika preduzeća, državne institucije, udruženja i organizacije, marketinške agencije, mediji, marketinški eksponirani klijenti u sferi prodaje/kupovine međunarodne institucije, veliki sistemi (banke, osiguravajuća društva, penzioni fondovi i dr.), tour operatori (turističke agencije, prevoznici), ostali.

Budućnost online kupovine je zapravo u korišćenju integrisanih usluga Pošte Srbije.

8. ZAKLJUČAK

Iako nedovoljno razvijeno u Srbiji, online kupovina počinju da se razvijaju mnogo bržim tempom nego što je to do sada bio slučaj. Postaju dostupne nove poslovne mogućnosti, što utiče na povećanje produktivnosti, smanjenje troškova i brži obrt kapitala.

Online kupovina stvara i mogućnost za zapošljavanje, posebno u malim i srednjim preduzećima. Isto tako, Pošta Srbije ima mogućnost da razvije nove usluge i da omogući lakše poslovanje preduzećima koje se bave online prodajom. Pošta može da olakša način naručivanja, dostavu, plaćanje, skladište i distribuciju, kao i da ponudi usluge špedicije.

Neki od problema prilikom online kupovine su nezadovoljstvo uslugom isporuke i problem sa povratnim robnim tokovima, takođe ovi problemi predstavljaju problem logističke podrške online prodaji proizvoda.

Ti problemi mogu da se reše tako što se koriste integrisane usluge Pošte Srbije, kao što je u radu već pomenuto da usluge skladištenja i distribucije mogu u mnogome da olakšaju poslovanje preduzećima, odnosno online prodaju.

Online kupovina, postaje naša svakodnevica. Umesto papira, olovki, pečata, na scenu stupaju računari, sa kojima se mnogo lakše i brže obavlja sve veći broj kupovina i transakcija. Danas se Republika Srbija nalazi u početnoj fazi u postavljanju uslova i institucija za razvoj online kupovine.

Nasuprot trendu u razvijenim zemljama u Republici Srbiji se nije na adekvatan način propratilo kretanje elektronske trgovine. Ali postojeći trendovi nedvosmisleno pokazuju da vreme elektronske i online trgovine tek dolazi.

9. LITERATURA

- [1] Končar, J., Elektronska trgovina, Ekonomski fakultet, Subotica, 2003.
- [2] Šarac, D., Elektronske poštanske usluge, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014.
- [3] Stojanović, I., Elektronska trgovina i kupovina putem interneta u Srbiji, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2011.
- [4] Petrović, V., Elektronska trgovina u pošti Srbije Stanje i perspektive, PosTel 2010, Beograd, 2010.
- [5] <http://www.verat.net/sr/minmax>
- [6] http://2008.telfor.rs/files/radovi/01_16.pdf

Kratka biografija:



Sanja Tomasović rođena je u Somboru 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranila je 2015.god.

PRIMENA QGIS-A U VIZUELIZACIJI REZULTATA ANKETE O STEPENU ZADOVOLJSTVA KORISNIKA USLUGA JP „POŠTA SRBIJE“ U NOVOM SADU**APPLICATION OF QGIS FOR VISUALIZING THE SURVEY RESULTS ON LEVEL OF CLIENT SATISFACTION FOR JP "POST SERBIA" IN NOVI SAD**

Petar Babić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom istraživačkom radu obrađena je primena QGIS-a u vizuelizaciji rezultata ankete o stepenu zadovoljstva korisnika uslugama JP PTT "Srbija" na teritoriji Novog Sada. Anketa je sprovedena u pet mesnih zajednica opštine Novi Sad. Mesne zajednice su: Detelinara, Liman I, Liman III, Stari Grad i Vera Pavlović. Anketa je sprovedena u periodu od 04.05.2015. do 18.05.2015. godine. Dobijeni podaci su analizirani i obrađeni u MS Office Excel a zatim su vizuelno prikazani u vidu lejera koji su rađeni u softverskom paketu QGIS.

Abstract – This research was based on use of QGIS in visualisation of survey results about level of customer satisfaction with JP PTT "Srbija" services on territory of Novi Sad. Research was made in five local communities: Detelinara, Liman I, Liman III, Stari Grad and Vera Pavlović. Survey was conducted from 4th May 2015. to 18th May 2015. Data obtained in this survey was analyzed and processed in MS Office Excel and then visualised through layers in QGIS.

Ključne reči: GIS, poštanska usluga, kvalitet, QGIS, vizualizacija

1. UVOD

U današnje vreme je veoma skupo „proizvoditi“ informacije i podatke. Jednom prikupljene informacije se mogu višestruko obrađivati, skladište se u bazu podataka, a zatim se upotrebljavaju po potrebi i zahtevima korisnika. Smatra se da prikupljeni i obrađeni, naravno u digitalnom obliku, mogu da se koriste oko 50 godina, pa se u tom slučaju njihova „proizvodnja“ višestruko isplati. Geografski informacioni sistem ili sistem za prikupljanje, obradu, arhiviranje, analizu i prikaz prostornih podataka našli su primenu u mnogobrojnim oblastima, tokovima rada i kapitala, trgovini, nauci i znanju. Sve informacije iz realnog okruženja imaju vremensku karakteristiku a smatra da se da čak 85% svih informacija ima i prostornu osobinu. Ovaj rad je koncipiran tako da se pokaže praktična primena softverskog alata QGIS u vizuelizaciji georeferenciranih rezultata ankete o stepenu zadovoljstva korisnika uslugama koje pruža JP PTT "Srbija" u pet mesnih zajednica sa područja grada Novog Sada. Mesne zajednice su: Detelinara, Liman I, Liman III, Stari Grad i Vera Pavlović.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čija mentorka je bila doc. dr Mirjana Kranjac.

2. OSNOVNI POJMOVI I KLASIFIKACIJA POŠTANSKIH USLUGA

Razvijene zemlje danas poklanjaju veliku pažnju poštanskom saobraćaju, kao velikom sistemu i značajnom elementu infrastrukture, koji omogućava brz i siguran prenos pisanih, štampanih i na drugi način oblikovanih saopštenja, robe i novca u unutrašnjem i međunarodnom saobraćaju. Pošta je godinama unazad bila monopolista i bila jedini organizovan sistem za prenos poštanskih pošiljaka. Obavljanje poštanskih usluga predstavlja delatnost pošte koja čini prenos raznih vrsta poštanskih pošiljaka od pošiljaoca do primaoca. Pod *poštanskom pošiljkom* se podrazumeva sve ono što je pošta primila od pošiljaoca pod određenim uslovima, da to prenese i uruči primaocu. *Pismonosne usluge* podrazumevaju prenos zatvorenih ili otvorenih pošiljaka, čija je sadržina, po pravilu pisano saopštenje. *Paketske usluge* su usluge prenosa paketa, od pošiljaoca do primaoca.

Pod paketom se podrazumeva zatvorena pošiljka sa označenom vrednošću i registrovanim brojem prijema koja po pravilu sadrži robu i druge predmete namenjene trgovini, potrošnji ili nekim drugim potrebama korisnika. Najveća dozvoljena masa paketa je 31,5 kg.

Paketi će biti uručeni u sledećim rokovima:

- dva radna dana na užem dostavnom području,
- tri radna dana na širem dostavnom području,
- pet radnih dana na najširem dostavnom području.

Post Express usluga je kurirski servis "od vrata do vrata" koji korisnicima omogućava najbrži i najsigurniji prenos i uručenje pošiljaka. Post Express ima organizovan kurirski servis u 96 mesta i podržan je poštanskom mrežom širom Srbije. Pod *posebnim uslugama* podrazumevaju se usluge u okviru kojih pošiljalac prilikom predaje pošiljke zahteva poseban postupak sa pošiljkom u svim ili pojedinim fazama obavljanja poštanskih usluga. Najčešće zahtevane posebne usluge su: preporučena, otkupna pošiljka, pošiljka sa povratnicom, pošiljka sa ličnim uručenjem primaocu itd. Dopunske usluge se vrše na zahtev pošiljaoca, odnosno uplatioca, na zahtev primaoca ili po službenoj dužnosti, a nisu obuhvaćene prethodno navedenim uslugama [2, 5].

2. GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEM

Da bismo lakše razumeli pojam informacionih sistema, potrebno je definisati osnovne pojmove, a to su podaci i informacije. U svakodnevnom razgovoru, ne pravimo uvek jasnu razliku između termina „podatak“ i „informacija“. Od vitalnog značaja jeste napraviti razliku između ova dva pojma. Postoji veliki broj definicija

osnovnih pojmova, od kojih će ovde biti izdvojeno samo nekoliko.

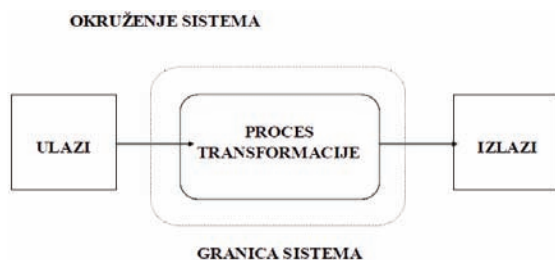
Registrovane činjenice i oznake nastale u toku nekog procesa, a elementarno opisuju stvari, događaje, aktivnosti i transakcije koji su zabeleženi, klasifikovani i uskladišteni, ali nisu organizovani da prenesu neko konkretno značenje predstavljaju „podatke“.

U opštem slučaju informacije predstavljaju „sirove“, odnosno neobrađene podatke. Informacije su podaci uređeni u modele koji imaju sadržajno (smisleno), vremensko i formalno značenje.

Vrednost koju informacija dobija obradom podataka iskazuje se kroz atribute. Njen informacioni kvalitet čine sledeći atributi: tačnost, upotrebljivost, dostupnost, aktuelnost i terminološka određenost. Prema GIS rečniku „informacija“ znači: „Obaveštenje koje je rezultat sakupljanja, analize ili sumiranja podataka u smislenom obliku“, dok termin „geografska informacija“ označava fenomen direktno ili indirektno vezan za lokaciju na zemljinoj površi [1].

Iako ne postoji jednoznačna definicija sistema, u opštem smislu „sistem“ se definiše kao skup objekata, relacija između njih i njihovih atributa, na koji okolina deluje preko ulaza i koji na okolinu deluje preko izlaza (slika 1.) [1].

Svaka komponenta utiče na određeni način na ponašanje sistema kao i na njegovo postojanje. Ako se neka komponenta ukloni, promeniće se i ponašanje sistema [4].



Slika 1. Osnovni elementi sistema [1]

2.1. Komponente informacionih sistema (IS)

Osnovne komponente informacionih sistema su:

Hardver je fizička oprema koja se koristi za čuvanje i obradu informacija i podataka, kao i za njihovo prikazivanje.

Softver je program ili više programa pomoću kojih hardver obrađuje informacije i podatke.

Baze podataka je baza koju čine informacije ili podaci logički organizovani kao polja, tabele i relacije među njima koje ih povezuju.

Telekomunikacije se koriste za povezivanje, ili umrežavanje računarskih sistema, kao i za prenošenje informacija, odnosno mreža za povezivanje računara koji omogućava deljenje informacionih resursa.

Ljudski resursi korisnici hardvera i softvera koji razvijaju, održavaju i koriste IS

Procedure su uputstva pomoću kojih se kombinuju komponente IS-a radi obrade informacija u cilju dobijanja željenog izlaza [1, 4].

2.2. Pojam i definicija GIS-a

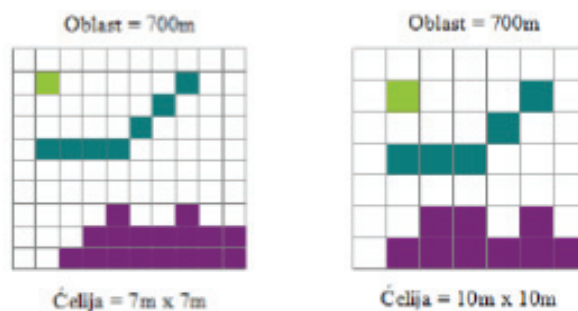
Postoji mnogo definicija geografskih informacionih sistema od kojih su izdvojene neke. Geografski informacioni sistem je kompjuterski informacioni sistem koji prikuplja, skladišti, analizira i prikazuje prostorne entitete i njihove atribute, za rešavanje kompleksnih istraživačkih, projektantskih i problema upravljanja. GIS se definiše i kao specijalna vrste informacionih sistema, koja u svojoj bazi podataka čuva podatke o prostornim objektima, aktivnostima ili događajima, kao tačke, linije ili poligone [1].

2.3. Vrste geografskih podataka

Geografski informacioni sistemi integrišu sledeće tipove podataka:

- rasterske podatke,
- vektorske podatke,
- alfa-numeričke podatke,
- digitalni model visina.

Rasterski podaci. Za kombinaciju slikovnih i rasterskih podataka adekvatan je termin rasterske slike. Osnovne karakteristike rasterske slike su: rezolucija slike, dimenzija slike, broj boja (dubina slike) i format zapisa. Slika je kvalitetnija što je veličina piksela manja, odnosno što je broj piksela po jedinici mere veći, sto se vidi na slici 2. [3].



Slika 2. Različite veličine piksela [1]

Vektorski podaci. Vektorski podaci su poseban tip podataka čiju strukturu čine osnovne geometrijske primitive: tačka, linija i poligon. Tačkom su prikazani entiteti veoma malih dimenzija koji se, zbog razmere prikaza, ne mogu prikazati pomoću linije ili poligona. Linija je organizovani skup povezanih tačaka. Poligon je organizovani skup linija kojima se definiše neka oblast, a kod kojih se prva i poslednja tačka poklapaju [1].

Alfa-numerički podaci. Atributskim podacima se izražavaju negeometrijske karakteristike entiteta. Najveći deo atributskih podataka u GIS-u dat je u alfa-numeričkom obliku, odnosno izražen je pomoću slova i cifara (teksta i brojeva).

U GIS-u se ovi podaci predstavljaju u obliku tabela pa se često nazivaju tabelarni podaci.

Digitalni model visina. DMV je organizovani skup podataka o visinama terena zapisan u digitalnom obliku. Podrazumeva se da DMV za svaku tačku modela sadrži podatke o položaju tačke u prostoru (na površini) i podatke o njenoj visini H [1].

2.4. Primena GIS-a u saobraćaju

Primena GIS-a u oblasti saobraćaja je poprilično široka. Počev od planiranja i projektovanja saobraćajne infrastrukture, npr. mostova, železnice, vazdušnih luka, autoputeva, bezbednosti itd, pa sve do nadzora i upravljanja istim. Upotreba GIS-a nam omogućava da se putnici i roba sigurnije, brže i efikasnije prevoze. Avio kompanije koriste GIS da optimizuju puteve i kapacitete, a kontrole leta da isplaniraju preusmeravanja usled vremenskih neprilika ili drugih hitnih slučajeva. Još jedna konkretna primena GIS-a jeste bezbednost učesnika u saobraćaju i prevencije saobraćajnih nezgoda. Imamo mogućnost da ucrtavamo sve lokacije na kojima postoji moguća opasnost i ugrožavanje učesnika u saobraćaju [6].

2.5. Primena GIS-a u pošti

JP PTT "Srbija" sopstevni geografski informacioni sistem počinje da razvija 2002. godine s ciljem da analize teritorijalnu dostupnost poštanske usluge građanima, racionalizacije transporta i dostave poštanskih pošiljaka. Prvi projekat koji je realizovan zajedno sa poštom Kanade, jeste analiza lokacije pošta. Usluge bazirane na geografskom informacionom sistemu su:

- Isporuka podataka o prostornom položaju kućnog broja
- Isporuka podataka o prostornom položaju ulica
- Isporuka podataka o prostornom položaju PAK-a
- Generisanje alfanumeričkog podatka na osnovu prostornog položaja kućnog broja
- Generisanje alfanumeričkog podatka na osnovu prostornog položaja PAK-a
- Isporuka podataka o broju domaćinstava na nivou kućnog broja
- Isporuka podataka o broju domaćinstava na nivou PAK-a

Takođe korišćenjem baze podataka koju poseduje Pošta Srbije može da se vrši analiza gustine stanovništva i pozicija pošta, analiza teritorijalne dostupnosti, organizovanje specijalizovane dostave, projektovanje dostavnih reona itd.

Podaci koje je prikupila Pošta Srbije, za svoj geografski informacioni sistem su sledeći:

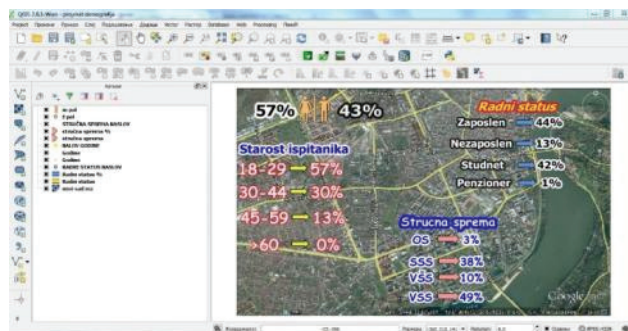
- Dužine ulične mreže 103.795 km na teritoriji Republike Srbije
- oko 900.000 kućnih brojeva u svim većim naseljima u Srbiji
- preko 113.000 PAK-ova na području cele Srbije

Pošta Srbije je razvila GIS portal koji korisnicima usluga omogućava da koriste GIS tehnologiju i prostorne podatke, kao i kvalitetniji prikaz područja na kome se usluge vrše. GIS se sastoji 10 lejvera (slojeva) a moguće je prikazati: naselja, opštine, radne jedinice, uslice, pakove, reone, poštanske sandučice, pošte, zgrade i bankomate [3].

4. PRIKAZ I ANALIZA REZULTATA

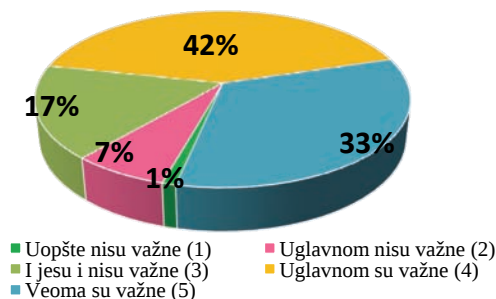
U ovom poglavlju će biti predstavljeni rezultati sprovedene ankete na području grada Novog Sada. Mesne zajednice u kojima je istaživanje provedeno su: Detelinara, Liman I, Liman III, Stari Grad i Vera Pavlović. Anketa je sprovedena u periodu od 04.05.2015. do 18.05.2015. u papirnoj i elektronskoj formi.

Na slici 3. je prikazana struktura učenika u anketi. Uočavamo da su većina ispitanika bile osobe ženskog pola sa 57%.

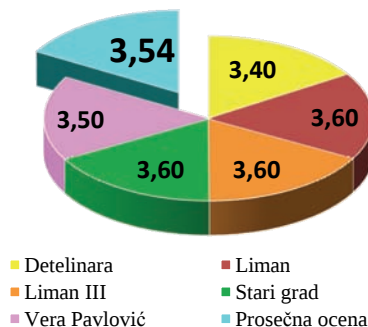


Slika 3. Struktura ispitanika

Takođe, najveći procenat je bio zaposlenih 44%. Kada govorimo o starosnoj dobi, vidimo da je najviše ispitanika bilo od 18 do 29 godina, 57%. Najveći procent ispitanika ima visoku stručnu spremu, odnosno 49%. Ukupan broj osoba koje su popunile anketu jeste 100, odnosno 20 ispitanika po svakoj mesnoj zajednici.



Grafik 1. Važnost usluga slanja i prijema poštanskih pošiljaka



Grafik 2. Prosečna ocena rada JP Pošta Srbije po mesnim zajednicama i ukupna prosečna ocena

5. VIZUELIZACIJA DOBIJENIH REZULTATA PUTEM QGIS-a

Dobijeni podaci su u potpunosti iskorišćeni za izradu nekoliko projekata u softverskom paketu QGIS. Iz praktičnih razloga urađeno je nekoliko parcijalnih projekata. Ukoliko bi došlo do bilo kakve greške lakše je manipulirati sa manjim (misli se na manji broj slojeva, odnosno lejera) nego jednim složenim projektom. Sama procedura projektovanja, odnosno izrade lejera sastoji se iz nekoliko koraka:

- I korak – sa Google Earth je preuzeta mapa grada Novog Sada, koja predstavlja raster mapu i služi

kao osnova za unos dobijenih podataka. Formira se novi Shapefile tipa poligona.

- II korak – jeste formiranje atribut tabela za svaki projekat posebno i unos dobijenih podataka. Formira se novi Shapefile tipa tačke sa nazivima mesnih zajednica.
- III korak – obrada i prikazivanje prethodnih lejera
- IV korak – pretvaranje projekta u oblik podataka koji je potreban, najčešće se formira slika JPEG formata

U nastavku ovog poglavlja će biti prikazani projekti (lejeri, slojevi, mape) koji su projektovani u QGIS-u. Iz praktičnih razloga neće biti svi lejeri umetnuti u ovaj rad, jer bi u tom slučaju rad bio veoma opširan.

Na slici 4. su prikazani dobijeni rezultati ankete o važnosti usluga slanja i prijema poštanskih pošiljaka, odnosno prikazan je odgovor da su te usluge „veoma su važne“. Uzorak je 20 ispitanika po mesnoj zajednici.



Slika 4. Važnost usluga slanja i prijema poštanskih pošiljaka po mesnim zajednicama

Na slici 5. su prikazani rezultati koji se odnose na učestalost slanja ekspresnih pošiljaka, odnosno prikazan je odgovor da korisnici ekspresne pošiljke šalju „više puta godišnje“.

Takođe i ovde je uzorak 20 ispitanika po mesnoj zajednici.



Slika 5. Koliko često šaljete ekspresne pošiljke?, po mesnim zajednicama

Na slici 6. prikazane su prosečne ocene rada JP Pošte Srbije na uzorku od 20 ispitanika po svakoj mesnoj zajednici. Uočavamo da je čak tri mesne zajednice imaju istu ocenu 3,60.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu provedenog istraživanja zaključujemo da nam GIS omogućava sagledavanje problema i rešavanja istih u realnom geosistemu, gde postoji potreba za pravovremenim delovanjem i upravljanjem.



Slika 6. Prosečna ocena rada JP Pošte Srbije po mesnim zajednicama

GIS je pokazao i dokazao svoje mogućnosti i prednosti u svim sferama društvene zajednice, gde se zahteva vizuelizacija prostornih podataka i manipulisanje istih. Njegova primena omogućava i veliki napredak u svim oblastima i procesima upravljanja, praćenja, organizovanja i odlučivanja. Relevantni dostupni podaci za izradu ovog istraživačkog rada rezultat su sopstvenih istraživanja, odnosno ankete koja je sprovedena na teritoriji grada Novog Sada, u pet mesnih zajednica. Možemo zaključiti da prosečna ocena rada JP iznosi 3.54, što i nije visoka ocena imajući u vidu da Pošta stalno unapređuje svoj rad i uvodi nove servise i usluge.

Na kraju možemo izvesti generalni zaključak da korisnici iako nisu baš zadovoljni radom u uslugama koje pruža, pošta i dalje ima najveći procenat kada je u pitanju slanje i prijem pismonosih i paketskih pošiljaka. Zanimljiv je podatak da pored cene, ispitanicima je veoma važna i ljubaznost samog osoblja.

Pošta kao sistem treba da bude fleksibilna, u korak sa modernim trendovima poslovanja i sve zahtevnijim korisnicima.

6. LITERATURA

- [1] Jovanović, V. i dr., Geografski informacioni sistemi, PMF Novi Sad i Univerzitet Sigidunum, 2012. godina
- [2] Kujačić, M., Poštanske usluge i mreže, FTN Novi Sad, 2010. godine
- [3] Kranjac, M., Autorizovana predavanja, FTN Novi Sad
- [4] Kozomara, S., Primena GIS-a u JP „Pošta Srbije“, Gis dan, Elektronski fakultet, Niš 2014. godine (gisday.gislab.rs/ppt/s02/gisday_s02_p04.pptx)
- [4] Njeguš, A., Poslovni informacioni sistemi, Univerzitet Singidunum, Beograd 2009. godine
- [5] <http://www.posta.rs/>
- [6] <http://www.gis.ba/primjena-gis-a/>

Kratka biografija:

Petar Babić rođen je u Brčkom 1989. god. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2015. god.

RAČUNARSKI PROGRAMI KAO PODRŠKA U UPRAVLJANJU TRANSPORTNIM PROCESOM**COMPUTER PROGRAMS AS A SUPORT FOR THE CONTROL OF TRANSPORT PROCESS**Marko Radulović, Milica Miličić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U radu su predstavljeni računarski programi koji se koriste za upravljanje transportnim procesom. Prikazana je primena programa u transportnom procesu za organizaciju i praćenje voznog parka pomoću telematskih sistema.

Abstract – In this paper computer programs that are used to control the transport process. A detailed overview of the implementation of the program in the transport process for organizing and tracking vehicles using telematics systems.

Ključne reči: Telematika, Praćenje vozila, Navigacija, GPS.

1. UVOD

Osnovni zadatak svakog transportnog preduzeća je pružanje transportnih usluga. Transportnu uslugu potrebno je obaviti sa što nižom cenom koštanja transporta, koja nastaje kada je obezbeđena maksimalna proizvodnost transportnih sredstava. Nivo proizvodnosti rada transportnih sredstava zavisi u velikoj meri od organizacije transportnog procesa, stepena zaposlenosti, voznog parka kao i od nivoa tehničke ispravnosti vozila, odnosno sposobnosti voznog parka za rad. U oblasti menadžmenta i upravljanja saobraćajem razvijaju se inteligentni transportni sistemi. Njihova svrha je da se saobraćaj odvija nesmetano.

Blagovremene i prave informacije u cilju unapređenja transportnih sistema, predstavljaju sastavni deo informacionih sistema u transportnim preduzećima. Pored sistema za prikupljanje informacija o vozilu, kao najmoćniji telematski sistemi, razvijeni su sistemi za praćenje vozila. U početku su ovi proizvodi, poznati kao AVL (Automatic Vehicle Location) korišćeni za praćenje transporta visoko obezbeđenih tereta, zbog njihove vrednosti. Stalnim razvojem koji je doveo do smanjenja cene opreme i troškova komunikacije, kao i usled povećanja konkurencije, ova tehnologija se sve više koristi u cilju upravljanja voznim parkovima od strane velikog broja prevoznih preduzeća.

2. TELEMATIKA

Telematika je nauka o slanju, primanju i čuvanju informacija uz pomoć telekomunikacionih uređaja i predstavlja vezu između modernih informacionih tehnologija i najnovijih dostignuća u oblasti telekomunikacija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Miličić, docent.

Pojam telematike moguće je povezati sa konvergentnim područjem koje je nastalo združivanjem automobilizma, računarstva, informatike, kao i bežičnih telekomunikacija i satelitskih sistema za globalno pozicioniranje. Postoji veliki broj različitih telematskih sistema.

Svaki od tih sistema predstavlja različite kombinacije četiri osnovne komponente: hardverske komponente, komponente za prenos podataka, upravljački softver i senzori.

Podela telematskih sistema se može izvršiti prema nezavisnosti od drugih sistema na nezavisne sisteme (globalnog sistema pozicioniranja GPS), zavisne mreže (mobilne telefonije GPRS) i uslovno zavisne od pomoćnih sistema (navigacionog softvera, digitalnih mapa, softvera za rutiranje) [1].

Inteligentni Transportni Sistemi - ITS, čiji je osnovni podsistem telematika (TELE - komunikacije + infor - MATIKA), zasnivaju se na primeni savremenih tehnologija u cilju unapređenja transportnih sistema i predstavljaju sastavni deo informacionih sistema u transportnim preduzećima.

Njima se obezbeđuju potrebni alati i mehanizmi kojima se ostvaruje bolje upravljanje u saobraćajnoj mreži, postiže se veća bezbednost vozila, pomaže se vozačima pre i za vreme trajanja prevoza i čini se da putovanje bude mnogo prijatnije.

Ugrađeni telematski sistemi objedinjuju moderne informacione i telekomunikacione tehnologije u cilju ostvarivanja velikih zahteva koji se postavljaju u saobraćajnom sektoru savremenog društva. Najrazvijeniji telematski sistemi doprinose razvoju transportnih procesa pružajući mogućnost njihovim efikasnijim upravljanjem [2].

3. NAVIGACIONI SISTEM

Sa tehničke tačke gledišta, svetska navigacija je pre hiljadu godina korišćena isključivo da definiše način upravljanja brodom do željene lokacije. Iako je to imalo značaja i za ljude na zemlji, sva istraživanja u navigacionom domenu su bila orijentisana na pomorske aplikacije. Nakon pronalaska prve letilice, u svetu se navigacija koristi za aeronautiku i otvara vrata razvoju novih sistema.

Navigacija vozila je prva komercijalna meta za nisko troškovne navigacione sisteme. Danas, postojanje senzora takođe dopušta ponudu ovakvih navigacionih sistema pojedincima, da pruži informaciju o poziciji i mogućnost upravljanja. Navigacija se generalno definiše kao upravljanje objektom ili osobom od trenutne lokacije do željene tačke. Objekat je obično mašina (brod, avion, auto, itd.) [3].

Sa funkcionalne tačke gledišta, navigacija se sastoji iz dva odvojena zadatka:

- ❖ Lokalizacija i
- ❖ Upravljanje

Lokalizacija je postupak određivanja pozicije objekta u unapred definisanom referentnom sistemu. Ovo se može izvesti na različite načine. Upravljanje je deo navigacije koji uzajamno deluje sa pokretačkim delom (drajverom) mašine (broda, automobila, kamiona, aviona) ili pešacima.

Ovo uključuje različite aspekte:

- ❖ Proračun putanje kojom se kreće od trenutne tačke do željene tačke;
- ❖ Komunikacija sa drajverom: ako je drajver čovek onda se koriste različiti vektori komunikacije.

U ovim navigacionim sistemima koristi se sledeće: glas, mape simboličkih reprezentacija. Navigacioni uređaj se odnosi na ekran unutar kabine vozača ili na elektronski modul koji daje instrukcije vozačima u vezi sa određišt看 bilo grafički, verbalno ili korišćenjem oba načina. Ova usluga može biti obezbeđena i preko mobilnih telefona (Sl. 1.) koji poseduju GPS [3].



Sl. 1. GPS aplikacija na mobilnom telefonu

3.1 Globalna satelitska navigacija - GPS

Globalni pozicioni sistem (GPS), sa punim nazivom Navstar (Navigation System using Timing and Ranging), predstavlja satelitski radio sistem, razvijen od strane Ministarstva odbrane SAD, sa zadatkom da korisnike snabdeva tačnim trodimenzionalnim položajem i navigacionim i vremenskim informacijama.

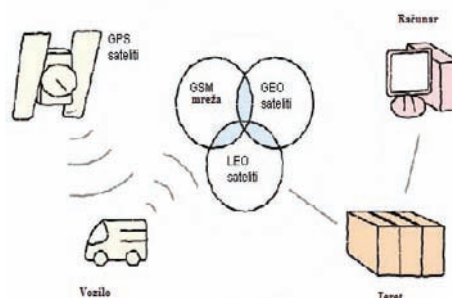
Sistem je projektovan tako da omogući navigaciju u realnom vremenu na svakom mestu Zemljine kugle i pod svim vremenskim uslovima.

Već u završnoj fazi razvoja, GPS je imao brojne prednosti u odnosu na TRANSIT sistem, koji je bio preteča GPS-a [3].

4. PRAĆENJE VOZILA

Sistem za praćenje vozila kombinuje elektronske uređaje (Sl. 2.) u jednom vozilu sa specijalno dizajniranim kompjuterskim softverima. Ovo se montira najmanje u jednom vozilu. Informacije o vozilu su vidljivi na elektronskim mapama putem interneta ili specijalizovanih aplikativnih programa. Vlasnik ili treće lice prati vozilo i prikuplja podatke sa terena. Savremeni sistemi za praćenje vozila koriste GPS ili GLONASS tehnologiju za lociranje vozila. Korišćenje drugih tehnologija,

uključujući automatsko lociranje vozila, imaju veoma kratak domet u komunikaciji.



Sl. 2. Funkcionisanje sistema za praćenje vozila

Mobilna jedinica se postavlja u vozilo i locira se pomoću satelita. Iz vozila podaci se satelitski šalju na server preko GSM mreže ili preko GEO i LEO satelita. Izbor tehnologije u velikoj meri utiče na kvalitet. Brzina i prenos podataka između vozila i kontrolnog centra mnogo su pouzdaniji preko satelita. Ova usluga pokriva celu površinu zemlje, ali je ova tehnologija veoma skupa. Bežični zemaljski sistemi su mnogo jeftiniji ali su manje pouzdani i manju teritoriju pokrivaju. Tehnologija sada omogućava praćenje lokacije vozila i pomoću telefona [4].

5. UPRAVLJANJE VOZIM PARKOM

5.1. Učešće inteligentnih transportnih sistema

Inteligentni transportni sistemi (ITS) baziraju informacije i komunikacione tehnike tako da pruža efikasnu podršku korisnicima saobraćajne infrastrukture.

Poboljšanje bezbednosti se pospešuje senzorima koji upozoravaju vozače na opasne situacije i praćenje i upravljanje saobraćajem.

Povećava se kvalitet celog transportnog sistema i olakšava se postizanje društvenih i ekonomskih ciljeva. Primeri ITS tehnologije su:

- ❖ Putni navigacioni sistem;
- ❖ Sistem za otkrivanje i izveštavanje o saobraćajnim nezgodama;
- ❖ Sistemi za elektronsku naplatu putarine;
- ❖ Sistemi za praćenje stanja puteva;
- ❖ Sistemi za video nadzor;
- ❖ Informacione usluge;
- ❖ Sistemi za praćenje vozila i
- ❖ Sistemi za upravljanje vozim parkom.

Kao i ostali sistemi, sistemi za upravljanje vozim parkom daju svoj udeo u regulisanju saobraćaja i uvođenje discipline i kulture u oblasti saobraćaja. Ovo je i logična posledica uvođenja jer vozači znaju da je stalno prisutna kontrola njihovog razvoja [3].

5.2. Aplikacija za upravljanje vozim parkom

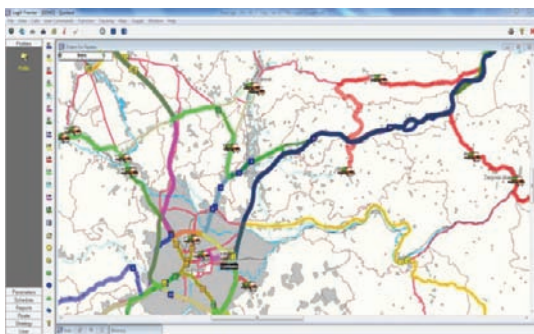
Veliki spektar podataka se kontroliše pomoću ove aplikacije, od lokacije vozila, vremena trajanja zadržavanja, prosečne i maksimalne brzine kretanja. Kada se u potpunosti uspostavi ovaj sistem, on nudi sledeće mogućnosti:

- ❖ Praćenje vozila ili više vozila u vremenu na digitalnoj mapi Evrope sa odgovarajućim brzinama kretanja vozila;
- ❖ Pregled i analiza podataka o putovanju vozila tog dana i predhodnih dana (trajanje i kilometraža);
- ❖ Optimizacija rute i direktno slanje vozila i usmeravanje vozača na pravi put;
- ❖ Praćenje više parametara vožnje (obrtaji motora, obrtni moment motora, potrošnja i nivo goriva u vozilu, ubrzanja i usporenja, temperatura motora, vreme provedeno u praznom hodu);
- ❖ Elektronski putni nalozi i
- ❖ Identifikacija vozača u vozilima, itd.

5.3. Optimizacija prevoznog puta

Određivanje optimalnog prevoznog puta je težak proces koji se bavi teorijom grafova. Teorija grafova je jedna od oblasti koja se brzo razvija u savremenoj matematici. U oblasti planiranja putovanja ne postoji uzorak ili unapred definisano rešenje. Oni zavise od potreba i zahteva svake vožnje ponaosob, odnosno od ograničenja, ciljeva i vrste tereta. Problem planiranja putovanja se rešava pomoću interakcije putne mreže i drugih faktora (na primer ograničenja).

Alati koji omogućavaju optimizaciju kompleksnih distributivnih i sličnih problema optimizacije prevoza, koriste heurističke metode koje su u stanju da reše problem u razumnom roku. U praksi, ljudi su u potrazi za putem koji je u skladu sa izabranim kriterijumima, koji obično predstavljaju minimalnu cenu prevoza, najkraći put (Sl. 3.) najkraće vreme, smanjenje broja manevara, smanjenje potrošnje goriva.[3].



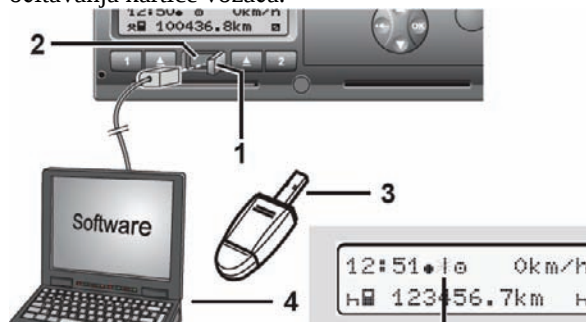
Sl. 3. Optimizacija prevoznog puta

5.4. Praćenje vožnje vozača

Blagovremena zamena vozila i opreme je proces koji zahteva sposobnost da se procene amortizaciona sredstva, na osnovu troškova, obima rada i starosti ovih sredstava. Nedostatak ispravnih vozila može da dovede do značajno većih troškova održavanja. Sistem za upravljanje voznim parkom predstavlja poslovno IT rešenje koje omogućava tačan pregled stanja vozila. To povećava konkurentnu prednost, jer se smanjuju troškovi i povećava se pouzdanost [3].

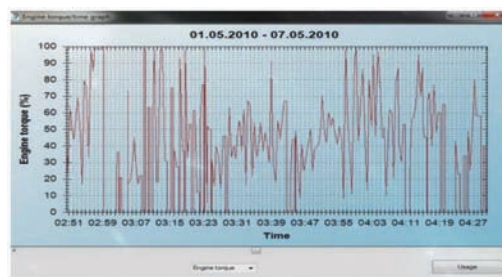
Praćenje dnevnih aktivnosti vozača može se vršiti i na osnovu tahografa, koji je ugrađen u vozilima. Nakon 21 dana vožnje vozača vrši se prebacivanje i očitavanje podataka sa tahografa, na kome se mogu videti sve aktivnosti vozača (vreme vožnje, vreme ostalih aktivnosti, vreme pauze, brzina vozila itd.) Prenos podataka se vrši

pomoću softvera, koji je instaliran na kompijuteru (Sl. 4.). Provera aktivnosti može se utvrditi i na osnovu očitavanja kartice vozača.



Sl. 4. Prikaz očitavanja podataka sa digitalnog tahografa

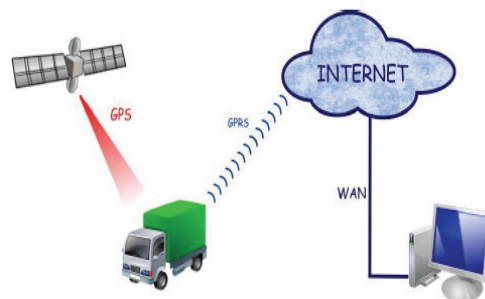
Dugotrajni intervali izvan maksimalnog obrtnog momenta motora (Sl. 5.) mogu se identifikovati kao neprikladno korišćenje vozila, posebno u uslovima sa maksimalnim opterećenjima vozila. Takođe aplikacije su u stanju da detektuju kvar ili neporpisne maneuvre ili intervencije na vozilu. Kontrola obrtnog momenta je veoma značajna naročito kod vozila javnog gradskog prevoza putnika, gde su vozila dosta dugo na praznom hodu. Ušteda u gorivu, ovih vozila je jako bitan podatak u kalkulaciji ukupnih troškova jednog takvog preduzeća [3].



Sl. 5. Promena obrtnog momenta motora

6. EAGLEEYE GPS SISTEM

EagleEyeGPS sistem namenjen je za praćenje kretanja i stanja vozila, kao i upravljanje vlastitim voznim parkom. Sistem koristi GPS (GlobalPositioningSystem) za određivanje pozicije i brzine kretanja vozila, dok za prenos podataka sa vozila na namenski server koristi GSM/GPRS servis kojeg pružaju mobilni operateri. Šema kako funkcioniše EagleEye Sistem prikazana je na Sl. 6.



Sl. 6. Pojednostavljena šema EagleEye GPS sistema

GPS ili sistem globalnog pozicioniranja funkcioniše na bazi primanja i obrade signala sa 24 satelita koji kruže zemljinom orbitom. Na osnovu prikupljenih podataka GPS proračunava trenutnu poziciju, brzinu i orijentaciju uređaja.

GPS/GSM modul koji se postavlja u vozilo prikuplja podatke koje dobija putem GPS-a i ostale podatke sa vozila (senzorska očitavanja) i šalje ih na namenski server putem GSM/GPRS mreže.

Korisnička aplikacija (EagleEye ili EagleEyeWeb) pristupa serveru i korisniku na jasan način prezentuje prikupljene podatke, omogućava detaljan pregled stanja i pozicije vozila. EagleEye aplikacija pruža mogućnost korištenja naprednih alata za rutiranje, alarmiranje, pregled istorije kretanja vozila, predikciju održavanja vozila, izdavanje radnih naloga vozačima, statistiku itd. [4].

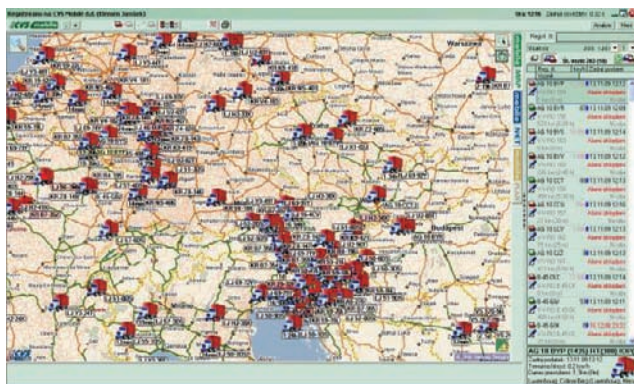
7. PROGRAM CVS

CVS (Concurrent Versions Softver) softver je programska oprema kompanije koje se bave različitim vrstama prevoza i koristi se za praćenje voznog parka bez obzira na broj vozila koji poseduje kompanija. CVS softver zahvaljujući savremenoj programskoj šemi pojednostavljuje upravljanje transportom i pruža niz pogodnosti kompanijama. Pogodan je za upotrebu na mnogobrojnim područjima, pre svega u transportu, logistici, građevinarstvu, putničkom saobraćaju i u mnogobrojnim privatnim ili javnim organizacijama orijentisanim na usluge.

Ima prednosti u odnosu na druge programe, pored očiglednih ušteda u troškovima i vremenu i ušteda kod korišćenja goriva, preduzeće takođe dobija bolji uvid u rad zaposlenih i efikasniju upotrebu resursa. CVS Mobile sa telematskim rešenjima automatizuje i optimizuje poslovanje.

Softver CVS Mobile odlično služi preduzećima koja se bave različitim vrstama transporta u najrazličitijim granama privrede. Ovladavanje i upravljanje voznim parkom, bitno je lakše ako upravniku (upravicima) pri radu pomaže savremeni softver, koji različitim automatizovanim postupcima u velikoj meri olakšava i ubrzava sam rad.

Nakon prijave u korisnika u program, otvara se glavni prozor na kome se nalazi mapa sa svim vozilima koji su uneti u samom programu i njihove trenutne pozicije prikazano je na (Sl. 7.) i trenutno vreme. Pored mape, postoji i mogućnost odabira samo jednog vozila kao i odabir svih podataka o tom vozilu i vozaču koji upravlja tim vozilom [5].



Sl. 7. Prikaz trenutnih pozicija vozila

8. ZAKLJUČAK

Sistem za upravljanje vozilima je veoma koristan za kompanije čija je osnovna delatnost saobraćaj. Kao deo inteligentnih transportnih sistema ovi sistemi daju smernice za bolju regulaciju saobraćaja. Snimanje podataka putem računara je mnogo pouzdanije i tačnije tako da upravljanje autotransportnom organizacijom može se optimizovati. Ovi sistemi podstiču visok nivo uštede, koji u nekim slučajevima nisu samo materijalne prirode jer i ako nema profita sistem može biti opravdan jer smanjuje neke parametre (zagađenje vazduha). Posmatrano za budući period ovi sistemi će doprineti profesionalnosti kompanijama.

Treba naglasiti psihološki efekat ovih sistema. Svaki pojedinac u obavljanju svog posla, savesnije će raditi ako zna da ga nadgledaju, tj. da je pod kontrolom, a da ne zna zašto se sprovodi kontrola. Sistem za upravljanje voznim parkom ublažava uticaj vozila na saobraćajnu infrastrukturu i okolinu smanjenjem broja kilometara i izbegavanjem prolaska kroz urbane sredine (kada je to moguće). Smanjenje brzine u urbanim sredinama, kraće vreme koje vozilo provede na putu ili dok stoji u mestu, ima jako pozitivne efekte na životnu sredinu. Povećava se bezbednost za druge učesnike u saobraćaju i smanjuje se zagađenje atmosfere.

9. LITERATURA

- [1] Kostadinović, M., Vasiljević, M., Telematika i transportni sistemi, Saobraćajni fakultet, Doboj, 2008.
- [2] Milošević, A., Stamenković, D. Telematski sistemi u funkciji energetske efikasnosti javnog prevoza, Mašinski fakultet, Niš, 2006.
- [3] Demić, M., Diligenski, Đ.: Satelitsko praćenje vozila, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2006.
- [4] <http://www.systech.ba/Files/EagleEye.pdf> [Pristupljeno, maj 2015. godine]
- [5] Priručnik za korišćenje softvera CVS mobile, Ciril Mlakar, Slovenija, 2013.

Kratka biografija:



Marko Radulović rođen je u Jagodini 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Upravljanje transportom odbranio je 2015. god.

DIGITALIZACIJA TIPOGRAFSKOG PISMA AMARNA SA ANALIZOM I PRIMENOM METODA ZA ODREĐIVANJE RAZMAKA IZMEĐU SLOVA**DIGITIZATION OF TYPEFACE AMARNA WITH ANALYSIS AND APPLICATION OF METHODS FOR DETERMINING SPACING BETWEEN LETTERS**

Marko Petrović, Bojan Banjanin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Tema rada jeste digitalizacija tipografskog pisma Amarna i određivanje rastojanja između slovnih znakova primenom metoda tipografa Voltera Trejsija (Wolter Tracy) i Migela Souze (Miguel Sousa). Pored analize postojećih metoda, dat je i predlog metode za određivanje razmaka između slova koja bi najviše odgovarala egiptijen grupi pisama. Pismo Amarna je digitalizovano uz pomoć alata Adobe Photoshop CC i FontLab Studio 5. Rezultati rada biće prikazani kroz tipografsko pismo Amarna u OpenType formatu.

Abstract – The paper discusses the digitization of typeface Amarna and the determination of the spacing between the characters using methods of typographers Walter Tracy and Miguel Sousa. In addition to the analysis of existing methods, method for determining the spacing between letters that belong to egyptian group is proposed. Typeface Amarna is digitalized using applications Adobe Photoshop CC and FontLab Studio 5. Results of work will be shown in typeface Amarna in OpenType format.

Ključne reči: Tipografija, pismo, font, metrika, generisanje tipografskog pisma

Key words: Typography, Typeface, Font, Metrics, Generating Typeface

1. UVOD

Pismo Amarna je delo prof. dr Slobodana Nedeljkovića iz 2007. godine. Autor je uobličio kompletno tipografsko pismo što podrazumeva ćirilski i latinski verzal i kurent, znakove interpunkcije i brojeve.

Rešavanje problema rada ogleda se u detaljnom opisu procesa izrade savremenog tipografskog pisma Amarna. Proces izrade fonta izvršen je uz pomoć programskih alata Adobe Photoshop CC i FontLab Studio 5. Isprobane su dve metode za određivanje rastojanja između znakova i vizuelnom metodom su ustanovljeni neodgovarajući razmaci. Na osnovu toga ustanovljena su odstupanja u odnosu na testirane dve metode i predložena je metoda koja više odgovara mehanicističkoj, slab-serifnoj, odnosno egiptijen grupi pisama.

Tipografsko pismo se sastoji od svih slovnih i ostalih znakova (brojevi, znakovi interpunkcije i dijakritike) koji imaju isti stil.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio mr Uroš Nedeljković, docent.

Font je pojam koji je danas istovetan sa pojmom pismo. Sama reč font predstavljala je rezultat procesa livenja (*found, fount, font*) dok je fontom nazivan dobijeni komplet odlivenih slova istog stila i veličine (npr. skup svih znakova veličine 8 pt čini jedan font tog pisma, dok skup svih znakova veličine 9 pt predstavlja drugi font tog pisma).

Rez predstavlja određenu stilizaciju nekog pisma, među kojima su najpoznatije **bold** (zadebljana) i *italic* (nakošena slova). Porodica pisma se sastoji od svih rezova jednog određenog pisma. Tako, npr. porodicu Arial pisma čini pismo Arial u svim svojim rezovima. Francuski tipograf Klauđ Garamond (*Claude Garamond*) je prvi kreirao familiju koja se sastojala od regularne antikve i kurziva [1].

2. KLASIFIKACIJA TIPOGRAFSKIH PISAMA

Neke vrste pisama su dugi vremenski period imali drugačije nazive u različitim zemljama. U periodu razvoja tipografije dolazi do međunarodne razmene štamparskih usluga kada se pojavljuju i problemi u komunikaciji zbog različitosti u nazivima identičnih pisama. Ubrzo nakon toga se pojavila potreba za stvaranjem jedinstvenog sistema klasifikacije tipografskih pisama.

Posle mnogobrojnih pokušaja klasifikacije pisama, od sistematizacije Pjera Simona Furnijea (*Pierre Simon Fournier*), Engleske podele pisama, Nemačke industrijske norme (*DIN*), zatim klasifikacije Ketrin Dikson (*Catherine Dixon*), još uvek zvaničan sistem je sistem koji je razvio francuski dizajner Maksimilijen Voks (*Maximilien Vox*) (1894–1974). U Voksovom sistemu, da ne bi dolazilo do zabune, pojedine kategorije pisama imaju izmišljena imena koja ne podsećaju na ranije nazive, dok mnoga pisma po karakteristikama pripadaju i susednoj grupi pisama. Ovaj sistem klasifikacije je prihvaćen od strane *ATypI* (*Association Typographique Internationale*) [2].

Savremena klasifikacija tipografskih pisama:

humanistička (venecijanska) pisma, garald pisma, prelazna (barokna) pisma, didone, mehanistička (egiptijen) pisma, linearna (sanserif, grotesk) pisma, skript pisma, naslovna (manuelna, grafička) pisma, prelomljena (gotik) pisma, nelatinska pisma i keltska pisma.

3. MEHANICISTIČKA - EGIPTIJEN PISMA

Mehanicistička pisma su poznata i kao egiptijen pisma. Ovo ime je izvedeno iz njihovog prisustva u publikaciji o Napoleonovom pohodu na Egipat. Egipatijen podgrupa pisama je nastala krajem 18. veka a sam nastanak se vezuje za Napoleonovo osvajanje Egipta, kada su sve

francuske novine osvanule sa naslovima o tom događaju u ovom novom pismu. Drugi naziv, “mehanicistička pisma”, nenamerno zvuči podrugljivo osetljivom uhu. Naziv ukazuje na to da ova pisma potiču iz dana industrijske revolucije. Tada su bila neophodna sredstva za privlačenje pažnje, za reklame, plakate, letke i druge štampane materijale [3].

Razlikuju se tri podgrupe ovog pisma:

1. obični egipcijeni imaju četvrtaste serife bez prelaza;
 2. klarendoni (novinske antikve) imaju četvrtaste serife sa prelazom;
 3. slova za pisaće mašine (*typewriter*) imaju skoro jednake debljine poteza i serifa; neki od ovih fontova imaju i ujednačenu širinu slova (*monospaced font*).
- Pismo Amarna takođe spada u grupu običnih egipcijen pisama sa četvrtastim serifima bez prelaza.

АБВГДБЕЖЗИЈКЛЉМ
НЊОПРСТЌУФХЦЧШ
абвггђежзујклљм
нњопрцѡћуфхцчш

Slika 1. Amarna - ćirilica

ABCČĆDDŽDEFGHIJK
LLJMNNOOPRSŠTUUVZŽ
abcčćddždefghijk
lljmnnooprssštuvzž

Slika 2. Amarna - latinica

0123456789
{[,.,;!?&@#\$€*%‰+-=(<)
/_|.---™®©„“”^]]}

Slika 3. Amarna - brojevi i znakovi

4. METRIKA

Za dobro oblikovana pisma, dobro podešeno rastojanje između slova je jednako značajno, ako ne i značajnije od samog oblika slova. I slova koja su lepo dizajnirana mogu biti ružna ukoliko su nečitko ili nepropisno raspoređena. S druge strane, osrednje oblikovana pisma mogu biti značajno poboljšana sa dobro određenim rastojanjem između slova.

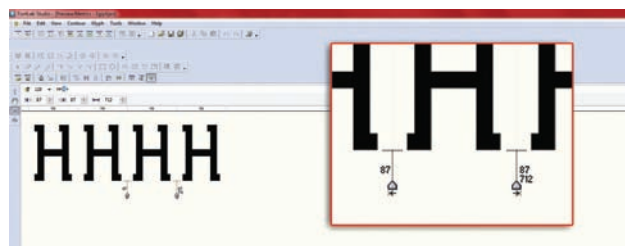
Ne postoji formula za tačno određivanje metrike. Razmak između slovnih znakova varira od pisma do pisma, ali opšte pravilo je da bi beli prostor između dva slova trebalo da odgovara unutrašnjoj belini slova [4]. Ovo pravilo najbolje može da se opiše pomoću principa nazvanog “čaša vode”. Zamislite da ste sipali čašu vode između slova i u unutrašnje beline slova. Ista zapremina vode koja ispunjava unutrašnju belinu slova, treba da popuni prostor između slovnih znakova.

Nekolicina tipografa i teoretičara pisma i tipografije, pokušavali su da dođu do nekih metoda za određivanje rastojanja između znakova. Najistaknutije metode koje mogu dosta pomoći u razumevanju ove problematike i rešavanju praktičnih problema su metode Voltera Trejsija (*Walter Tracy*) i Migela Souze (*Miguel Sousa*). Za određivanje metrike egipcijen pisma Amarna koristiće se ove dve metode koje će pretrpeti određene korekcije zbog oblika znakova koji su karakteristični za egipcijen grupu pisama.

5. METODA VOLTERA TREJSIJA

Kao prvi korak u ovoj metodi potrebno je izmeriti unutrašnju belinu slova "H" uz pomoć alatke *Meter Mode* i ona iznosi 260 jedinica. Rastojanje do narednog slova "H" treba da ima vrednost polovine od izmerene unutrašnje beline što iznosi 130 jedinica. Bitna stvar kod ovog koraka je da ne treba uzimati u obzir serife tako da njihovu dužinu (43) treba oduzeti od dobijene vrednosti (130). Oduzimanjem vrednosti serifa, dobija se vrednost od 87 jedinica ($260:2=130-43=87$). Prema Trejsiju, ova vrednost je označena kao "a" vrednost, odnosno, "a" razmak.

U prozor za podešavanje metrike, *Metrics Window* (*Window / New Metrics Window*), unose se četiri slova "H" i podešava se vrednost levog i desnog rastojanja na 87.



Slika 4. Podešavanje vrednosti levog i desnog rastojanja slova "H" na 87 jedinica u FontLab-u

Sledeći korak je podešavanje vrednosti levog i desnog rastojanja kod slova "O". Vrednost se određuje vizuelno stavljanjem slova "O" između dva para slova "H", tj. dobija se reč "HHOHH". Vrednost je manja nego kod slova "H" zbog zaobljenog oblika slova koje stvara veću belinu. Da bi se testirala vrednost, potrebno je dodati još jedno slovo "O" tako da se dobije reč "HHOOHH". Vrednost, po Trejsiju označena kao "e" vrednost, iznosi 66 jedinica.

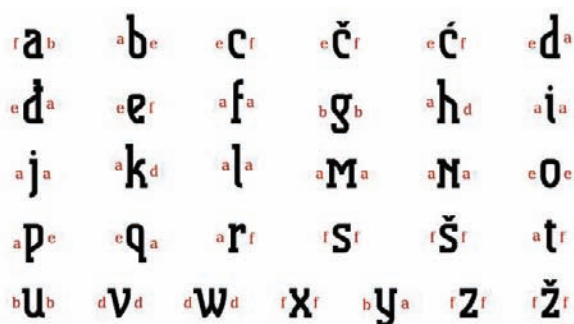
Na osnovu "a" i "e" razmaka dobijaju se vrednosti koje predstavljaju rastojanja za sve ostale karaktere. Razmak "b" je za malo manji nego kod slova "H" i iznosi 82. Razmak "c" iznosi pola vrednosti od "a", tj. 46, dok je minimalan razmak označen sa "d" i iznosi 10 jedinica.

b	A	a	B	c	C	c	e	Č	c	Ć	c	a	D	e
a	Đ	e	E	c	F	c	e	G	a	H	a	a	I	a
a	J	a	K	c	L	d	b	M	a	N	a	e	O	e
a	P	e	Q	e	R	c	c	S	c	Š	c	d	T	d
a	U	a	U	b	W	b	c	X	c	Y	c	c	Z	c
													Ž	c

Slika 5. Šema za određivanje razmaka između verzalnih latiničnih slova

- a - razmak između ravnih poteza
- b - razmak između ravno-oblih poteza
- c - razmak između otvorenih poteza
- d - minimalan razmak između slova
- e - razmak između oblih poteza

Sličan metod se koristi i kod određivanja metrike za mala slova, samo ovaj put za početak treba izmeriti unutrašnju belinu slova "n". Ona iznosi 133 jedinice. Rastojanje sa obe strane slova "n" se podešava tako da ima vrednost polovine njegove unutrašnje beline (66), od koje je oduzeta vrednost serifa (43). Ova vrednost, označena kao razmak "a" ima vrednost 23 jedinice. Postavljaju se četiri slova "n" u nizu "nnnn" i sređuje njihovo međusobno rastojanje dok se ne dobije harmoničan odnos. Zatim se podešava razmak "e", odnosno rastojanje slova "o" u rečima "nnonn", "nnononn" i "nnoonn". Na osnovu "a" i "e" razmaka dobijaju se vrednosti koje predstavljaju rastojanja za ostale karaktere. Razmak "b" je malo manji nego razmak "a" - 20. Prema formuli, razmak "c" je za malo veći nego razmak "a" - 26 jedinica, ali zbog specifičnosti Amarna pisma, nije apliciran ni na jedno kurentno slovo. Minimalni razmak je kao kod verzalnih slova označen sa "d" i iznosi 10 jedinica. Razmak "f" je malo manji nego razmak "e" - 16 jedinica.



Slika 6. Šema za određivanje razmaka između kurentnih latiničkih slova

- a - razmak između ravnih poteza
- b - razmak između ravno-oblih poteza
- d - minimalan razmak između slova
- e - razmak između oblih poteza
- f - razmak između otvorenih poteza

6. METODA MIGELA SOUZE

Metod Migela Souze se zasniva na podeli slovnih znakova u 3 grupe na osnovu sličnih karakteristika. U prvu grupu spadaju slova čija rastojanja sa leve ili desne strane znaka, mogu da se primene na makar jednu stranu nekog drugog znaka iz grupe:

- b, d, đ, f, g, h, i, j, l, m, n, o, p, q, y, u

Slovima sa oblim potezima sa jedne strane kao što su "d" ili "q", dodeljuje se sa njihove "oble" strane ista količina razmaka kao i kod slova "o". Slova koja imaju uspravne poteze kao što su "b", "d", "h" dobijaju istu količinu rastojanja sa svoje "ravne" strane kao i slovo "l" sa svoje ravne strane.

Drugu grupu čine slova kojima se mogu dodeliti razmaci sa jedne strane jednaki rastojanjima sa neke od strana od slova iz prve grupe. Druga strana ovih znakova nema nikakvih sličnosti sa slovima iz prve grupe.

- a, c, č, e, k, r, t

Npr. slovu "c" dodeliće istu količinu rastojanja sa leve strane kao što je kod desne strane slova "p" iz prve grupe. Znakovi iz treće grupe ne mogu da se povežu ni sa jednim znakom iz prve dve grupe.

- s, š, v, w, x, z, ž

U prozor za podešavanje metrike, *Metrics Window* (*Window / New Metrics Window*), unosi se reč "noonnon" i vizuelno se podešava vrednost levog i desnog rastojanja kod slova "n" i "o". Vrednost levog i desnog rastojanja kod slova "n" iznosi 30, a kod slova "o" 25 jedinica.

Dobijene vrednosti se postavljaju za preostale znakove iz ove grupe. Vrednost od 25 jedinica se postavlja kod oblih strana znakova, a vrednost od 30 jedinica kod strana znakova koji imaju uspravne poteze.

U određivanju rastojanja kod slova iz prve grupe korišćena je alatka *adhesiontext* (www.adhesiontext.com). U polje *Characters* unose se željeni karakteri, tj. slova iz prve grupe: b, d, đ, f, g, h, i, j, l, m, n, o, p, q, y, u, a zatim, pritiskom na crveno dugme *Get text* dobija se pseudo tekst od zadatih karaktera. Dobijeni tekst se potom kopira u prozor za podešavanje metrike i vrši se testiranje razmaka, uz određene korekcije.

Podešavanje rastojanja slovima iz druge grupe, određujemo tako što slovima iz prve grupe, dodaje se slovo po slovo iz druge grupe između slova iz prve grupe. Ovaj postupak se ponavlja i sa elementima iz treće grupe.



Slika 7. Slovo "a" iz druge grupe ubačeno među slova iz prve grupe

Na isti način treba podesiti i rastojanja između ćiriličnih slovnih znakova, a kao poslednji korak treba testirati podešena rastojanja na više različitih veličina kao i ispisivanjem rečenica na srpskom i engleskom jeziku.

7. ANALIZA REZULTATA

Analizirane su metode za određivanje razmaka između znakova, metoda Voltera Trejsija i metoda Migela Souze. Vizuelnom metodom i analizom reči, rečenica i paragrafa, ustanovljeni su neodgovarajući razmaci na osnovu kojih je predložena metoda koja više odgovara egiptijen podgrupi pisama.



RAZVOJ PROGRAMSKOG REŠENJA PRORAČUNA U OFSET ŠTAMPI

DEVELOPMENT OF SOFTWARE SOLUTION FOR CALCULATION IN OFFSET PRINTING

Goran Nenadić, Dragoljub Novaković, Nemanja Kašiković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Rad strukturno čine dve celine u kojima se obrađuju koraci potrebni za razvoj programskog rešenja za proračun utroška materijala u štampi. Prva sa osnovnim zadatkom teorijske razrade očuvanja sadržaja elektronskog dokumenta, štampanje sa optimizacijom korišćenih materijala, kao i uticaja podloge i boja na kvalitet otiska. Druga celina obuhvata praktični pristup kvantifikovanja parametara elektronskog dokumenta i proračun utroška materijala, procesom izrade softverskog rešenja pomoću kojeg se može simulirati štampa i izračunati potrošnja boje i papira na osnovu poznatih vrednosti utroška boje po jedinici površine.

Ključne reči: Struktura PDF, uticaj podloge na obojenje, utrošak štamparske boje, softversko rešenje za proračun utroška boje.

Abstract – This study consists of two major parts in which steps required to develop software solution for the calculation of material consumption in the press are discussed. The main task of first step is theoretical elaboration of preserving the content of an electronic document, printing optimisation of the materials used, as well as the influence of substrate and the color print quality. The second part includes practical approach to quantify the parameters of electronic documents and calculation of material consumption, by the process of developing a software solution which can simulate and calculate consumption of printing ink and paper based on the known values of ink usage per unit area.

Key words: Structure of PDF, the influence of the substrate on the coloration, consumption of ink, software solution for calculation of expenditure of ink.

1. UVOD

Pojavom digitalne tehnologije, mnogi izbori u pripremi štampe su se pomerili od štampara ka kupcima, uz sve veće proširenje tipova produkata i procesa. U industriji štampe se svakim danom unapređuje znanje i sposobnost radnika, a u velikoj meri i softvera i uređaja.

Pored tolikog napretka u ljudstvu i tehnici, ne postoje opšte prihvaćeni standardi i načini odvijanja procesa štampe. Problem se dodatno komplikuje sve većim zahtevima za skraćanje trajanja pojedinačnih ciklusa na svim nivoima. Procena štamparskog posla je proces koji se koristi da bi se odredio finansijski uticaj potencijalnih narudžbina na štampariju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

On se deli na dva postupka: procenu koštanja i procenu cene. Cenu koštanja može izračunati samo osoba koja je potpuno upoznata sa procesom štampe, i koja ima veliko iskustvo u štampi, dok se cena gotovog proizvoda računa na osnovu cene koštanja i procene (najčešće menadžmenta) koliko taj posao vredi.

Cilj ovog rada, i softverskog rešenja, je da omogući korisniku da precizno proračuna utrošak potrebnih materijala u procesu ofset štampe. Procedure za proračune se obično zasnivaju na primeni različitih procena koje se baziraju na iskustvu. Pri tome se parametri za kvantifikovanje utroška materijala uzimaju iz literature ili prethodnih poslova, i kao takvi ne oslikavaju pravo stanje u konkretnom poslu.

2. PDF FORMAT

Da bi se odredio finansijski uticaj mora se početi od konkretnih poznatih vrednosti kao što su radni sati radnika i mašina, transporta, cena papira, boje itd. Sve ove vrednosti se moraju kvantifikovati za svaki posao posebno, i dok se cene i količina u jedinici vremena osnovnih sredstava mogu određenim procedurama izračunati i konstantne su, izračunavanje utroška potrebnog materijala je komplikovano. Svaki posao zahteva različite utroške papira i boje u zavisnosti od dimenzija papira na kojem se štampa i koji je konačan format, i kolika je pokrivenost bojom svakog tabaka. Pri tome se izračunavanje pokrivenosti bojom dodatno komplikuje time da ako se radi o višebojnoj štampi, mora se proračunati pokrivenost za svaku boju ponaosob. To je praktično nemoguće učiniti metodama procene pokrivenosti i mora se raditi na računaru.

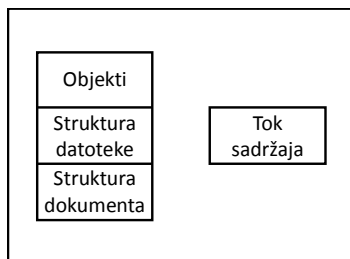
Za to je najpogodniji Prenosivi Format Dokumenta (Portable Document Format - PDF). To je opšteprihvaćeni format računarske datoteke koji prikazuje dokumente na takav način da je on nezavisan od aplikacionog softvera, hardvera i operativnog sistema na kom je kreiran i od izlaznog uređaja na kom se prikazuje ili štampa. Dugogodišnji razvoj PDF formata doveo je do toga da on postane standard za razmenu dokumenata.

PDF je u praksi postao globalni standard za pouzdane i bezbedne razmene informacija od kada je Adobe publikovao kompletnu PDF specifikaciju 1993. godine. Državna tela i privatne kompanije su počele da se oslanjaju na PDF za zbirke elektronskih zapisa koje su imali potrebu da se bezbednije i pouzdanije razmenjuju, da se njima manipulira, a da se u nekim slučajevima i sačuvaju generacijama. Od 1995. godine Adobe je učestvovao u mnogim radnim grupama koje razvijaju tehničke specifikacije za publikacije Internacionalne

Organizacije za Standardizaciju (ISO) i radio u skladu sa ISO procesima da bi isporučio specijalne podgrupe PDF-a kao standarde za specifične industrije i funkcije.

2.1. Struktura PDF formata

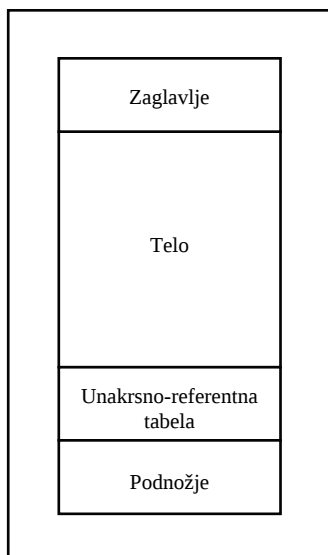
Sintaksa PDF datoteke se sastoji od odeljaka koje opisuju kako je sadržaj PDF datoteke interpretiran kao opis strane, interaktivne navigacione pomoći, i logičke strukture na nivou aplikacije. PDF sintaksu je najlakše razumeti ako se podeli na četiri dela: Objekte, Strukturu datoteke, Strukturu dokumenta, Tok sadržaja, što se može videti na slici 1.



Slika 1. Komponente PDF

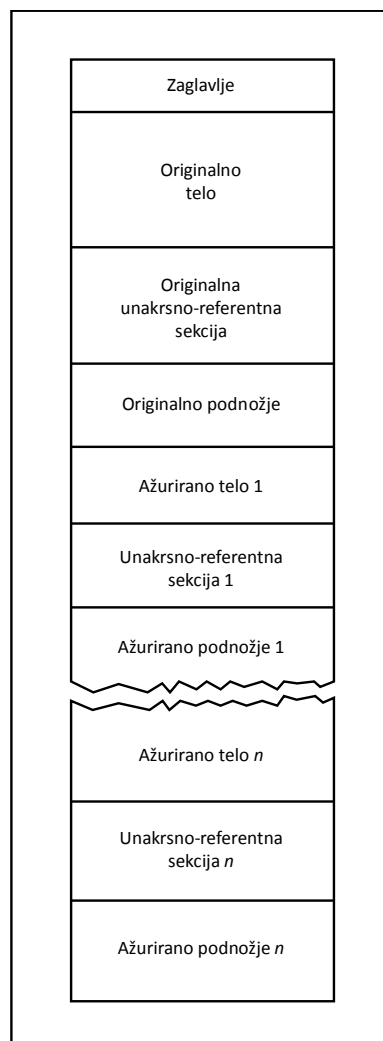
2.2. Struktura PDF datoteke

Objekti u PDF datoteci su organizovani za efikasan direktni pristup određenim delovima i inkrementalno ažuriranje. Osnovna prilagođena PDF datoteka treba da bude konstruisana od sledeća četiri elementa: jednorodno zaglavlje koje identifikuje verziju PDF datoteke prema specifikacijama po kojima je ona prilagođena, telo koje sadrži objekte koji sačinjavaju dokument koji se sadrži u datoteci, unakrsno-referentnu tabelu koja sadrži informacije o indirektnim objektima u datoteci, podnožje koje daje lokaciju unakrsno-referentne tabele i određenih specijalnih objekata u sklopu tela datoteke. Struktura je grafički prikazana na slici 2.



Slika 2. Početna struktura PDF datoteke

Ova početna struktura može biti modifikovana kasnijim menjanjem i/ili dodavanjem sadržaja (ažuriranjem), što dodaje dodatne elemente na kraj datoteke. Sadržaj PDF datoteke može biti ažuriran inkrementalno bez ponovnog pisanja cele datoteke. Kada se PDF datoteka ažurira inkrementalno promene treba da budu dodate na kraj datoteke, ostavljajući njen originalni sadržaj netaknut. Slika 3 prikazuje PDF datoteku nakon ažuriranja.



Slika 3. Struktura ažurirane PDF datoteke

3. SVOJSTVA I ISPITIVANJE PAPIRA

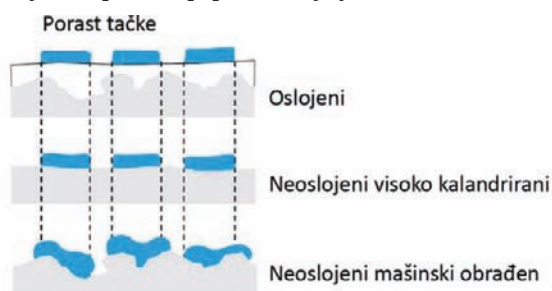
Svojstva grafičkih materijala i njihov kvalitet imaju odlučujuću važnost za pravilan rad mašina i kvalitet izrade grafičkog proizvoda u celini. Štamparske mašine kao i ostale mašine u tehnološkom procesu su sve brže, a njihov radni sat je sve skuplji. To je jedan od glavnih razloga da se stalno mora voditi računa o ispravnosti osnovnih grafičkih materijala, štamparskih podloga i boja, koje je odredio dizajner prilikom projektovanja proizvoda.

Može se reći da je danas papir još uvek jedan od najvažnijih materijala, na koji se štampa različitim tehnikama štampe, zato se njemu mora posvetiti velika pažnja, naročito pri manipulisanju i ulaznoj kontroli. Ali to ne znači da se i druge štamparske podloge ne podvrgavaju kontroli pogodnosti za štampu. Kvalitet grafičkih proizvoda zavisi od ulazne kontrole materijala, fazne kontrole za vreme izrade proizvoda i izlazne kontrole. Osnovna ispitivanja kvaliteta i pogodnosti za štampu se rade u štamparijama, a ako je veći problem, ispitivanja se rade u za to ovlašćenim ustanovama, u strogim standardima, propisanim uslovima za svako ispitivanje. Za ispitivanja se koriste dve metode: *subjektivno ispitivanje materijala* koje se sprovodi na način da čovek koristi svoja čula, a rezultati se daju opisno, dobro loše, neupotrebljivo ili slično. U slučaju papira to znači da je pakovanje papira u rolni ili

pakovanje tabaka, a navode se razna oštećenja jer u štampi iz rolni papir ponekad puca i tada se evidentira broj pucanja ili je na rubovima rolna talasasta, pa se ta činjenica konstatuje i traži uzrok. *Objektivna ispitivanja materijala* u koja spadaju ispitivanja koja se sprovode aparatima u kontrolisanim uslovima, a rezultati se izražavaju numerički. Ovi postupci se vrše da bi se kao izlazni proizvod dobila verna kopija originala, sa minimalnim distorzijama koje mogu nastati u procesu štampe. Naravno, one se mogu samo minimizovati, ali ne i potpuno izbeći, tako da se one moraju strogo kontrolisati.

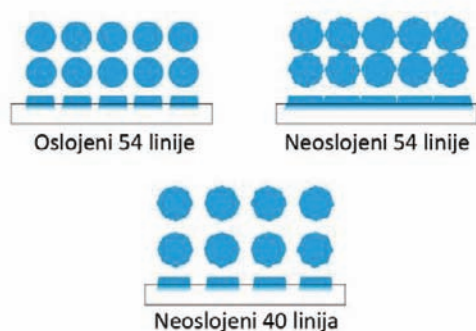
3.1. Ponašanje rasterske tačke

Glatkoća i poroznost površine papira utiče na učinak štamparske boje pri štampi. Boja vlaži površinu, širi se, i suši na različite načine. Što je površina papira neravnomernija i (makro) porozna, više se štamparska boja širi po papiru i penetrira u papir. Na slici 4 [1] vidi se da što je teži premaz papira, oštrija je rasterska tačka.



Slika 4. Interakcija boje i različitih površina za štampu

Ovo ima uticaj na dostizanje moguće gustine štampe i povećanje rasterske tačke tokom štampe. Povećanje tačke je prosečno širenje tačke jedne boje na papiru (Slika 5 [1]).

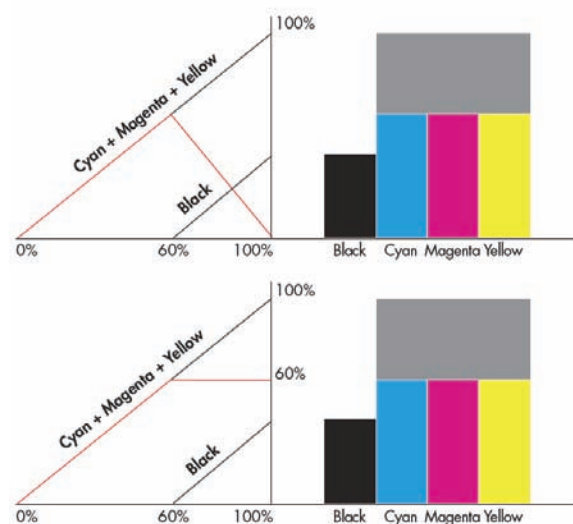


Slika 5. Uticaj podloge na povećanje rasterske tačke

Potencijal kvaliteta različitih papira treba da se uzme u obzir i da se kompenzuje i toku pripreme za štampu. Povećanje tačke može da izazove zamućenje i gubitak odštampanih tonova zbog prevelike pokrivenosti bojom. U ovom slučaju, raster treba da bude smanjen da bi se postigle diskretne tačke i širi opseg tonova.

3.2. Ukupna pokrivenost površine

Ukupna pokrivenost površine može biti smanjena. Korišćenjem *Under Colour Removal (UCR)* i *Grey Component Replacement (GCR)* alata može se kontrolisati ukupna pokrivenost bojom (Slika 6 [2]).



Slika 6. Razlika pokrivenosti bojom između UCR i GCR

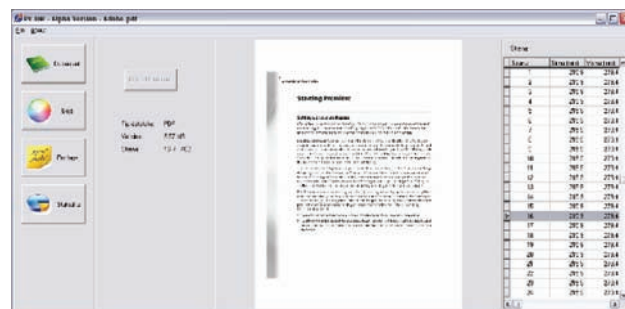
Različiti papiri mogu tolerisati različito ukupno pokrivanje bojom - iz istog razloga koji utiču na ciljanu gustinu rastera. Maksimalna pokrivenost je prirodno 400% u CMYK štampi, ali samo najbolji, višeoslojeni sjajni papiri mogu da podnesu toliko.

Mogućnost papira da povećaju gustinu štampe sa količinom boje može se kvantifikovati kao potrošnja po površini. Potrošnja po površini može da zada smernice ka ukupnoj maksimalnoj pokrivenosti i gustini štampe za različite papire.

4. SOFTVERSKO REŠENJE ZA PRORAČUN UTROŠKA BOJE

Kao osnova za proračun u softverskom rešenju *Pr.ink* se uzima priprema za štampu koja je u PDF formatu. Ovaj format omogućava da se izbegnu slučajevi da se predložak za štampu razlikuje od onog koji je naručilac posla zahtevao.

Mogućnost unošenja drugih formata je namerno izostavljena, jer postoji mnogo faktora koji mogu uticati na to da konačan izgled pripreme ne bude zadovoljavajući. Izgled dokumenta u aplikaciji se može videti na slici 7.



Slika 7. Izgled softverskog rešenja Pr.ink

Priprema za štampu podrazumeva i razlaganje materijala koji se štampaju na komponente procesnih boja.

To se izvodi na takav način da se uzorkuje boja na svakoj tački (pikselu), a zatim se ta boja razloži na četiri procesne boje (Slika 8 [3]), pri čemu se meri kolika je procentualna zastupljenost procesnih boja.



Slika 8. Fotografija cveta razložena na separacije boja u CMYK modelu

Sumiranjem procentualnog udela svake boje po jedinici površine papira može se izračunati koliko je boje potrebno za štampu.

Proračun utroška boje vrši se na taj način što se PDF datoteka unese u program i rasterizuje, nakon čega se može pomoću poznatih vrednosti za upojnost papira i sposobnosti boje da pokrije površinu koja se štampa izračunati ukupnu pokrivenost digitalnog predloška bojom na osnovu Tabele 1 [4].

Tabela 1. Utrošak boje po jedinici površine

g/m ²	Boja/Papir	No.1 Oslojeni	No.2 Oslojeni	Lito Oslojeni	Mat Oslojeni	Knjiški	Novinski	Antik
	Normalna Crna	1.65428	1.75767	1.85018	1.87485	1.75767	2.42438	2.55662
	Bazna Crna	1.57993	1.61625	1.65428	1.69414	1.61625	2.00877	2.09872
	Cijan	1.98048	2.00877	2.06785	2.09872	2.06785	2.99179	3.19577
	Magenta	2.00877	2.02614	2.03788	2.06785	2.06785	2.92946	3.12475
	Žuta	1.98048	1.98048	1.98048	2.06785	2.06785	2.99179	3.19577

Podaci koji se dobijaju nakon proračuna prikazani su na slici 9 i predstavljaju ukupan nanos svih separacija boja koje su korišćene u predlošku.



Slika 9. Podaci utroška boja različitih separacija

5. ZAKLJUČAK

Iako se u ofset štampi takođe primenjuju standardi koji minimizuju pogrešno interpretiranje predloška za štampu, zbog velikog broja faktora koji utiču na kvalitet otiska može doći do neželjenih promena. Najveći uticaj na kvalitet otiska ima interakcija štamparske boje i podloge. Budući da je papir kao najčešća podloga na kojoj se štampa u svojoj mikrostrukturi nehomogen, dolazi do promena u načinu na koji on prima i vezuje boju, što utiče na vizuelne karakteristike otiska. Zbog toga se svi parametri u procesu štampanja mora ju kontrolisati i prilagoditi i boji kojom se štampa i podlozi na koju se štampa. Takođe je izuzetno važno kontrolisati nanos boje na podlogu još u pripremi štampe, kao i međusobnu interakciju različitih boja ako se one preštampavaju.

Uz pomoć savremenih softverskih alata veoma je olakšana priprema predloška za štampu jer se njime može lako manipulirati i kontrolisati konačni izgled otiska.

Međutim, postoji mali broj alata kojima se može kvantifikovati potrošnja potrebnih materijala za štampu. Na osnovu predloška je moguće simulirati proces štampe i potrošnju materijala ako postoje numeričke vrednosti količina koje proces zahteva. Pomoću tih parametara

softversko rešenje proračuna potrošnje boje i papira u štampi Pr.ink veoma precizno određuje potrebne količine. Obradom predloška u PDF formatu može se simulirati nanos boje i potrošnja papira za dati predložak, i u odnosu na poznate vrednosti nanosa boje na podlogu, mogu se dobiti količine boje i papira koje on zahteva.

Na taj način može se izračunati kolika je cena koštanja štampanja tog predloška.

Zbog sve veće konkurencije i uskih raspona cena, moderne štamparije moraju znati tačnu cenu koštanja svojih proizvoda, i time omogućiti sebi uspeh u odnosu na konkurenciju, a izbeći da zbog netačnih proračuna imaju gubitke u poslovanju. Ovo se može postići samo daljim usavršavanjem alata i procesa koji se koriste.

6. LITERATURA

- [1] UPM-Kymmene Corporation, "UPM Printing Guidelines", http://www.upm.com/EN/ABOUT-UPM/Downloads/Paper/Documents/UPM_Printing_Guidelines_en.pdf, Finland, 2004.
- [2] US Ink, "Ucr And Gcr What Are They?", Parsippany <http://www.usink.com/acrobat/ucrgcr.pdf>, 1996.
- [3] AJS Labels, "Back-to-basics. Part 4. Printing with CMYK or spot colours", Engleska
- [4] Philip K. Ruggles, "Printing Estimating", Delmar Publishers, California, 1996.

Podaci za kontakt:

MSc Goran Nenadić,
postanskosanduce@gmail.com
Dr Dragoljub Novaković,
novakd@uns.ac.rs
Dr Nemanja Kašiković,
knemanja@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

UTICAJ STILA NA POTROŠAČKI DOŽIVLJAJ POSMATRANOG PROIZVODA**INFLUENCE OF STYLE ON CONSUMER PERCEPTION OF PRODUCT CHARACTERISTIC**

Danijela Stojić, Gojko Vladić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste istraživanje uticaja stila na potrošački doživljaj osobina proizvoda. U radu su predstavljeni umetnički stilovi i njihove karakteristike bitne za industrijski dizajn. Stilovi primenjeni na posmatrane proizvode – stolice, su: generički stil, organski stil, art nuvo, konstruktivizam i art deko. Da bi se ocenio uticaj stila na potrošački doživljaj proizvoda, sprovedena je anketa u kojoj su ispitanici ocenjivali tri vrednosti proizvoda, estetiku, cenu i funkcionalnost. Podaci dobijeni istraživanjem su obrađeni određenim statističkim testovima i kao rezultat su dobijeni podaci o individualnoj oceni vrednosti proizvoda, na osnovu kojih je utvrđeno da primena stila na proizvodu ima značajan uticaj na potrošački doživljaju osobina proizvoda.

Abstract - The aim of this study is to investigate the influence of style on the consumer experience of product attributes. The paper presents the artistic styles and their characteristics relevant to industrial design. Styles applied to the observed products - chairs, are generic style, organic style, Art Nouveau, Art Deco and constructivism. In order to evaluate the effect of style on consumer product experience, a survey was conducted in which participant's evaluated three values of products, aesthetics, cost and functionality. Data obtained in the survey was analyzed with certain statistical tests and as a result they obtained data on individual assessment on the value of the product, on the basis of which it was determined that the application of the style of the product has a significant impact on consumer perception of product attributes.

Ključne reči: Industrijski dizajn, nameštaj, stil

1. UVOD

Umetnost kakvu danas poznajemo, od 2D do 3D umetnosti, se razvijala od praistorijskog doba do danas i svedoci smo svakodnevnih napora savremenih umetnika da pojedine grane umetnosti dovedu do novih granica. Umetnost se razvijala sa čovekom.

Svaki vremenski period u razvoju ljudskog društva karakterišu određeni umetnički stilovi, sa karakteristikama koje odgovaraju tom periodu, od umetnosti praistorije, starog Egipta, preko renesanse i baroka, do savremenih stilova u informatičkom svetu [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Gojko Vladić, docent.

Tokom godina, odnosno vekova, pored umetnosti je nastao dizajn. Razvoj dizajna je podstaknut velikim pronalascima koji su značajno uticali na razvoj društva i sveta uopšte.

Dizajn proizvoda se smatra presudnim faktorom za plasman proizvoda na tržište. Dizajn utiče na ljudske emocije kroz korisnost - upotrebljivost, socijalni i kulturni kontekst, semantiku i pristupačnost, ali i primenjen kroz vizuelni identitet proizvoda [2].

Dizajn proizvoda se bazira na teoriji funkcionalizma. Upotrebljavaju se jednostavni geometrijski oblici i boje su svedene, akcenat je na funkcionalnim elementima, odnosno elementima za jednostavnu i efikasnu upotrebu proizvoda. Ovim pristupom u dizajnu se stvaraju proizvodi koji su brzo, jednostavno i jeftino izrađeni, funkcionalni su i pristupačni [3].

Stil je apstrakcija i refleksija čovekovog shvatanja, razumevanja karakteristika proizvoda, uključujući umetničke ili industrijske proizvode. Najčešća karakteristika kojom se vrše istraživanja stila u dizajnu je forma proizvoda, pri čemu se prate odnosi forme posmatranog proizvoda sa drugim proizvodima. Generalno, ako se grupa karakteristika, oblika, ponavlja na proizvodima javlja se stil [4].

Forma proizvoda predstavlja određeni broj izabranih elemenata, kombinovanih i sklopljenih u celinu sa ciljem postizanja određenog efekta. Izbor se vrši na osnovu karakteristika, kao što su: oblik, skala, tempo, proporcije, materijali, boja, reflektivnost, ornamentnost i tekstura [2].

2. ISTRAŽIVANJE

Istraživanje je sprovedeno pomoću ankete za analizu uticaja umetničkog stila, primenjenog u dizajnu nameštaja, na emocionalni odziv potrošača.

Ispitana je funkcionalna, estetska i ekonomska vrednost proizvoda, u čijem dizajnu su upotrebljeni određeni umetnički stilovi. Samim tim je izvršena i uopštena procena uticaja stila na odziv potrošača..

2.1. Instrument

Anketa je sastavljena od sedam pitanja na koja su ispitanici odgovorili prema sopstvenim sklonostima i razvijenim osećajima. Za prikupljanje odgovora, odnosno ocene pojedinačne karakteristike proizvoda koje su zahtevane u pitanjima korišćena je Likert skala. Pitanja se odnose na predstavljene modele stolica dizajnirane određenim stilom.

Ispitanicima je postavljen zadatak da ocene određene karakteristike proizvoda:

1. Ocena estetske vrednosti proizvoda
2. Ocena vrednosti (cene) proizvoda
3. Ocena funkcionalnosti proizvoda

Analizom rezultata dobijenih anketom će se proveriti pojedinačni uticaji stila.

2.2. Ispitanici

U istraživanju je učestvovalo 123 ispitanika, od toga su 42 (34,1 %) ispitanika muškog pola i 81 (65,9 %) ženskog pola. Prosečna starost ispitanika je 24,2 godine, pri tome, najveći procenat ispitanika čine osobe u rasponu od 21-24 godine starosti. Prema zanimanju 98,8 % ispitanika, njih 91, starosti između 20 i 26 godina, čine studenti, a 1,2 % ostali. Od 123 ispitanika 56,1% ima 7. stepen stručne spreme, odnosno 69 ispitanika, 32,5%, 40 ispitanika sa 6. stepenom, 7,3%, 9 ispitanika sa 4. stepenom i 4,1%, 5 ispitanika sa 3. stepenom stručne spreme.

2.2. Stimulusi

Za sprovedeno istraživanje uticaja stila na potrošački doživljaj proizvoda upotrebljeni su stimulusi oblikovani u skladu sa karakteristikama određenog stila. Za stimulus je izabran komad nameštaja- stolica.

Primenjeni stilovi (slika 1) su:

1. Generični stil - jednostavan, minimalizovan, bez detalja, sa pravilnim kvadratnim i pravougaonim površinama.
2. Organski stil – elastične, slobodne i asimetrične konstrukcije, „tečne“ linije i „meki“ oblici, usmerena struktura, plastičnost i dinamične forme.
3. Art nuvo - ornamenti, detalji, cvetna i biljna dekoracija, krive linije koje prate prirodne oblike.
4. Konstruktivizam - prave, oštre linije, kvadratne i pravougaone površine. Minimalizam u estetici, „čisti“ oblici i površine i proste forme.
5. Art deko - simetrične linije i jednostavni oblici.

Stilovi primenjeni na proizvode se mogu podeliti na dve veće grupe. Prvu grupu čine proizvodi oblikovani organski, sa krivim linijama i prirodnim oblicima, bogatiji detaljima i ornamentima, tu pripadaju proizvodi u organskom i art nuvo stilu, 2 i 3. Drugu grupu čine proizvodi sa jednostavnim, geometrijskim oblicima i ravnim površinama, bez naglašenih detalja, proizvodi 1, 4 i 5, u generičkom, konstruktivističkom i art deko stilu.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Obrada rezultata

Rezultati su dobijeni obradom podataka pomoću Fridmanovog i Viloksonovog testa. Za merenje istih uzoraka ili slučajeva u tri ili više navrata ili pod tri ili više različitih uslova, koristi se Fridmanov test [5]. Za izvođenje potrebnih statističkih analiza prikupljeni su rezultati ocena grupe stimulusa za tri vrednosti: estetika, cena i funkcionalnost.

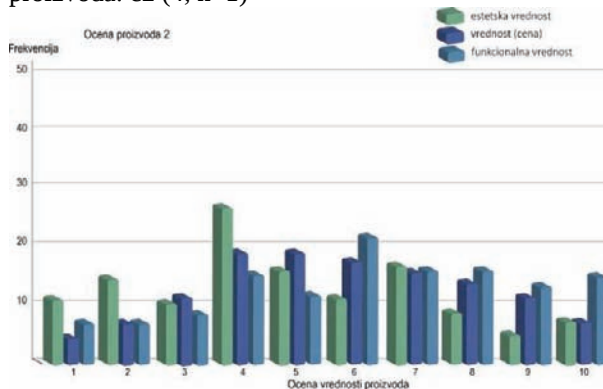
Viloksonov test ranga se koristi kada se subjekti mere u dva navrata ili pod dva različita uslova. Rezultati testa se pretvaraju u rangove i porede se za dva uslova, kriterijuma za koje se mere [5]. Za dato istraživanje, Viloksonov test ranga će se upotrebiti za poređenje parova stimulusa, za svaku od tri posmatrane vrednosti.



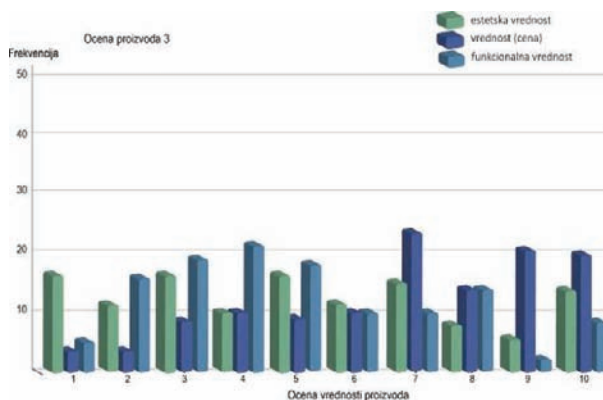
Slika 1. Prikaz predstavljenih modela stolica u istraživanju: 1. generički, 2. organski stil, 3. art nuvo, 4. konstruktivizam, 5. art deko

3.2. Analiza rezultata

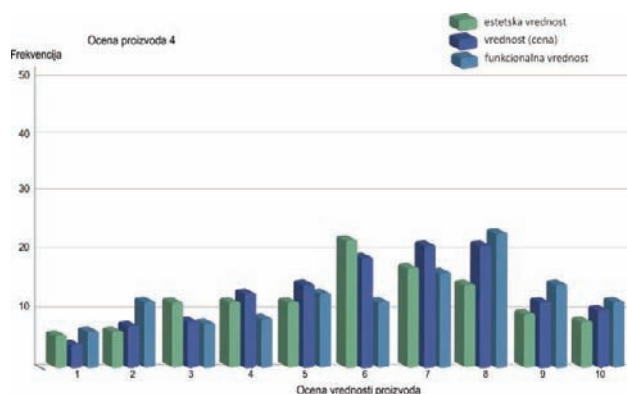
Rezultati Fridmanovog testa pokazuju da postoji statistički značajna razlika rezultata na skali procene svake od navedenih vrednosti, uzrokovana faktorom stila. Rezultati ocene estetske vrednosti: $c_2(4, n=123) = 117,238$, $p < 0.05$. Rezultati ocene vrednosti (cene) proizvoda: $c_2(4, n=1)$



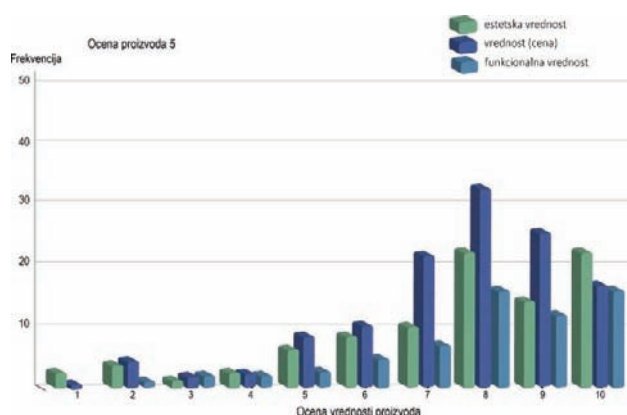
Slika 3. Grafički prikaz rezultata ocene pojedinačnih proizvoda za organski stil proizvoda.



Slika 4. Grafički prikaz rezultata ocene pojedinačnih proizvoda za art nuvo stil proizvoda.



Slika 5. Grafički prikaz rezultata ocene pojedinačnih proizvoda za konstruktivistički stil proizvoda.



Slika 6. Grafički prikaz rezultata ocene pojedinačnih proizvoda za art deko stil proizvoda.

Na osnovu predstavljenih rezultata uočava se ravnomerna distribucija ocena karakteristika generičkog i art nuvo stila, dok su kod proizvoda oblikovanih u organskom i konstruktivističkom mogu uočiti generalne ocene sa grupisanjem. Jedina apsolutno jasna generalizacija ocene vidljiva je za stil proizvoda 5 oblikovanog u art deko stilu. Ovo ukazuje na veoma individualni doživljaj i ocenu karakteristika proizvoda.

Vilkoksonov test ranga ukazuje na postojeće razlike između pojedinačnih parova za ocenu vrednosti proizvoda, uzrokovanu stilom. Rezultati testa sprovedenog na parovima proizvoda, za tri posmatrane vrednosti, ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika u oceni estetske vrednosti proizvoda kod 7 od 10 parova, dok statistički značajna razlika u slučaju vrednosti i funkcionalnosti proizvoda nije uočena na samo kod para 2-4, odnosno organskog i konstruktivističkog stila.

Rezultati Vilkoksonovog testa dati su u tabeli 3.

Tabela 3. Vrednost ranga za ocenu estetike, cene i funkcionalnosti parova proizvoda

Parovi proizvoda	1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5	3-4	3-5	4-5
Estetska vrednost										
Z	-1.599	-.615	-2.181	-6.826	-1.292	-3.542	-7.924	-2.505	-7.550	-6.772
Razlika	.110	.538	.029	.000	.197	.000	.000	.012	.000	.000
Vrednost (cena)										
Z	-6.454	-7.521	-7.451	-8.607	-5.639	-1.580	-6.781	-3.311	-2.476	-6.436
Razlika	.000	.000	.000	.000	.000	.114	.000	.001	.013	.000
Funkcionalnost										
Z	-6.832	-8.474	-5.346	-.034	-6.122	-.114	-6.781	-4.538	-8.687	-6.625
Razlika	.000	.000	.000	.973	.000	.909	.000	.000	.000	.000

4. ZAKLJUČAK

Primena stila u dizajnu nameštaja ima značaj sa aspekta upotrebne i vizuelne vrednosti. Stil utiče na funkcionalnost proizvoda i jednostavniju upotrebu, kao i na njegov vizuelni identitet, estetiku i omogućava korisniku da izgradi i predstavi životni stil. Vizuelni identitet izražen upotrebom određenog stila, preko boje, forme, teksture, kompleksnosti proizvoda, utiče na ljudske emocije, a samim tim i na privlačnost proizvoda.

Rezultati prethodno sprovedenih testova i analiza, prikazanih tabelarno i grafički, ukazuju da ne postoji određeni obrazac, kao ni tačne pretpostavke, kojima se pristupa oceni određenih vrednosti proizvoda. Predstavljeni podaci su rezultat individualnih ocena ispitanika, koje su oni donosili na osnovu svojih emocija, sklonosti, znanja i umeća.

Utvrđene statističke razlike ocene vrednosti proizvoda (estetika, cena i funkcionalnost) pokazuju da stil ima uticaj na doživljavanje predmeta, proizvoda, kao i da se prema njemu mogu odrediti mesto postavljanja proizvoda, upotrebljeni materijali, ali i predstaviti životni stil ispitanika, odnosno korisnika proizvoda.

Na osnovu izvedenih zaključaka iz analize rezultata uočeno je da ocena vrednosti i izbor stila zavise od samog korisnika, ispitanika i njegovih emocija, interesovanja i znanja. Kao i to da je za precizne rezultate potrebno sprovesti istraživanje u srazmernom odnosu ispitanika prema potrebnim faktorima.

5. LITERATURA

- [1] H. Janson, „Istorija Umetnosti“ Izdavački zavod Jugoslavija, Beograd, Jugoslavija, 1975
- [2] S. Dazkir, M.A. Read, *Furniture Forms and Their Influence on Our Emotional Responses Toward Interior Environments*. *Environment and Behavior*, 20(10), pp. 1-13. SAGE publications, 2011.
- [3] Link-Elearning, *Istorija dizajna*. [Internet] Dostupno na: <http://www.link-elearning.com/site/kursevi/lekcija/4050>, n.d
- [4] C.Wang, J.S.M. Vergest, T. Wiegert, D.J. Van Der Pant, T.M.C. Van Den Berg, *Exploring the Influence of Feature Geometry on Design Style*. Department of Computer-Aided Design Engineering Delft University of Technology Landbergstraat, Netherlands, n.d
- [5] Pallant, J. (2009) SPSS Priručnik za preživljavanje, 3. izdanje, verzija 15. Mikro knjiga, Greenfield studio, Beograd

Kratka biografija:



Danijela Stojić rođena je u Virovitici 1990. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn- Industrijski dizajn odbranila je septembra 2015.god.

Dr Gojko Vladić
email: vladicg@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

RAZVOJ MODELA ELEKTRONSKE PRODAVNICE POMOĆU PHP SYMFONY-A

DESIGNING THE MODEL OF ELECTRONIC STORE USING PHP SYMFONY

Petar Mulaj, Darko Avramović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Master rad prikazuje primenu PHP Symfony paketa u razvoju modela elektronske prodavnice. Rad se bavi razvojem baze podataka, šablona, sistema za naplatu proizvoda, jezicima i prilagođavanjem veb sajta za mobilne uređaje. Na kraju je izvršeno postavljanje veb sajta na internet i njegovo testiranje. Implementacija je izvršena na PHP Symfony platformi uz primenu HTML, CSS, PHP, JavaScript tehnologija.

Abstract – This master thesis presents one use of the PHP Symfony framework to develop the model of electronic store. Paper deals with the development of database, template, payment system, multilingualism, mobile version of web site. At the end, it's done deployment of the whole system to the web and testing. For the full development of the site a use of HTML, CSS, PHP, JavaScript was required.

Cljučne reči: Veb dizajn, PHP, PHP Symfony

1. UVOD

Internet je postao najdominantnije sredstvo komunikacije današnjice. Povećanjem broja korisnika rasla je i potreba za veb sajtovima koji mogu da odgovore njihovim sve većim zahtevima.

Danas postoji mnoštvo programskih jezika koji mogu da se upotrebe za kreiranje raznih veb aplikacija, a jedan od najraširenijih je PHP jezik. Kako bi se olakšala izrada kompleksnih veb aplikacija napravljeni su programski paketi (eng. *Framework*). Oni su praktično biblioteke već gotovih komponenta koje mogu na lak način da se primene u aplikaciji koja se razvija. Jedan takav paket je PHP Symfony. Trenutna verzija je PHP Symfony 2.

1.1 Plan rada

Razvoj mora da počne od planiranja aplikacije, njene logike, baze podataka i načina na koji će sve biti povezano. Nakon razmatranja i istraživanja šta sve treba da poseduje jedna elektronska prodavnica, napravljen je plan rada i razvoj je započeo.

Planiranje je obuhvatilo zaključke da je za ovakvu aplikaciju neophodno: multijezičnost, razvrstavanje proizvoda po kategorijama, prikaz proizvoda sa detaljnim podacima, sistem naplate i obračuna poreza, dopunske strane, mogućnost prikaza veb sajta na mobilnim uređajima, estetski lep i privlačan veb sajt.

NAPOMENA:

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

2. PHP

Postoje razne tehnologije za pravljenje dinamičkih veb sajtova. Jedna od tih tehnologija jeste i PHP programski jezik. Dinamički veb sajtovi se ne oslanjaju uvek na neku bazu podataka, ali to je sve češći slučaj, pogotovo što su dostupne izvesne aplikacije za baze podataka kao što je MySQL. PHP je najpre značio "Personal Home Page" kad ga je Rasmus Lendof 1994. napravio da bi pratio broj posetilaca na svom veb sajtu. Kako su mu rasle mogućnosti i upotrebljivost, počeo je da se koristi u stručnijim situacijama a skraćena se promenila u "Hypertext Preprocessor". PHP se definiše kao jezik za skriptovanje opšte namene u širokoj upotrebi, koji je posebno podesan za razvijanje na vebu i može da se ugradi u HTML. PHP je skriptni jezik pomoću koga se mogu kreirati HTML stranice na serveru pre nego što se ona, popunjena dinamičkim sadržajem, pošalje klijentu. Ovim načinom generisanja sadržaja klijent ne može videti kod koji je generisao sadržaj koji gleda, već ima samo pristup čistom HTML kodu [1].

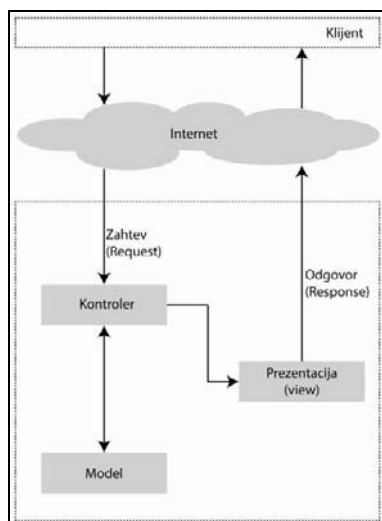
2.1. PHP symfony paket

Poslednjih godina PHP je zahvatila struja kojom se taj skript programski jezik podigao na jedan viši nivo. Radi se o PHP paketima (eng. *Framework*) koji služe kao alati za brži i sigurniji razvoj internet aplikacija. Njihova namena je prvenstveno bila da se gotovi alati iz jedne tehnologije sastave u jedan praktični okvir pa da se tako nastali paket koristi kao jedan kompletan alat.

Tako bi programer bez razmišljanja imao na raspolaganju osnovne funkcionalnosti tehnologije koju koristi i posvetio se samo logici aplikacije koju gradi, problemima organizacije direktorijuma, klasifikacije objekata i bezbednosti. Symfony je PHP paket korišćen za izradu dinamičkih veb sajtova i aplikacija. Zvanična prva verzija je objavljena oktobra 2005. godine. Symfony je baziran na klasičnom veb dizajn šablonu poznatom kao MVC arhitektura (*Model – View – Controller*), koja se sastoji od tri nivoa:

1. Model predstavlja informacije sa kojima aplikacija radi – njegova biznis logika
2. Prezentacija (eng. *View*) prikazuje model u veb stranu pogodnu za interakciju sa klijentima
3. Kontroler odgovara na akciju korisnika i izaziva promenu na modelu ili prezentaciji

MVC odvajava biznis logiku od prezentacije, što podrazumeva veće mogućnosti. Ukoliko je potrebno da aplikacija radi i u veb pretraživaču i na malim ručnim uređajima (telefoni, tableti), potrebna je samo nova prezentacija, sa zadržavanjem starog modela i kontrolera. Kontroler pomaže da se sakriju detalji protokola korišćenog za zahteve od modela i prezentacije [2]. MVC je prikazan na slici 1.



Slika 1. MVC - životni ciklus zahteva

3. ELEKTRONSKO POSLOVANJE

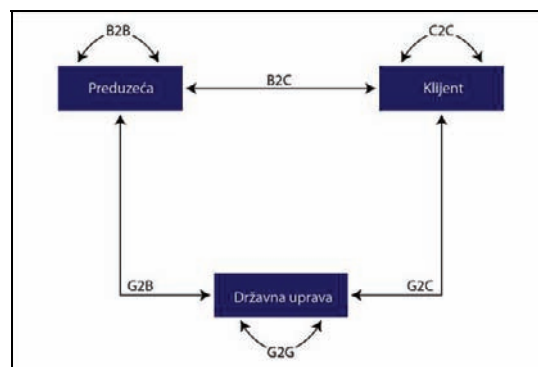
Infrastruktura savremenog elektronskog poslovanja je zasnovana na Internet tehnologijama, mobilnim tehnologijama i računarskim mrežama sledeće generacije. Infrastruktura u širem smislu obuhvata: okruženje, pravnu regulativu, politički i ekonomski kontekst. Infrastruktura predstavlja osnovu za realizaciju poslovnih procesa preduzeća i aplikacija elektronskog poslovanja. Sledeći nivo arhitekture čine elementi poslovnih modela, planiranja i realizacije tih poslovnih modela, kao i tehnika napredne saradnje sa kupcima i poslovnim partnerima. Na strateškom nivou definišu se misija, vizija, strateški ciljevi i ključni indikatori performansi preduzeća [3].

3.1 Forme elektronskog poslovanja

Forme elektronskog poslovanja se mogu definisati na osnovu relacija između učesnika u poslovanju[4]:

- **B2B** (eng. *Business to Business*)
Elektronsko poslovanje između dva ili više poslovnih sistema najvećim delom se odnosi na automatizaciju poslovnih procesa elektronske trgovine i stvaranje elektronskih tržišta.
- **B2C** (eng. *Business to Customer*)
Elektronsko poslovanje preduzeća sa klijentima obuhvata poslovne modele okrenute ka individualnim potrošačima, elektronsku maloprodaju, kreiranje i isporuku sadržaja, posredovanje u različitim tipovima transakcija itd.
- **C2C** (eng. *Customer to Customer*)
Elektronsko poslovanje između individualnih klijenata odnosi se na poslovne modele koji omogućavaju povezivanje krajnjih korisnika.
- **G2B** (eng. *Government to Business*)
Elektronsko poslovanje državne uprave koje se odnosi na usluge za preduzeća.
- **G2C** (eng. *Government to Citizen*)
Elektronsko poslovanje državne uprave koje se odnosi na usluge za građane.
- **G2G** (eng. *Government to Government*)
Interoperabilno elektronsko poslovanje između različitih organa državne uprave.

Forma elektronskog poslovanja primenjena u master radu je B2C. Na slici 2. Su prikazane sve forme elektronskog poslovanja.



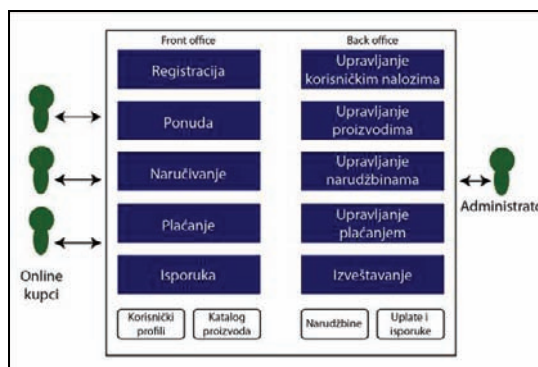
Slika 2. Forme elektronskog poslovanja

3.2 Modeli elektronskog poslovanja

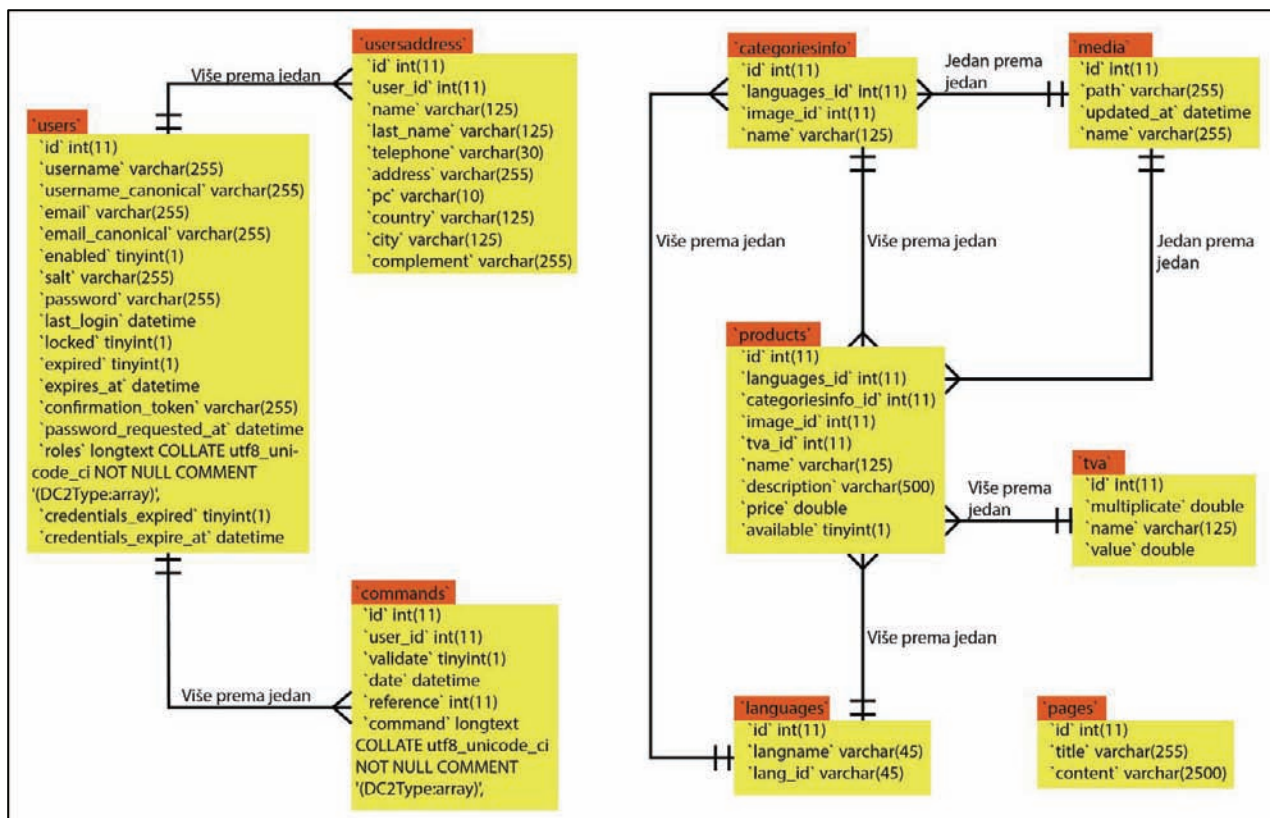
Poslovni model predstavlja skup poslovnih aktivnosti na tržištu koje imaju za cilj ostvarivanje profita. Može se definisati i kao metod planiranja i vođenja poslovanja na način koji preduzeću donosi profit. Prilikom kreiranja poslovnog modela definišu se proizvodi, usluge, informacioni tokovi, izvori prihoda. Poslovni model nastupa na Internetu uobičajeno se definiše u okviru Internet biznis plana. Brz razvoj tehnologija omogućio je razvoj inovativnih poslovnih modela, koji su često jedinstveni na tržištu. Ipak, kao najčešće korišćeni poslovni modeli mogu se izdvojiti:

- Model elektronske prodavnice
- Aukcijski model
- Portal model
- Model sa dinamičkim određivanjem cena
- Modeli grupne kupovine
- „Onlajn” zajednice

Model koji je primenjen prilikom razvoja elektronske prodavnice u master radu je „Model elektronske prodavnice“. To je prvi masovno primenjivani model elektronskog poslovanja. Model elektronske prodavnice omogućava proizvođačima ili prodavcima da svoje proizvode prodaju preko Interneta, iz bilo kog mesta u svetu, 24 časa dnevno. Ovaj model predstavlja prelaz iz tradicionalnog procesa trgovine u „online“ okruženje, gde se prodaja, umesto u fizičkim, obavlja u elektronskim prodavnicama. Prodaja u elektronskim prodavnicama omogućava brz i jednostavan izlazak na globalno tržište i smanjenje broja posrednika u trgovini [3]. Model elektronske prodavnice je prikazan na slici 3.



Slika 3. Model elektronske prodavnice



Slika 4. Razvijena baza podataka za elektronsku prodavnicu "MULAJ Jewellery"

4. RAZVOJ ELEKTRONSKE PRODAVNICE

Nakon plana rada, koji je već ranije spomenut, potrebno je preći na možda i najbitniji deo razvoja elektronske prodavnice a to je razvoj baze podataka za elektronsku prodavnicu.

4.1 Razvoj baze podataka

Dobro osmišljena baza podataka je srž same aplikacije i ukoliko postoji neka greška u njenom dizajnu to može kasnije da izazove brojne probleme pa čak i potpunu obustavu rada na datoj aplikaciji. Symfony u velikoj meri olakšava rad sa bazama podataka. Nakon detaljnog razmatranja i vršenih testiranja rešeno je da baza podataka za datu elektronsku prodavnicu izgleda kao na slici 4. Baza podataka je nazvana "ecommerce" baza podataka. Baza podataka se sastoji od više tabela koje se mogu podeliti u tri dela koji zajedno čine celinu.

Prvi deo se sastoji od tabela "users", "usersaddress" i "commands". U tabeli "users" se pamte svi podaci vezani za registrovane korisnike. Ova tabela je povezana sa tabelom "usersaddress" gde se skladište svi podaci vezani za adrese korisnika. Adrese skladištene u tabelu "usersaddress" obuhvataju adrese naplate i dostave kupljenih proizvoda. Između ove dve tabele postoji relacija "Više prema jedan", što znači da jedan korisnik može imati više adresa naplate i dostave. Tabela "users" je takođe povezana i sa tabelom "commands" koja podrazumeva skladištenje računa kupovina korisnika. Svaka kupovina se skladišti kao niz (eng. *Array*) kupljenih proizvoda. Taj niz je potom uskladišten kao jedan red u tabeli "commands" i upisanim id-om korisnika koji je tu kupovinu izvršio. Relacija između njih je takođe "Više prema jedan" što znači da jedan kupac može realizovati više kupovina.

Drugi deo baze podataka koji je vezan za proizvode, obuhvata pre svega glavnu tabelu "products". U toj tabeli se skladište podaci vezani za proizvode kao što su: ime, opis, jezik na kom je proizvod, kategorija, slika proizvoda, cena. Tabela "categoriesinfo" sadrži podatke vezane za kategorije proizvoda. Tabele "products" i "categoriesinfo" su povezane relacijom "Više prema jedan" što znači da više proizvoda može da pripada jednoj kategoriji. Kao dodatak ovim tabelama je tabela "media" gde se skladišti slika vezana za dati proizvod i kategoriju. Tabele "products" i "categoriesinfo" su obe povezane sa tabelom "media" relacijom "Jedan prema jedan" što znači da jedan proizvod može imati jednu sliku, kao i jedna kategorija jednu sliku. Tabela "products" je povezana i sa tabelom "tva" (eng. *Total value added*) koja obuhvata podatke vezane za porez. Ova tabela ima kolonu koja je specifična za obračun poreza putem Interneta, a zove se "multiply", tzv. multiplikator. Tabele "products" i "tva" su u vezi "Više prema jedan" što znači da više proizvoda može da pripada jednom tipu poreza. Tabela koja takođe pripada ovom delu je tabela "languages", koja sadrži podatke vezane za jezike. Bitno je da bude u vezi sa "products" i "categoriesinfo" tabelama jer na taj način može da se kontroliše koji proizvod i kategorija su na određenom jeziku i kasnije mogu lako da se prikažu kupcu kada odabere željeni jezik. Relacija između "products" i "languages" tabela je "Više prema jedan" što znači da više proizvoda može biti na jednom jeziku. Ova relacija je takođe primenjena i između "languages" i "categoriesinfo" tabela, jer više kategorija može biti na jednom jeziku. Na taj način je deo za proizvode detaljno obrađen, a u skladu sa zahtevima koji su pred ovu aplikaciju postavljeni.

Kao treći deo baze podataka "ecommerce" jeste tabela "pages" koja podrazumeva skladištenje dodatnih strana koje obuhvataju politiku kompanije, politiku dostave i naplate, informacije vezane za samog preduzetnika ili trgovca. Ove strane su zamišljene da budu uvek na samo jednom jeziku, međutim kao dalji razvoj aplikacije u budućnosti, ova tabela može lako biti povezana sa tabelom "languages" i na taj način dobiti dubinu multijezičnosti.

Iako se ovde govori o tri dela baze podataka, oni su samo teorijski odvojeni, a praktično čine jednu celinu, bazu podataka "ecommerce".

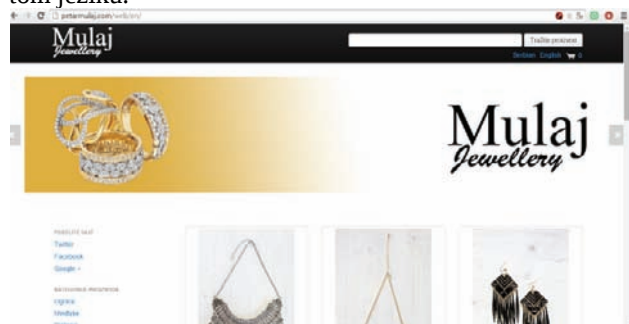
4.2 Generisanje bundle-a

Uz Symfony paket bitno je instalirati još jedan alat koji ubrzava razvoj aplikacije. To je "Composer". "Composer" je alat koji pomaže da se brže izvršava upravljanje modulima od kojih projekat zavisi. Od specijalno pravljenih Bundle komponenti za datu aplikaciju napravljena su tri. Svaki od njih obuhvata drugi deo logike zadužen za funkcionisanje određenih delova aplikacije. Bundle za logiku vezanu za rad sa proizvodima, Bundle za logiku vezanu za dodatne strane u aplikaciji i Bundle vezan za korisnike. Što se tiče upotrebe već gotovih Bundle komponentenata korišćeno je nekoliko. Pre svega Bundle korišćen za rad sa korisnicima, odnosno pod tim se podrazumeva akcija registracije, prijavljivanja na sajt, povraćaj lozinke, promena podataka, izlistavanje podataka itd. Korišćen je veoma poznat Bundle "FOSUserBundle". Za pravljenje paginacije, kako bi se olakšao proces prikaza tačno određenog broja proizvoda po strani, korišćen je takođe gotov Bundle koji se zove "KnpPaginatorBundle".

Poslednji gotov Bundle koji je korišćen je "DoctrineFixturesBundle". Ovaj Bundle je zadužen za popunjavanje baze podataka sa podacima pre nego što se naprave forme za unos podataka. Takođe, omogućava i proveru logike celog sistema baze podataka i ukoliko postoji neki problem vezan za njenu strukturu to će se pomoću ovog Bundle-a prikazati. Srećom, to je jedan od prvih koraka nakon generisanja baze podataka, pa se na vreme mogu uočiti nepravilnosti. Ovi gotovi paketi mogu se preuzeti sa veb sajta: <http://knppackages.com/>

5. PROCES KUPOVINE

Proces kupovine počinje od naslovne strane veb sajta, koja je prikazana na slici 5. Tu se izlistavaju svi proizvodi prema željenom jeziku i/ili kategoriji. Bitno je napomenuti da se jednom izabran jezik pamti u kolačić i sledećim dolaskom automatski se prikazuje veb sajt na tom jeziku.



Slika 5. Naslovna strana veb sajta

Potom je potrebno odabrati željeni proizvod koji se želi kupiti. On se skladišti u sesiju, ali nije moguće nastaviti dalje sa procesom kupovine dok se ne utvrdi identitet. Nakon uspešne prijave ili registracije na veb sajt, sledeći korak je odabir adresa naplate i dostave. Sledeći korak izlistava sve podatke vezane za datu kupovinu još jednom gde se od kupca očekuje da ih proveri i potom ako smatra da su u redu, potvrdi. Sledeća strana, na kojoj se prikazuje i novi ali i stari računi, podrazumeva da korisnik odabere način plaćanja i izvrši ga. Ovim je kupovina završena.

6. ZAKLJUČAK

Veb sajt elektronske prodavnice "MULAJ Jewellery" sadrži sve elemente prave elektronske prodavnice. Može biti upotrebljen za pravi posao prodaje nakita, ili prilagođen za neki drugi vid trgovine preko Interneta. Izabrana tehnologija za realizaciju veb strane PHP Symfony paket, omogućila je olakšan razvoj aplikacije. Proces kreiranja administracije je praktično sam paket uradio, tako da se kod ovog koraka vidi cela pogodnost upotrebe ovog PHP paketa. PHP Symfony je namenjen pre svega za pravljenje kompleksnih dinamičkih veb aplikacija i upravo u radu sa njima sve prednosti ovog paketa u odnosu na druge tehnologije postaju očite. Treba imati na umu i to da je PHP Symfony paket potpuno besplatan za preuzimanje a jedini trošak je trošak razvoja aplikacije.

7. LITERATURA

- [1] Php (2015), Istorija i razvoj PHP-a, [Online] Dostupno na: <http://php.net/>, [Pristupljeno 10.04.2015]
- [2] Lynda (2014), Up and Running with Symfony2 for PHP with Jon Peck, Aug 21, 2014, [Online] Dostupno na: <http://www.lynda.com/>, [Pristupljeno 18.04.2015]
- [3] Radenković B., Despotović Zrakić M., Bogdanović Z., Barać D., Labus A. (2015) Elektronsko poslovanje, Fakultet organizacionih nauka, Beograd
- [4] Chaffey, D. (2011), E-Business and E-Commerce Management: Strategy, Implementation and Practice. 5th Edition, Pearson Education, England

Kratka biografija:



Petar Mulaj rođen je u Novom Sadu 1991. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je 2014.god. Oblast interesovanja su veb dizajn i veb programiranje.



Darko Avramović rođen je u Rumi 1980. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2014. god., a od 2015 je zvanju docent. Oblast interesovanja su veb dizajn i veb programiranje.

IMPLEMENTACIJA DALIM ENTERPRISE SOLUTION PLATFORME NA PRIMERU GRAFIČKOG CENTRA**DALIM ENTERPRISE SOLUTION PLATFORM IMPLEMENTATION IN A GRAPHIC CENTRE CASE**

Tamara Šarac, Dragoljub Novaković, Neda Milić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U savremenoj grafičkoj industriji postoji trend digitalizacije radnih tokova koji uključuje čuvanje svih potrebnih dokumenata u digitalnom obliku, automatizovanu proveru ispravnosti dokumenata i ciklus odobravanja poslova i praćenja proizvodnje. Rad obuhvata upoznavanje sa interfejsom i funkcionalnostima Dalim Enterprise Solution (ES) softvera. Cilj rada predstavlja unapređenje upravljanja poslovima od naručivanja posla do isporuke gotovog proizvoda u modelu Grafičkog centra implementacijom ES platforme.

Ključne reči: radni tok, priprema za štampu, štampa, softver, PDF, ciklus odobravanja, upravljanje bojama

Abstract – In modern printing industry there is a trend of digitalized workflows that includes keeping all necessary documents in digital form, automated inspection of documents and approval cycle operations and production monitoring. This paper includes an introduction to the interface and functionalities of Dalim Enterprise Solution (ES) software. The aim of the work is an enhancement of management jobs from the job ordering to the final product delivery in a model of Graphic Centre by implementing ES platform.

Key words: workflow, prepress, printing, software, PDF, approval cycle, colour management

1. UVOD

Enterprise Solution (ES) predstavlja najkompletniji veb-orijentisan set alata, koji kombinuje tehničke aspekte proizvodnje sa radnim tokom poslova. Osnovna namena softvera je povećanje produktivnosti i dugoročne profitabilnosti.

Otvorena tehnologija ES-a omogućava jednostavnu integraciju sa raznim aplikacijama u rasponu od MIS ili ERP sistema do veoma specijalizovanih aplikacija za pripremu štampe koristeći različite specifikacije poput JDF (Job Definition Format), JMF (Job Messaging Format) i PDF formata sa XMP meta-podacima. Platforma upravljanje svakim aspektom medijske produkcije, bez obzira na formu finalnog proizvoda (časopis, ambalaža, video, e-knjiga itd.).

ES nalazi primenu u grafičkoj industriji kao digitalno, veb bazirano rešenje za [1]:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio profesor dr Dragoljub Novaković.

- upravljanje sadržajem,
- udaljeni ekranski probni prikaz koji verno simulira boje krajnjeg proizvoda (remote colour-certified soft proof),
- upravljanje poslovima/projektima,
- odobravanja poslova,
- komunikaciju između učesnika u poslovnom ciklusu i
- kontrolu ispravnosti dokumenata (digitalnog sadržaja) u fazi pripreme štampe (preflight).

2. KARAKTERISTIKE I FUNKCIONALNOST ENTERPRISE SOLUTION SOFTVERA

ES predstavlja platformu za upravljanje projektima i odobravanje radnih faza koja omogućava reviziju dokumenata „na daljinu“ u standardnom internet čitaču. ES platforma je povezana sa tri Dalim aplikativna softvera- DIALOGUE, TWIST i MISTRAL. DIALOGUE java aplet omogućava korisnicima uvid u dokumente visoke rezolucije i manipulaciju smislu skaliranja i navigacije kroz dokumente, postavljanja beleški, kolorimetrijskog očitavanja vrednosti boje izabranog piksela na dokumentu, komunikacije sa drugim učesnicima u realnom vremenu, itd.

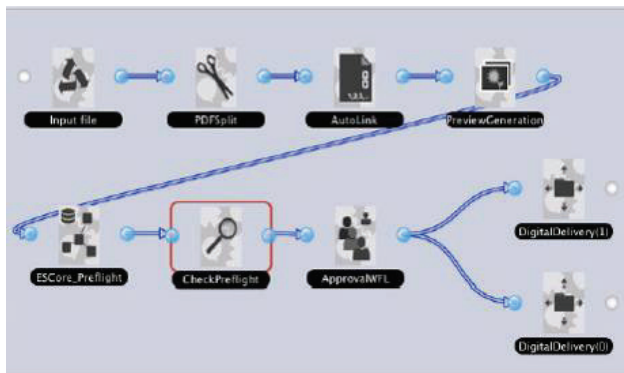
TWIST engine omogućava automatizovanu proveru ispravnosti i modifikaciju sadržaja PDF dokumenata. MISTRAL predstavlja JDF-kompatibilan, veb-orijentisan sistem za upravljanje proizvodnjom, namenjen za izdavače, marketing odeljenja, medijske servise i štamparije [2].

2.1. Radni tok

Opšta definicija radnog toka (workflow) podrazumeva tok koji se sastoji od uređenog niza povezanih koraka, gde se svaki korak izvršava bez zadržavanja i završava se pre početka narednog koraka. ES softver koristi tri vrste radnih tokova [1]:

1. *Radni tok dokumenta (Document workflow)* - koristi se za upravljanje jednostavnim zadacima koji uključuju odobravanje dokumenta, upravljanje revizijom dokumenta, raspoređivanje strana dokumenta u montaži, itd.;
2. *Radni tok projekta (Project workflow)* - koristi se za upravljanje kompletnim poslom ili projektom sa stanovišta poslovnog procesa i
3. *TWIST radni tok (TWIST workflow)* - koji je vođen radnim tokom dokumenta, kako bi uradio tehničku analizu i/ili izmenu dokumenta, npr., normalizacija u određen standardni PDF format.

Slika 1 prikazuje primer radnog toka dokumenta u Dalim Enterprise Solution (ES) softveru sa standardnim koracima: unos dokumenta, podela PDF dokumenta na jednostranične fajlove, dodeljivanje stranica u montažnom šablonu, generisanje pregleda u Java apletu, pokretanje TWIST radnog toka, provera ispravnosti, čekanje na odobravanje dokumenta i digitalna dostava. Slika 2 predstavlja primer TWIST radnog toka sa funkcijama optimizacije i konverzije datoteka, od kojih se neke automatski ponavljaju kao npr. Funkcija upravljanja bojama [1].



Slika 1. Primer radnog toka dokumenta



Slika 2. Primer TWIST radnog toka dokumenta

2.2. Odobravanje dokumenta

Dokumenti koji zahtevaju odobravanje su definisani tako što se odgovarajućem projektu dodeli status odobravanja (approval setup). To znači da svi dokumenti koji se nalaze u projektu moraju proći proces odobravanja. Korisnici koji učestvuju u postupku odobravanja primaju email i/ili RSS notifikaciju kada dokument zahteva odobrenje i kada se status odobrenja promeni. Postoje četiri statusa odobravanja [1]:

1. *Čeka na odobrenje (To be approved)* - status koji govori da dokument zahteva odobrenje,
2. *Parcijalno odobren (Partially approved)* - status koji govori da su neki korisnici već odobrili dokument, ali se čeka odobrenje od još najmanje jednog korisnika,
3. *Odobren (Approved)* - status označava da je dokument odobren i
4. *Odbijen (Rejected)* - status označava da je dokument odbijen od strane korisnika, jer nije ispravan. Da bi dokument dobio ovaj status, potrebno je da ga samo jedan korisnik odbije.

Osobe koje odobravaju su izabran iz liste učesnika u proizvodnom ciklusu i pripadaju jednom od tri tipa [1]:

1. *Approver (Davalac odobrenja)* - može da odobri ili odbije dokument,

2. *Reviewer (Recezent)* - može da dodaje beleške dokumentu, ali ne može da ga odobri/odbije i
3. *Gate Keeper (Nadzornik odobrenja)* - može da odobri ili odbije dokument ako davaoci odobrenja nisu dostupni. Ako je davalac odobrenja već odobrio/odbio dokument, on ne može da poništi tu odluku.

2.3. DIALOGUE Java Aplet

Zahvaljujući DIALOGU Java apletu klijent je u mogućnosti da prati napredak projekta i pregleda dokumente u veb čitaču u visokoj rezoluciji u realnom vremenu (bez odlaganja ili preuzimanja fajla). Java virtuelna mašina omogućava da procesi u apletu budu odvojeni od ostalih aktivnosti u internet čitaču. Ukoliko postoje greške u dokumentu, moguće je dodati komentare i izmeniti tekstualni sadržaj (videti sliku 3) [3].



Slika 3. Upotreba alati za beleške, crtanje i izmenu teksta u java apletu

2.4. Upravljanje bojama

Osnovni cilj upravljanja bojama (Colour Management) je obezbediti da boje dokumenta budu konzistentne kroz ceo radni tok dokumenta. Princip upravljanja bojama preko prostora boja, predstavljen na slici 4, je [1]:

- A. Prva konverzija (A) – predstavlja konverziju iz prostora boja dokumenta (RGB, CMYK, Grayscale ili mešovito) u prostor boja izlaznog uređaja (ofset štamparska mašina, tablet, ploter itd.), koji se naziva radni prostor, koristeći ICC profile ulaznih dokumenata i izlaznih uređaja.
- B. Druga konverzija (B) - predstavlja konverziju dokumenta iz radnog prostora u prostor boja monitora, kako bi se omogućio veran prikaz boja finalnog proizvoda na monitoru računara. Ova transformacija uključuje simulaciju papira (paper white simulation), kompenzaciju crne tačke (black point compensation) i ICC profil monitora [5].



Slika 4. Princip upravljanja bojama u ES softveru

Za pouzdan ekranski prikaz potrebno je koristiti tačne ICC profile koji opisuju opseg boja monitora, dokumenta i prostor boja izlaznog uređaja onda kada se on razlikuje od prostora boja dokumenta. To podrazumeva da monitor na kojem klijent pregleda dokument unutar veb čitača mora biti kalibrisan i profilisan. ES softver poseduje modul za kalibraciju monitora.

3. PODEŠAVANJE ES SOFTVERA NA PRIMERU GRAFIČKOG CENTRA

Na primeru implementacije u poslovnom modelu Grafičkog centra biće demonstrirane prednosti korišćenja ES softvera za upravljanje poslovnim procesom u grafičkoj industriji.

Sva podešavanja su prikazana na primeru posla (projekta)- štampa udžbenika.

3.1. Kreiranje korisnika (internih i eksternih) i podešavanje korisničkih profila

Definisani su nalozi za sledeće interne korisnike koji učestvuju u proizvodnom procesu:

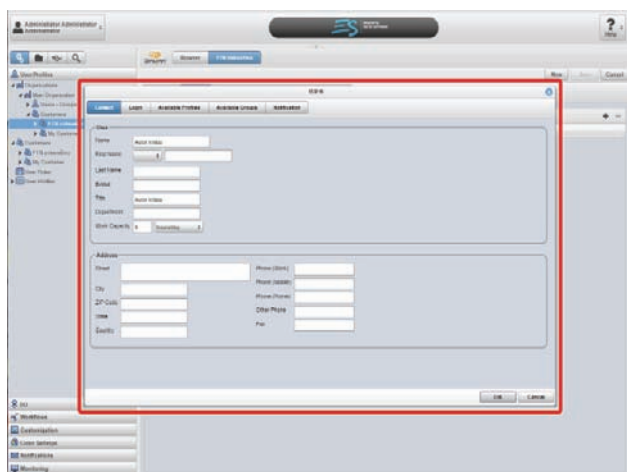
- Rukovodilac grafičkog centra (Graphic Centre Manager)
- Osoba odgovorna za dizajn i pripremu (Prepress Manager)
- Osoba odgovorna za proizvodnju (Production Manager)
- Operater(i) mašine (Operator(s))- više naloga

U ovom primeru klijent je FTN izdavaštvo, a u okviru njega dodati su eksterni korisnici:

- Autor(i) udžbenika- više naloga
- Šef biblioteke i izdavačke delatnosti

Slika 5 prikazuje primer kreiranja naloga korisnika: unose se lični podaci, dodeljuje korisničko ime i šifra za pristup i podešavaju se obaveštenja koja će korisnik primati putem email-a ili RSS notifikacije. Primeri slučajeva u kojima će korisnik dobiti obaveštenje su [1]:

- kada je projekat kreiran (Project Creation)
- pri svakoj izmeni projekta (Project Modification)
- prilikom unosa dokumenta (File Upload)
- kada dokument čeka na odobrenje (File on Approval)
- podsetnik za odobravanje (Reminder)
- kada je dokument odobren (File Approved)
- kada je dokument odbijen (File Rejected)
- pri proveru etapa u radnom toku (Milestones)



Slika 5. Unos podataka za novog korisnika

3.2. Kreiranje projekta i definisanje radnih tokova

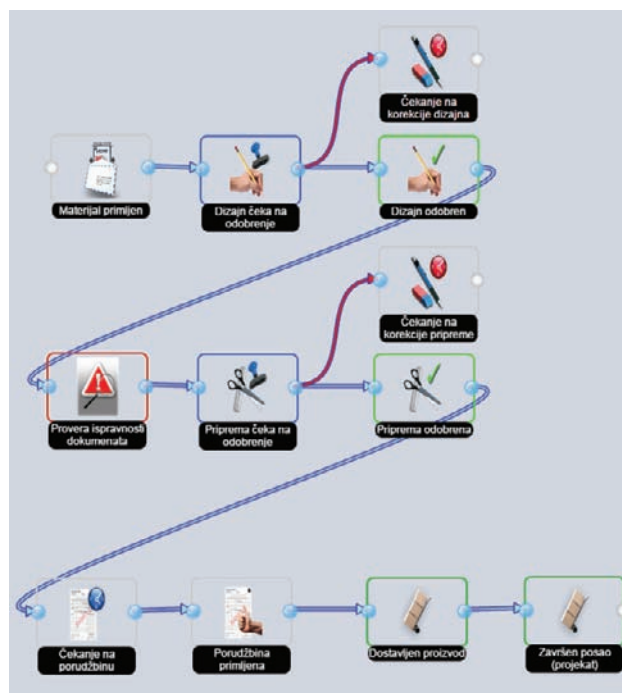
Unapređenje poslovnog procesa u modelu Grafičkog centra biće postignuto uvođenjem:

1. radnih tokova za upravljanje kompletnim projektom,
2. radnih tokova za upravljanje (čuvanje, pregledanje, modifikovanje, deljenje i odobravanje) dokumentima sa integrisanim sistemom upravljanja bojama i
3. TWIST radnim tokom za proveru tehničke ispravnosti (preflight) dokumenata.

Za projekat štampanja udžbenika kreiran je radni tok koji sadrži sledeće korake:

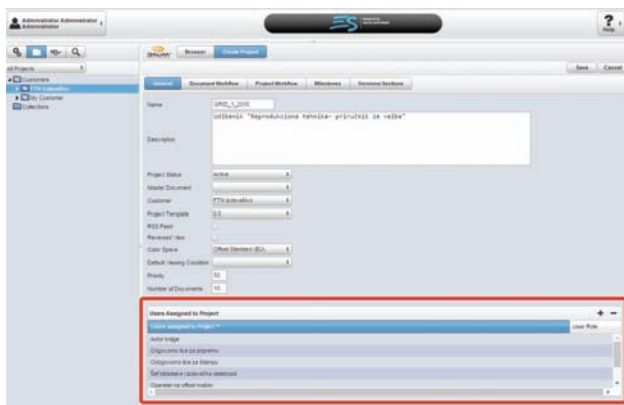
- Material delivered (Materijal primljen)
- Design Waiting For Approval (Dizajn čeka na odobrenje)
- Design Approved (Odobren dizajn)
 - o U slučaju greške aktivira se korak: Waiting for Corrections (Čekanje na korekcije dizajna)
- Check Preflight (Provera ispravnosti)
- Prepress Waiting For Approval (Priprema za štampu čeka na odobrenje)
- Prepress Approved (Priprema za štampu odobrena)
 - o U slučaju greške aktivira se korak: Waiting for Corrections (Čekanje na korekcije pripreme)
- Waiting For Order (Čekanje na porudžbinu)
- Order Received (Porudžbina primljena)
- Delivered (Dostavljen proizvod)
- JobCompleted (Zavšen posao)

Princip odvijanja radnog toka prikazan je na slici 6.



Slika 6. Koraci u radnom toku projekta štampe udžbenika

Pri kreiranju novog projekta potrebno je projektu dodeliti klijenta (u ovom primeru FTN izdavaštvo), zatim uneti opšte podatke, kao što su ime i opis projekta (u ovom primeru GRID_1_2015), označavanje korisnika zaduženih za odobravanje i dodeljivanje željenog radnog toka projekta (videti sliku 7).



Slika 7. Unos podataka za novi projekat i definisanje učesnika u ciklusu odobravanja

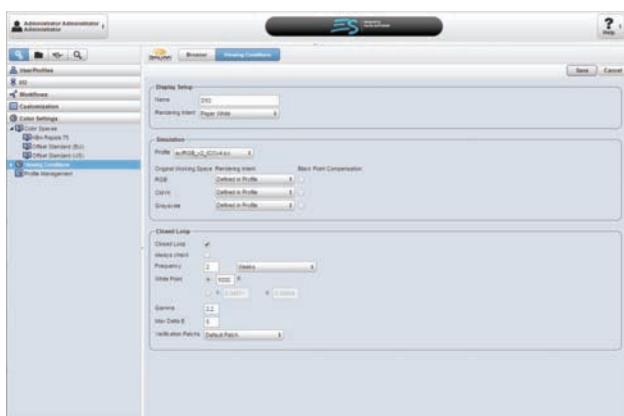
Naredni korak predstavlja ubacivanje odgovarajućeg PDF dokumenta u kreiran projekat (slika 8).



Slika 8. Prikaz PDF dokumenta ubačenog u projekat

3.3. Podešavanje prostora boja i uslova gledanja

Sistem upravljanja bojama u ES softveru obuhvata definisanje ICC profila ulaznih dokumenata, monitora i izlaznih uređaja, kao i definisanje uslova posmatranja (*Viewing Conditions*) u krajnjoj eksploataciji proizvoda, načina prikaza boja (*Rendering Intent*), simulacije papira i kompenzacije crne tačke u slučaju kada je izlazni uređaj štamparska mašina [4].



Slika 9. Podešavanje parametara za uslove gledanja

Za projekat štampe udžbenika kreiran je ICC profil ofset štamparske mašine KBA Rapida 75, a za belu tačku definisan je standardni D50 iluminanta (temperatura boje 5000K). Aktivirana je opcija *Closed Loop* (Zatvorena petlja), kojom ES omogućava da se iz veb čitača u zadatom vremenskom intervalu proverava da li su uslovi

kalibracije monitora klijenta zadovoljeni i u slučaju neadekvatnih rezultata pokrene ponovni postupak kalibracije [5].

4. ZAKLJUČAK

Proizvodni rokovi u grafičkoj industriji postaju sve kraći, troškovi konstantno rastu, a klijenti neprestano insistiraju na velikim uštedama. ES softver izvršava veliki broj funkcija od značaja za grafičku industriju poput ciklusa odobravanja posla putem internet pretraživača, pregleda dokumenata u visokoj rezoluciji, komunikacije sa klijentima i simulacije izgleda finalnih proizvoda „na daljinu“. Zahvaljujući tim funkcijama, ES softver poseduje mogućnost da efikasno upravlja svim delovima i verzijama neke publikacije kako bi se pojednostavio proces proizvodnje i ubrzalo njegovo plasiranje na tržište.

ES veb-bazirana platforma dostupna u svakom momentu odgovornim licima Grafičkog centra i naručiocima posla omogućava centralizovani i digitalizovani pristup upravljanju poslovima, upravljanju tokova dokumenata unutar tih poslova, i vodi ka redukovanju vremena i troškova pripreme faze proizvodnje i ciklusa odobravanja posla i time povećanju efikasnosti i efektivnosti celokupnog poslovnog procesa.

Digitalizacijom radnih tokova u kompleksnom poslovnom modelu Grafičkog centra smanjuje se mogućnost greške izazvane ljudskim faktorom (npr., izrada štamparske forme na osnovu pogrešnog ili neodobrenog dokumenta pripreme štampe), vremena i troškovi izrade štampanih probnih otisaka (*hard proof*), kao i vremena odobravanja dokumenata i poslova.

5. LITERATURA

- [1] *ES User Manual, version 3, Dalim Software GmbH*, (2012), www.dalim.com
- [2] *Software Solutions and Apps for the Graphic Communication Industry*, (2015), www.dalim.com
- [3] *Dalim ES*, (2015), www.iointegration.com
- [4] *Dalim Software productivity, collaboration and content enrichment solutions*, (2014), www.londongraphicsystems.co.uk
- [5] *Dalim Software ES Technology*, (2015), www.abbeycomp.co.uk

Kontakt:

MSc Tamara Šarac,
tamara.sarac@gmail.com
 Dr Dragoljub Novaković,
novakd@uns.ac.rs
 MSc Neda Milić,
milicn@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn,

Fakultet tehničkih nauka,
 Novi Sad

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2014. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slavko Đurić
Aleksandar Ristić	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Dudić
Bato Kamberović	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Slobodan Krnjetin
Biljana Njegovan	Đura Oros	Milan Vidaković	Slobodan Morača
Bogdan Kuzmanović	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Sonja Ristić
Bojan Batinić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Kolaković
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milica Miličić	Srđan Popov
Bojan Tepavčević	Goran Sladić	Milinko Vasić	Srđan Vukmirović
Bojana Beronja	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Staniša Dautović
Branislav Atlagić	Gordana	Miloš Živanov	Stevan Milisavljević
Branislav Nerandžić	Milosavljević	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Branislav Veselinov	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Strahil Gušavac
Branislava Kostić	Igor Budak	Miodrag Zuković	Svetlana Nikoličić
Branislava	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Tanja Kočetov
Novaković	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branka Nakomčić	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Mirjana Vojnović	Todor Bačkalić
Branko Škorić	Ivan Tričković	Miloradov	Toša Ninkov
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Damir Đaković	Ivana Katić	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Nimrihter	Velimir Todić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Miroslav Plančak	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jeličić	Miroslav Popović	Veran Vasić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mitar Jocanović	Veselin Avdalović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Mladen Kovačević	Veselin Perović
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Mladen Radišić	Vladan Radlovački
Dragan Jovanović	Jureša	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Nađa Kurtović	Vladimir Radenković
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nebojša Pjevalica	Vladimir Strezoski
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Škiljajica
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nemanja	Vlado Delić
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlastimir
Dragana	Karl Mičkei	Nenad Katić	Radonjanin
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zdravko Tešić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zora Konjović
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragiša Vilotić	Nešić	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radivoje Rinulović	Željen Trpovski
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Radovan Štulić	
Duško Bekut	Milan Rackov	Rastislav Šostakov	