



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXVIII

Број: 7/2013

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXVIII Свеска: 7

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 Владимира 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 Растиљав Шостаков
Проф. др Војин Грковић
Проф. др Стеван Станковски
Проф. др Иван Луковић
Проф. др Ђорђе Лажиновић
Доц. др Милан Мартинов

Редакција:

Др Владимир Катић, уредник
Др Жељен Трповски, технички
уредник
Др Зора Коњовић

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 Радivoјевић

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

ЗБОРНИК радова Факултета техничких наука / главни и одговорни уредник
Илија Ђосић. – 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 вами је седма овогодишња свеска часописа „Зборник радова Факултета техничких наука“.

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

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

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

Зборник излази у два облика – електронском на веб сајту ФТН-а (www.ftn.uns.ac.rs) и штампаном, који је пред вами. 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 01.06.2013. do 30.06.2013. год., а који се промовишу 12.07.2013. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

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

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

У овој свесци, са редним бројем 7, објављени су радови из области:

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

У свесци са редним бројем 8. 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 доволно 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. Igor Radonić, Miodrag Zuković, DINAMIKA OBRTANJA KRUTOG TELA OKO NEPOKRETNE TAČKE	1139
2. Miloš Paavinić, САГОРЕВАЊЕ СОЈИНЕ СЛАМЕ	1143
3. Marko Panić, МАТЕМАТИЧКА ИНТЕРПРЕТАЦИЈА НЕСТАЦИОНАРНИХ РЕЖИМА РАДА ПАРНЕ ТУРБИНЕ ХТГЗ К-300-240-1 ИНСТАЛИРАНЕ У ТЕ „ГАЦКО“	1147
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Mladen Knežević, TRANSFORMACIONI POSTUPCI U OBRADI SIGNALA	1151
2. Lazar Latovljev, NELINEARNA DINAMIKA SRČANOG RITMA SA PRIMERIMA	1155
3. Nikola Bajić, IMPLEMENTACIJA PAMETNOG KEŠA ZA DISTRIBUIRANO UPRAVLJANJE ELEKTRO-ENERGETSKIM SISTEMIMA	1159
4. Pavle Tresović, MALE HIDRO-ELEKTRANE U SRBIJI	1163
5. Dragana Čurović, ZAŠTITNI KODOVI ZA IPTV U BEŽIĆNIM LOKALnim MREŽAMA	1167
6. Boško Rašeta, Miroslav Nimrihter, DONOŠENJE ODLUKA O KORIŠĆENJU DISTRIBUTIVNE AUTOMATIKE RADI POVEĆENJA POUZDANOSTI	1171
7. Marko Kovačević, Branimir Kovačević, Branimir Pavlović, Nikica Bandić, PRIKAZ SADRŽAJA INTERAKTIVNIH SERVISA DIGITALNE TELEVIZIJE NA UREĐAJIMA POD ANDROID OPERATIVNIM SISTEMOM, Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2012.	1175
8. Nenad Jovanović, Srđan Drča, Nedeljko Babić, Radomir Džakula, Tomislav Maruna, REALIZACIJA BITTORRENT KLIENTSKE APLIKACIJE ZA REPRODUKCIJU MULTIMEDIJALNOG SADRŽAJA U VIDU TOKA PODATAKA, Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2012.	1179
9. Krsto Lazić, Milena Milošević, Goran Miljković, Nikola Ikonić, Jelena Kovačević, JEDNA IMPLEMENTACIJA KLIJENTA ZA DINAMIČKI ADAPTIVAN PRENOS PODATAKA PREKO HTTP PROTOKOLA, Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2012.	1183

10.	Milena Milošević, Stanislava Marković, Boris Mlikota, Marko Živanović, Bojan Prtvar, PRILAGOĐENJE FUNKCIONALNOSTI ZAHTEVANE HBBTV STANDARDOM ZA DTV UREĐAJE ZASNOVANE NA ANDROID OPERATIVNOM SISTEMU, Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2012.	1187
11.	Mladen Kovačev, Goran Miljković, Bogdan Korać, Branislav Čurčić, REALIZACIJA DIGITALNOG SNIMAČA ZA PRIJEMNIK ZA DIGITALNU TELEVIZIJU BAZIRAN NA ANDROID PLATFORMI, Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2012.....	1191
12.	Nikola Rajačić, RAZVOJ I EKSPOLOATACIJA SOFTVERSkiH PROIZDVODA NA OSNOVAMA PLATFORMSKIH I SOFTVERSkiH SERVISA U CLOUD OKRUŽENJU	1195
13.	Srđan Palanački, INTEGRACIJA SA DISTRIBUTIVNIM MENADŽMENT SISTEMOM OTPORNA NA OTKAZE	1199
14.	Nenad Kosanović, IZDVAJANJE I PREPOZNAVANJE MAŠINSKI GENERISANOg TEKSTA SA SLIKE	1203
15.	Ivan Grujović, UPOREDNA ANALIZA METODA ZA KRATKOROČNU PREDIKCIJU POTROŠNJE ELEKTRiČNE ENERGIJE KORIŠĆENJEM VIŠESTRUKE LINEARNE REGRESIJE	1207
16.	Darko Deurić, PRORAČUN TOKOVA SNAGA SA UKLJUČIVANJEM REGULACIONIH TRANSFORMATORA I TRANSFORMATORA POMERAČA FAZE	1211
17.	Tijana Stanislavljević, MIKROPROCESORSKA ZAŠTITA BLOK TRANSFORMATORA U HIDROELEKTRANI	1215
18.	Petar Milić, EKVivalent NISKONAPONSKE MREŽE	1219
19.	Nikola Spasojević, POLIS I CARARE STANDARDI METAPODATKA ZA REPREZENTACIJU NEPOKRETNih KULTURNIH DOBARA	1223

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1.	Čedo Jaćimović, TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA IZGRADNJE STAMBENOG OBJEKTA NA BAZI IZBORA OPTIMALNOg TIPI MeđUSPRATNE TAVANICE	1227
2.	Danica Pikuša, Jasmina Dražić, ANALIZA UTROŠKA MATERIJALA I CENE PREFABRIKOvANIh ELEMENATA I PLANIRANJE IZGRADNJE OBJEKTA	1231
3.	Јован Попов, АНАЛИЗА ВРЕМЕНСКИХ РАЗЛИКА МЕТОДЕ КРИТИЧНОГ ПУТА И ПЕРТ	1235
4.	Марија Сантрач, Матија Стипић, ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА ЗОНА САНИТАРНЕ ЗАШТИТЕ ИЗВОРИШТА ВОДЕ „ШТРАНД“ У НОВОМ САДУ	1239
5.	Nemanja Ristanović, Nebojša Radović, PROJEKTOVANJE, GRAĐENJE I ODRŽAVANJE PUTEVA SA MALIM OBIMOM SAOBRAĆAJA – PRIMER PRISTUPNOg PUTA MANASTIRU VELIKA REMETA	1243
6.	Миленко Туленчић, Матија Стипић, РЕТЕНЗИОНИ БАЗЕНИ СА РАСТЕРЕТНИМ ПРЕЛИВИМА У КОМБИНОВАНИМ СИСТЕМИМА КАНАЛИЗАЦИЈЕ (ЦСС)	1247
7.	Бела Варга, Матија Стипић, ПРИМЕНА МКЕ И ТЕЛЕМАК-2Д У НЕУСТАЉЕНОM ТЕЧЕЊУ ОТВОРЕНИХ ТОКОВА	1251

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Jelena Rašković, Pavle Gladović,
[ANALIZA I UNAPREĐENJE ORGANIZACIJE RADA U PREDUZEĆU AD „SREMPUT“ RUMA](#) ... 1255
2. Bojan Jovanović,
[ПРИМЕНА АУТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМА ЗА ПРАЋЕЊЕ ПОНАШАЊА УЧЕСНИКА У САОБРАЋАЈУ](#) 1259
3. Vesna Trivunović, Milomir Veselinović,
[ANALIZA PROSTORNO-VREMENSKE RASPODELE PUTOVANJA NA МЕДУМЕСНИМ LINIJAMA GRAVITACIONOG PODRUČJA NOVOG SADA](#) 1263
4. Branko Dejanović,
[ZNAČAJ SISTEMA ZA UPRAVLJANJE TRANSPORTOM U REALIZACIJI LOGISTIČKIH PROCESA](#) 1267
5. Томислав Недељковић,
[ПРИМЕНА TOPSIS МЕТОДЕ ЗА КРЕИРАЊЕ КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА](#) 1271
6. Martina Kandić,
[IZBOR OPTIMALNOG РЈЕШЕЊА REKONSTRUKCIJE RASKRSNICE MAJEVIČKA – MEŠE SELIMOVICA U BIJELJINI](#) 1275
7. Дарко Станковић,
[„ДИЛЕМА ЗОНА“ КАО ФАКТОР БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА НА РАСКРСНИЦАМА](#) 1279
8. Дијана Стевановић,
[КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА СИСТЕМА ОБУКЕ ВОЗАЧА У ЕВРОПИ](#) 1283

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Silvia Silađi, Dragoljub Novaković, Magdolna Pal,
[KVALitet POVEZIVANJA KNJIŽNOG BLOKA ŠIVENOG KONCEM](#) 1287
2. Mara Babić, Dragoljub Novaković, Nemanja Kašiković,
[ISTRAŽIVANJE KARAKTERISTIKA OTiska U DIGITALNOJ ŠTAMPI NA TEKSTILU](#) 1291
3. Biljana Jovicki, Jelena Kiurski,
[LAKO ISPARLJIVA ORGANSKA JEDINjenja U SITO ŠTAMPI](#) 1295
4. Maja Bjeletić, Milan Vidaković,
[INTEGRACIJA HTML5 U JOOMLA CMS](#) 1298
5. Vesna Klisarić, Dragoljub Novaković, Neda Milić,
[ISPITIVANJE TAKTILNIH OTISAKA SA BRAJEVIM PISMOM REPRODUKOVANIH UV INK JET TEHNOLOGIJOM ŠTAMPE](#) 1302
6. Mirjana Suvajdžić, Gojko Vladić,
[ISPITIVANJE UTICAJA OBLIKA AMBALAŽE NA DOŽIVLJAJ OSOBINA PAKOVANOG PROIZVODA](#) 1306
7. Žarka Vučetić, Dragoljub Novaković, Magdolna Pál,
[ČITLJIVOST BAR KODOVA BRZOG ODZIVA](#) 1310

DINAMIKA OBRTANJA KRUTOG TELA OKO NEPOKRETNE TAČKE

RIGID BODY DYNAMICS: ROTATION ABOUT A FIXED POINT

Igor Radonić, Miodrag Zuković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je primena programskih paketa „Mathematica“ i „MD Adams R3“ pri rešavanju problema iz dinamike obrtanja krutog tela oko nepokretne tačke. Korišćenjem dva, po svojoj nameni različita, programska paketa rešeno je više problema kako bi se pokazalo da je rešenja moguće dobiti na više načina korišćenjem računara.

Abstract – This paper describes the application of software packages „Mathematica“ and „MD Adams R3“ in solving problems in the field of rigid body dynamics (rotation about a fixed point). By using two software packages, different in their purpose, we solved several problems to show that the solution can be obtained in several ways using a computer.

Ključne reči: Dinamika, obrtanje oko nepokretne tačke, Mathematica, MD Adams R3

1. UVOD

U ovom radu prikazana je primena programskih paketa „Mathematica“ i „MD Adams R3“ pri rešavanju problema iz dinamike obrtanja krutog tela oko nepokretne tačke. U programskom paketu „Mathematica“ formirane su Ojlerove i Lagranževe jednačine kretanja krutog tela oko nepokretne tačke i izvedeni su izrazi neophodni za rešavanje problema. Na primerima je pokazano kako se vrši integracija diferencijalnih jednačina kretanja (analitička i numerička) i određivanje reakcija veza, a rezultati su prikazani grafički i tabelarno. Za neke od primera urađene su i animacije kretanja. U programskom paketu „MD Adams R3“ izvršeno je modeliranje i simulacija kretanja razmatranih problema. U postprocesoru izvršena je analiza i grafički su prikazani dobijeni rezultati. Problemi su rešavani paralelno u oba programska paketa, kako bi zbog njihovog različitog pristupa rešavanju mogla da se uporede dobijena rešenja.

2. ODREĐIVANJE REAKCIJA U ZGLOBOVIMA KOD SISTEMA KOJI OBRĆE OKO NEPOKRETNE TAČKE

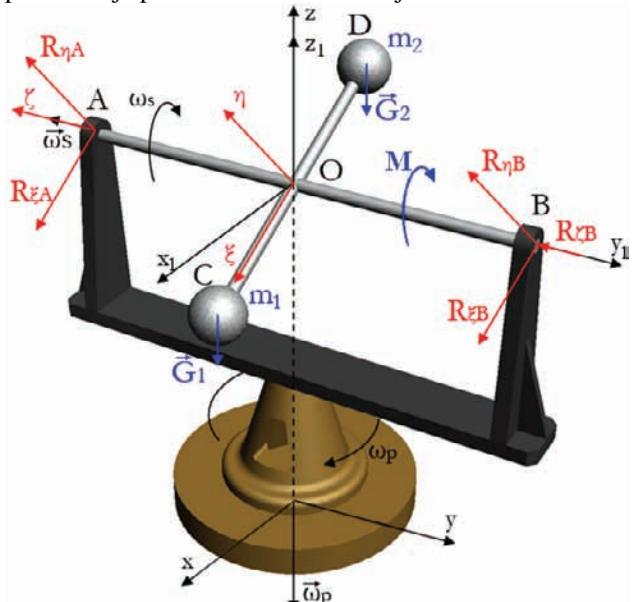
U ovom poglavljiju rada prikazano je određivanje reakcija veza pri zadatom obrtanju tela oko nepokretne tačke sa dva stepena slobode kretanja. Pošto je kretanje poznato ovaj zadatak predstavlja prvi zadatak dinamike – određivanje sila pri zadatom kretanju. Zadatak je bio napisati program korišćenjem programskog paketa „Mathematica“, uz pomoć koga bi uz male izmene mogli

NAPOMENA: Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Miodrag Zuković, docent.

da se reše i slični problemi, a onda da se isti problemi reše korišćenjem profesionalnog programskog paketa za analizu dinamike sistema tela „MD Adams R3“.

2.1. Opis problema

U ovom radu prikazan je samo jedan od problema koji su razmatrani. Posmatra se sistem (Slika 1) kod kog se oko vertikalne ose jednoliko obrće štap AB. Štap CD kruto je spojen sa štapom AB, pod pravim uglom, na njegovoj sredini $\overline{OA} = \overline{OB} = h$. Na krajevima štapa učvršćene su dve kuglice masa m_1 i m_2 . Kuglice se nalaze na jednakom rastojanju a od ose AB, $\overline{OC} = \overline{OD} = a$. Osa AB obrće se u horizontalnoj ravni konstantnom ugaonom brzinom ω_p , a štap CD i oko ose AB konstantnom ugaonom brzinom ω_s . Smerovi obrtanja dati su na slici. Kuglice su posmatrane kao materijalne tačke, a masa štapova je zanemarena. U problemu je potrebno odrediti reakcije oslonaca A i B.



Slika 1. Rešavani problem

2.2. Rešenje problema

Numeričke vrednosti parametara u problemu su:

$$m_1 = m_2 = 1\text{kg}; \omega_p = \omega_s = 4\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}; a = 0.2\text{m}; h = 0.25\text{m}.$$

Da bi se odredile nepoznate veličine pomoću programskog paketa „Mathematica“ potrebno je rešiti sistem od 6 jednačina (Njutn-Ojlerove dinamičke jednačine [1]) sa 6 nepoznatih:

$$\begin{aligned}
(1) \quad & L_\xi - (L_\eta \omega_\zeta - L_\zeta \omega_\eta) = \sum M_\xi \\
(2) \quad & L_\eta - (L_\zeta \omega_\xi - L_\xi \omega_\zeta) = \sum M_\eta \\
(3) \quad & L_\zeta - (L_\eta \omega_\xi - L_\xi \omega_\eta) = \sum M_\zeta \\
(4) \quad & (m_1 + m_2) a_{c\xi} = \sum F_{i\xi} \\
(5) \quad & (m_1 + m_2) a_{c\eta} = \sum F_{i\eta} \\
(6) \quad & (m_1 + m_2) a_{c\zeta} = \sum F_{i\zeta}
\end{aligned} \tag{1}$$

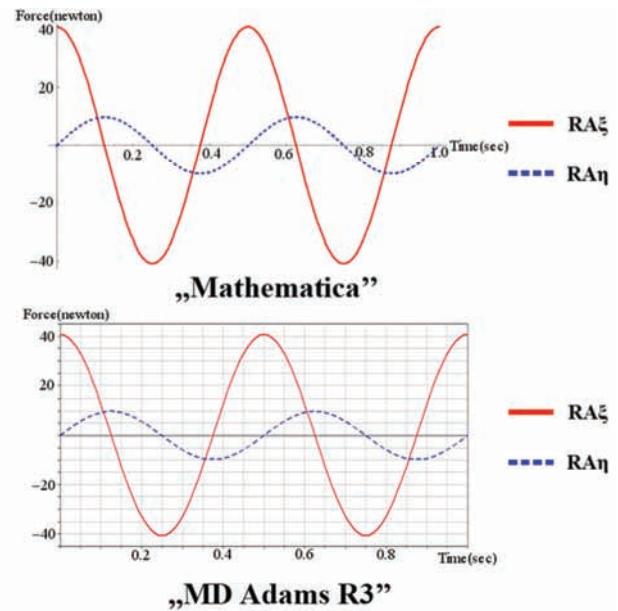
Prve tri jednačine predstavljaju Ojlerove dinamičke jednačine. Preostale tri jednačine su dobijene iz teoreme o kretanju centra mase projektovane na ξ , η i ζ ose koje predstavljaju ose pokretnog koordinatnog sistema, kruto vezanog za telo, čiji je koordinatni početak u nepokretnoj tački O . Pet nepoznatih koje se traže su projekcije reakcija veze u zglobovima A i B na ose pokretnog koordinatnog sistema to su $R_{\xi A}$, $R_{\eta A}$, $R_{\xi B}$, $R_{\eta B}$ i $R_{\zeta B}$, a šestu nepoznatu predstavlja moment M koji deluje oko ose ζ , potreban da bi dato kretanje bilo ostvareno. Nakon definisanja projekcija ugaone brzine: ω_ξ , ω_η i ω_ζ i projekcija ubrzanja centra mase a_c u pokretnom koordinatnom sistemu $O_{\xi\eta\zeta}$, jednačine pomoću kojih se dolazi do rešenja izgledaju ovako:

$$\begin{aligned}
(1) \quad & 0 = -h R_{\eta A} + h R_{\eta B} \\
(2) \quad & -2a^2(m_1 + m_2)\omega_p \omega_s \cos[\omega_s t] = h R_{\eta A} - h R_{\eta B} \\
(3) \quad & a^2(m_1 + m_2)\omega_p^2 \sin[\omega_s t] \cos[\omega_s t] = \\
& \quad = (m_1 - m_2)a g \sin[\omega_s t] - M \\
(4) \quad & \frac{1}{2}a(m_1 - m_2)(-\omega_p^2 - 2\omega_s^2) + \omega_p^2 \cos[\omega_s t] = \tag{2} \\
& \quad = R_{\xi A} + R_{\xi B} + g(m_1 + m_2) \cos[\omega_s t] \\
(5) \quad & a(m_2 - m_1)\omega_p^2 \sin[\omega_s t] \cos[\omega_s t] = \\
& \quad = R_{\eta A} + R_{\eta B} - g(m_1 + m_2) \sin[\omega_s t] \\
(6) \quad & 2a(m_1 - m_2)\omega_p \omega_s \cos[\omega_s t] = R_{\zeta B}
\end{aligned}$$

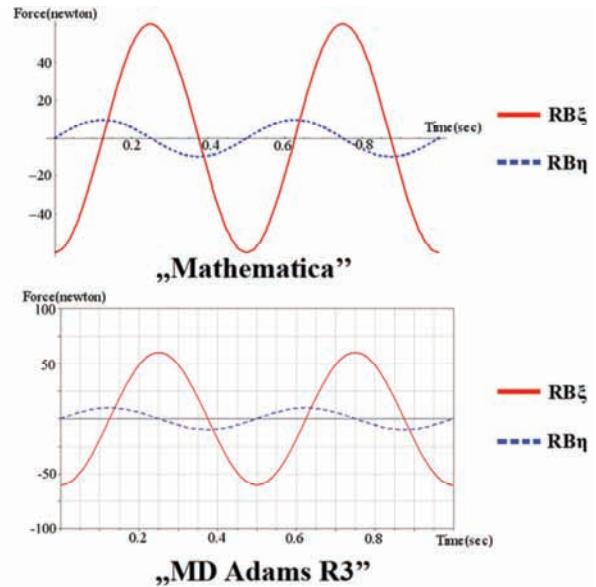
Korišćenjem programskog paketa „Mathematica“ u slučaju da su mase m_1 i m_2 jednake ($m_1 = m_2 = M$) dobijena su sledeća rešenja:

$$\begin{aligned}
R_{\xi A} &= -\frac{M}{h}(g h + 2a^2 \omega_p \omega_s) \cos[\omega_s t] \\
R_{\eta A} &= g M \sin[\omega_s t] \\
R_{\xi B} &= -\frac{M}{h}(g h - 2a^2 \omega_p \omega_s) \cos[\omega_s t] \tag{3} \\
R_{\eta B} &= g M \sin[\omega_s t] \\
R_{\zeta B} &= 0 \\
M &= -a^2 M \omega_p^2 \sin[2\omega_s t]
\end{aligned}$$

Grafički prikazana rešenja za reakcije veze u zglobovima A i B , dobijena korišćenjem programskih paketa „Mathematica“ i „MD Adams R3“, mogu se videti na slikama (Slika 2, Slika 3). Ako se dobro pogledaju ove slike može se videti da se u oba programska paketa za rezultat dobijaju identične vrednosti inteziteta reakcija veze u zglobovima A i B . Rezultati inteziteta reakcija veze su dati u odnosu na pokretni koordinatni sistem $O_{\xi\eta\zeta}$.



Slika 2. Reakcije veze u zglobu A



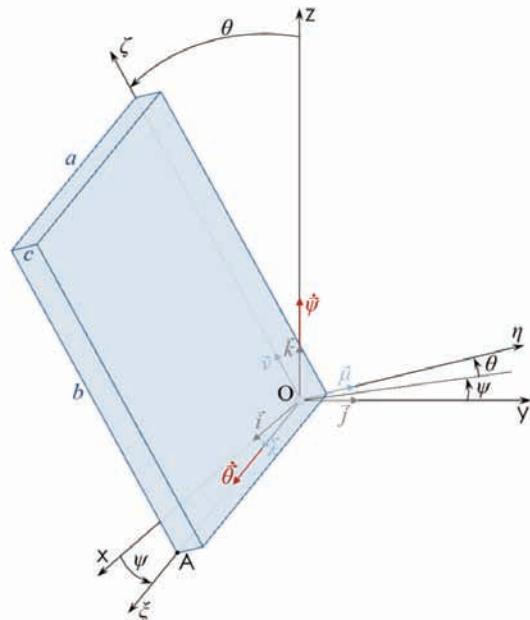
Slika 3. Reakcije veze u zglobu B

3. PLOČA KOJA KLIZE PO GLATKOJ POVRŠINI, NUMERIČKO REŠENJE

3.1. Opis problema

U ovom poglavlju posmatra se ploča širine a , visine b , debljine c i mase M , koja je vezana u tački O za horizontalnu podlogu sfernim zglobom i klizi po njoj (Slika 4). Kretanje započinje iz početnog položaja koji je definisan uglovima θ_0 i ψ_0 , iz stanja mirovanja. Ploča počinje da pada usled dejstva sile težine. Pretpostavlja se da se kontakt između ploče i podloge ostvaruje u temenu A . Rešavani su slučajevi kada su veze idealne odnosno kada je trenje zanemareno i kada veze nisu idealne, gde u tački kontakta A deluje sila trenja. Zadatak je bio da se odrede promene uglova θ i ψ kao i promene $\dot{\theta}$ i $\dot{\psi}$. Analizirano je kretanje ploče do trenutka pada na

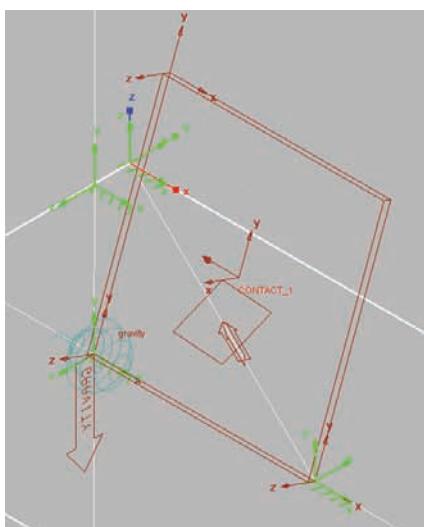
horizontalnu podlogu ($\theta=\pi/2$). Neka od rešenja problema moguće je dobiti analitički, a neka samo numerički. Analitički se može odrediti položaj ploče u trenutku pada na pod i vrednosti $\dot{\theta}$ i $\dot{\psi}$ u datom položaju i to u slučaju idealne veze. Kretanje ploče, odnosno promene uglova θ i ψ u funkciji vremena, može se dobiti samo numerički. Numeričkim rešavanjem dobijena su rešenja za slučaj kada su veze idealne i za slučaj kada postoji trenje između podlove i ploče. Problemi koji su rešavani mogu se posmatrati kao vrata koja su spala sa jedne šarke i počela da padaju usled dejstva sile sopstvene težine. Problemi su rešavani korišćenjem programskih paketa „Mathematica“ i „MD Adams R3“.



Slika 4. Rešavani problem

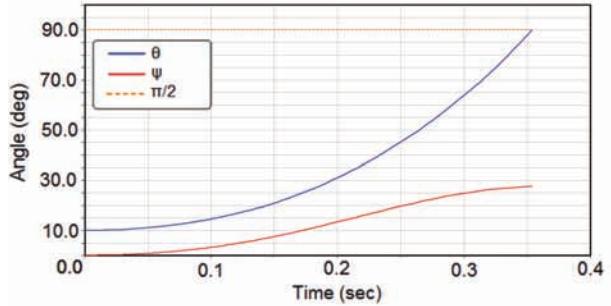
3.2. Rešenje problema

Korišćenjem programskog paketa „MD Adams R3“, analizirano je kretanje ploče dimenzija „ $a=0.3m$, $b=0.3m$, $c=0.01m$ “, čija je masa 7.0209kg i početni položaj definisan uglovima θ_0 i ψ_0 (Slika 5)



Slika 5. Model ploče napravljen u programskom paketu „MD Adams R3“

Simulacijom kretanja u ovom programskom paketu, dobijena su rešenja koja su grafički prikazana rešenja (Slika 6). Po rezultatima dobijenim korišćenjem ovog programskog paketa ploča kretanje završi u trenutku $t^*=0.354\text{s}$.



Slika 6. Rešenja dobijena analizom u programskom paketu „MD Adams R3“

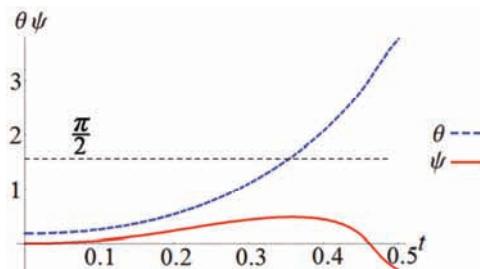
Analitičkim rešavanjem moguće je dobiti rešenja za ploču koja klizi bez uticaja sile trenja (kada su veze idealne), ali nije moguće odrediti vreme za koje će ploča pasti i završiti svoje kretanje, kao ni tačna vrednost ovih veličina u bilo kom vremenskom trenutku kretanja. Analitički rešenja se mogu dobiti u zavisnosti od položaja ploče odnosno od vrednosti ugla θ . Numeričkim rešavanjem moguće je odrediti vreme za koje će ploča završiti kretanje, kao i uglove $\theta(t)$ i $\psi(t)$, i ugaone brzine $\dot{\theta}(t)$ i $\dot{\psi}(t)$, u bilo kom trenutku vremena. Numerička rešenja su dobijana rešavanjem Lagranževih jednačina druge vrste, odnosno diferencijalnih jednačina u generalisanim koordinatama, a kao generalisane uzeti su uglovi $\theta(t)$ i $\psi(t)$:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \frac{\partial E_k}{\partial \dot{\psi}} - \frac{\partial E_k}{\partial \psi} &= -\frac{\partial E_p}{\partial \psi} \\ \frac{d}{dt} \frac{\partial E_k}{\partial \dot{\theta}} - \frac{\partial E_k}{\partial \theta} &= -\frac{\partial E_p}{\partial \theta} \end{aligned} \quad (4)$$

gde E_k predstavlja kinetičku, a E_p predstavlja potencijalnu energiju. Za određivanje kretanja odnosno promene uglova $\theta(t)$ i $\psi(t)$ (Slika 7) u zavisnosti od vremena pomoću programskog paketa „Mathematica“ korišćena je funkcija za numeričko rešavanje diferencijalnih jednačina NDSolve.

Pošto ploča kreće iz stanja mirovanja i prikazanog položaja, (Slika 4), kao jedan od argumenata funkcije NDSolve, korišćeni su sledeći početni uslovi:

$$\theta(0) = \theta_0, \psi(0) = 0, \dot{\psi}(0) = 0, \dot{\theta}(0) = 0 \quad (5)$$



Slika 7. Rešenja dobijena analizom u programskom paketu „Mathematica“

Tačka u kojoj linija koja predstavlja promenu ugla $\theta(t)$ u zavisnosti od vremena, preseca liniju $\pi/2$, određuje trenutak vremena t^* u kom je ploča pala na pod, što je trenutak do kog i vršimo analizu kretanja. Dobijena numerička rešenja za $\theta(t)$, $\psi(t)$, $\dot{\theta}(t)$ i $\dot{\psi}(t)$, data su tabelarno (Tabela 1):

t (s)	ψ (rad)	θ (rad)	$\dot{\psi}$ (rad/s)	$\dot{\theta}$ (rad/s)
0.000	0.175	0.000	0.000	0.000
0.100	0.254	0.057	1.695	1.179
0.200	0.542	0.234	4.175	2.199
0.300	1.112	0.435	7.385	1.469
0.354	1.571	0.482	9.685	0.121

Tabela 1. Rešenja dobijena numeričkom integracijom u programskom „Mathematica“

4. ZAKLJUČAK

U radu su rešavani problemi iz oblasti dinamike obrtanja oko nepokretne tačke, pomoću programske pakete „Mathematica“ i „MD Adams R3“. U programskom paketu „Mathematica“ formirane su i rešene diferencijalne jednačine kretanja. Gde je bilo moguće dobijena su analitička rešenja, što daje mogućnost kvalitetnije analize rezultata. Modeliranje i simulacija kretanja istih problema izvršena je i u programskom paketu „MD Adams R3“. Ovaj programski paket, namenjen analizi dinamike sistema tela, omogućava vrlo jednostavno modeliranje i analizu ponašanja sistema. Rezultati dobijeni pomoću ova programska paketa pokazali su vrlo dobro poklapanje. Rad je pokazao da se isti problemi mogu rešiti na više načina pomoću računara. Prednost programskog paketa „Mathematica“ je u simboličkom računanju i mogućnost dobijanja analitičkog rešenja. Komplikovaniji sistemi se daleko lakše modeliraju pomoću programskog paketa „MD Adams R3“. Svaki od programskih paketa pokazao se izuzetnim u svom domenu. Na današnjem stupnju tehničko, tehnološkog razvoja poznavanje i korišćenje ovih programske paketa za jednog inženjera je više nego korisno.

5. LITERATURA

- [1] Božidar D. Vujanović – Dinamika (Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad 1992.)
- [2] James B.Scarborough – The gyroscope theory and applications (Inteescence publishers, Inc., New York 1958.)
- [3] Ivan V. Meščerski – Zbirka zadataka iz teorijske mehanike (IRO „Gradjevinska knjiga“, Beograd 1984.)

Kratka biografija:



Igor Radonić rođen je u Novom Sadu 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Tehnička mehanika i dizajn u tehniči - odbranio je 2013.god.



Miodrag (Miroslav) Zuković, rođen je 21.11.1968. godine u Apatinu. Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu zaposlen od 1995. god. Magistrirao 2000. god. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Magistarski rad pod naslovom „Torzione parametarske oscilacije cilindričnog zupčastog para sa evolventnim ozubljenjem“ odbranio 15.4.2000. godine u Novom Sadu. Doktorsku tezu odbranio 2008. godine u Novom Sadu. Oblast naučnog rada: nelinearna mehanika – nelinearne oscilacije, parametarske oscilacije, haos. U zvanje docenta izabran 2009.god



САГОРЕВАЊЕ СОЈИНЕ СЛАМЕ COMBUSTION OF SOYBEAN STRAW

Милош Паравинић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област - МАШИНСТВО

Кратак садржај - У овом раду описано је сагоревање биомасе, као и њен састав и карактеристике. У оквиру рада извршени су и експерименти везани за сагоревање сојине сламе. Резултати су приказани у форми промене температуре сагоревања са временом за различите брзине продувавања ваздуха и масе горива. Експерименти су извршени помоћу лабораторијског постројења за сагоревање биомасе.

Abstract: This work describes the combustion of biomass, as well as its composition and characteristics. As a part of this study, combustion of soybean straw experiments were carried out and results presented in terms of combustion temperature vs time for various air flow rates and range of biofuel mass. Experiments were carried out using a laboratory plant for biomass combustion.

Кључне речи: сагоревање, сојина слама, гориво.

1. УВОД

Производња, транспорт и коришћење енергије у великој мери утичу на околину и екосистеме. Код енергије утицај на околину је готово увек негативан, од директних еколошких последица попут изливавања нафте, киселих киша и радиоактивног зрачења до индиректних последица попут глобалног загревања. Будући да ће енергетске потребе човечанства наставити да расту у идућих неколико деценија, нужно су неопходне мере којима би се утицај коришћења енергије на околину смањио на најмању могућу меру.

Због свега горе наведеног прелази се на коришћење обновљивих извора енергије као алтернативних решења. Међутим, и обновљиви извори енергије под утицајем прекомерне и нерационалне потрошње могу да постану необновљиви. Није редак случај да се шуме, земљиште, рибе, животиње употребљавају у великој мери. Због тога је веома важно да се ови извори енергије рационално користе и да се репродукују.

У неисцрпне, обновљиве изворе енергије убрајају се космички, климатски и водени ресурси Земље: соларна енергије, енергија ветра, енергија воде, геотермална енергија, биомаса.

Биомаса, као извор обновљиве енергије, је органска супстанца биљног или животињског порекла (дрво, слама, биоразградиви остаци из пољопривредне

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је била доцент др Марија Вићевић.

производње, стајско ђубриво, органски део комуналног чврстог отпада). Биомаса се користи у процесима сагоревања или конвертује у системима који производе топлотну и/или електричну енергију. Осим тога, биомаса се користи за производњу течних и гасовитих горива – биоетанола, биодизела и биогаса. Да би у потпуности стекли слику о биомаси као гориву треба је упоредити и са другим горивима. Такво поређење је дато у Табели 1.

Топлотна моћ дрвне биомасе је близка слами, тресету и мркому угљу, док је значајно мања од топлотне моћи лож уља и природног гаса.

Табела 1: Поређење дрвне биомасе са неким другим горивима [1]

Гориво	Влажност %	Доња топлотна моћ		Однос Дрво = 1
		MJ/kg	kWh/kg	
Лож уље	-	42	11,67	2,78
Камени угља	5	29	8,06	1,92
Кокс	5	29	8,06	1,92
Мрки угља	25	13,6	3,78	0,9
Природни гас	-	50,2	13,94	3,32
Тресет	32	13,3	3,69	0,88
Слама	15	14	3,89	0,93
Дрво	15	15,1	4,19	1

Главна предност биомасе у односу на фосилна горива је мања емисија штетних гасова и мање загађења вода. Додатне предности су збрињавање и искоришћавање отпада и остатака из пољопривреде, шумарства и дрвне индустрије, смањење увоза енергената, улагање у пољопривреду и неразвијена подручја и повећање сигурности снабдевања енергијом.

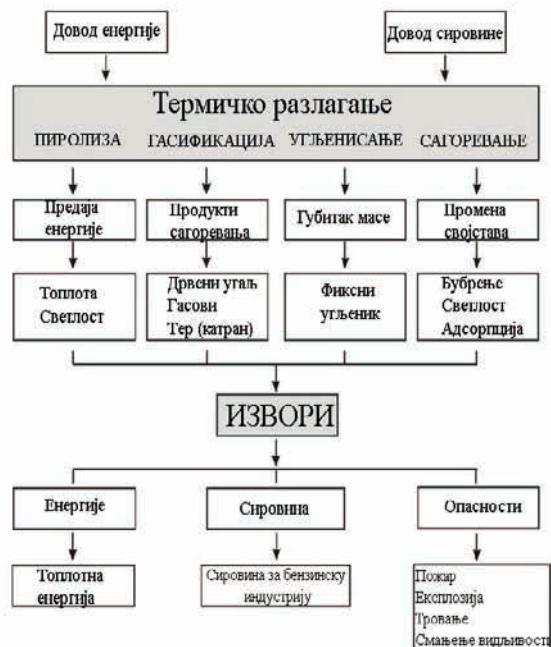
2. КАРАКТЕРИСТИКЕ БИОМАСЕ КАО АЛТЕРНАТИВНОГ ГОРИВА

Биомаса, као чврсто биогориво, има своје специфичне карактеристике у односу на конвенционалне врсте горива, у погледу: хемијског састава, температуре сагоревања, тачке топљења пепела, топлотне вредности горива и степена загађивања околне средине.

Најопштије би се могло рећи да сва биомаса сведена на чисту гориву масу има практично исти хемијски састав, али постоје велике разлике у природи полимера који улазе у њен састав. Ту се, пре свега, подразумевају: целулоза, хемицелулоза, лигнин и екстративна уља. Тако се за пшеничну сламу може констатовати да је лингоцелулозни материјал,

донекле променљивог елементарног састава, што је условљено читавим низом фактора.

На Слици 1. шематски је приказан процес термичког разлагања биомасе. Дакле, загревањем биомасе долази до њеног сушења и термичког разлагања, што се манифестије издвајањем парагасних материја. С обзиром на сложеност биомасе уопште, немогуће је повући општу границу између испарљивог и неиспарљивог дела. У случају да се та граница и повуче, неопходно је дефинисати поступак, тј. метод према којем је то урађено.



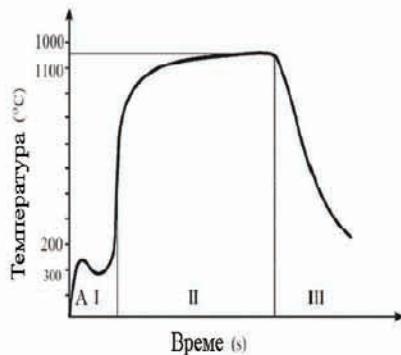
Слика 1: Шема термичког разлагања биомасе [2]

Састав испарљивих делова биогорива може бити веома различит. Пре свега зависи од: састава биогорива, температуре његовог разлагања, трајања процеса загревања, брзине одвођења продуката разлагања из реакционе зоне и друго. У случају веома брзог загревања мањих честица (нпр. до 550°C) физичко-хемијска структура биогорива може да остане скоро непромењена, тј. процес загревања се временски може раздвојити од процеса термичког разлагања. Међу првим испитивањима такве врсте су експериментална истраживања Перуновића и сарадника (1983.) [3] када је у лабораторијским условима испитивао сагоревање сламе.

Карактеристичан однос температура-време током сагоревања биогорива у затвореном простору је веома сличковито приказан у раду Преведена (1980) [2], што је представљено на Слици 2. На слици се може уочити да се према одговарајућим температурама може обавити и подела фаза сагоревања биогорива (I, II, III). У фази I биогориво се загрева, суши, разлаже и пали. Као што је познато, при сагоревању не гори маса горива, него продукти термичког разлагања те масе, гасови. Након паљења биогорива интензитет сагоревања се смањује.

У фази II гориво потпуно сагорева. Развој фазе и ток криве температура-време у многоме зависи од облика простора у којем се сагоревање обавља, односно односа биогориво-ваздух за сагоревање и дужине

задржавања честица биомасе у простору за сагоревање (ложишту).



Слика 2: Ток криве температура-време процеса сагоревања биогорива (I-разлагање, II-сагоревање, III-обамирање) (Преведен, 1980) [2]

Фазу III карактерише обамирање процеса сагоревања. Време трајања овог процеса зависи од потпуности сагоревања биогорива у периоду II, односно од додира (тињања) непотпуно сагорелих делова биогорива.

Биомасе се међусобно много не разликују по елементарном хемијском саставу. Више се разликују по гранулометријском саставу и садржају влаге. Док је љуска сунцокрета релативно ситна и равномерног гранулометријског састава, дотле је издробљени кукурузни окласак знатно крупнији и неравномерног гранулометријског састава (величина честица се креће од величине честица прашине до комада од неколико центиметара).

3. ТЕХНОЛОГИЈА ПРИМЕНЕ И САГОРЕВАЊА БИОМАСЕ

У зависности од врсте, влажности и величине комада отпадне биомасе, разликује се и технологија њене припреме и сагоревања, односно типови (конструкције) ложишта котлова у којима се врши сагоревање.

Данас се, углавном, у примени налазе решења која се базирају на:

- технологијама које не захтевају посебну примену биомасе и
- технологијама које захтевају специфичну примену биомасе.

Према начину непосредне припреме биомасе за сагоревање раликују се:

- технологије код којих се врши непосредно сагоревање биомасе (са већим или мањим степеном припреме) у ложиштима класичних или посебних конструкција котлова и
- технологије код којих се прво врши гасификација биомасе у предложиштима и сагоревање гаса у ложиштима класичних конструкција котлова за сагоревање гасног горива.

Најједноставније решење сагоревања биомасе представља сагоревање крупнијих комада биљне (дрвне) масе која се врши у котловима класичних конструкција и решења.

Директно сагоревање биомасе у ложиштима котлова малих снага, најчешће се користи за грејање стамбених објеката индивидуалних домаћинстава. То су котловске јединице чија се снага креће најчешће до 30kW, а ређе до 50 kW и више (максимално до 100 kW). Обзиром на места лоцирања оваквих котловских система обично се у њима сагорева крупнија и брикетирана биомаса [4].

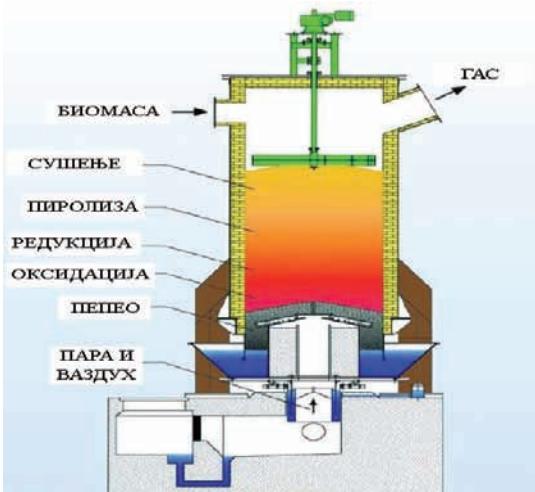
3.1 САГОРЕВАЊЕ

Будући да је економски најповољнији начин коришћења биомасе у производњи електричне енергије сагоревање у комбинацији са угљем, подстицајно законодавно окружење у многим развијеним земљама омогућило је експанзију постројења која као гориво користе искључиво биомасу.

У постројењима за самостално сагоревање биомасе углавном се користе следеће технологије сагоревања: сагоревање у непокретном слоју у ложиштима са решетком, сагоревање у меухрастом флуидизованом слоју, те сагоревање у циркулационом флуидизованом слоју.

3.2 ГАСИФИКАЦИЈА

Гасификација биомасе представља алтернативу класичним процесима сагоревања и проширује могућност коришћења биомасе. Гасификацијом се биомаса трансформише у гориви или реакторски гас који се може користити за погон гасне турбине, гасног мотора или горивих ћелија у производњи електричне енергије, али и у процесима хемијске синтезе за производњу етанола или других органских производа.



Слика 3: Шема противструјног реактора и фазе процеса гасификације у непокретном слоју [5]

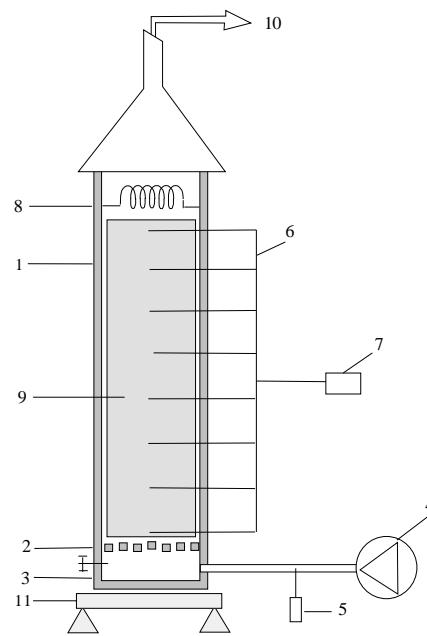
Главне фазе процеса гасификације су:

- сушење горива, на температури до приближно 200°C,
- пиролиза (загревање без кисеоника до температуре од приближно 500°C),
- оксидација (на температурама слоја до 900°C) и
- редукција (при температури до приближно 1200°C).

На Слици 3. је шематски приказан процес гасификације у противструјном реактору.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

У оквиру овог рада извршени су експерименти који су везани за сагоревање биомасе, у овом случају сојина слама је искоришћена за добијање битних параметара сагоревања. Извршено је осам мерења са различитим вредностима почетних маса горива и довођењем различитих количина ваздуха за само сагоревање. Експерименти су извршени помоћу лабораторијског постројења за сагоревање које од уређаја има, осим реактора у ком се врши сагоревање, и грејач на самом врху реактора, као и вентилатор који служи за довођење ваздуха у реактор. За сагоревање сојине сламе коришћено је лабораторијско постројење шематски приказано на слици 4.



Слика 4: Шема лабораторијског постројења
1-реактор, 2-решетка, 3-пепељара, 4-вентилатор са потенциометром, 5-мерач протока ваздуха, 6-термопарови, 7-data logger (уређај за очитавање температуре са термопарова), 8-електрични грејач, 9-гориво (слој сојине сламе), 10-димни гасови, 11-индустријска вага

За сваки експеримент мерење су и забележене и средње вредности брзина ваздуха на почетку ($V_{\text{почетно}}$) и на крају сагоревања ($V_{\text{крајње}}$) као и маса горива на почетку (m_1) и маса пепела на крају сагоревања ($m_{\text{пепела}}$). За експеримент 1, ове вредности су:

$$V_{\text{почетно}} = 0,34 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{крајње}} = 0,36 \text{ m/s}$$

$$m_{\text{пепела}} = 32 \text{ g}$$

$$m_1 = 1981 \text{ g}$$

Промене температуре сагоревања праћене су дуж реактора и бележене сваких 30 секунди.

Резултати мерења су обрађени у "excel" програму и на основу њих добијени су графици односа температура

и времена, као и масе и времена сагоревања за сваки изведен експеримент.

Типични резултати су приказани на Графицима 1 и 2 (за експеримент 1), где су температуре t_1 и t_2 на врху а температуре t_9 и t_{10} на дну реактора.

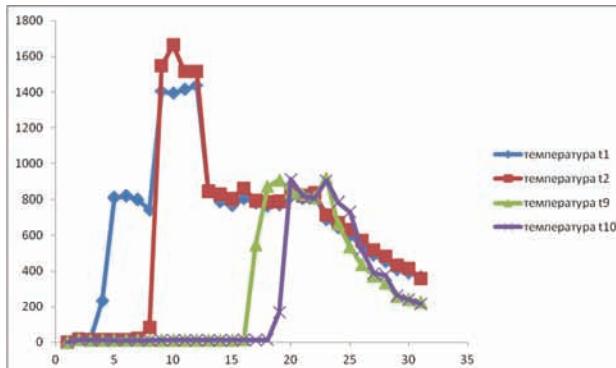


График 1: Промена температуре током времена трајања сагоревања (експеримент 1)

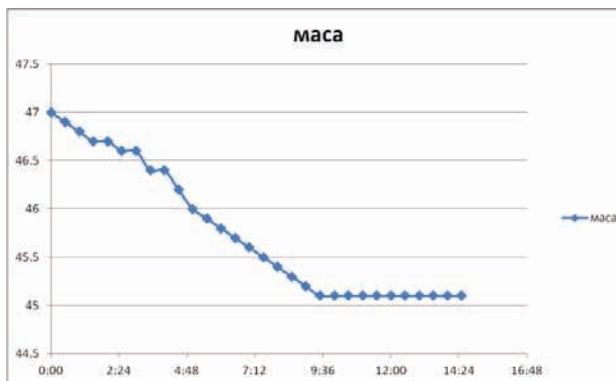


График 2: Промена масе током времена трајања сагоревања (експеримент 1)

Док биомаса сагорева у реактору долази то промене температуре кроз реактор, а највећи температурни скок је забележен на горњем делу реактора, где су температуре дистизале вредности око 1100°C , а некад и преко те вредности зависно од брзине продувавања ваздуха за сагоревање.

Промене температуре на врху реактора (температура t_1) током времена сагоревања за различите брзине продувавања и различите почетне масе биомасе приказане су на Графицима 3 и 4 респективно.

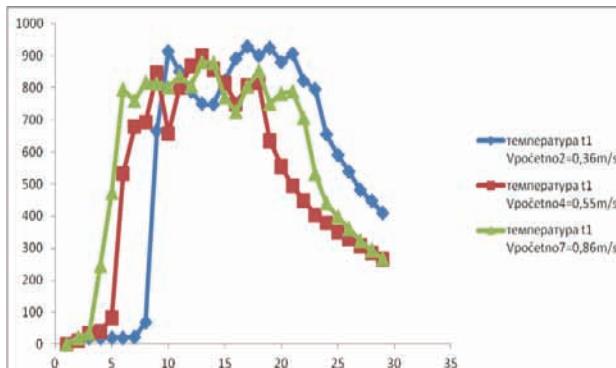


График 3: Промена температуре t_1 током времена потребног за сагоревање (почетне масе су исте, експ. 2, 4 и 7)

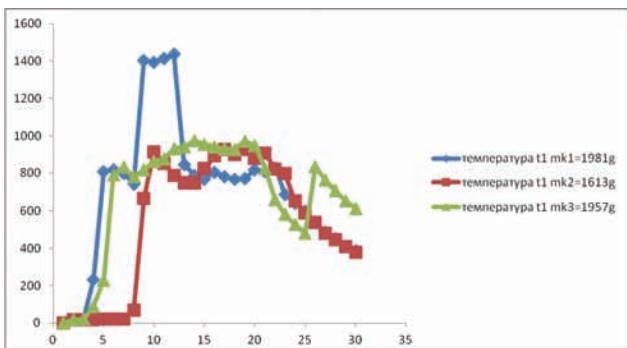


График 4: Промена температуре t_1 током времена сагоревања (брзине продувавања ваздуха на почетку сагоревања су исте, експерименти 1, 2 и 3)

5. ЗАКЉУЧАК

Приликом сагоревања биомасе издваја се неколико битних фаза сагоревања. У почетној фази услед загревања из биогорива долази до испаравања влаге. Тај процес је одвојен од процеса термичког разлагања и одвија се на температурима од $80-90^{\circ}\text{C}$. После ове фазе, при температурном интервалу од $80-200^{\circ}\text{C}$ настаје време скривеног термичког разлагања биогорива. Преласком те границе температуре, долази до значајне промене масе биогорива, а тај процес се одвија у температурном интервалу од $270-370^{\circ}\text{C}$, и он зависи од брзине загревања. Од $350-550^{\circ}\text{C}$ брзина губитака масе донекле опада, али је још увек интензивна. Прекорачењем температуре од 550°C процес суве дестилације горива се завршава и настаје сагоревање чврстог остатка (фиксног угљеника).

Док биомаса сагорева у реактору долази то промене температуре кроз реактор, највећи температурни скок је забележен при горњем делу реактора, где су температуре дистизале вредности око 1100°C а некад и преко те вредности зависно од брзине продувавања ваздуха за сагоревање.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Гвозденац, Б. Гвозденац: "Обновљиви извори енергије", Нови Сад 2009.
2. М. Бркић, Т. Јанић: "Брикетирање и пелетирање биомасе", Нови Сад 2009.
3. П. Перуновић, И. Пешењански, У. Тимотић, "Биомаса као гориво", Савремена польопривредна техника, IX, 1-2, стр. 15-19. (1983)
4. М. Радаковић: "Биодизел, биогас, биомаса", Београд 2009.
5. Д. Лончар, Г. Крајачић, М. Вујановић "Подршка девелоперима – Примјери најбоље праксе за когенерацију на дрвну биомасу", Загреб 2009.

Кратка биографија:



Милош Паравининић рођен је у Сремској Митровици 1986. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Машинства - Енергетике и процесне технике одбранет је 2013. год.

**МАТЕМАТИЧКА ИНТЕРПРЕТАЦИЈА НЕСТАЦИОНАРНИХ РЕЖИМА РАДА ПАРНЕ ТУРБИНЕ ХТГЗ К-300-240-1 ИНСТАЛИРАНЕ У ТЕ „ГАЦКО“****NUMERICAL INTERPRETATION OF NON-STATIONARY REGIMES HTGZ STEAM TURBINE K-300-240-1 INSTALLED IN THE POWER PLANT "GACKO"**

Марко Панић, Факултет техничких наука, *Нови Сад*

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај – У раду је представљена математичка интерпретација нестационарних режима рада парне турбине К-300-240-1. Добијена је зависност између масеног протока паре, угаоне брзине обртања турбине и времена. Дат је графички приказ те зависности за четири нестационарна режима рада – поремећаја..

Abstract – In the paper is presented mathematical analysis of steam turbine non-stationary behavior. A simple mathematical model is developed. Non-stationary process calculations are performed with the data of turbine K-300-240-1. The results of analysis are presented and briefly discussed. Although analytically obtained dependencies are of exponential form, the results within considered time interval are almost linear one.

Кључне речи: Парна турбина, нестационарни режими рада, математичка интерпретација

1. УВОД

Нестационарни режими рада парне турбине представљају промене које утичу на процес трансформације енергије и деградацију материјала. Ту спадају режими рада када турбина учествује у: покривању полузвршних оптерећења, примарно и секундарној регулацији фреквенције и снаге електроенергетског система, отклањању хаваријских ситуација у мрежи, пуштање у рад и заустављање турбине... При нестационарним режимима рада у радном флуиду и металним деловима турбине дешавају се врло сложени физички процеси. Кључно место при анализи нестационарних режима рада парних турбина заузима изучавање гасодинамичких процеса у појединим деловима турбине. Предмет овог рада ће бити анализа нестационарних режима рада турбине, односно њихов утицај на повећање односно смањење броја обрата ротора турбине у функцији времена и оптерећења.

2. ПРИКАЗ МАТЕМАТИЧКОГ МОДЕЛА

Снага на обиму једног ступња турбине одређена је једначином:

$$P_u^{st} = M_u^{st} \cdot \omega = \dot{M}_p \cdot (r_1 \cdot c_{1u} - r_2 \cdot c_{2u}) \cdot \omega \quad (1)$$

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор био др Војин Грковић, ред.проф.

$$\begin{aligned} P_u^{st} &= \dot{M}_p \cdot \Delta(r \cdot c_u) \cdot \omega \\ &= \dot{M}_p \cdot (u_1 \cdot c_{1u} - u_2 \cdot c_{2u}) \end{aligned} \quad (2)$$

Ако се цела вишеступна турбина подели на секције – групе ступњева између поједињих одузимања паре за регенеративно загревање напојне воде, можемо написати једначину следећег облика:

$$P_u = \omega \cdot M_p \cdot r_e^{st} \cdot \sum \Delta(c_u) \quad (3)$$

Обимна брзина струје флуида u_i где је i одговарајући ступањ у турбини рачуна се из следеће једначине:

$$u = \omega \cdot d \cdot \pi \text{ (m/s)} \quad (4)$$

Апсолутна брзина на улазу у радно коло рачуна се:

$$c_1 = \frac{u}{\frac{1}{2 \cdot (1 - \rho)} \cdot \cos \alpha_1} \text{ (m/s)} \quad (5)$$

Пројекција апсолутне брзине на обимни правац ће бити:

$$c_{1u} = c_1 \cdot \cos \alpha_1 \text{ (m/s)} \quad (6)$$

Момент на обиму радног кола рачунамо из формуле:

$$M = F \cdot r \text{ (Nm)} \quad (7)$$

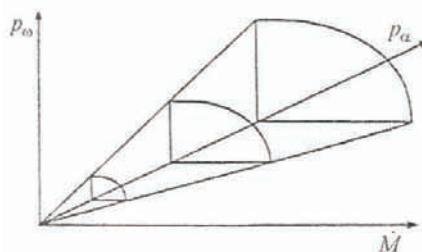
Где је F сила на обиму радног кола и рачуна се као:

$$F = \dot{M}_p \cdot (c_{1u} - c_{2u}) \text{ (N)} \quad (8)$$

Величина апсолутне брзине на излазу из радног кола c_{2u} није од велике важности из разлога што је као један од главних конструкцијских параметара усвојено $\alpha_2 = 90^\circ$ што повлачи да је $c_{2u} = 0$.

Заменом одговарајућих параметара (ω , d , α_1 , ρ , r) у горе наведене једначине добијају се резултати за све ступњеве турбине.

Зависност притиска испред турбине p_α , притиска иза турбине p_ω и масеног протока радног тела кроз турбину \dot{M} при стационарним непрорачунским режимима рада може се приказати изразом (9) који је Стодола експериментално извео или геометријски [2]:



Слика1: Геометријска интерпретација зависности

$$\frac{\dot{M}}{\dot{M}_0} = \frac{p_\alpha}{p_{\alpha 0}} \cdot \sqrt{\frac{1 - (\frac{p_\omega}{p_\alpha})^2}{1 - (\frac{p_{\omega 0}}{p_{\alpha 0}})^2}} \quad (9)$$

Решавањем диференцијалне једначине обртања ротора турбине:

$$J_z \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2} = M_{T0} + M_{G0} \quad (10)$$

уважавајући параметре за сва четири анализирана случаја у раду добија се алгебарска једначина следећег облика:

$$\omega = \omega_0 \cdot e^{t \cdot X \cdot \dot{M}_p} \quad (11)$$

Претходно изведена једначина представља зависност између масеног протока паре и угаоне брзине у току времена. Параметар „X“ представља производ више коефицијената који варирају за сваки разматрани случај.

3. РЕФЕРЕНТНА ТУРБИНА

3.1. Каталошки подаци

Постоје различити начини регулисања снаге парних турбина, односно парних турбопостројења и то: регулисање пригушивањем, млазничко регулисање, регулисање клизним притиском, регулисање обилажењем, регулисање са искључењем загрејача, регулисање заустављањем кондензата [2].

Регулисање снаге парних турбина је неопходно због усклађивања снаге турбогенератора са тренутним потребама мреже јер се производња електричне енергије мора прилагођавати потребама потрошача. То значи да турбине раде са различитом снагом тако да у сваком тренутку нето снага свих машина које раде паралелно на једној мрежи мора да буде једнака снази потрошње. Очигледно да парне турбине морају да раде на разним снагама због захтева потрошача.

Радне карактеристике турбопостројења зависе од начина регулисања снаге, а за избор начина регулисања могу бити од одлучујућег значаја: уштеда горива, расположивост постројења, утицај на радни век турбопостројења, динамичке карактеристике турбопостројења, економичност појединих начина регулисања, промена унутрашње снаге турбине и други фактори.

Проектна инсталисана снага парне турбине у ТЕ Гацко је 300 MW, док је расположива снага на стезалькама генератора 276 MW. Параметри паре на улазу у турбину су следећи:

Притисак (MPa)	Температура (°C)	Проток (kg/s)
24	545	266,6

Турбина је једновратилна и састоји се из двооклопне турбине високог притиска, турбине средњег притиска и турбине ниског притиска.

Први ступањ турбине високог притиска је регулациони ступањ. Довољ паре се остварује преко два стоп вентила турбине високог притиска и седам регулационих вентила турбине високог притиска.

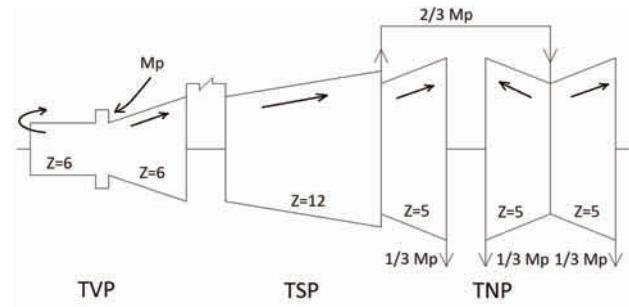
Након турбине високог притиска паре иде на додревање од параметара:

Притисак (MPa)	Температура (°C)	Проток (kg/s)
4,4	305	216,1

до параметара:

Притисак (MPa)	Температура (°C)	Проток (kg/s)
4,1	545	216,1

и као таква се уводи у турбину средњег притиска. Довољ паре у турбину средњег притиска остварује се помоћу две парне коморе и једног стоп вентила средњег притиска као и једног регулационог вентила средњег притиска. На следећој слици је дата шема струјања паре кроз турбину. На блоку су инсталиране четири уљне пумпе укупне снаге око 1 MW. Подаци о конструкцијским карактеристикама турбине су узети из [3].



Слика 2. Шема струјања паре кроз турбину

3.2. Оцењени подаци

Степени реактивности појединих ступњева узети су према [6] и износе од $\rho=0,1$ за први ступањ до $\rho=0,5$ за последњи ступањ. Угао апсолутне брзине на улазу у радно коло рачуна се према следећем обрасцу:

$$\alpha_1 = 0,7391 \cdot z + 11,2 \quad (12)$$

где је z редни број ступња.

За одређивање момента инерције полазимо од следеће једначине:

$$\frac{d}{dt} \vec{L}_0 = \sum \overline{M^F_i} \quad (13)$$

Ова једначина изражава теорему о промени главног вектора момента количине кретања система који гласи: *Извод главног вектора момента количине кретања система материјалних тачака, у односу на неки непокретни центар, једнак је геометријском збиром момената свих спољашњих сила које дејствују на систем, у односу на исти центар.*

Момент произвољне тачке масе m_i биће:

$$\Delta L_z = m_i \cdot (r_i \cdot \omega) \cdot r_i = m_i \cdot r_i^2 \cdot \omega \quad (14)$$

Или у диференцијалном облику:

$$dL_z = r^2 \cdot dm \cdot \omega \quad (15)$$

За цело тело имајемо:

$$L_z = \omega \cdot \int_{(m)} r^2 \cdot dm \quad (16)$$

Где су: m_i - маса i-те тачке, r_i - растојање од i-те тачке до осе обртања, ω - угаона брзина обртања.

Како је $J_z = \int_{(m)} r^2 \cdot dm$ момент инерције тела за осу z, следи да је момент количине кретања једнак:

$$L_z = \omega \cdot J_z \quad (17)$$

Из претходно наведених једначина следи:

$$J_z \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \sum M_{zi}^{fs} \quad (18)$$

Где је са φ означен угаони померај односно $\frac{d^2\varphi}{dt^2}$ представља угаоно убрзање.

Претходна једначина представља диференцијалну једначину обртања кругог тела око непомичне осе, практично, цилиндра око непомичне осе.

Када се једначине примене на практичном примеру ротора турбине који се окреће, десна страна једначине је у потпуности позната. Силе које праве момент су силе које потичу од радног флуида, док је момент генератора такође познат.

Приликом одређивања динамичког понашања парне турбине ротор ће се посматрати као цилиндар пречника d. Позната нам је маса и дужина ротора. Знајући да је ротор направљен од челика одређене густине можемо израчунати и пречник ротора – цилиндра.

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot l \quad (19)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot l}} \quad (20)$$

$$r = \frac{d}{2} \quad (21)$$

Знајући масу и полупречник цилиндра, момент инерције цилиндра који се обрће око непокретне осе, која је уједно и оса симетрије тела, израчунава се према следећој једначини:

$$J = \int_m r_i^2 \cdot dm \quad (22)$$

$$dm = \rho \cdot dV = \rho \cdot l \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot dr \quad (23)$$

$$\begin{aligned} J &= \int_0^R r^2 \cdot \rho \cdot l \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot dr \\ &= 2 \cdot \pi \cdot \rho \cdot l \cdot \int_0^R r^3 \cdot dr \end{aligned} \quad (24)$$

$$J = 2 \cdot \pi \cdot \rho \cdot l \cdot \frac{r^4}{4} \quad (25)$$

$$V = r^2 \cdot \pi \cdot l \quad (26)$$

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot r^2 \cdot \pi \cdot l \quad (27)$$

$$J = \frac{m}{2} \cdot r^2 \quad (28)$$

Где за τ узимамо средњу вредност пречника ротора турбине. Заменом вредности за масу и полупречник цилиндра добијамо вредност момента инерције ротора:

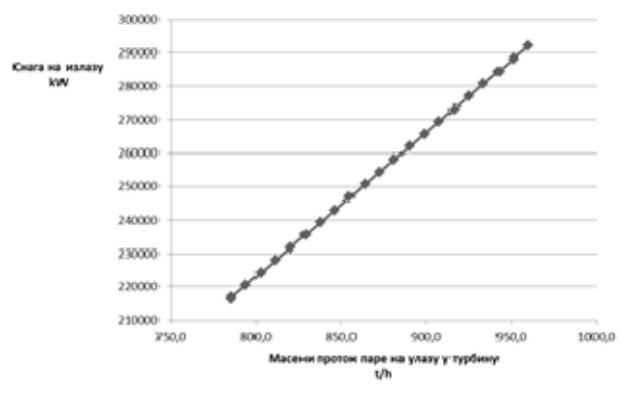
$$J = 5570,2 \left(\frac{kg}{m^2}\right) \quad (29)$$

4. РЕЗУЛТАТИ НУМЕРИЧКЕ АНАЛИЗЕ

Претходно описаним математичким моделом вршена је анализа следећа четири случаја:

- Повећан проток свеже паре за 10 % у односу на референтни проток паре кроз турбину који износи 242 килограма по секунди
- Смањен проток свеже паре за 10 % у односу на референтни проток паре кроз турбину који износи 242 килограма по секунди
- Повећан момент генератора за 10 % у односу на референтни (за проток паре од 242 килограма по секунди)
- Смањен момент генератора за 10 % у односу на референтни (за проток паре од 242 килограма по секунди)

Зависност снаге на излазу од масеног протока паре дата је на следећој слици:

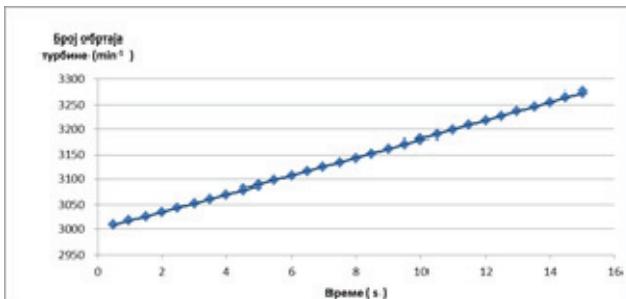


Слика 3. Зависност снаге на излазу од масеног протока паре

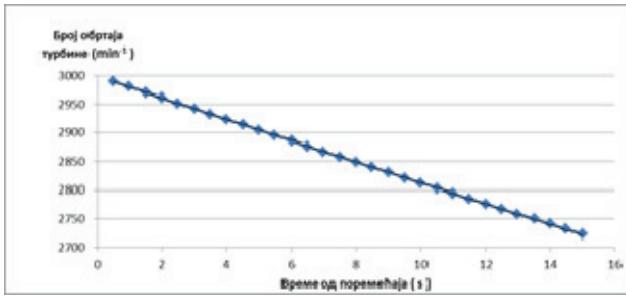
Решење диференцијалне једначине обртања ротора турбине у облику:

$$\omega = \omega_0 \cdot e^{t \cdot X \cdot \dot{m}_p} \quad (30)$$

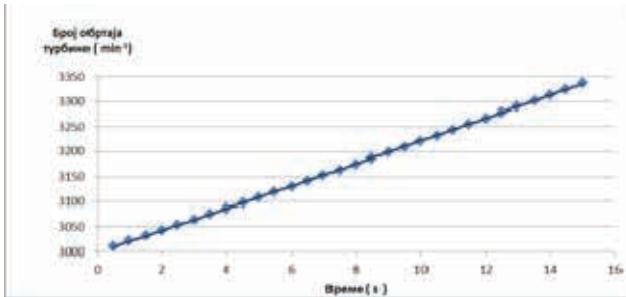
је релевантно за сва четири разматрана случаја. Коефицијенти који су заједнички представљени преко параметра означеног са „X“ су различити за сваки појединачни случај. Уврштавањем вредности коефицијената у једначину за сваки случај појединачно добијамо тражене зависности приказане на следећим сликама.



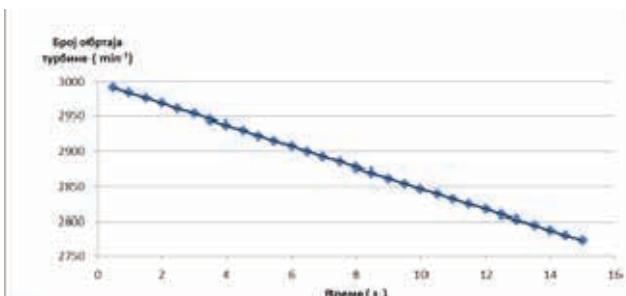
Слика 4. Временска зависност броја обртова при наглом смањењу момента на генератору за 10 %



Слика 5. Временска зависност броја обртова при наглом повећању момента на генератору за 10 %



Слика 6. Временска зависност броја обртова при наглом повећању протока паре за 10 %



Слика 7. Временска зависност броја обртова при наглом смањењу протока паре за 10 %

5. ЗАКЉУЧАК

У раду су анализирана четири нестационарна режима рада парне турбине К-300-240-1. Представљени су термодинамички проблеми са којима се сусрећемо код регулисања парних турбина као и саме методе регулисања које се данас примењују. Приказан је и начин одређивања момента инерције ротора турбине. Када су дефинисани сви главни параметри и након увођења појединачних упрошћења у односу на стварне процесе, постављена је и решена диференцијална

једначина зависности угаоне брзине ротора у функцији од врмена од тренутка поремећаја.

Иако је прорачун урађен са одређеним упрошћењима у односу на стварно стање, могуће је извести следеће закључке а то су: утицај промене момента оптерећења генератора на угаону брзину ротора турбине је значајан; сличан случај имамо ако мењамо проток на улазу а да нам момент оптерећења генератора остаје константан.

Такође примећујемо да је зависност за посматрани временски интервал од петнаест секунди скоро линеарна, а решење диференцијалне једначине на основу које је добијена зависност је експоненцијалног облика. Ово се објашњава тиме што су параметри који фигурирају у диференцијалној једначини такви у том временеком интервалу да се добија скоро линеарна зависност.

Ове анализе су битне за пројектовање система регулације и заштите турбине као и за израду софтвера за обуку и оспособљавање оперативног особља.

Ова анализа се може проширити узимањем у обзир рада регулационих органа, ефеката на напонско стање материјала због разлике температуре метала и паре, које опет зависе од начина регулисања и износа промене снаге. Узимање у обзир горе наведеног може да буде анализа у неким другим студијама.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Војин Грковић, „Топлотне турбомашине 1 теоријски основи”, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2008.
- [2] Војин Грковић, „Топлотне турбомашине 2 вишеступне машине, процеси и конструкције”, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2009.
- [3] ЈО. Ф. Косяк – „Паровая турбина К-300-240-1 ХТГЗ“ Энергоиздат, Москва, 1982.
- [4] Миодраг Додер – „Техничке карактеристике, експлатација и одржавање опреме блока 300 MW термоелектране Гацко“, Гацко, 2011
- [5] Драгољуб Живковић –Докторска дисертација – „Изучавање динамичког понашања парних турбина при нестационарним режимима рада“, Машински факултет универзитета у Београду, Београд, 1992.
- [6] Владимир Пилић –Мастер рад – „прилог моделирању динамичког понашања парне турбине са одузимањем паре за потребе даљинског грејања“, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2007.

Кратка биографија:



Марко Панић рођен је у Љубовији 1987. године. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Машинства – Енергетика и процесна техника / Топлотна и процесна техника одбранio је 2013. године.



TRANSFORMACIONI POSTUPCI U OBRADI SIGNALA

TRANSFORMATIONS IN SIGNAL PROCESSING

Mladen Knežević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *U ovom radu opisani su transformacioni postupci koji se primenjuju u obradi signala. Poseban akcenat stavljen je na diskretnu kosinusnu transformaciju i njenu primenu u JPEG kompresiji.*

Abstract – *This paper shows transformations which are applied to signal processing. The emphasis is on DCT and its application in the JPEG compression.*

Ključne reči: *Transformacioni postupci, Diskretna kosinusna transformacija, JPEG standard*

1. UVOD

Transformacioni postupci su našli svoju praktičnu primenu u obradi signala. Izuzetno je značajna njihova primena u tehnikama kompresije slike, kao i u tehnikama kompresije zvuka.

Sa stanovišta gubitaka, postoje dve kategorije u kompresiji podataka: kompresija bez gubitaka (*lossless*) i kompresija sa gubicima (*lossy*) [1]. Kompresija bez gubitaka stvara fajl iz kojeg se dekompresijom može ponovo dobiti original. Kod kompresije sa gubicima određeni podaci se gube, a pri dekompresiji se dobija fajl koji je nešto izmenjen u odnosu na original, ali obično tako da čovek ne može opaziti. Kompresija sa gubicima osetno bolje komprimuje podatke od kompresije bez gubitaka.

2. UPOREDNI PREGLED TRANSFORMACIONIH POSTUPAKA

Postoji veliki broj različitih transformacionih postupaka, koji se međusobno razlikuju po karakteristikama i rezultatima koje daju usled primene u nekom od algoritama za kompresiju signala.

Izbor transformacionog postupka koji će biti primenjen u nekom algoritmu se vrši na osnovu složenosti izračunavanja samog transformacionog postupka, ali i rezultata koji se dobija u procesu kompresije signala, tzv. kompresije energije.

Sa stanovišta kompresije energije najbolje rezultate daje Karhunen-Leve transformacija, ali složenost procesa izračunavanja je ograničila primenu ove transformacije samo na teorijska istraživanja [2].

Naime, kod Karhunen-Leve transformacije ne postoji mogućnost razvoja brzih algoritama za izračunavanje koeficijentata transformacione matrice.

Posmatrajući i kompresiju energije i računsku složenost, najbolje rezultate za primenu u algoritmima za kompresiju signala daje DCT.

NAPOMENA:

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

U narednim redovima ćemo dati pregled određenih transformacionih postupaka sa njihovim karakteristikama, te ih uporediti sa DCT [3].

2.1 Diskretna Volšova transformacija (DWT)

Transformacioni par DWT je definisan izrazima (1) i (2). Jezgra ove dve transformacije su identična. DCT koristi eksponencijalni faktor W , dok DWT koristi faktore čija je vrednost ili +1 ili -1. Zbog ove osobine, za DWT postoje jednostavniji brzi algoritmi za izračunavanje jer zahteva mnogo manje aritmetičkih operacija.

DWT ima i zadovoljavajuće dobru kompresiju energije, ali je ipak dosta slabija u odnosu na kompresiju energije kod DCT.

2.2 Diskretna Adamarova transformacija

Vrlo je slična DWT, njen transformacioni par je definisan izrazima (3) i (4).

Kao i kod DWT, faktori Adamarove transformacije imaju vrednost +1 ili -1. Transformacione matrice DWT i Adamarove transformacije imaju iste vrste i kolone, ali u različitom redosledu.

Logično, i za Adamarovu transformaciju, kao i za DWT, su razvijeni brzi algoritmi za efikasno izračunavanje.

Računska efikasnost je bolja nego kod DCT, ali se u praksi koristi manje od DWT jer nije moguća prosta zamena eksponencijalnih faktora sa 1 u FFT algoritmima, već su potrebne veće modifikacije usled rezličitog rasporeda kolona i vrsta u odnosu na transformacionu matricu kod DWT.

Što se kompresije energije tiče, kao i kod DWT, zadovoljavajuća je, ali i slabija od DCT.

2.3 Diskretna sinusna transformacija (DST)

Transformacioni par koji definiše DST je dat izrazima (5) i (6). Vidimo da su jezgra i kod ovog transformacionog para identična.

DST daje slične rezultate kao i DCT, po oba kriterijuma. Ipak, ova transformacija se rede primenjuje od DCT jer se klase signala pogodne za njenu primenu u praksi rede pojavljaju od onih signala koji pogoduju za primenu DCT.

2.4 Diskretna Hartlejeva transformacija (DHT)

Transformacioni par DHT je definisan izrazima (7) i (8). I u ovom slučaju su jezgra transformacionog para identična. DHT spada u grupu realnih transformacija, što značajno ubrzava postupak računanja jer nema potrebe za manipulacijom kompleksnim brojevima.

Takođe postoje brzi algoritmi za izračunavanje DHT i oni su zadovoljavajuće brzine, mada ipak sporiji od algoritama za DCT.

Prednost u odnosu na DCT je u identičnosti jezgara transformacionog para, što je veoma važna karakteristika u slučajevima hardverske realizacije.

2.5 Diskretna Slant transformacija

Nastala je kao plod ideje da jedna od bazisnih funkcija bude linearna, jer bi se time dobila bolja kompresija pozadine koja se kod mnogih slika menja linearno. Nekada se primenjivala u kompresiji slike, ali ju je DCT potpuno izbacila iz upotrebe kod ovih algoritama. Diskretna Slant transformacija je realna i ortogonalna transformacija. Razvijeni su brzi algoritmi za efikasno izračunavanje ove transformacije i broj aritmetičkih operacija potrebnih za izračunavanje srazmeran je broju operacija potrebnih za izračunavanje DCT.

Ima odličnu kompresiju energije, ali se danas retko koristi jer DCT daje bolje rezultate.

2.6 Karhunen-Leve transformacija (KLT)

Nastala je kao odgovor na pitanje da li postoji optimalna transformacija sa stanovišta kompresije energije. Karhunen i Leve su, nezavisno jedan od drugog, dali odgovor za

kontinualne signale, a Hoteling za diskrete signale, pa se između ostalog sreće i pod nazivom Hotelingova transformacija.

KLT je optimalna transformacija u statističkom smislu po više kriterijuma.

Minimizuje srednju kvadratnu grešku između polazne i rekonstruisane sekvene, za proizvoljan broj transformacionih koeficijenata. Zatim, potpuno dekoreliše sekvenu u transformacionom domenu, dodeljuje maksimalnu energiju minimalnom broju transformacionih koeficijenata, minimizuje totalnu entropiju sekvene.

Kao što smo već naveli, problem nastaje zbog nemogućnosti razvoja brzih algoritama za efikasno izračunavanje KLT, ali i zbog činjenice da je za njenu primenu potrebno izračunati autokorelacionu matricu ulaznog signala, njene sopstvene vektore i spostvene vrednosti. Najčešća primena KLT jeste u teorijskim istraživanjima obrade slike, kada se koristi za poređenje sa drugim transformacijama za koje postoje brzi algoritmi. Na taj način je pokazano da DCT ima vrlo slične karakteristike sa KLT za slučajne procese Markovljevog tipa prvog reda.

Definicioni izrazi:

Izrazi za transformacioni par DWT:

$$X_w[k] = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \left[\prod_{i=0}^{p-1} (-1)^{b_i[n] b_{p-1-i}[k]} \right], \quad \text{za } 0 \leq k \leq N-1, \quad (1)$$

$$x[n] = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} X_w[k] \left[\prod_{i=0}^{p-1} (-1)^{b_i[n] b_{p-1-i}[k]} \right], \quad \text{za } 0 \leq n \leq N-1. \quad (2)$$

Izrazi za transformacioni par diskrete Adamarove transformacije:

$$X_H[k] = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} x[n] (-1)^{\sum_{i=0}^{p-1} b_i[n] b_i[k]}, \quad \text{za } 0 \leq k \leq N-1, \quad (3)$$

$$x[n] = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} X_H[k] (-1)^{\sum_{i=0}^{p-1} b_i[n] b_i[k]}, \quad \text{za } 0 \leq n \leq N-1. \quad (4)$$

Izrazi za transformacioni par DST:

$$S[k] = \sqrt{\frac{2}{N+1}} \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \sin \frac{\pi}{N+1} (k+1)(n+1), \quad \text{za } 0 \leq k \leq N-1, \quad (5)$$

$$x[n] = \sqrt{\frac{2}{N+1}} \sum_{k=0}^{N-1} S[k] \sin \frac{\pi}{N+1} (k+1)(n+1), \quad \text{za } 0 \leq n \leq N-1. \quad (6)$$

Izrazi za transformacioni par DHT:

$$X[k] = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \left[\cos \frac{2\pi kn}{N} + \sin \frac{2\pi kn}{N} \right], \quad \text{za } 0 \leq k \leq N-1, \quad (7)$$

$$x[n] = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} X[k] \left[\cos \frac{2\pi kn}{N} + j \sin \frac{2\pi kn}{N} \right], \quad \text{za } 0 \leq n \leq N-1. \quad (8)$$

Definicijski izraz za DCT:

$$X_c[k] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cos\left(\frac{2(n+1)\pi k}{N}\right), \quad \text{pri } 0 \leq k \leq N-1. \quad (9)$$

3. DISKRETNÁ KOSINUSNA TRANSFORMACIJA (DCT)

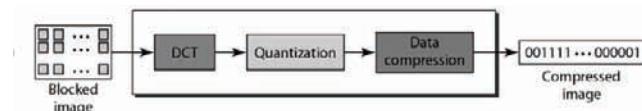
DCT je najbolji izbor za primenu u algoritmima za kompresiju signala jer efikasno vrši kompresiju i za nju su razvijeni brzi algoritmi koji značajno ubrzavaju proces izračunavanja koeficijenata.

Diskretna kosinusna transformacija definisana je izrazom (9).

Pre svega, DCT se primenjuje u okviru JPEG i MPEG standarda. Mićemo se osvrnuti na njenu primenu u okviru JPEG standarda [4].

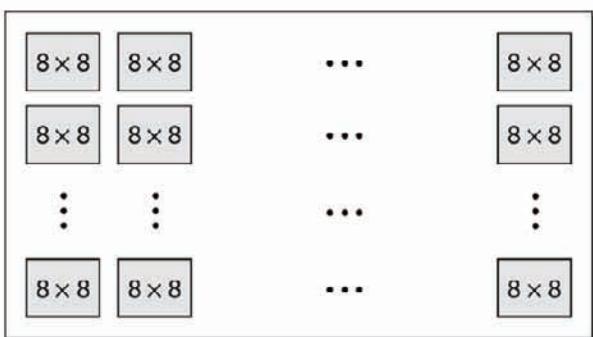
4. JPEG STANDARD

JPEG standard spada u postupke kompresije slike sa gubicima. Kao što vidimo na slici 1, u okviru JPEG kompresije postoje tri faze: DCT, kvantizacija i kodovanje.



Slika 1. Faze JPEG kompresije

Pre no što započnemo JPEG kompresiju, potrebno je izvršiti i jedan predkorak. Potrebno je podeliti sliku na blokove. Razlog za deljenje slike na blokove leži u smanjivanju broja potrebnih računskih operacija i u manjem zauzimanju kapaciteta brze memorije u procesu implementacije. U nasem primeru na slici 2. podelili smo sliku na blokove 8×8 piksela. U praksi se još koriste i blokovi 16×16 i 32×32 .

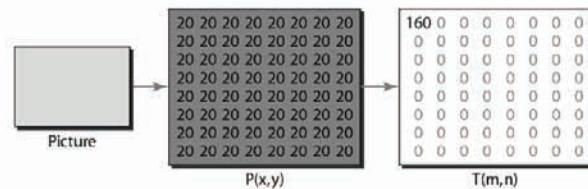


Slika 2. Podela slike na blokove 8×8

U prvoj fazi svaki blok od po 64 piksela prolazi kroz DCT algoritam. Diskretna kosinusna transformacija menja vrednosti piksela, ali tako da se očuva relativan odnos među njima. Vrednosti se prikazuju tabelarno. Moguća su 3 slučaja:

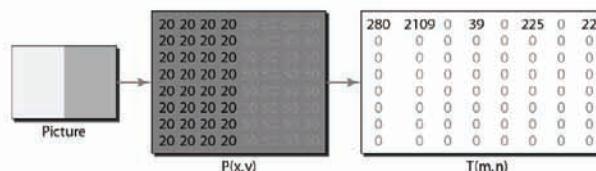
- jednobojni blok,
 - oštar prelaz i
 - mek prelaz.

Na slici 3 prikazan je slučaj kada imamo jednobojni, ravnomerno sivi, blok. Vrednost svakog piksela je 20. Nakon primene DCT dobijamo tabelu iz koje vidimo da je vrednost jednosmerne komponente 160, dok su sve naizmenične vrednosti 0, jer nema promena između piksela.



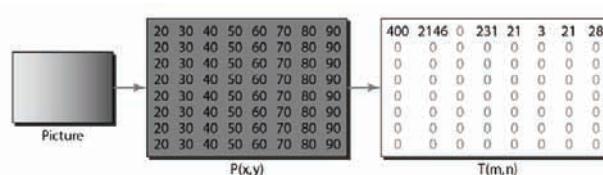
Slika 3. Primer jednobojnog bloka kod JPEG kompresije

Slučaj oštrog prelaza unutar bloka vidimo na slici 4. Blok je podeljen sa dve nijanse sive boje, koje imaju vrednost 20 i 50. Primenom DCT dobijamo blok sa jednosmernom komponentom, ali i nekoliko naizmeničnih vrednosti različitih od 0, iako je i dalje najveći broj elemenata koji ima vrednost 0.



Slika 4. Oštar prelaz u bloku kod JPEG kompresije

Slika 5 pokazuje poslednji, treći slučaj, mekog prelaza. Imamo 8 različitih nijansi sive boje, koje uzimaju vrednosti 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 i 90. Vidimo da u bloku dobijenom nakon primene DCT i dalje preovlađuje vrednost 0.

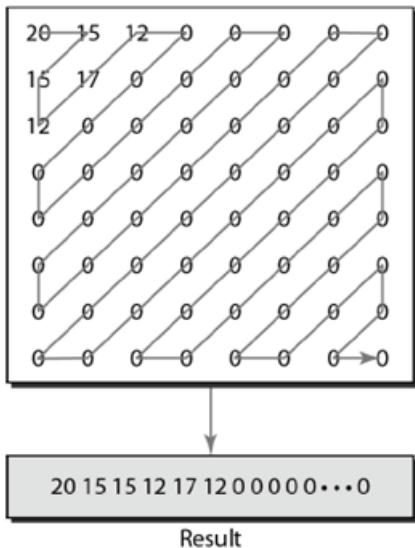


Slika 5. Mekan prelaz u bloku kod JPEG kompresije

U drugoj fazi se vrši kvantizacija, tj. vrednosti u tabeli se kvantizuju, da bi se smanjio broj bitova potrebnih za kodiranje. Uglavnom se proces kvantizacija definiše tabelom kvantizacije, u kojoj je naznačeno kako se kvantizuje svaka od vrednosti iz tabele.

Delitelj zavisi od pozicije na kojoj se nalazi određena vrednost u tabeli. Kvantizacije se vrši tako što se vrednost prvo deli unapred definisanim konstantom, pa tek onda odbaci decimalni deo.

Kompresija je treća i poslednja faza u okviru ovog postupka. Vrednosti se čitaju iz tabele i redundantne nule se uklanjuju. Čitanje se ne vrši red po red, već dijagonalno, da bi se nule bolje grupisale, kao što je prikazano na slici 6. Ako je prelaz između vrednosti gladak većina nula će se naći na kraju pročitanog niza.



Slika 6. Dijagonalno čitanje

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavili smo neke od transformacionih postupaka. Transformacioni postupci su našli praktičnu primenu u kompresiji signala, te smo iz tog razloga predstavili i jedan od postupaka kompresije signala, JPEG standard.

Složenost izračunavanja datog postupka i kompresija energije su dva osnovna kriterijuma na osnovu kojih smo vršili poređenje transformacionih postupaka.

Na osnovu datog pregleda transformacionih postupaka za slučaj primene u kompresiji signala se vidi da je Karhunen-Leve transformacija optimalna sa stanovišta kompresije energije, ali i da ima veliki nedostatak jer nije moguće razviti brze algoritme koji bi značajno umanjili složenost postupka izračunavanja te transformacije.

Brzi algoritmi su razvijeni za mnoge transformacione metode koje se primenjuju u obradi signala, a najbolji rezultati po ovom kriterijumu se dobijaju za DWT. Uprkos tome što to nije slučaj ako navedene kriterijume analiziramo pojedinačno, zaključeno je da je DCT najbolji izbor za primenu u okviru JPEG kompresije.

Diskretna kosinusna transformacija je odličan kompromis između kompresije energije i brzine izračunavanja koeficijenata transformacione matrice i zato je i najbolji izbor za primenu kod JPEG kompresije.

Po oba kriterijuma, rezultati koji se dobijaju primenom DCT su veoma bliski rezultatima koji se dobijaju pojedinačno kod Karhunen-Leve transformacije sa stanovišta kompresije energije i DWT sa stanovište brzine postupka izračunavanja koeficijenata transformacione matrice.

6. LITERATURA

- [1] Ranko Popović, Dragan Cvetković, Dragan Marković: „Multimedija“, Beograd , 2010.
- [2] John Arnold, Michael Frater, Mark Pickering: „Digital Television Technology and Standards“, John Wiley & Sons, 2007.
- [3] Khayam, S.A.: „The Discrete Cosine Transform (DCT): Theory and Application“, Michigan State University , 2003
- [4] www.wikipedia.com

Kratka biografija:



Mladen Knežević rođen je u Kneževu 1981. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti telekomunikacija odbranio je 2013.god.

NELINEARNA DINAMIKA SRČANOG RITMA SA PRIMERIMA**NONLINEAR DYNAMICS OF HEART RATE WITH EXAMPLES**Lazar Latovljev, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj - Svrha ovog rada jeste osvrt na HRV (varijabilnost srčanog ritma) tj. njegovo određivanje, kao i opis njegovog značaja i primena u medicinskim naukama. U radu su opisane metode nelinearne dinamike: fraktalna merenje, eksponent skaliranja, metoda detrendovanih fluktuacija kao i multifraktalna analiza.

Abstract - The purpose of this paper is to analyze the HRV (heart rate variability), i.e. its determination, importance, and application in medical science. The focus in this study is on the methods derived from nonlinear dynamics: fractal measurements ie. power-law, detrended fluctuation analysis (DFA) and multifractal Analysis.

Ključne reči: Srčani ritam, DFA, multifraktalna analiza

UVOD

Kardiolozi su verovali da je nepravilnost srčane funkcije patološka pojava, pa su samim tim bili iznenadeni kada su ustanovili da je regularan sinusni ritam, kao i smanjenje varijabilnosti sinusnog ritma, ozbiljan znak upozorenja kod pacijenata koji prežive akutnu fazu infarkta miokarda (srca).

1. SRČANI RITAM

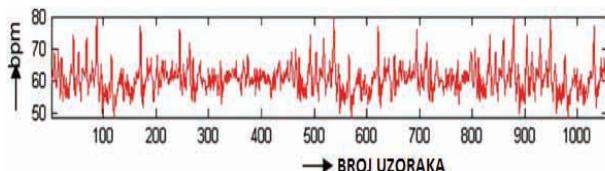
Srčani ritam (HR - Heart Rate_{eng}) smatra se važnim parametrom u kardiologiji, međutim zbog svog značaja predstavlja je nadahnće čak i za pesnike i muzičare. Zaista, periodični otkucaj srca korišćen je da se definije brzina muzike. U muzičkoj notaciji, tradicionalni italijanski izraz "Andante" izvorno znači jedan bit mere, kojom se meri brzina hodanja (73-77 koraka/min) ili otkucaja srca (~72 otkucaja/min).

Varijabilnost srčanog ritma ima ulogu prognostičkog markera za kardiovaskularne bolesti kao i primenu u proceni aktivnosti srčanog autonomnog nervnog sistema. Varijabilnost srčanog ritma (HRV) predstavlja meru varijacija u dužini trajanja srčanih otkucaja. Iako priznata i naširoko poznata, varijabilnost srčanog ritma se po pravilu ignorise u praktičnoj kardiologiji.

Poreklo otkucaja srca nalazi se u sino-atrijalnom (SA) čvoru srca, gde grupa specijalizovanih ćelija neprekidno generiše električni impuls koji se širi celim srčanim mišićem kroz specijalizovane puteve i stvaraju proces kontrakcije srčanog mišića koji je sinhronizovan između obe pretkomore i srčane komore.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Dragana Bajić, red. prof.



Slika 1: HRV normalnog/zdravog subjekta

2. MERENJE VARIJABILNOSTI SRČANOG RITMA

Sa čisto tehničkog stanovišta, metode korišćene za procenu HRV-a mogu se približno podeliti u četiri grupe (metode u vremenskom domenu, metode u frekvencijskom domenu, analiza obrazaca srčanog ritma i nelinearne metode).

2.1. Metode vremenskog domena

Kod ovih metoda se određuje srčani ritam u bilo kom trenutku ili intervalu između uzastopnih normalnih kompleksa (NN intervali).

- **Statističke metode:** iz niza trenutnih srčanih ritmova ili cikličnih intervala, posebno onih zabeleženih tokom dužeg perioda, tradicionalno 24 sata, mogu se izračunati višesložena statistička merenja u vremenskom domenu. Oni se mogu podeliti u dve klase: (1) mere izvedene iz direktnih merenja na NN intervalima ili trenutni srčani ritam i (2) mere koje proizilaze iz razlike između NN intervala.
- **Geometrijske metode:** Serija NN intervala takođe može biti konvertovana u geometrijski šablon, kao što je gustina raspodele NN intervala, gustine raspodele razlike između susednih NN intervala, Lorencov zaplet od NN ili RR intervala i tako dalje, koristi se jednostavna formula koja ocenjuje varijabilnost na osnovu geometrijskog i/ili grafičkog svojstva nastalog geometrijskog oblika.

2.2. Metode frekvencijskog domena

Analiza spektralne gustine snage (PSD – Power Spectral Density) pruža osnovne informacije o tome kako se snaga (varijansa) distribuira kao funkcija frekvencije. Metode za izračunavanje PSD-a mogu se generalno klasifikovati kao neparametarske i parametarske. U većini slučajeva, obe metode daju slične rezultate. Iz različitih vrsta snimaka izdvajaju se sledeće spektralne komponente:

- Kratkoročni snimci. Tri glavne spektralne komponente se izdvajaju u spektru izračunatom iz kratkoročnih zapisa od 2 do 5 minuta : VLF, LF i HF komponente.
- Dugoročni snimci. Spektralna analiza takođe može da se koristi za analizu sekvenci NN intervala čitavog 24-

časovnog perioda. Rezultat onda uključuje ULF komponentu, pored VLF, LF i HF komponente.

2.3. Analiza obrazaca srčanog ritma

Trendovi smanjenja ili povećanja dužine srčanog ciklusa u stvarnosti nisu simetrični, ubrzajući srčanog ritma obično sledi brže usporavanje. Ovo, smanjenje ili povećanje, teži da uvede određena ograničenja. Ovo dovodi do ideje o merenju blokova RR intervala određenim osobinama ritma (nestacionarni ritmički uzorci nastali u telu tokom određene aktivnosti). Takođe i do ideje o istraživanju odnosa takvih blokova bez razmatranja interne varijabilnosti (npr. razlike u pritisku tokom dana i noći).

2.4. Nelinearne metode

Smatrano je da bi analiza HRV-a zasnovana na metodama nelinearne dinamike dala vredne informacije za fiziološka tumačenja HRV-a i za procenu rizika od iznenadne smrti. Parametri koji su korišćeni za merenje nelinearnih osobina HRV-a uključuju 1/f skaliranje Furijeovih spektara, H eksponent skaliranja, *Coarse Graining Spectral Analysis* (CGSA).

3. NELINEARNA DINAMIKA I FRAKTALNA ANALIZA

U nastavku ćemo opisati neke od najistaknutijih metoda nelinearne i fraktalne dinamike i prodiskutovati njihove algoritamske implementacije i aplikacije u kliničkim ispitivanjima. Neke od tih metoda su već dokazale svoj dijagnostički značaj ili su doprineli klasifikaciji rizika. Konkretno, tehnike zasnovane na mono i multifraktalnoj analizi i simbolnoj dinamici su uspešno primenjene u kliničkim studijama.

3.1. Korelacija zakonitosti snage (eksponent skaliranja β)

Normalan HRV pokazuje fluktuacije slične onima koje prikazuju slučajni procesi sa velikom memorijom, kao što su frakcioni Gausov šum (FGN - Fractional Gaussian Noise) ili frakcionalno Braunovo kretanje (fBM). Konkretno, β vrednosti HRV-a uglavnom su između 1 i 2, pa u fBM domenu, razlomak Braunovog kretanja se obično smatra kao pogodan matematički model za HRV serije. β indeks predstavlja nagib najbolje uklopljene linearno procene PSD-a na dvostrukoj logaritamskoj skali.

Za ovu vrstu analize HRV serije se obično izvode iz 24 časovnih Holter snimaka.

Ograničenja ove tehnike su zahtev za stacionarnim podacima i potreba za dugotrajnim snimanjem pacijenata, pri tom artefakti i kretanje pacijenta takođe značajno utiču na spektralne komponente.

3.2. Analiza detrendovanih fluktuacija

U poslednjih nekoliko godina, *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) metod je postao popularan i našao se u širokoj upotrebi za otkrivanje dugoročnih korelacija u raznim oblastima medicine.

Predložen je algoritam za dobijanje eksponenta α jedne vremenske serije od diskretnih vremenskih procesa sa dužinom od N uzoraka. Za HRV signal, $B[i]$ je i -ti interval između uzastopnih otkucaja. Vremenska serija se prvo integrali, što odgovara sledećoj sumi,

$$y[n] = \sum_{i=0}^k (B[i] - B_{ave})$$

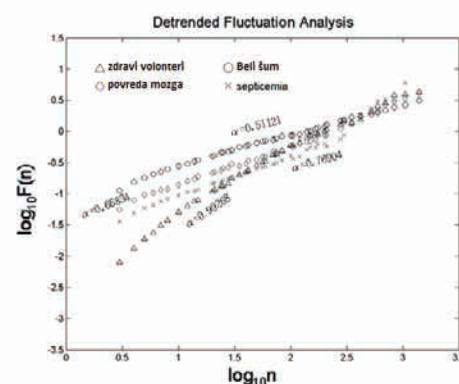
gde je B_{ave} usrednjena vrednost $B[i]$. Integrисани signal je podeljen na jednakе segmente "n" i za svaki od njih nalazi se linearni trend metodom najmanjih kvadrata. Koordinata y linearno korigovane linije za svaki segment se označava sa $y_n[k]$, i predstavlja linearni trend za taj segment. Zatim, trend integrisanog signala $y[k]$ je eliminisan oduzimanjem lokalnog trenda $y_n[k]$ od svakog segmenta. Fluktuacija detrendovanih integrisanih serija kvantifikovane su

$$F[i] = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [y(k) - y_n(k)]}$$

Ovaj proračun se ponavlja za svaku skalu (segment dužine), stvarajući odnos između usrednjene fluktuacije i veličine (broj otkucaja) segmenta. Tipično, $F[i]$ će se povećati sa n u svim dimenzijama i linearna veza u log-log skali će ukazati na prisustvo skaliranja.

Za ovu off-line analizu, prvo se prikupljaju signali ljudskih otkucaja srca. Potom se detektuju QRS kompleksi kako bi se izračunao RR interval vremenske serije. Treće, realizuje se DFA algoritam koji izračunava nagib za α vrednosti različitih tipova fiziološke dinamike i to pri promeni dužine segmenta RR intervala vremenske serije. Konačno, računa se nagib $\log F(n)$ u odnosu na $\log n$.

Srednje vrednosti DFA eksponenata skaliranja α za grupe A (здрави subjekti), B (beli šum) i C (SICU – povreda mozga, septikemija) su 0.958 ± 0.034 , 0.010 ± 0.521 i 0.815 ± 0.183 , respektivno.



Slika 2: Isertan je $\log_{10} F(n)$ - $\log_{10} n$ pomoću DFA analize

Jedna studija* analizira postojeće snimke sna gde je poređena spektralna analiza srca i DFA, tj. njihova sposobnost da razlikuju faze sna kod normalnog sna i prestanak disanja pri spavaju (*sleep apnea*). Takođe se želelo videti da li se težine prestanaka disanja pri spavaju mogu razlikovati korišćenjem parametara koji proizilaze iz spektralne analize i DFA i koji bolje opisuju faze sna i apnee pri spavanju.

U cilju istraživanja "čistih" efekata sna varijabilnosti srčanog ritma, bez efekata tranzicije i promenljivosti povezanih sa njima, uklonjeno je početnih i završnih 45 sekundi svake faze perioda spavanja. Merenja u vremenskom i frekvencijskom domenu obračunati su prema standardnim definicijama. Srednji RR interval i standardna devijacija svih RR intervala (SDNN) su izračunati u vremenskom domenu.

DFA je izračunata kao prosek nad svim segmentima i uzet je kvadratni koren za dobijanje fluktuacije funkcije $F(t)$:

$$F(t) = \left[\frac{1}{2N_t} \sum_{v=1}^{2N_t} F_t^2(v) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Očigledno je da će $F(t)$ rasti sa povećanjem t , jer će odstupanje od nominalnog postati veće sa većim segmentima. Ako su dugoročni podaci u korelaciji sa zakonitostima snage, za velike vrednosti t $F(t)$ će rasti, kao zakonitost snage,

$$F(t) \sim t^\alpha$$

Kao parametre izvedene od strane DFA biramo α_1 i α_2 izračunate pomoću DFA2 koji se koristi u MANOVA (Multivariate analysis of variance). U cilju provere razlike između pojedinih grupa, Bonferroni testovi su naknadno primjenjeni za oba seta.

Ograničenja koja se nameću su da je potrebno koristiti najmanje 8000 tačaka odmeraka I da je ona po prirodi monofraktalna metoda. Normal-do-normal međubitski intervali su obavezni. Ispravna detekcija R vrhova na QRS kompleks zahteva stopu uzorkovanja od 500-1000 Hz, koja obično nije dostupna za snimanje spavanja.

3.3. Multifractal analiza

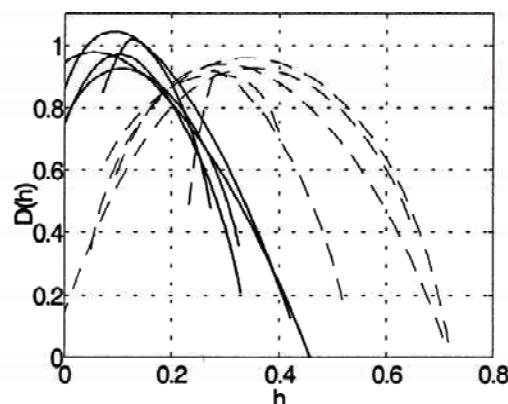
Multifraktalna analiza koju smo proučavali obuhvata 5 mladih i 5 starih ispitanika urađena je metodom particione funkcije. Ciljevi su da se prouče kako se varijabilnost karakteriše korišćenjem spektra razmere pokazatelja i izjednačavanje promena koje se javljaju sa starošću subjekta. Oko 6000 RR intervala je korišćeno iz svake grupe od 5 mladih i 5 starijih subjekata.

Tabela 1: Rezultati bodovanja fazi spavanja i evaluacije disanja. Indeks telesne mase-ITM, apnea-hipopneindeks-AHI i ukupno vreme spavanja-TST

	zdravi subjekti	umerena apnea pri spavanju	teška apnea pri spavanju
subjects (n)	14	33	31
starost godine)	33.0 ± 6.4	47.9 ± 9.1	50.0 ± 8.0
BMI (kg/m ²)	21.7 ± 2.4	28.4 ± 4.2	33.7 ± 6.7
AHI (n/h)	0.6 ± 1.4	19.0 ± 8.0	65.1 ± 18.4
TST (min)	393 ± 37	361 ± 42	358 ± 49
budno stanje (min)	64 ± 27	98 ± 45	103 ± 45
laki san (min)	248 ± 39	235 ± 41	281 ± 40
duboki san (min)	58 ± 19	50 ± 28	11 ± 16
REM stanje (min)	87 ± 23	75 ± 27	66 ± 21

Podaci za ovu studiju su od početka bili dostupni preko PhysioNet baze. Za osnovni talas koristio se talasni oblik

izvoda Gausove funkcije jer se može uzeti kao realna zamena, ali ne i savršena, simulacija srčanog ritma. Glavna merna ove metode je potreba za dugotrajnim snimcima u trajanju od najmanje 6h. Ne može da predviđa patološke ili normalne uslove analizom kratkih vremenskih podataka.



Slika 3: Zdravi subjekti (črna linija) i stariji subjekti (isprekidana linija)

4. ZAKLJUČAK

Metode nelinearne dinamike i fraktalne analize su otvorile nove načine za analizu HRV-a. Iako metode vremenskih i frekvencijskih domena omogućavaju poklapanje HRV-a na različitim vremenskim skalama. Nelinearne metode daju dodatne informacije u pogledu dinamike i strukture bit-po-bit vremenskim serijama. Izmenjeni HRV kao i izmenjeni HR dinamika imaju prognostički značaj za progresije bolesti (npr. koronarna arterijska bolest) i mortalitet (npr. nakon akutnog MI).

U zaključku, metode izvedene iz nelinearne dinamike pružile su nove uvide u HRV promene pod različitim fiziološkim i patofiziološkim uslovima. One pružaju dodatne informacije i dopunjaju tradicionalne analize HRV-a u vremenskom i frekvencijskom domenu. Danas više nije pitanje da li treba ili ne primeniti metode iz NLD-a, već je pitanje koja od metoda treba da bude izabrana i pod kojim osnovnim i standardizovanim uslovima treba da bude primenjena.

LITERATURA:

- [01] M. Malik, A.J. Camm; Heart Rate Variability; Clin. Cardiol. 13, 570-576 (1990)
- [02] <http://www.biocomtech.com/hrv-science/heart-rate-variability-basics>
- [03] Goldberger AL, Amaral LAN, Glass L, Hausdorff IM, Ivanov PCh, Mark RG, Mietus IE, Moody GB, Peng CK, Stanley HE. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a new research resource for complex physiologic signals. Circulation 2000;101:e215-20.
- [04] Harald M. Stauss; Heart rate variability; 285:R927-R931, 2003.
- [05] Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology;

- Heart Rate -Variability Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use;
[06]<http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/>
[10] Malvin C. Teich, Steven B. Lowen, Bradley M. Jost, and Karin Vibe-Rheymer; Heart Rate Variability: Measures and Models; Cornell University Library
[11]<http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/93/5/1043>
[12]<http://circres.ahajournals.org/content/86/11/1140.long>
[13]<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/367/1887/277.full.html#ref-list-1>
[14]*T Penzel, JW Kantelhardt, HF Becker, JH Peter, A Bunde; “Detrended Fluctuation Analysis and Spectral Analysis of Heart Rate Variability for Sleep Stage and Sleep Apnea Identification”; Computers in Cardiology 2003;30:307–310

Kratka biografija:



Lazar Latovljev rođen je u Kikindi 1981. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike – Telekomunikacije i obrada signala odbranio je 2013.god.



IMPLEMENTACIJA PAMETNOG KEŠA ZA DISTRIBUIRANO UPRAVLJANJE ELEKTRO-ENERGETSKIM SISTEMIMA

INTELLIGENT CACHE IMPLEMENTATION FOR DISTRIBUTED POWER SYSTEMS MANAGEMENT

Nikola Bajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je implementacija pametnog keša unutar softvera za praćenje, kontrolu i analizu elektro-distributivnih sistema. Izmerene su performanse i analiziran kvalitet rešenja. Opisane su tehnologije i Oracle TimesTen In-Memory Database sistem, koji su korišćeni u ovom radu.

Abstract – This paper presents implementation of intelligent cache solution in software for monitoring, control and analysis of power distribution systems. Performance were measured and quality of the solution is analyzed and presented. Technologies and Oracle TimesTen In-Memory Database System, that are used in the development, are described.

Ključne reči: Keš, baza podataka, RAM memorija

1. UVOD

Softver za upravljanje elektro-distributivnim sistemima predstavlja tehničko-informacioni sistem koji omogućava kompletan uvid u tehničke podatke, analizu rada elektro-distributivne mreže, primenu ekspertskeih metoda za unapređenje rada sistema, kao i upravljanje i planiranje u elektro-distributivnom sistemu. Za analizu ovakvog sistema potreban je veliki broj podataka o fizičkim veličinama (naponi, struje, snage, itd.) i proračuna koji se vrše nad tim podacima. Pored toga, podaci ne moraju biti statični, mogu se menjati u vremenu.

Realizacija ovih proračuna uključuje poznavanje zakonitosti u elektro-energetskom sistemu, analizu sistema, kao i poznavanje različitih matematičkih algoritama. Rezultati ovih proračuna pružaju korisniku značajne informacije o radu elektro-distributivnog sistema, kao i o mogućnostima unapređenja rada sistema.

Ovakvi sistemi pružaju usluge u relanom vremenu, a te usluge često obuhvataju unos, obradu i čitanje velikog broja podataka. Jedini način da se u ovakvim sistemima obezbedi brz i konzistentan način dobavljanja i obrade podataka je korišćenje softvera zasnovanog na **In-Memory Database (IMDB)** sistemu. U ovom radu opisana je implementacija jednog takvog sistema, sa blokovskim organizovanim kešom. Osnovna ideja rada jeste da se uporede perfomanse sistema koji koristi specifičnu **In-Memory** bazu i sistema koji koristi **Oracle TimesTen IMDB**.

NAPOMENA:

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

2. NEDOSTACI TRADICIONALNIH DBMS I MOTIVACIJA ZA NASTANAK IMDB

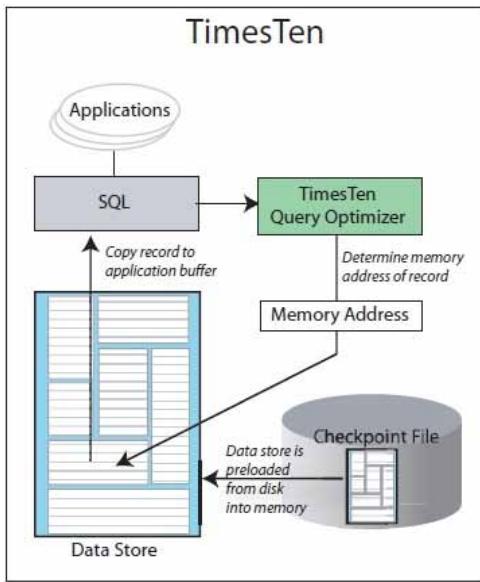
Smer tehnoloških promena za ljudе koji dizajniraju sisteme baza podataka se često menja, jer neki aspekti tehnoloških komponenti napreduju brzo, kao što je gustina tranzistora po Murovom zakonu, dok su neki konstantni ili napreduju sporo, kao što je brzina nasumičnog pristupa hard disku. Većina sistema baza podataka dizajnirana je tako da radi na hard diskovima koju su podređeni fizičkim ograničenjima još od svog nastanka. Konkretno, najveći izazov predstavljaju elektromehanički elementi zaduženi za pozicioniranje upisno/čitajuće glave iznad fizičkog medija. Dok su propusne moći i kapaciteti diskova brzo rasli u poslednjih nekoliko decenija, vreme, potrebno da se upisno/čitajuća glava pozicionira na željeno mesto, unapređeno je vrlo malo. Kao posledica, sekvensijalni propusni opseg čitanja sa diska brzo je porastao, dok je vreme, potrebno da se nasumično pristupi malim količinama podataka na disku, ostalo i dalje veliko. Sa druge strane, dinamički **RAM (DRAM)** od samog početka prati Murov zakon. Postao je jeftiniji, a njegov kapacitet se značajno povećao. Kao i kod hard diskova, dizajneri su uspeli prilično da povećaju propusni opseg, ali kašnjenje, odnosno mogućnost da se nasumično pristupi pojedinačnom bajtu, nije uspelo da prati taj tempo. Kašnjenje u pristupu nasumičnom bajtu u **DRAM**, mereni u **CPU** ciklusima, povećalo se u poslednjih 15-20 godina sa jednog **CPU** ciklusa na nekoliko stotina ciklusa u modernim sistemima [1].

Pojava većeg broja procesorskih jezgara, povećanje kapaciteta procesorskog keša (**cache**) i specijalizovanje funkcija i instrukcija, zajedno sa prethodno navedenim unapređenjima dali su dobru osnovu za razvoj **IMDB**, ali je bio potreban novi pristup. Istakla su se dva osnovna načela, na kojima se baziraju svi sistemi **IMDB**:

1. Dovesti elemente (podatke) što je moguće bliže procesoru, kako bi se smanjilo kašnjenje.
2. Slati što više podataka procesoru, u kontinuitetu, jer je propusna moć dovoljno velika, čime bi se nadomestilo kašnjenje uzrokovanog fizičkim ograničenjima. [1]

Na osnovu ovih zahteva dizajnirane su prve **IMDB**, u potpunosti smeštene u **RAM** memoriji računara, koje su u mogućnosti da odgovore na sve zahteve modernih softverskih sistema, garantujući odgovor sistema u (skoro) realnom vremenu. Na slici 1. arhitektura **Oracle TimesTen IMDB** [1]. Jasno se vidi da **IMDB** sistem eliminiše disk **I/O** i komplikovane **hash** funkcije za utvrđivanje lokacije pokazivača na stranicu tabele u

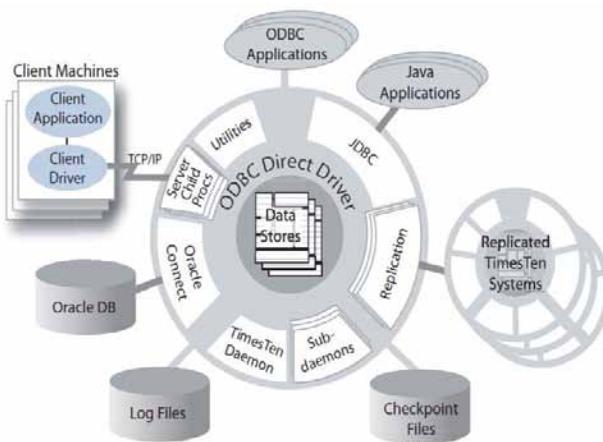
buffer pool-u, već podatke upisuje i čita direktno iz memorije.



Slika 1. Arhitektura Oracle TimesTen IMDB

3. IMPLEMENTACIJA PAMETNOG KEŠA

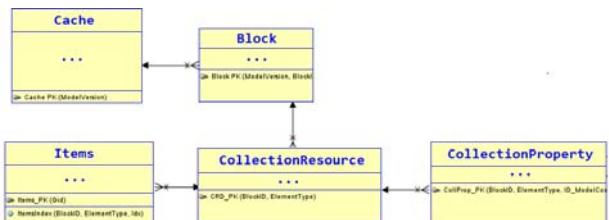
Detaljnijom analizom softvera koji se nude u domenu IMDB, odlučeno je da se za potrebe implementacije ovakvog keša iskoristi **Oracle TimesTen IMDB**, zbog dobrih referenci, jednostavne integracije sa .NET platformom preko **Oracle** provajdera, kvalitetne dokumentacije i širokog spektra mogućnosti i funkcionalnosti koje nudi. Na slici 2. prikazana je arhitektura **TimesTen** komponenti.



Slika 2. TimesTen komponente

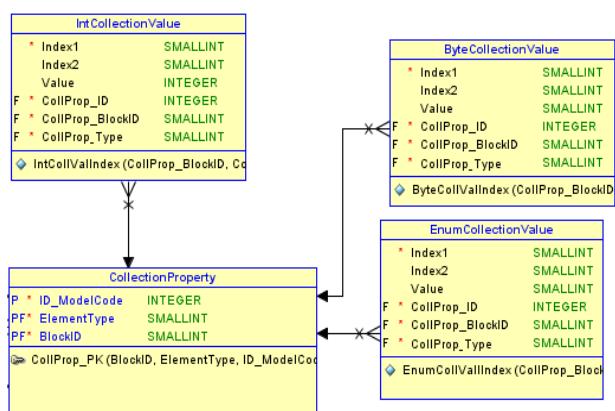
TimesTen, između ostalog, nudi odličnu podršku za koordinaciju konkurentnih operacija, izolaciju transakcije na više nivoa, optimizaciju upita, više različitih API-a, zavisno od jezika i platforme koja se koristi, korišćenje različitih indeksa zavisno od potrebe, kompresiju podataka, replikaciju baze, **PubSub** mehanizam, lokalnu perzistenciju i logovanje transakcija [2].

Elektrodistributivni sistem predstavlja veoma složen skup elemenata (trafostanica, vodova, prekidača, ...) i procesa koji se odvijaju među tim elementima. Zbog toga, bilo je potrebno osmisliti specifičnu strukturu podataka koja bi na odgovarajući način podržala ovakav sistem. Ta struktura morala je da omogući smeštanje modela celokupne eletrične mreže nekog distributera u memoriju (keš) serverskog računara, radi što bržeg opsluživanja. Keš je podeljen na blokove, a blokovi na klase entiteta definisane tipom (analogni signal, digitalni signal, ...). Svaki element se jedinstveno identificuje preko 2 identifikatora. Svaki klasa određena je ID-em bloka i tipom entiteta, a sadrži niz ID-eva elemenata i kolekciju atributa, koji odgovaraju tom tipu. Atribut sadrži svoj identifikator i niz vrednosti, čiji tip (*bool*, *int*, *long*, *byte*, ...) se određuje na osnovu tog identifikatora. Pri definisanju modela mreže inicijalno se popunjavaju tabele sa identifikatorima i tipovima elemenata. Tabela **Block** ima svoj ID i čuva broj elemenata u tom bloku. Tabela **CollectionResource** povezuje elemente sa njihovim atributima. Na slici 3. prikazan je deo relacione šeme baze podataka koji opisuje veze između blokova, elemenata i atributa.



Slika 3. Deo relacione šeme baze podataka, koji opisuje vezu između blokova, elemenata i atributa

Za svaki tip vrednosti atributa, koji se može javiti u sistemu, postoji po jedna tabela. Svaka od njih sadrži identifikator atributa, bloka i tipa entiteta, polje **Value**, odgovarajućeg tipa (*int*, *bool*, *long*, *byte*, ...), kao i dva indeksa. Prvi indeks je indeks elementa i pomoću njega se vrednost iz odgovarajuće tabele vrednosti vezuje za atribut i odgovarajući element iz tabele **Items**. Drugi indeks je namenjen za tipove čije su vrednosti nizovi ili vektori. Na slici 4. je deo šeme koji opisuje atribute i njihove vrednosti.



Slika 4. Deo relacione šeme baze podataka, koji opisuje atribute i njihove vrednosti

Svaki keš identificuje se preko imena i verzije modela, koji se zadaju kao parametri konstruktora klase ***Cache***. Pored tih parametara, konstruktoru se prosleđuju i identifikatori elementa i bazni tip modela. Blokovi se instanciraju na osnovu verzije modela kome pripadaju i ***blockId***-a. Nakon kreiranja novog bloka, poziva se metoda ***InitializeBlockCRs***, kojom se za svaki podržani tip iz tabele kreira po jedan objekat te klase i dodaju odgovarajući atributi za taj tip i sve se upisuje u bazu. Svaki objekat klase poseduje ID bloka kom pripada i tip entiteta, a pored toga, moguće mu je proslediti listu identifikatora, kako bi se inicijalizovali željeni atributi. Takođe, moguće je proslediti niz ID-eva elemenata i tako instancirati objekte klase sa određenim brojnim elemenata u sebi. Tim elementima moguće je pridružiti i jedan ili više željenih atributa sa svojim vrednostima. Svakom atributu se prosleđuju tip entiteta i ID bloka, a pored toga, najčešće se šalje i identifikator tog atributa i njegova vrednost. U softveru za distribuirano upravljanje elektroenergetskim sistemima ovakav keš nije zamišljen da funkcioniše samostalno, već je uvek deo nekog servisa. Najčešće, svaki servis poseduje svoj keš. Kako bi se što bolje simulirali uslovi distribuiranog upravljanja, kreiran je jednostavan ***Windows Communication Foundation (WCF)*** servis, ***TTCacheService***. U njemu steinstanciraju keš, koji klijentu, preko svog interfejsa, nudi metode za manipulaciju podacima u kešu. Ovaj interfejs klijentu nudi i tri grupe metoda:

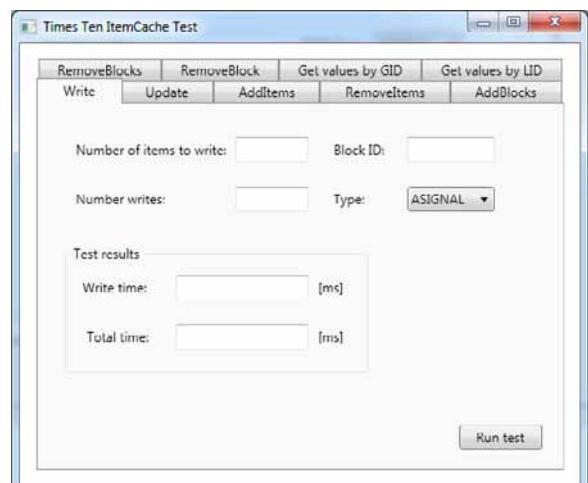
1. ***Block methods*** – metode za manipulaciju blokovima
 - `void AddBlocks(IEnumerable<short> blockIds);`
 - `void AddItemBlock(Block block, List<IDPair> items);`
 - `void AddBlock(short blockId);`
 - `void RemoveBlock(short blockId);`
 - `void RemoveBlocks(IEnumerable<short> blockIds);`
2. ***Item methods*** – metode za manipulaciju elementima
 - `void Add(IEnumerable< IDPair > idPairs);`
 - `void Remove(IEnumerable< IDPair > idPairs);`
 - `void Update(CollectionResource cr);`
 - `void Write(CollectionResource cr);`
3. ***Read methods*** – metode za čitanje
 - `Resource ReadByGid(long gid);`
 - `Resource ReadByLid(long lid);`

3.1. Korišćeni alati i tehnologije

Pametni keš opisan u ovom radu implementiram je pomoći ***Microsoft***-ovih i ***Oracle***-ovih alata i tehnologija. Korišćeni su ***Microsoft Visual Studio 2010*** i ***C#*** programski jezik na ***Microsoft .NET Framework*** platformi; ***Oracle TimesTen IMDB 11g***. Mehanizam, koji se koristi za komunikaciju između servisa, je ***WCF***, klijentska test aplikacija razvijena je pomoću ***Windows Presentation Foundation (WPF)***, ***Oracle***-ove komponente korišćene su preko ***ODP.NET*** provajdera, a jezik, korišćen za upite nad bazom, je ***PL/SQL***.

4. PERFORMANSE

Za potrebe testiranja softvera opisanog u ovom radu kreirana je posebna ***WPF*** klijentska aplikacija, čiji je glavni prozor prikazan na slici 5. Aplikacija nudi izbor testa koji će se vršiti, odnosno jedne od devet opisanih metoda, koja gađa odgovarajuću metodu interfejsa servisa u kome jeinstanciran keš.



Slika 5. Igled glavnog prozora klijentske aplikacije

Rezultati testiranja postojećeg komercijanog rešenja pametnog keša prikazani su u tabeli 1, a rezultati testiranja rešenja koje koristi ***TimesTen*** softver u tabeli 2. Rezultati su prikazani u milisekundama, a prvi red u tabeli označava broj elemenata sa kojim je metoda testirana.

	1	10	100	1000	10 000	100 000	1 000 000
AddItems	168	172	267	1011	8528	84 244	846 023
RemoveItems	4	9	88	827	8405	85 688	805 082
Write	152	157	173	171	210	564	6271
Update	2	4	15	22	89	879	9550
AddBlocks	148	161	252	1010	10 762		
RemoveBlocks	7	14	92	815	7868		
ReadByGID				17			
ReadByLID				18			

Tabela 1. Rezultati testiranja komercijanog rešenja

	1	10	100	1000	10 000	100 000	1 000 000
AddItems	68	68	81	194	1139	10 800	98 361
RemoveItems	1686	2113	1953	3056	15 006	157 422	1 372 641
Write	278	269	288	459	2097	19 440	268 822
Update	269	268	293	495	2626	17 211	192 364
AddBlocks	1774	2025	2954	12 985	58 645		
RemoveBlocks	1571	1528	1726	4240	21 036		
ReadByGID				2266			
ReadByLID				1820			

Tabela 2. Rezultati testiranja *TimesTen* rešenja

U većini slučajeva, za mali broj elemenata razlike u rezultatima nisu velike, ali pri porastu broja elemenata *TimesTen* rešenje počinje drastično da zaostaje. Najveće razlike dale su metode za upis i ažuriranje objekta klase entiteta, kod kojih se brzine izvršavanja, pri količini elemenata od preko 10 000, razlikuju u odnosu na komercijalno rešenje čak i nekoliko desetina puta. Metode za manipulaciju blokovima su se pokazale suprotno. Sa manjom količinom blokova, rezultati su bili i do 10 puta sporiji u odnosu na komercijalno rešenje, ali sa porastom broja blokova, razlika se smanjila. Jedina metoda koja se pokazala bolje od komercijalnog rešenja je metoda za dodavanje elemenata. Takođe, na malim količinama razlike su zanemarljive (nekoliko desetina ms), ali sa povećanjem broja elemenata na preko 10 000 rezultati su se razlikovali i do 10 puta, u korist *TimesTen* rešenja.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisana implementacija pametnog keša za potrebe softvera za distribuirano upravljanje elektroenergetskim sistemima. Struktura keša i podataka u njemu preuzeta je iz jednog komercijanog industrijskog rešenja i implementirana korišćenjem *Oracle TimesTen IMDB*. Osnovna ideja ovog rada nije bila da se kreira potpuno novo rešenje, već da se postojeće izmeni tako da umesto svoje *IMDB* koristi relationalni model i *TimesTen* softver i da se vide rezultati tako dobijenog rešenja. Jasno se vidi da je u većini slučajeva *TimesTen* dao lošije rezultate, a uzrok tome je struktura keša i baze podataka. Potrebno je izmeniti model baze da se smanji broj tabela i napravi generičnije rešenje za unos i čitanje vrednosti atributa, optimizovati upite nad bazom i omogućiti što brži i jednostavniji pristup podacima u njoj. Pored toga, ubrzanje bi eventualno moglo da se postigne i serijalizacijom vrednosti atributa, čiji su elementi nizovi i vektori. Drugi zaključak do kog se došlo analizom rezultata je da vreme izvršavanja metoda počinje naglo da raste kada se količina elemenata poveća nekoliko puta, pa tako za količine od preko 10 000 elemenata, često imamo neprihvatljivo dugačko vreme izvršavanja. Taj problem mogao bi se efikasno rešiti optimizacijom upita nad bazom, tako da se za obimne upise umesto petlji u okviru *PL/SQL* blokova koriste **BULK COLLECT** i **FORALL** naredbe, koje mogu izvršavanje ovakvih unosa da ubrzaju i do nekoliko puta. Takođe, neprihvatljivo dugačko vreme dale su i metode za uklanjanje elemenata. U relationalnoj bazi to ne bi trebao da bude slučaj, jer se korišćenjem **CASCADE ALL** naredbi, olakšava kaskadno brisanje podataka vezanih za red koji se uklanja. Ovde je to često

onemogućeno zbog specifičnog modela baze, pa se često, nakon uklanjanja nekog reda iz tabele, mora proći kroz još nekoliko tabela, u kojima se nalaze podaci vezani za taj red. Takođe, trebalo bi razmotriti kreiranje boljih indeksnih struktura, kako bi se pretraga maksimalno ubrzala. Ipak, rezultati pojedinih metoda nisu lošiji ili su čak i drastično bolji od postojećeg rešenja, što daje dobru osnovu za dalji rad. Za softver u elektrodistribuciji, konzistentnost i kontinualnost podataka su od esencijane važnosti, tako da je neophodno implementirati mehanizam za replikaciju baze. *TimesTen* nudi svoje rešenje za to, modul za replikaciju, koji se, jednostavnim konfigurisanjem i bez mnogo kodiranja, može nadograditi na postojeće rešenje. Druga stvar je mehanizam koji treba da omogući korisniku da se "preplati" na određene podatke u njoj i da, preko odgovarajućeg mehanizma, dobije željene podatke kada je to potrebno. Ovaj sistem se popularno naziva **Publisher/Subscriber** ili **PubSub** i *TimesTen* nudi svoj mehnizam i za to. Implementacijom ovih mehanizama i unapređenjem svih sporih delova koji su pomenuti stvorili bi se uslovi da se skoro svi aspekti i sve funkcionalnosti postojećeg sistema testiraju, validiraju i uporede, a ukoliko su rezultati dovoljno dobri, postavila bi se dobra osnova da se razmotri trajno korišćenje jednog ovakvog sistema, zasnovanog na *Oracle TimesTen*-u, i u produkciji.

6. LITERATURA

- [1] <http://blogs.technet.com/b/dataplatforminsider/archive/2012/04/09/the-coming-in-memory-database-tipping-point.aspx> *The coming in-memory database tipping point*
- [2] http://docs.oracle.com/cd/B28359_01/win.111/b28375.pdf, *Oracle Data Provider for .NET Developer's Guide, 11g Release, 2007, USA*

Kratka biografija:



Nikola Bajić rođen je 1988. godine u Bačkoj Palanci. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2007. godine. Bsc diplomu je stekao 2011. godine na usmerenju Primjenjene računarske nauke i informatika.



MALE HIDRO-ELEKTRANE U SRBIJI SMALL HYDRO-POWER PLANTS IN SERBIA

Pavle Tresović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *U radu je opisan hidro potencijal u Republici Srbiji i mogućnosti korišćenja malih hidroelektrana (MHE), kao i njihov istorijski pregled. Dat je pregled MHE, njihova ulogu i korišćenje. Ukratko je opisana strategija razvoja energetike u Srbiji do 2015. god. sa aspekta MHE, kao i njihov sastav, klasifikacija, lokacije za izgradnju, ekonomsku analizu, zakonski propisi i pregled postojećih MHE.*

Abstract – *This paper describes the hydro potential in Serbia and possibilities of small hydropower plants (SHPP) as well as their historical background. The review of the SHPP, their role and use is also given. The strategy of energy development in Serbia up to 2015 in terms of SHPP is briefly described, including their composition, classification, sites of construction, economic analysis, legislation and review existing SHPP.*

Ključne reči: *Hidroenergetski potencijal, MHE*

1. UVOD

Najznačajniji obnovljivi energetski resurs Srbije pored biomase je hidropotencijal (oko 17000 GWh), od čega je do danas iskorišćeno oko 10000 GWh. Ukupan, preostali, tehnički iskoristiv potencijal u Srbiji iznosi oko 7000 GWh, što predstavlja oko 8.6% potrošnje finalne energije u 2003. godini. Ovaj potencijal nalazi se najvećim delom na slivu Morave (2300 GWh), Drine i Lima (1900 GWh) i Dunava (1000 GWh) i može se iskoristiti gradnjom objekata snage veće od 10 MW.

2. KLASIFIKACIJA HIDROELEKTRANA

2.1. Opšte o hidroelektranama

Hidroelektrana je postrojenje u kojem se potencijalna energija vode najpre pretvara u kinetičku energiju njenog strujanja, a potom u mehaničku energiju rotacije vratila turbine, te konačno u električnu energiju u električnom generatoru. HE u širem smislu čine i sve građevine i postrojenja, koje se koriste u tu svrhu.

2.2. Kratak istorijski pregled

Posle otkrića električnog generatora u 19. veku, počele su da se grade hidroelektrane. Zahvaljujući patentima Nikole Tesle, 1895. godine na Nijagarinim vodopadima, počela je sa radom prva hidroelektrana.

Prva hidroelektrana u Srbiji je bila puštena 2. avgusta 1900. godine i to je bila elektrocentrala „Pod gradom“ u Užicu na reci Đetinji.

NAPOMENA:

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

2.3. Podela hidroelektrana

2.3.1. Podela HE prema instaliranoj snazi

Velike hidroelektrane (veće od 100 MW), srednje hidroelektrane (10 - 100 MW), male hidroelektrane (0,5 - 10 MW), mini hidroelektrane (100 - 500 kW), mikro hidroelektrane (5 - 100 KW), piko hidroelektrane (od nekoliko stotina W do 5 kW).

2.3.2. Podela HE prema količni vode i visini vodenog pada

Hidroelektrane sa visokim padovima (veći od 100 m) i relativno malom količinom vode, hidroelektrane sa srednjim i niskim padovima (30 – 100 m) i hidroelektrane s niskim padovima (2 – 30 m) i relativno velikom količinom vode.

2.3.3. Podela HE prema položaju mašinske zgrade i brane

Branske hidroelektrane, pribranske hidroelektrane i derivacione hidroelektrane (sa otvorenom derivacijom, sa derivacijom pod pritiskom).

2.3.4. Podela HE prema načinu korišćenja vode

Akumulacione hidroelektrane, protočne hidroelektrane, reverzibilne hidroelektrane.

2.4. Male hidroelektrane

Razlika izmenu velikih hidroelektrana i malih hidroelektrana je u instaliranoj snazi. Mala hidroelektrana (MHE) je određena kao postrojenje sa izlaznom električnom snagom od 10 kW do 10 MW. MHE ponekad su prikladne za područja sa malom potrošnjom, ali i za niskonaponske mreže i lokalne mikro mreže. U današnje vreme MHE se predviđaju kako dodatni, distribuirani izvori električne energije.

3. ISTORIJAT MHE I NJIHOV ZNAČAJ ZA EES

3.1. Istorijski razvoj MHE

Prva MHE u Srbiji, već pomenuta „Pod gradom“ na reci Đetinji, kod Užica, izgrađena je samo pet godina nakon puštanja u rad Tesline hidroelektrane na Nijagari. Ona koristi sistem trofazne naizmenične struje i danas je u pogonu. Do Prvog svetskog rata su izgradjene i hidroelektrane Vučje (kod Leskovca), Gamzigrad, Sveta Petka (kod Niša), Ivanjica, Manastirište (Vlasotince) i Veliko Gradište. Između dva rata izgrađeno je još 17 objekata od kojih su najznačajniji po svojoj veličini Sićevo na Nišavi i Temac na Temskoj. Posle Drugog svetskog rata, do početka građenja hidroelektrana značajnije snage, izgrađeno je još 6 malih hidroelektrana (ne računajući tu Ovčar banju i Medjuvršje).

3.2. Sadašnje stanje izgradenosti

U Srbiji je 1990. godine u eksploataciji bila 31 mala hidroelektrana i 38 van eksploatacije, odnosno ukupno 69 elektrana instalisane snage oko 48 MW. Po novijim podacima, a prema anketi sprovedenoj 2002. godine u eksploataciji bila je 31 mala hidroelektrana (od toga jedna je radila sa 50% kapaciteta, jedna je radila izolovano, a jedna je bila u izgradnji), a 13 je bilo van eksploatacije, odnosno ukupno 44 elektrane instalisane snage oko 15,2 MW.

3.3. Izgradnja novih MHE

Ključni dokumenti su "Katastar malih hidroelektrana u Srbiji van pokrajina" koji sadrže podatke o 856 lokacija ukupne snage 449 MW i 1.590 GWh godišnje proizvodnje i Katastar malih hidroelektrana u Vojvodini kojim je predviđena izgradnja 13 malih hidroelektrana ukupne snage 25,5 MW i 93,5 GWh godišnje proizvodnje.

3.4. Sadašnji zakonski okvir

Novi Zakon o energetici je, pored ostalog, zasnovan i na načelu prioritetnog korišćenja obnovljivih izvora energije i uvodi značajne novine koje će doprineti stimulisanju investiranja u male elektrane. Uvodi se Licenca za obavljanje energetskih delatnosti i Energetska dozvola za izgradnju i revitalizaciju energetskih objekata. Međutim, za proizvodnju električne energije isključivo za svoje potrebe i za proizvodnju električne energije u objektima snage do 1 MW, nije potrebna ni Licenca ni Energetska dozvola. Energetsku dozvolu za izgradnju ili revitalizaciju energetskih objekata izdaje nadležni ministar i u tom slučaju nije potrebna koncesija. Licencu za obavljanje energetskih delatnosti izdaje Agencija za energetiku.

3.5. Slobodna inicijativa

Ovo podrazumeva izgradnju MHE od strane onih investitora koji sa sadašnjim zakonskim rešenjima i sadašnjom cenom električne energije ipak, gledajući u budućnost, nalaze interes da ulažu u ove objekte.

3.6. Sadašnje aktivnosti EPS-a

EPS je konstantno, sa većim ili manjim intenzitetom, vodio brigu o MHE kroz izradu tehničkih preporuka (za elektro opremu, za mašinsku opremu, za priključenje na distributivnu mrežu) ili Katastra malih hidroelektrana. O tome brine posebno preduzeće »Obnovljivi izvori energije«, koje je osnovano u Užicu.

4. SAVREMENE MALE HIDROELEKTRANE

4.1. Izgradnja MHE

Obično je izgradnja MHE moguća na različitim lokacijama u okviru nekog slivnog područja. Pri tome, većina vodotoka u jednom slivnom području (za slivne padove) ima približno jednake hidrološke karakteristike i investicionie troškove. Prilikom proračuna optimalnog plana izgradnje MHE u nekom slivnom području postoji više uticajnih faktora, koji se mogu svrstati u dve grupe:

- a) Karakteristike lokacije,
- b) karakteristike MHE.

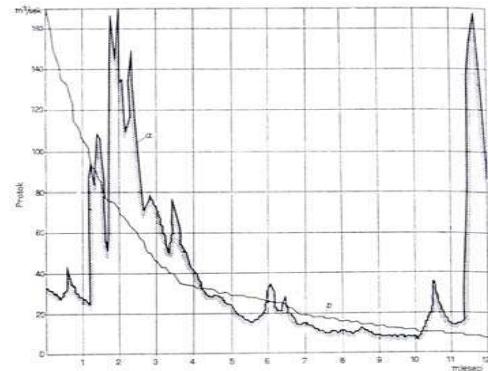
4.2. Karakteristike MHE

4.2.1. Hidrološke karakteristike

Srednji godišnji protok Q_i može se izračunati prema formuli:

$$Q_i = \frac{V_0}{31,54 \cdot 10^6} [m^3/s] \quad (1)$$

gde je V_0 volumen u m^3 , a $31,54 \cdot 10^6$ broj sekundi u godini. Kriva protoka, odnosno kriva trajanja protoka je vremenski dijagram u kojem su dnevni protoci uneseni hronološki (slika 1, kriva a) i redom po veličini od najvećeg do najmanjeg (slika 1, kriva b). Postoje i krive trajanja protoka za pojedina razdoblja u godini (zimu i leto ili sušni i kišni period), ili krive trajanja za pojedine mesece.



Slika 1. Godišnji dijagram protoka; a) kriva protoka, b) kriva trajanja protoka

4.2.2. Karakteristike akumulacijskog bazena

Geometrijski volumen akumulacijskog bazena predstavlja ukupni volumen vode koji se može sačuvati između tla na dnu i najvišeg nivoa vode u akumulacijskom bazenu. Korisni volumen akumulacijskog bazena je volumen vode koji se može spremiti između najvišeg i najnižeg nivoa u normalnom pogonu. To je i volumen koji se koristi u normalnom pogonu. Prirodni ili bruto-pad H_b je razlika između nivoa vode na zahvatu (gornje vode) i nivoa vode nakon povratka u korito ili na kraju odvoda (donje vode). To je pad koji nam pruža priroda. Korisni ili neto-pad H_n , (zbog gubitaka u zahvatu, dovodu, protočnom cevovodu i odvodu na ulazu u turbinu stoji na raspolažanju pritisak koji je, meren u metrima vodenog stuba, manji od prirodnog pada).

4.2.3. Energetske karakteristike

Snaga koju hidroelektrana daje na priključcima generatora određena je izrazom:

$$P = g \cdot Q \cdot H_n \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \rho [W] \quad (2)$$

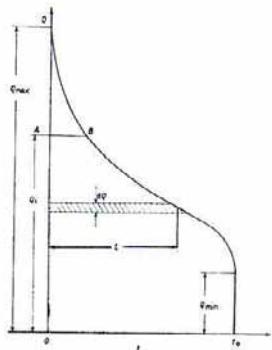
gde je: Q - protok koji dotiče turbinama, H_n - neto-pad koji stoji na raspolažanju, η_t i η_g su stepeni dejstva turbine, odnosno generatora, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ - gustina vode. Mogućom dnevnom ili godišnjom proizvodnjom hidroelektrane naziva se ona količina energije koju bi hidroelektrana mogla proizvesti s obzirom na protok, pad, stepen dejstva i veličinu izgradnje.

Određenoj veličini izgradnje odgovara iskoristivi volumen vode V_i (slika 2):

$$V_i = \int_0^{Q_i} t \cdot dQ \quad (3)$$

Kada se poznaje iskoristivi volumen (V_i), moguće je odrediti i srednji iskoristivi protok:

$$Q_{si} = \frac{V_i}{t_0} = \frac{V_i}{31,54 \cdot 10^6} [m^3/s] \quad (4)$$



Slika 2. Određivanje iskoristivog volumena vode

Srednji iskoristivi protok (Q_{si}) manji je od srednjeg protoka vodotoka (Q_s), a njihov odnos α daje stepen iskorišćenja vode vodotoka:

$$\alpha = \frac{Q_{si}}{Q_s} = \frac{V_i}{V_0} \quad (5)$$

Kao prva aproksimacija može se odrediti moguća proizvodnja uz pretpostavku konstantnog stepena dejstva, korišćenjem veličine k u relaciji $P = k Q H_n [W]$ i konstantnog neto pada. Tada je srednja snaga hidroelektrane:

$$P_s = k \cdot Q_{si} \cdot H_n \quad (6)$$

Moguća godišnja proizvodnja u kWh:

$$W = 8760 \cdot k \cdot Q_{si} \cdot H_n \quad (7)$$

4.3. Delovi MHE

4.3.1. Brane

Brane ili pregrade su građevine koje imaju višestruku namenu: da skrenu vodu s njezinog prirodnog toka prema zahvatu hidroelektrane, da povise nivo vode radi većeg pada i da akumulišu vodu.

4.3.2. Zahvat

Zahvat ima ulogu da vodu zaustavljeni od pregrade primi i uputi prema centrali. Razlikuju se dva osnovna tipa zahvata: zahvat na površini i zahvat ispod površine vode.

4.3.3. Dovod

Dovod spaja zahvat s vodnom komorom. Može biti izgrađen kao kanal ili tunel u zavisnosti od topografije terena kojim se dovod vodi i o pogonskim zahtevima koji se postavljaju hidroelektrani. Tunel se može izvesti kao gravitacijski i kao tunel pod pritiskom.

4.3.4. Vodna komora

Vodna komora nalazi se na kraju dovoda. Kad je dovod gravitacioni, potrebna je vodna komora dovoljnog volumena, kako bi mogla poslužiti kao rezervoar vode u slučaju naglih promena opterećenja. Ako hidroelektrana ima dovod pod pritiskom, vodna komora se može izvesti kao proširenje na kraju toga dovoda. Ovakva vodna komora mora biti takvih dimenzija da usled promena opterećenja pritisak u dovodu ne poraste iznad

dozvoljenih granica, odnosno da se nivo vode ne spusti ispod najviše tačke ulaza u cevovod pod pritiskom.

4.3.5. Protočni cevovod

Protočni cevovod služi za vođenje vode iz ili od vodne komore do turbine. U pravilu izrađen je od čelika, a za manje padove i od betona. Prema svom smeštaju protočni cevovod može biti položen po površini i u tunelu.

4.3.6. Zgrada elektrane

U MHE uloga zgrade elektrane ili elektropostrojenja je da zaštitи elektromehaničku opremu od različitih vremenskih uslova. Broj, tip i snaga turbogeneratora, njihova konfiguracija, kao i visina pada vode, geomorfologija lokacije MHE određuju oblik i veličinu zgrade elektropostojenja (elektrane).

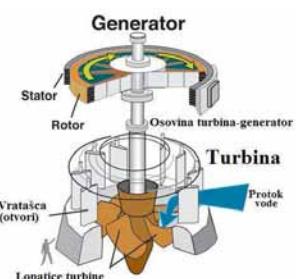
4.3.7. Vodna turbina

Vodne turbine mogu biti Fransisova, Kaplanova i Peltonova.

Osnovne karakteristike **Francisove turbine** su: padovi od 15 m do 700 m, srednja brzina protoka i visoka efikasnost (0,96). Spiralna komora ravnomerno dovodi vodu obrtnom kolu i stvara rotaciono strujanje vode (slika 3). Spiralna komora ravnomerno dovodi vodu obrtnom kolu i stvara rotaciono strujanje vode.



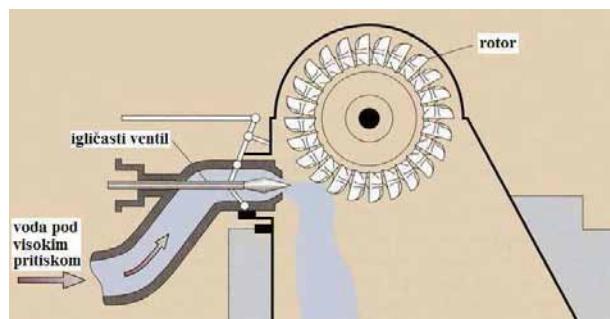
Slika 3. Francisova turbina



Slika 4. Kaplanova turbina

Kaplanovu turbinu karakterišu mali padovi (od 5 m do 70 m), velike brzine protoka i visoka efikasnost (slika 4). Moguće je upravljanje mlaznicama rotora, čime se postiže veća pogonska fleksibilnost u cilju postizanja većeg faktora efikasnosti za različite količine vode (protoke).

Karakteristike **Peltonove turbine** su veliki padovi (od 100 m do 1800 m), relativno male brzine protoka, maksimalno do 6 mlaznica, visoka efikasnost. Od akumulacije do Peltonove turbine voda se dovodi dugačkim cevovodima (slika 5).



Slika 5. Peltonova turbina

5. POLITIKA REPUBLIKE SRBIJE U OBLASTI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Mere za dostizanje cilja 27% OIE

- Mere finansijske podrške „FID-IN“ tarife (status povlašćenog proizvodača),
- Jasno uređena legislativa u oblasti OIE,
- Pojednostavljenje procedura za izgradnju objekata koji koriste OIE,
- Izgradnja „neprofitnih“ projekata u oblasti OIE (podrška korišćenju geotermalne energije za proizvodnju toplotne energije koja bi imala širi dijapazon korišćenja – poljoprivreda, grejanje objekata i sl.)

6. PREGLED MHE U SRBIJI

Pod MHE se podrazumevaju one sa instalisanom snagom ispod 10 MW, bez obzira na tip elektrane (akumulacione, protočne, pribranske i dr.). Ako je instalisana snaga ispod 100 kW, onda se one nazivaju i mikroelektranama. U Srbiji se oko 10,4% ukupnog energetskog potencijala nalazi u vodotocima na kojima se mogu graditi male hidroelektrane. Procene su bazirane na Katastru malih hidroelektrana iz 1987. godine, kojim je opisano 856 lokacija za izgradnju MHE, snage od 90 kW do 8,5 MW, ukupne snage 449 MW i 1.590 GWh, pri čemu oko 90% lokacija poseduje tehnički potencijal snage ispod 1 MW. Pored ovih 856 lokacija koje se nalaze u užoj Srbiji, prema katastru malih hidroelektrana u AP Vojvodini postoji potencijalnih 13 lokacija pogodnih za izgradnju ovakvih kapaciteta.

7. PREGLED REALIZOVANIH MHE OD 2009. GODINE

Elektroprivreda Srbije (EPS) planira da u revitalizaciju 17 starih i izgradnju 18 novih MHE, ukupne snage 80 megavata, uloži oko 80 miliona evra. Deo tog novca biće obezbeđen iz kredita Evropske banke za obnovu i razvoj (EBRD) – oko 45 miliona evra. Za sredstva iz kredita EPS je kandidovao 26 projekata – obnovu postojećih 17 MHE i izgradnju devet malih na sadašnjim vodoprivrednim akumulacijama. Planom EPS predviđena je izgradnja novih MHE: Bovan, Ćelije, Braje, Zlatibor, Parmenac, Selova i Vrutci. U septembru 2013. godine „Elektroprivreda Srbije“ pustiće u pogon novu malu hidroelektranu „Prvonek“.

8. EKONOMSKI EFEKTI – COST/BENEFIT ANALIZA

Instalirana snaga (P_t): 4.929 kW

Moguća godišnja proizvodnja (W): 15.750.000 kWh

Godišnji prihod za prvu godinu: 1.005.320 €

Cena električne energije: 5 c/kWh

Procenjeni troškovi projekta (€): 6.608.928

Vreme izgradnje: 4 godine

Troškovi eksploatacije i održavanja po godini, procenjeno ja da iznose 4% ukupne investicije: 264.357 Evra.

Troškovi izgradnje:

$$I = A + B_1 Q_t = 6.608.928 \text{ €} \quad (8)$$

Specifične investicije po jedinici energije:

$$i_w = \frac{I}{W} = \frac{A+B_1 Q_t}{W} = \frac{6.608.928}{15.750.000} = 0,420 \text{ €/kWh} \quad (9)$$

Specifične investicije po jedinici instalirane snage:

$$i_p = \frac{A}{P_t} + B = \frac{6.608.928}{4.929} = 1340,83 \text{ €/kW} \quad (10)$$

Proizvodna cena energije:

$$\alpha = \frac{264.357}{6.608.928} = 0,04 \quad (11)$$

$$c_e = \frac{\alpha l}{W} = \frac{0,04 \cdot 6.608.928}{15.750.000} = 0,017 \text{ €/kWh} = 1,7 \text{ c/kWh}$$

9. ZAKLJUČAK

Korišćenjem ukupnog potencijala hidroelektrana manjih od 10 MW, u Srbiji je moguće proizvesti oko 4,7 odsto struje ili 15 odsto sadašnje proizvodnje struje u hidroelektranama. Veća upotreba obnovljivih izvora energije i povećanje investicija u "zelenu" ekonomiju za Srbiju bi značilo otvaranje velikog broja novih radnih mesta, smanjenje zavisnosti od uvoza energenata i manji spoljnotrgovinski deficit. U Srbiji se trenutno iskorišćava svega 62 odsto hidro potencijala za velike hidroelektrane, dok se preostali neiskorišćeni potencijal nalazi u malim hidroelektranama. U pogonu je samo 31 mini hidroelektrana ukupne snage 34,654 MW i godišnje proizvodnje od 150 GWh, što predstavlja svega šest odsto ukupnog procenjenog potencijala minihidroelektrana.

10. LITERATURA

- [1] M.Mihailović, „Male hidroelektrane“, Beograd, Srbija, 1995.
- [2] Katastar malih hidroelektrana u Republici Srbiji, Energoprojekt-Hidroinženjeri, Beograd, Srbija, 1991.
- [3] „Korišćenje vodnih snaga“, Vodoprivredni institut Jaroslav Černi, Beograd, Srbija, 1990.
- [4] N.Dereg, Z.Kalmar, „Obnovljivi izvori energije u Srbiji, preporuke, potencijali i kriterijumi“, Subotica, Decembar 2008.
- [5] G.Radosavljević, V. Đoković, „Energy Sector“, Centar for Advanced Economic Studies, Belgrade, 2007.
- [6] J.Petrović, B.Gvozdenac, „Program otvaranja strategije razvoja energetike Republike Srbije u AP Vojvodini“, Izvršno veće APV, 2007.

Kratka biografija:



Pavle Tresović rođen je 1986. godine u Prijepolju. Master rad je odbranio na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na odseku za Elektrotehniku i računarstvo juna 2013. god. Oblast interesovanja je energetika.



ZAŠTITNI KODOVI ZA IPTV U BEŽIČNIM LOKALNIM MREŽAMA

ERROR CONTROL ENCODING FOR IPTV IN WIRELESS LANs

Dragana Čurović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste da se opišu zaštitni kodovi za IPTV u lokalnim bežičnim mrežama. Nakon kratkog istorijata televizije date su osnovne informacije o IPTV-u i njegovoj upotrebi u bežičnim lokalnim mrežama, a zatim i o kodovima u IPTV-u. U nastavku su opisana i matematički analizirana tri protokola: LBP (Leader Based Protocol), BLBP (Beacon-driven Leader Based Protocol) i HLBP (Hybrid Leader Based Protocol), koja su evaluirana u praktičnom delu rada, a na osnovu čijih rezultata je izvršeno poređenje performansi ovih protokola i izведен zaključak.

Abstract – The aim of this paper is to describe error-correcting codes for IPTV in wireless LANs. After a short history of television, the basic facts about IPTV and its employment in wireless LANs are given. Furthermore, some of the codes employed in IPTV are described. Three chosen protocols: LBP (Leader Based Protocol), BLBP (Beacon-driven Leader Based Protocol) and HLBP (Hybrid Leader Based Protocol) are mathematically analyzed and evaluated in practical part of the paper. The performance comparison of the protocols is done, and the conclusions are made.

Ključne reči: IPTV, lokalne bežične mreže, protokoli MAC sloja, LBP, BLBP, HLBP.

1. UVOD

„Well gentlemen, you have now invented the biggest time waster of all time. Use it well.“ Ovo su bile reči izgovorene nakon prve javne i uspešne demonstracije televizije 1934. Dve godine kasnije sa emitovanjem programa kreće BBC, a nakon tri godine CBS i NBS počinju emitovanje televizijskog programa i u Americi. Godine 1954. na tržište su plasirani prvi konvertori za sliku u boji, a 1960-tih i kolor televizori počinju da se prodaju u SAD (u Evropi sa par godina zakašnjenja).

American National Standards Institute 1989. godine odobrava 1125/60 HDTV standard, što predstavlja uvertiru digitalizaciji prenosa. Pet godina nakon demonstracije rada digitalne televizije visokog kvaliteta (1992) sačinjen je plan digitalizacije televizijskog prenosa za različite države (datum početka digitalizacije i završetka iste). Danas je digitalizacija u nekim zemljama završena, a u nekim je još u toku.

Moderno doba, osim digitalizacije televizijskog prenosa, donelo je i brojne druge radikalne promene, između ostalog, došlo je do enormnog porasta broja računara u svetu, praćenog porastom broja interneta korisnika kao i

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Bajić, red. prof.

poboljšanjem tehnologija prenosa, što je prirodno nametnulo ideju o televiziji preko intereneta – IPTV-u kao komforntnom i praktičnom rešenju.

1.2. Uvod u IPTV

Prva televizijska emisija emitovana je preko interneta 1994. godine upotrebom CU-SeeMe video-konferencijskog softvera, a termin IPTV- Internet Protocol Television upotrebljava se tek od 1995.

IPTV obezbeđuje usluge digitalne televizije preko IP-internet protokola za domaćinstva i kompanije. IPTV usluge obuhvataju uživo TV; video na zahtev; interaktivnu televiziju- vremenski pomerenu TV, lični mežni video rekorder; triple play; VoIP; Web/email pristup. Sve navedene usluge su po svim kriterijumima daleko iznad tradicionalnih televizijskih usluga. Za razliku od tradicionalnih TV usluga koje koriste push metaphor gde se sav sadržaj „gura“ ka korisnicima, IP infrastruktura je zasnovana na ličnom izboru kombinujući push i pull principe u zavisnosti od potreba i interesa korisnika.

Bežični IPTV teži da proširi upotrebu IPTV-a i srodnih usluga čineći ih dostupnim uvek, bilo gde, na bilo kom uređaju. Široko upotrebljivani bežični LAN-ovi, definisani IEEE 802.11 standardom, jedan su od kandidata koji imaju veliku perspektivu kada je reč o isporuci bežične IPTV. Takođe, prihvatanje specifikacija IEEE 802.11-2012 standarda, koji podržava maksimalnu količinu podataka od 600Mbps može pogurati prihvatanje bežičnih LAN-ova za IPTV u okruženjima poput kuća, kancelarija, hot-spot-ova, aerodroma, univerziteta. Međutim, upotreba IPTV preko bežičnih lokalnih mreža predstavlja pravi izazov, jer je neophodno garantovati visok kvalitet isporuke preko nepouzdanih i vremenski promenljivih bežičnih kanala. Fokus ovog rada je pouzdana isporuka IPTV-a multikastom u bežičnim LAN mrežama. Približnije, razrađen je problem minimizacije cene korekcije grešaka nastalih pri multikastu uz garantovani kvalitet dostave multikastom pri zahtevanom PLR-u (Packet Loss Ratio- količina izgubljenih paketa) i ograničenjima u vezi sa kašnjenjem.

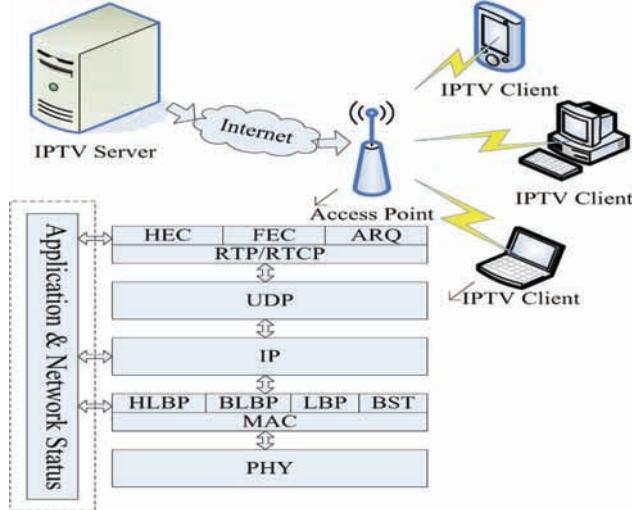
2. KODOVI U IPTV-u

Pored LBP i BLBP opisanih u ovom radu, a koji su inicijalno predloženi u radovima [1] i [2], postoje i brojna druga rešenja za kontrolu grešaka na MAC sloju pri multikastu. Jedno od rešenja je HEC-PR šema koja kombinuje ARQ zasnovan na NACK-u i tehniku ponavljanja paketa. Još jedno u nizu rešenja je i upotreba detektora kolizije koji obaveštava pošiljaoca da li je paket stigao ili ne. U borbi protiv grešaka upotrebljava se i algoritam *blackburst-a* kao i brojna tonska rešenja. Ali ni jedno od ovih rešenja, zasnovanih na čistom ARQ nije efikasno za velike multikast grupe zbog ograničenja razmere broja korisnika. Zbog navedenog se u cilju

prevazilaženja problema kombinuju BLBP i FEC u protokol koji je nazvan HLBP.

3. PROTOKOLI

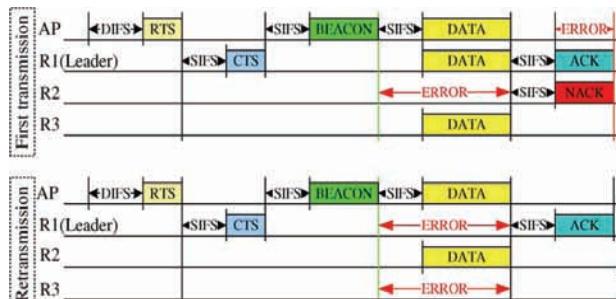
LBP, BLBP, HLBP su šeme zasnovane na principu vođstva, što znači da MAC sloj mora da pristupi statusu aplikacije i mreže kako bi pribavio informacije o multikast grupama. Ovo je ostvarivo zahvaljujući *cross-layer* pristupu. Arhitektura sistema i protokol steka prikazane su na slici 1.



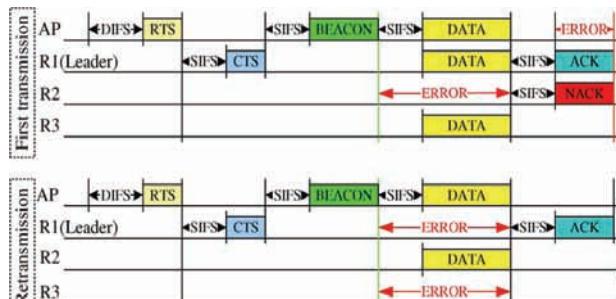
Slika 1. Arhitektura sistema i protokol stek

3.1. LBP i BLBP

Princip rada LBP prikazan je na slici 2.



Slika 2. Osnovna šema LBP-a



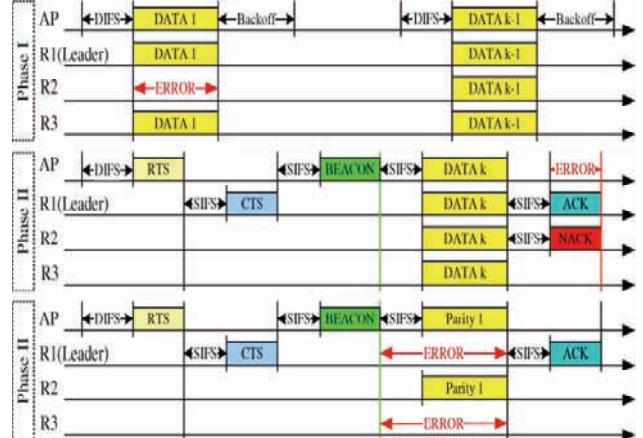
Slika 3. Osnovna šema BLBP-a

Dva osnovna problema LBP su to što on nije pouzdan za primaocu koji nisu vođa i što pokazuje slabe performanse kada je učestalost grešaka u kanalu visoka, jer nema provere sekvence. U BLBP-u LBP je poboljšan sa kontrolnim ramom na MAC sloju koji se naziva bikon. Princip rada BLBP-a dat je na slici 3.

BLBP rešava probleme LBP tako što svi nevodeći primaoci mogu slati odgovore kada tajmer istekne. I vodeći primalac i nevodeći primaoci šalju ACK odnosno NACK, na osnovu provere sekvence koja je moguća zbog postojanja bikon rama i na taj način izbegavaju se nepotrebne transmisije koje su postojale kod LBP. BLBP može da ispravi sve greške za sve primaoce u MAC sloju i efikasniji je od LBP-a. Međutim, kao i druge šeme zasnovane na čistom ARQ, BLBP nije efikasan za velike multikast grupe zbog ograničenja razmere.

3.2. HLBP

Osnovna šema HLBP prikazana je na slici 4.



Slika 4. Osnovna šema HLBP-a

HLBP (kao i BLBP) koristi unapređenu šemu u odnosu na šemu primenjivanu u LBP, koja radi po principu odabira vodećeg prijemnika. Pristupna tačka poseduje tabelu koju ažurira i koja sadrži svaku grupu i njene prijemnike kao i vodeći prijemnik (vođu ukoliko on postoji) u MAC sloju. Kada prijemnik r pošalje poruku za pridruživanje grupi na nivou linka kako bi se pridružio multikast grupi G , pristupna tačka proverava tabelu kako bi utvrdila da li grupa G već ima vođu i odgovara porukom da li će prijemnik r biti ili ne vođa grupe G . Kada vođa pošalje poruku na nivou linka da napušta grupu G , pristupna tačka određuje drugi prijemnik za vođu. Ako vođa napusti grupu bez obaveštenja, pristupna tačka određuje drugi prijemnik za vođu ako ne dobije nikakvu povratnu informaciju nakon određenog broja transmisija od vođe koji je otisao. Granica za broj transmisija koju treba da prođu bez povratne reakcije vođe da bi se novi vođa aktivirao može se odrediti na osnovu ograničenja u kašnjenju.

HLBP koristi FEC kod na nivou paketa (n,k) u MAC sloju. Pristupna tačka emituje prvi $k-1$ paketa podataka koristeći *raw* brodcast, pa potom emituje k -ti paket podataka koristeći BLBP. Od značaja je uočiti da je BLBP samo specijalan slučaj HLBP kada je $k=1$. Jasno je da HLBP može da ispravi sve greške za sve primaoce zbog blokovske povratne sprege i retransmisije u MAC sloju. I BLBP i HLBP postižu potpuno potiskivanje povratne sprege zahvaljujući JACK šemi.

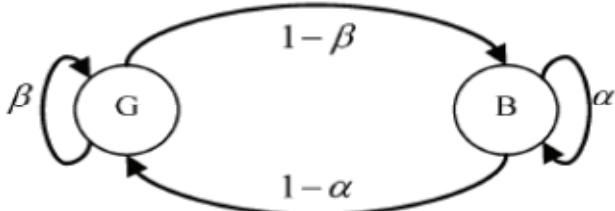
4. ANALIZA PERFORMANSI

Matematička analiza performansi prethodno opisanih protokola (LBP, BLBP, HLBP) vršena je u GE (Gilbert-Elliott) modelu kanala na osnovu prosečnog vremena

zadržavanja kanala. Ova metrika, koja se dobija sabiranjem vremena potrebnog da se pristupi kanalu i vremena potrebnog da se podaci/odgovor prenesu, prirođeni je kriterijum jer je njena recipročna vrednost mera propusnog opsega kanala.

4.1 GE model kanala

Ovaj model kanala poznat je kao standardni model u kom dolazi do „rafalnog“ tj. „skoncentrisanog“ gubitaka paketa (*burst-a*) naročito u bežičnim LAN-ovima. GE model kanala je Markovljev lanac sa dva stanja, prikazan je na slici 5.



Slika 5. GE model kanala

U „dobrom“ stanju (*G*) gubitak paketa javlja se sa malom verovatnoćom P_G , a u „lošem“ sa velikom verovatnoćom P_B . Greške se javljaju u klasterima i eksplodiraju nakon relativno dugih intervala bez grešaka (gapovi). Prelazi stanja su prikazani matricom verovatnoća prelaza:

$$P = \begin{bmatrix} \beta & 1 - \beta \\ 1 - \alpha & \alpha \end{bmatrix}$$

Razumno izbor za verovatnoće grešaka koji odražavaju realne scenarije je $P_G=0$ i $P_B=1$ i on predstavlja pojednostavljen GE model koji je korišćen za dobijanje rezultata u radu. Za pojednostavljeni GE model kanala prosečna učestanost gubitaka paketa je $p=(1-\beta)/(1-\alpha+1-\beta)$. Korelacija dva uzastopna gubitka paketa je $\tau = \alpha + \beta - 1$ i odnosi se na privremenu korelaciju grešaka. Tada matrica verovatnoća prelaza može biti zapisana:

$$P = \begin{bmatrix} 1 - p(1 - \tau) & p(1 - \tau) \\ (1 - p)(1 - \tau) & 1 - (1 - p)(1 - \tau) \end{bmatrix}$$

Za analizu performansi LBP-a, BLBP-a i HLBP-a verovatnoća greške u sekvenci u pojednostavljenom GE modelu kanala mora biti poznata.

4.2. LBP i BLBP

Prepostavka je da su gubici paketa u skladu sa pojednostavljenim modelom GE kanala, da se greške javljuju nezavisno na različitim primaocima, da kanal ima dovoljan propusni opseg kako ne bi dolazilo do zagruženja i da na ramovima u MAC sloju (RTS, CTS, bikon i ACK) ne može doći do greške. Osim navedenog prepostavljaje idealan slučaj za LBP, odnosno da zaglavljiva ramova podataka na MAC sloju ne mogu da pretrpe greške i da svi izgubljeni paketi pri multikastu u MAC sloju mogu biti povraćeni.

U praksi granica broja retransmisija m i kod LBP-a i kod BLBP-a može se odrediti na osnovu najlošijeg stanja kanala među prijemnicima i ne mora se menjati sa promenama stanja kanala, jer veliko m odabранo za loš kanal odgovarajuće je i za kanal u kojem su uslovi dobri.

4.3 HLBP

Za dato ograničenje kašnjenja, HLBP se prilagođava uslovima kanala i heterogenosti primalaca. HLBP ne zahteva predviđanja o stanju kanala pri uobičajnim scenarijima.

Određivanje dužine FEC koda n kod HLBP-a je kao i kod HARQ tipa I $n \geq k + m$. U praksi vrednost n može se postaviti tako da bude dovoljno velika da zadovolji većinu uslova u kanalu. Uočava se da za dato k i dovoljno veliko n (ne manje od $k+m$), HLBP zahteva minimalan broj transmisija kako bi svi primaoci primili bar k ispravnih paketa po bloku. To je moguće zahvaljujući činjenici da je broj transmisija po bloku u HLBP-u jednak maksimalnom broju transmisija zahtevanom od svih primalaca - nema bespotrebnih transmisija zbog JACK šeme i blokovske povratne sprege. Za dato ograničenje kašnjenja, HLBP može da koristi skoro maksimalno k zbog brze blokovske povratne sprege na MAC sloju i retransmisija. Kao rezultat HLBP ima skoro najmanji broj redundantnih transmisija od svih HEC šema (naročito kada se poređi sa šemama aplikacijskog sloja) i zbog toga je HLBP veoma efikasan, a mnogo efikasniji od HEC šema sloja aplikacije. Fragmentacija paketa se ne razmatra.

5. EVALUACIJA PERFORMANSI

Protokoli su poređeni na osnovu analiza u prethodnom odeljku i na osnovu rezultata simulacija iz [1,2].

5.1 Rezultati analiza

Koriste se parametri IEEE 802.11 za modelovanje fizičkog sloja. Brzina prenosa podataka je 24Mbps. Ciljevi i parametri aplikacije prikazani su u tabeli 1.

zahtevani PLR	1e-6
ograničenje kašnjenja	20-100ms
dužina RTP payload-a	1316 bajta
interval punjenja u multikastu	2.5ms
RTT	≈3.5ms
originalna verovatnoća greške	≤0.10
privrevremena korelacija greške	0.10
broj poslatih paketa	40-100e6

Tabela 1. Ciljevi analize i analizirani parametri

Eksperimenti na 802.11a/e HDTV (High Definition Television – brodcast) pokazuju da je trenutna korelacija paketske greške uvek manja od 0.10, pa se vrednost 0.10 koristi i u analizi i u simulaciji. Ukupna dužina payload dela paketa je 1356 bajta i nema fragmentacije u MAC sloju ili sloju mreže. Pojave grešaka na različitim primaocima su nezavisne, a srednje učestanosti paketskih grešaka su iste kod svih primalaca.

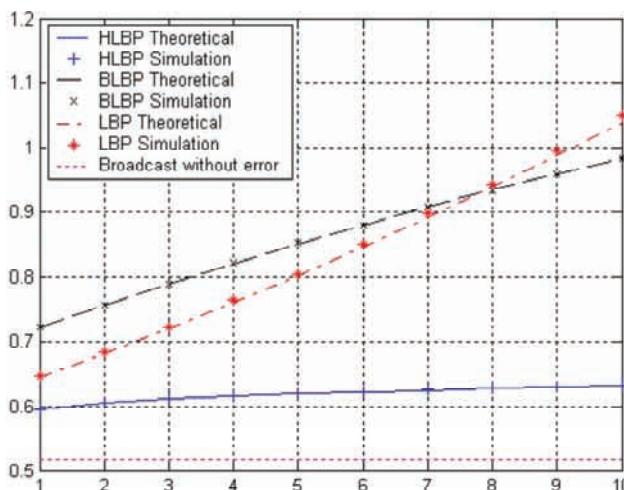
Kao što je i očekivano HLBP je mnogo efikasniji i od LBP i od BLBP naročito kada je broj primalaca veliki. Prosečno vreme zadržavanja kanala kod HLBP povećava se lagano čak i kada je broj primalaca veoma veliki zahvaljujući FEC kodu i blokovskoj povratnoj spregi. HLBP je veoma dobar za velike multikast grupe. Zapaža

se i da se vreme zadržavanja kanala kod LBP dramatično uvećava kada je učestanost pojave grešaka visoka, a broj primalaca veliki. BLBP je manje efikasan od LBP pri niskim učestanostima pojave grešaka i malom broju primalaca. Ovo se dešava zato što se u ovim slučajevima *overhead* bikon rama suprotstavlja benefitima koje bikon ram donosi.

5.2 Rezultati simulacija

Simulacija u [1,2] je vršena u ns-2 koji nismo uspeli da dobijemo. Implementirani su LBP, BLBP i HLBP zasnovani na IEEE 802.11e simulacionom modelu. Svi čvorovi klijenti su udaljeni za jedan hop od pristupne tačke. Implementirane su HEC-PR i HARQ tipa I koje su zasnovane na transportnom protokolu u realnom vremenu - RTP. Pojednostavljeni model GE kanala implementiran je na fizičkom nivou, ali se koristi samo za ramove podataka. (Kontrolni ramovi takođe mogu biti izgubljeni jer se mogu sudariti sa pozadinskim saobraćajem, ali to se po pravilu ne uzima u obzir zbog njihove kratkoće). ARQ šema aplikacijskog sloja koristi se da bi ispravila preostale greške LBP-a.

Na slici 6. prikazano je teorijski i simulacijom dobijeno vreme zadržavanja kanala za različit broj primalaca. Primećuje se da se teorijski i eksperimentalni, odnosno simulacijom dobijeni rezultati veoma dobro poklapaju i za BLBP i za HLBP. Kod LBP vrednosti rezultata dobijenih simulacijom su nešto veće od teorijski dobijenih vrednosti. Takav odnos rezultata kod LBP-a dobijen je zato što šema za kontrolu grešaka pri multikastu u aplikacijskom sloju, korišćena u simulaciji, treba da ispravi preostale greške u LBP, a pri tom stvara dodatan teret zbog čega je trošak za korekciju grešaka nešto viši nego što to prikazuju teorijski rezultati koji su zasnovani na idealnom slučaju kada sve greške pri multikast mogu biti ispravljene u MAC sloju.



Slika 6. Rezultati dobijeni simulacijom i analizom

Osim poređenja rezultata dobijenih simulacijom i teorijski izvršeno je poređenje nekih karakteristika LBP-a, BLBP-a, HLBP-a sa odgovarajućim karakteristikama HARQ tipa I i HEC-PR. Dobijeni rezultati ukazuju na to da su HLBP i HARQ tipa I mnogo efikasniji od LBP-a i BLBP-a naročito pri dugim ograničenjima kašnjenja i velikom broju primalaca.

HLBP je uvek efikasniji od HARQ tipa I, jer su blokovska povratna sprege i retransmisije, zasnovane na JACK-u na MAC sloju kod HLBP-a mnogo brže od blokovske povratne sprege i retransmisije na sloju aplikacije kod HARQ tipa I. Osim toga HLBP može da koristi i duži FEC kod što, takođe, doprinosi njegovoj efikasnosti. BLBP je efikasniji od HEC-PR pri većoj učestanosti pojave grešaka i pri velikom broju primalaca, zato što BLBP može dostići potpuno potiskivanje povratne sprege zahvaljujući JACK šemi dok HEC-PR to ne može. Kada je reč o maksimalnom kašnjenju pri multikastu, ono je mnogo kraće kod BLBP-a nego kod LBP-a i HEC-PR-a, jer BLBP može da ispravi sve greške na MAC sloju zahvaljujući bikon ramu. Maksimalna kašnjenja s kraja na kraj u LBP-u su veoma duga, jer se na aplikacijskom nivou koriste šeme kako bi ispravile preostale greške nakon LBP-a, pa on ne može da zadovolji zadata kratka ograničenja kašnjenja.

6. ZAKLJUČAK

I teorijska analiza i rezultati simulacija pokazuju da BLBP i HLBP mogu da isprave sve greške nastale multikastom na MAC sloju. Broj redundantnih transmisija kod BLBP-a je minimalan u odnosu na sve šeme zasnovane na čistom ARQ, dok je kod HLBP-a broj redundantnih transmisija minimalan u odnosu na sve šeme. HLBP je mnogo efikasniji od optimalne šeme MAC sloja za korekciju grešaka pri multikastu - HARQ tipa I, naročito pri striktnim ograničenjima kašnjenja. Zbog jednostavnosti i efikasnosti, BLBP je dobar izbor za isporuku IPTV multikastom za male grupe u bežičnim LAN-ovima dok je HLBP bolji izbor za veće multikast grupe. Dalji pravac istraživanja je provera simulacionih rezultata u ns-2.

7. LITERATURA

- [1] Zhao Li and Thorsten Herfet; ‘MAC Layer Multicast Error Control for IPTV in Wireless LANs’, *IEEE Transactions on Broadcasting*, VOL. 55, No. 2, June 2009, pp 353-362
- [2] Zhao Li, Thorsten Herfet: ‘HLBP- A Hybrid Leader Based Protocol for MAC Layer Multicast Error Control in Wireless LANs’, *Proceedings of IEEE GLOBECOM 2008*, DOI: 10.1109/GLOCOM.2008.ECP.1035 , 6 pages
- [3] IEEE Std. 802.11TM – 2012
- [4] <http://www.nyu.edu/>
- [5] <http://www.historyoftelevision.net/>
- [6] <http://tarlton.law.utexas.edu/>

Kratka biografija:

Dragana Čurović rođena je u Vrbasu 1988. god. Diplomski-mater rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacioni sistemi odbranila je 2013. god.



DONOŠENJE ODLUKA O KORIŠĆENJU DISTRIBUTIVNE AUTOMATIKE RADI POVEĆENJA POUZDANOSTI

DECISION MAKING OF DISTRIBUTION AUTOMATICS APPLICATION FOR INCREASING RELIABILITY

Boško Rašeta, Miroslav Nimrihter, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast –ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom master radu razvijen je program u programskom paketu Matlab za proračun pokazatelja pouzdanosti u zavisnosti od primenjene distributivne automatike. Program je napisan na osnovu topološke matrice distributivnih radikalnih mreža. Proračunati su pokazatelji pouzdanosti za šest varijanti primene distributivne automatike u mreži, a zatim i pokazatelji pouzdanosti za IEEE TEST SISTEM RBTS2 i dati zaključci o primeni distributivne automatike.

Abstract – In this master thesis a program, in Matlab, for computing system reliability indices depending on implemented distribution automatics has been developed. Program is developed and based on distributed radial network topological matrix. Reliability indices have been computed for six implemented distribution automatics variations and thereafter reliability indices for IEEE TEST SISTEM RBTS2 and conclusions of distribution automatics application have been presented.

Ključne reči: distributivna automatika, pouzdanost, SAIFI, SAIDI.

1. UVOD

Analizom statističkih podataka o prekidima napajanja potrošača zbog kvarova, došlo se do zaključaka da je na putu od izvora do krajnjih potrošača na NN, sa stanovišta pouzdanosti manje pouzdan deo upravo distributivna mreža (u daljem tekstu DEM). Udeo DEM, a posebno SN, u prekidima napajanja izazvanih kvarovima je oko 80 %, pa je to još jedan od razloga zašto je interesovanje za analizu pouzdanosti, pogotovo SN DEM, povećano. Nadzemni vodovi su elementi koji se najčešće kvare zbog izloženosti spoljašnjim uticajima kao što su atmosferska pražnjenja, vetar, zaledivanje, zagađenost vazduha koje dovodi do zaprljanja izolatora.

Ukoliko se želi da se poveća pouzdanost rada, može se krenuti u dva pravca, i to, smanjenjem intenziteta otkaza i skraćenjem trajanja otkaza. Smanjenje intenziteta otkaza moguće je: primenom kvalitetnije opreme sa smanjenim brojem fabričkih grešaka, izborom konstrukcije koja je otpornija na nepovoljne uticaje, primenom tehnike automatskog ponovnog uključenja, polaganjem kablova

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Nimrihter, vanred. prof.

na način koji će ga u što većoj meri zaštiti od spoljnih uticaja, primenom sekcializera, podužnih osigurača. Skraćenje trajanja otkaza je teško izvodljivo i u najvećem broju slučajeva bi se moglo ostvariti: skraćenjem trajanja postupka za detekciju i izolovanje detekcije u kvaru (npr. korišćenjem SCADA uređaja), primenom autosekcializera, primenom većeg broja rastavljača i reklozera i primenom daljinskih upravljalnih rastavljača.

Nakon detekcije i sekcializacije od posebnog je značaja za veličinu pouzdanosti primena alternativnih izvora napajanja. Poboljšanje pouzdanosti moguće je uvođenjem “automatskog upravljanja mrežom”, tj distributivne automatike (DA), odnosno primenom lokatora kvara, daljinskih upravljalnih rastavljača, sekcializera, brze akvizicije podataka tokom kvara radi brze estimacije distance od mesta kvara i drugih vidova DA, koji će omogućiti skraćenje vremenskog perioda potrebnog za traženje i izolovanje deonice u kvaru. [1]

2. OPTIMALNO LOCIRANJE REMOTE TERMINAL UNIT-A (RTU)

Optimalno funkcionisanje distributivnih mreža se postiže uvažavanjem jednog od veoma poznatih kriterijuma. Ovo može uključivati: minimizaciju gubitaka mreže, minimizaciju naponskih devijacija na potrošačkim tačkama opterećenja i maksimizaciju pouzdanosti sistema. Mrežna rekonfiguracija je proces menjanja topološke strukture distributivnih fidera menjanjem stanja sekcializera (sectionalizing) i normalno otvorenih rastavljača (tie switches) kako u normalnim tako i abnormalnim režimima rada.

Tokom normalnih režima rada, mreže se rekonfigurišu kako bi se smanjili sistemski gubici aktivne (real) snage, rasteretila opterećenja u mreži i povećala pouzdanost u mreži. Korišćenjem *Supervisory Control and Data Acquisition system* - SCADA sistema, baziranog na Remote Terminal Unit-ima (RTU) za potrošačku stranu Distributivnog Automatizovanog Sistema (DAS) primenjuju se automatizovane tehnike za upravljanje i kontrolisanje niskog napona (NN) nizvodno. SCADA sistem obezbeđuje operacije izolacije kvara, monitoring i kontrolne funkcije za operatore i sakupljanje podataka za buduće analize.

2.1. Minimizacija ukupnih troškova

Cilj istraživanja je da se minimiziraju ukupni troškovi sistema uključujući kapitalne troškove i troškove tokom rada (running). Kapitalni troškovi - „troškovi instalisanja“ reprezentuju lociranje RTU-a i njegovu relokaciju,

uključujući troškove RTU tokom njihovog radnog veka koji su instalirani na glavnem fideru. Troškovi rada uključuju sumu troškova otkaza potrošača i elektrodistributivnih kompanija. Troškovi otkaza (outage cost) se odnose na sve moguće kvarove na svakoj sekcijskoj različito postojanja RTU-a.

Za kvar na sekcijskoj i , cilj je da se minimizira sledeća funkcija:

$$\min \text{Ukup.trošk.} = \sum_{i=1}^n (IC_i + UC_i) + m * RC + j * RIC \quad (1)$$

gde su:

IC_i – trošak otkaza potrošača usled kvara na sekcijskoj i ,
 UC_i – trošak otkaza distributivnih kompanija usled otkaza na sekcijskoj i ,

m – broj RTU-a,

n – broj sekacija,

j – broj RTU-a koje je instalirala distributivna kompanija i koji moraju biti relokalizirani na nove pozicije zbog ekonomskih razloga,

RIC – srednja vrednost troškova procesa relokacije RTU-a. Prvi član u (1), '($IC_i + UC_i$)' predstavlja ukupne troškove otkaza uključujući potrošačke i troškove distribucije, drugi član ' $m * RC$ ' su ukupni troškovi novih RTU-a koji će biti instalirani i zadnji član ' $j * RIC$ ' su ukupni troškovi relokacije RTU-a. [2]

3. PROGRAM ZA PRORAČUN POKAZATELJA POUZDANOSTI

U ovom radu napisan je program za proračun pokazatelja pouzdanosti zavisno od položaja i tipa distributivne automatike u mreži – "POUZDANOST".

Program je napisan u Matlabu i sastoji se od potprograma pouzdanost1 kojeg čini 39 m-fajlova.

Cilj programa jeste da nakon kvara – kratkog spoja na bilo kojoj deonicici mreže izvrši postupak sekacionalizacije (detekcija deonice u kvaru i izolacija). Nakon toga potrebno je dodeliti svakoj zoni vreme trajanja prekida odnosno trajanje otkaza, proračunati očekivano godišnje trajanje prekida usled kvara na svim deonicama, a zatim proračunati SAIFI i SAIDI.

Program je napisan na osnovu topološke matrice radikalnih distributivnih mreža.

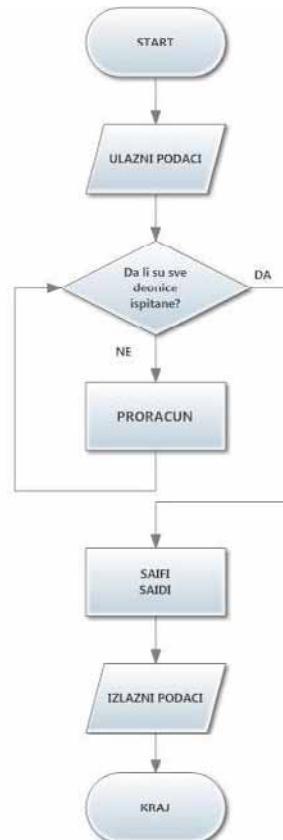
3.1 Topološka matrica A radikalnih mreža

Matrica A se može napisati direktno, tako što se u redu koji odgovara i -toj grani upisuje 1 u koloni j , koja odgovara j -tom čvoru ($a_{ij}=1$) koji se napaja iz nje. Ako se j -ti čvor ne napaja iz i -te grane tada je $a_{ij}=0$. Svi elementi na glavnoj dijagonali su jednaki 1. [3]

3.2 Organizacija programa

Program POUZDANOST, koji je napisan za potrebe proračunavanja pokazatelja pouzdanosti u ovom radu napisan je na osnovu topološke matrice, a struktura ovog programa prikazana je na Blok dijagramu 1.

On se sastoji od potprograma pouzdanost1 koji će izvršiti proračun i raspodeliti čvorove u zone, nakon lokalizacije i izolovanja kvara i dodeliće svakom vreme trajanja otkaza.



Blok dijagram 1.-Struktura programa POUZDANOST

3.3 Objasnjenje rada programa

Ovde je dato objasnjenje ulaznih podataka koje koristi ovaj program kao i objasnjenje m-fajlova koje koristi potprogram pouzdanost1 za svoje proračune.

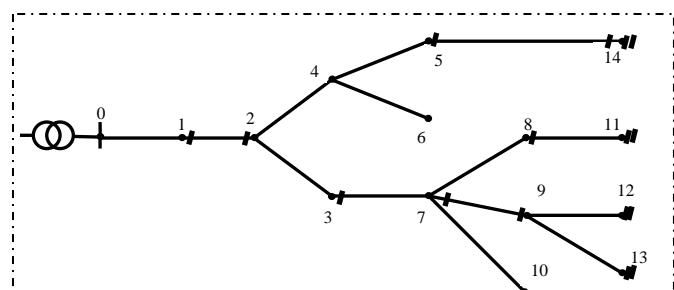
4. POKRETANJE PROGRAMA

4.1. Test programi

Ovde su prikazana četiri test primera sa kvarovima u određenim deonicama za pokazivanje tačnosti potprograma pouzdanost1.

4.2 Primeri analize pouzdanosti

Za distributivnu radikalnu mrežu sa slike 1, koja se sastoji od 14 deonicica, tako da se kod čvora '0' nalazi prekidač, proračunati su pokazatelji pouzdanosti za različite varijante primene distributivne automatike.



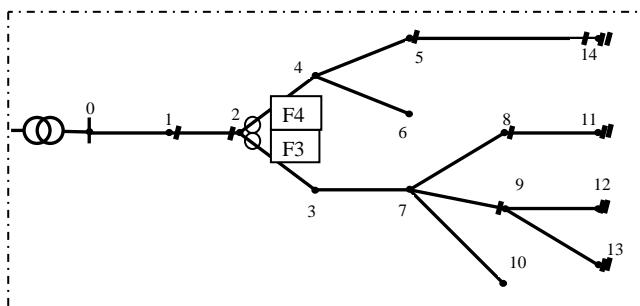
Slika 1. – Šema distributivne radikalne mreže sa postavljenom rasklopnom opremom

Ovde su prikazani primeri pokretanja programa POUZDANOST uz pomoć kog će dobiti rezultati

proračuna pokazatelja pouzdanosti za 6 varijanti položaja distributivne automatike.

4.2 Primeri analize pouzdanosti

U primeru 1. urađen je proračun pokazatelja pouzdanosti kada postoji alternativan izvor napajanja u čvoru 11, i kad su na deonicama 2, 7, 9 11 i 14 postavljeni rastavljači. U primeru 2. dodati su alternativni izvori napajanja u čvorovima 12, 13 i 14. tako da u čvoru 11 i 13 postoji ručno uključenje, a u 12 i 14 daljinsko uključenje alternativnog izvora napajanja, Slika 1. U primeru 3. uklonjen je rastavljač sa početka deonice 9 i urađeni su proračuni pokazatelja pouzdanosti, dok je u primeru 4. za isti broj rasklopne opreme i umesto rastavljača na početku deonice 7 postavljen je osigurač na početku deonice 3. U primeru 5. analize pouzdanosti ugrađen je osigurač na početak deonice 4 sa tim da nema osigurača na deonici 3. U primeru 6. imamo ugrađene osigurače na obe deonice 3 i 4 kao što je pokazano na slici 2.



Slika 2. Šema distributivne radikalne mreže sa postavljenim osiguračem na deonicama 3 i 4.

Proračunati pokazateli pouzdanosti SAIFI i SAIDI za svih 6 analiziranih primera mogu se videti u Tabeli 1.

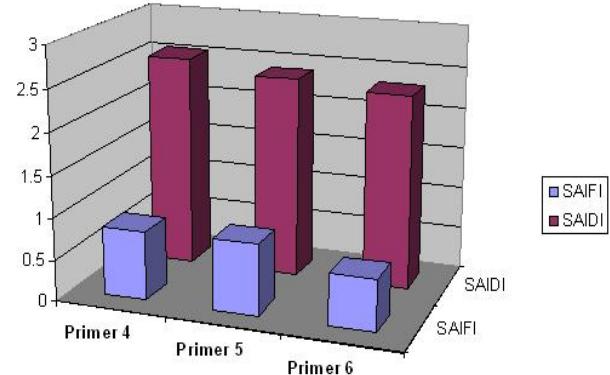
Tabela 1. – Prikaz pokazatelja pouzdanosti za svih 6 analiziranih varijanti.

Primeri / Pokazateli pouzdanosti	SAIFI [1/god]	SAIDI [h/god]
Primer 1	1.0500	3.7807
Primer 2	1.0500	2.5437
Primer 3	1.0500	2.7160
Primer 4	0.8275	2.5556
Primer 5	0.8401	2.4147
Primer 6	0.6176	2.3228

4.3 Zaključci vezani za primere

Poredeći rezultate primera 1. i primera 2. vidi se da uvođenje više alternativnih izvora napajanja dovodi do poboljšanja pokazatelja SAIDI dok pokazatelj SAIFI ostaje nepromjenjen. Smanjenjem rasklopne opreme u primeru 3., uklanjanjem rastavljača sa deonice 9 dobija se nešto veći pokazatelj SAIDI u odnosu na prethodni primer dok SAIFI ostaje isti. Kada se poredi primer 4. sa primerom 3. koji imaju isti broj rasklopne opreme ali sada umesto rastavljača postavljen je osigurač na deonici 3, vidi se poboljšanje kako pokazatelja SAIFI tako i poboljšanje SAIDI-ja. Bolji pokazatelj SAIDI dobija se kada osigurač premestimo sa deonice 3 na deonicu 4 što vidimo u primeru 5., ali se povećava pokazatelj SAIFI.

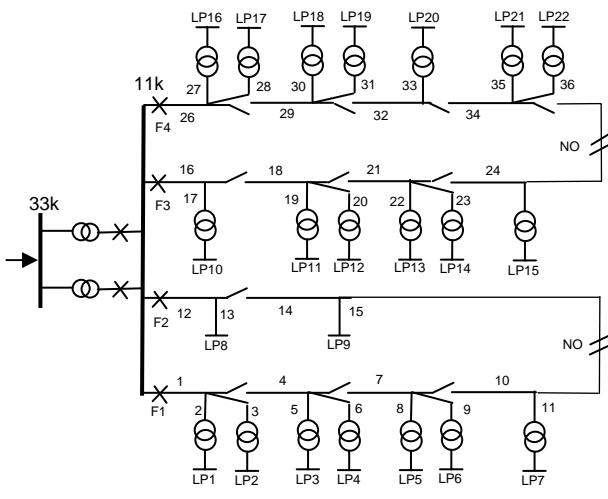
Kada se obe deonice, 3 i 4 štite sa dva osigurača dobijaju se najbolji rezultati, u pogledu smanjenja pokazatelja SAIFI i SAIDI. Poređenje pokazatelja SAIFI i SAIDI kada postoji jedan osigurač u mreži na deonici 3, jedan osigurač u mreži na deonici 4 i kada su ugrađena dva osigurača u mreži na deonicama 3 i 4 može se videti na slici 3. Smanjenje pokazatelja SAIDI postiže se sa ugradnjom osigurača na deonicu 4 ali dolazi do povećanja pokazatelja SAIFI. Kada se investira u dva osigurača, postiže se poboljšanje oba pokazatelja SAIFI i SAIDI.



Slika 3. Pokazateli pouzdanosti u primerima 4, 5 i 6.

5. PRIMERI ANALIZE POUZDANOSTI IEEE TEST SISTEMA RBTS2

U ovom delu će se analizirati pokazateli pouzdanosti za poznati test sistem za analizu pouzdanosti IEEE RBTS2 koji ima četiri SN voda [4]. Primer RBTS2 je prikazan na slici 4. Svaki vod se napaja iz razvodne transformatorske stanice 33/11 kV/kV. Na početku voda je prekidač (Breaker). On može da se uključi i isključi ručno. Isto tako, nakon kratkog spoja može da se isključi automatski delovanjem relejne zaštite. Zadatak relejne zaštite i prekidača je da poveća pouzdanost distributivne mreže, tako što će se efekti kratkog spoja ograničiti samo na vod na kome se desio kvar. Na početku svake grane je osigurač ili sekancializer. Osigurači imaju zadatku da povećaju pouzdanost voda, tako što lateral u kvaru isključuju odmah po nastanku kvara, pre nego što deluje relejna zaštita na početku voda. Sekancializeri imaju sličan uticaj na pouzdanost kao i osigurači, ali deluju u beznaponskoj pauzi APU-a. Na taj način se uticaj kvara ne proširuje na ceo vod, već se ograničava samo na potrošače koji se napajaju preko laterala u kvaru. Za proračun i analiziranje IEEE TEST SISTEMA RBTS 2 korišćen je program POUZDANOST koji kao u prethodnim primerima sadrži potprogram pouzdanost1, ali ovde se poziva četiri puta i primenjuje proračun za analizu pouzdanosti sva četiri voda. Usvojeno prosečno trajanje postupka sekancializacije je $r_s=1$ h, a prosečno trajanje opravke je $r_{op}=9$ h. Program je korišćen za analizu tri varijante primene sklopnih naprava u istoj test distributivnoj mreži.



Slika 4. Test sistem RBTS2

5.1 Primer 1

U prvom primeru je predpostavljeno da se na početku svakog laterala nalazi osigurač, a na početku deonica (4, 7, 10, 14, 18, 21, 24, 29, 32, 34) se nalaze rastavljači.

5.2 Primer 2

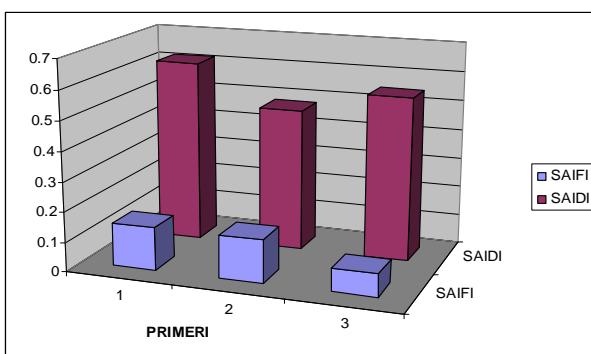
U drugom primeru predpostavljena primena rastavljača na oba kraja svake od prethodno pomenute deonice.

5.3 Primer 3

Treći primer odgovara prvom primeru ali umesto rastavljača primeniće se sekcializeri.

5.4 Zaključci vezani za ove primere

U primeru 3. sa postavljenim sekcializerima umesto rastavljača na početku deonica procenjeno je poboljšanje pokazatelja SAIFI na sva četiri voda. Ugradnjom rastavljača na krajeve deonica, u primeru 2., uočava se poboljšanje pokazatelja SAIDI. Uvođenjem sekcializera na početke deonica postiže se manji SAIDI i SAIFI nego u prvom primeru.



Slika 5. - Pokazatelji SAIFI i SAIDI za ceo RBTS2 sistem

Sistemski pokazatelji SAIFI i SAIDI su predstavljeni na slici 5. Investiranjem u dodatne rastavljače ne utiče se na poboljšanje pokazatelja SAIFI ali utiče se na smanjenje SAIDI-ja sistema.

Ugradnja sekcializera doveće do smanjanja pokazatelja SAIFI, ali daće nešto lošiji SAIDI nego u primeru sa dva rastavljača, ali bolji SAIDI nego u primeru sa jednim rastavljačem.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisan program za analizu pouzdanosti distributivne mreže. Njegova primena je ilustrovana analizom pouzdanosti različitih varijanti primene distributivne automatske. Pokazano je da se uvođenjem više alternativnih izvora napajanja poboljšava pokazatelj SAIDI dok pokazatelj SAIFI ostaje nepromenjen. U primerima za IEEE TEST SISTEM RBTS2 vidi se da uvođenje dodatnih rastavljača ne utiče na poboljšanje pokazatelja SAIFI, ali utiče na smanjenje SAIDI-ja u sistemu. Postavljanje sekcializera dovodi do poboljšanja pouzdanosti smanjenjem pokazatelja SAIFI i SAIDI. Da bi se primile sklopne naprave sa ciljem ekonomski opravданog povećanja pouzdanosti neophodno je uraditi cost-benefit analizu svake varijante i usvojiti onu sa minimalnim odnosom cene i koristi. Program koji je razvijen u toku ovog master rada omogućuje procenu veličine koristi u svakoj predloženoj varijanti primene sklopnih naprava, time omogućuje analizu odnosa cene i koristi, i izbor najbolje varijante primene sklopnih naprava.

7. LITERATURA

- [1] Miroslav Nimrihter: *Elektrodistributivni sistemi*, Fakultet tehničkih Nauka, Novi Sad, 2009.
- [2] A.A.E. Shammah A., Abou El-Ela, Ahmed M. Azmy: Optimal Location of Remote Terminal Units in Distribution System Using Genetic Algorithm, Cairo University, Egypt, December 19-21, 2010, Paper ID 296.
- [3] Рене Пелисье: "Энергетические системы" Москва, Высшая школа, 1982.
- [4] R. Allan, R. Billinton, I. Sjarief, L. Goel, K. So: Reliability test system for educational purposes, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 6, No. 2, 1991, pp. 813-820.

Kratka biografija:

Boško Rašeta rođen je 1986. u Zrenjaninu. Završio je gimnaziju "J.J. Zmaj" u Novom Sadu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2013. godine.

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

Prikaz sadržaja interaktivnih servisa digitalne televizije na uređajima pod Android operativnim sistemom

Marko Kovačević, Branimir Kovačević, Branimir Pavlović, Nikica Bandić

Sadržaj — Ovaj rad predstavlja jedno rešenje prikaza sadržaja interaktivnih servisa digitalne televizije (prevod (eng. *Subtitles*), multimedijalni i teletekst sadržaji) na uređajima sa Android operativnim sistemom. Osnovni cilj je bio predstaviti DTV (eng. *Digital television*) podatke pod Android operativnim sistemom korišćenjem C/C++ koda. Za prikupljanje i obradu DTV podataka korišćena je programska podrška za televizijske prijemnike (eng. *Middleware*) napisana u C programskom jeziku. DTV Android aplikacija komunicira sa programskom podrškom televizijskog prijemnika putem DTV Java servisa. DTV Java servis i C/C++ kod programske podrške televizijskog prijemnika su povezani putem JNI sprege (eng. *Java Native interface*), koja vrši pretvaranje C/C++ struktura u Java objekte i obrnuto. Kako bi se izbeglo slanje slika koje predstavljaju sadržaj interaktivnih servisa digitalne televizije od programske podrške televizijskog prijemnika (C/C++ kod) ka Android aplikaciji (Java kod) iscrtavanje grafičkih podataka se vrši u C/C++ kodu.

Ključne reči — DTV, Android, teletekst, Subtitles, MHEG.

I. UVOD

KLJUČNO pitanje prilikom razvoja savremene DTV programske podrške je koji programski jezik koristiti. Prilikom razvoja aplikacija za Android operativni sistem, kao prirodno okruženje za razvoj, nameće se Java programski jezik. Programski jezik Java prevodi se u bajtkod, koji se izvršava u Java virtuelnoj mašini. Za razliku od Java, drugi programski jezici se prevode u mašinski kod koji se direktno izvršava u procesoru, što doprinosi većoj brzini izvršavanja. Da bi se iskoristili svi dostupni resursi, programeri često koriste programske jezike poput C/C++, ali takvim rešenjima nedostaje prenosivost koda i greške pri razvoju se mnogo teže otkrivaju. Međutim, u poslednje vreme, platforme sa sistemima za rad u realnom

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 32031

Marko Kovačević, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: kovacevic.mare@gmail.com).

Branimir Kovačević, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: brankomir@gmail.com)

Branimir Pavlović, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: branimir_pavlovic@yahoo.com)

Nikica Bandić, RT-RK, Narodnog fronta 23A, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: nikica.bandic@rt-rk.com)

NAPOMENA:

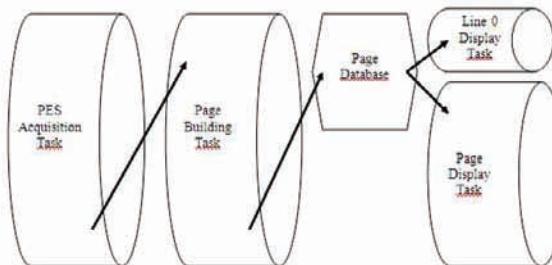
- Ovaj rad proistekao je iz master rada Marka Kovačevića. Mentor je bio prof. dr Nikola Teslić.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2012.

vremenu dobijaju sve više procesorske moći korišćenjem više procesorskih jezgara i povećanjem radnog takta, tako da programski jezici poput Java mogu da zadovolje većinu potreba pri razvoju programske podrške. Naravno pojedini delovi programske podrške se i dalje moraju razvijati u C/C++ kodu. Radovi [1] i [2] opisuju predloge za kombinovanje više programskih jezika pri razvoju DTV programske podrške radi ostvarivanja boljih performansi, tako da ovaj rad daje prikaz mogućeg rešenja za prikaz grafičkih podataka DTV uz korišćenje Java i C/C++ programskih jezika. Rad [1] daje pregled arhitekture za realizaciju DTV na Android platformi. Ovaj rad predstavlja jedno rešenje prikaza grafičkih DTV podataka realizovano na Marvell BG2 SOC platformi sa ugrađenim biračem kanala (eng. Tuner) pod Android operativnim sistemom. Tehnika iscrtavanja interaktivnih servisa digitalne televizije opisana u ovom radu ne zavisi od DTV standarda niti od verzije Android operativnog sistema. Konkretno rešenje je ispitano korišćenjem programske podrške televizijskog prijemnika koja podržava DVB-T, DVB-S i DVB-C standarde na uređajima sa Android operativnim sistemom (2.3.x *Gingerbread*, 4.0.x *Ice Cream Sandwich*). Ciljna platforma i ispitno okruženje su opisani u radu [1].

II. REALIZACIJA ISCRTAVANJA DTV SADRŽAJA

A. Realizacija iscrtavanja teleteksta

Teletekst modul u DTV programskoj podršci se sastoji od četiri komponente: modul za prikupljanje PES (eng. *Packetized Elementary Stream*) paketa, modul za formiranje stranica teleteksta, modul za prikaz stranica, baza podataka teletekst stranica, što je prikazano na Sl. 1. i opisano u [3].



Sl. 1. Teletekst modul u DTV programskoj podršci
PES paketi koji sadrže teletekst podatke se skladište u kružni bafer. Formiranje stranica teleteksta započinje

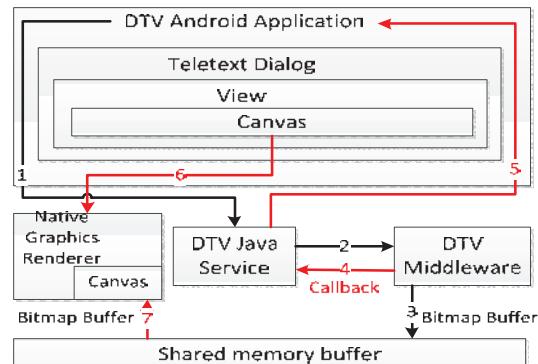
pretraživanjem kružnog bafera. Svi paketi koji pripadaju istoj stranici se dekoduju i grupišu kako bi formirali stranicu. Po formiranju, teletekst stranica se smešta u bazu podataka. Kada korisnik zatraži određenu stranicu, data stranica se pribavlja iz baze i biva prikazana od strane modula za prikaz stranica.

Rešenje prikaza interaktivnih servisa digitalne televizije (teletekst, prevod, MHEG) pod Android operativnim sistemom počinje sa Android aplikacijom (Java aplikacija) koja se ponaša kao DTV aplikacija. Aplikacija koristi regularne Android komponente kao što su VideoView komponenta za prikaz video sadržaja i Dialog komponenta za prikaz teleteksta, prevoda i MHEG-a.

Za prikazivanje stranica teleteksta unutar DTV Android aplikacije, stvara se prilagođen Android dijalog kako bi teletekst bio vidljiv krajnjem korisniku, ali stvarno iscrtavanje se vrši u C/C++ kodu korišćenjem JNI. Android dijalog ima sopstveni objekat View koji se koristi za prikaz sadržaja, a unutar tog objekta se nalazi objekat Canvas koji se prosleđuje C/C++ kodu preko JNI sloja. DTV programska podrška sakuplja teletekst podatke iz prenosnog toka podataka i stvara odgovarajuće slike u Bitmap formatu. Najjednostavniji način da se te slike prikažu je slanje odgovarajućih Bitmap-a iz DTV programske podrške (C programski kod) kroz JNI sloj do Java servisa koji će zatim proslediti Bitmap-e Android aplikaciji kako bi se u Javi izvršilo iscrtavanje. Ovaj način iscrtavanja je veoma spor i nepouzdan zbog slanja velikih količina podataka od DTV programske podrške, preko JNI sloja, zatim kroz Java servis do Java aplikacije. Zbog toga se iscrtavanje mora izvršiti u izvornom C/C++ kodu koji obezbeđuje dovoljnu brzinu izvršavanja programa i zadovoljava visoke zahteve za performansama koje Java ne može da ispunи.

DTV programska podrška predstavlja deljenu biblioteku ugrađenu u DTV Java servis. Teletekst bitmape formirane od strane DTV programske podrške se moraju iscrtavati u JNI sloju koji je ugrađen u DTV Android aplikaciju. DTV android aplikacija i DTV Java servis koriste odvojen memorijski prostor i predstavljaju zasebne procese, što dovodi do toga da razmena slika između C koda DTV programske podrške i JNI sloja DTV android aplikacije nije trivijalna. Iz tog razloga slike se skladište u bafer deljene memorije.

Bafer deljene memorije se zauzima u C++ servisu korišćenjem modula za deljenje memorije između različitih procesa u Android operativnom sistemu (eng. Anonymous SHared MEMory subsystem). C++ servis izlaže samo jednu funkciju ka DTV programskoj podršci i DTV Android aplikaciji, i to funkciju za pribavljanje pokazivača na deljenu memoriju. Po dobavljanju pokazivača DTV programska podrška upisuje Bitmap-u u deljenu memoriju i proziva funkciju povratnog poziva (eng. *Callback*) u DTV Java servisu. Ova funkcija proziva povratnu funkciju DTV Android aplikacije, koja prosleđuje JNI kodu Canvas objekat stvorenog dijaloga. Android grafička biblioteka niskog nivoa zadužena za iscrtavanje grafičkih elemenata u Android operativnom sistemu se koristi za iscrtavanje teletekst slika iz bafera deljene memorije na Canvas objekat datog dijaloga. Procedura iscrtavanja je prikazana na Sl. 2.

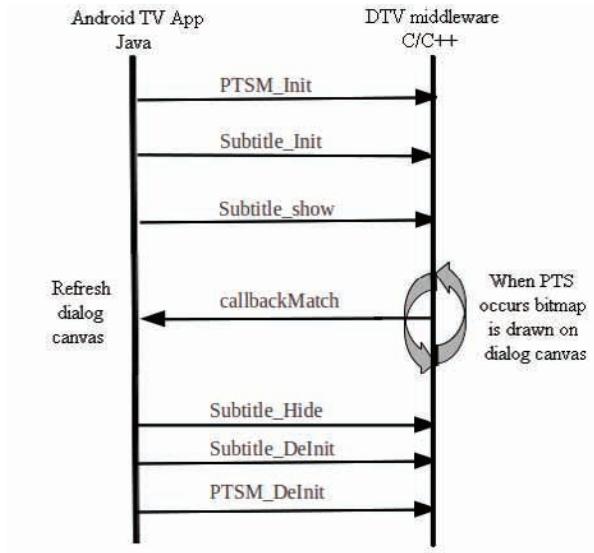


Sl. 2. Procedura iscrtavanja teleteksta

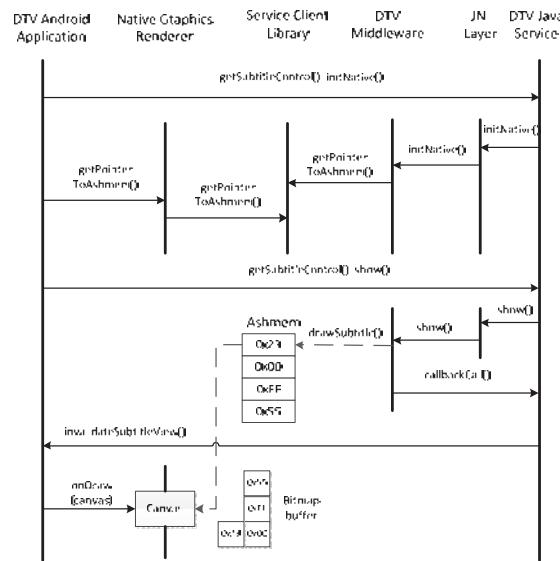
Interakcija korisnika sa teletekstom se odvija putem redefinisana Android OS sprege - KeyListener-a teletekst dijaloga (KeyListener predstavlja spregu koja prihvata događaje prouzrokovane od strane tastature ili daljinskog upravljača). KeyListener uzrokuje pozive metoda DTV Java servisa, koje preko JNI sloja šalju date komande DTV programskoj podršci na izvršavanje. U slučaju teleteksta interakcija obuhvata: prikaz teleteksta, promenu stranice teleteksta, menjanje transparencije teleteksta, skaliranje teleteksta, pomeranje teleteksta, sakrivanje teleteksta.

B. Realizacija iscrtavanja prevoda (eng. Subtitles)

Subtitles podaci se prikupljaju iz prenosnog toka podataka od strane DTV programske podrške. Svaki objekat spreman za prikazivanje ima dodeljeni PTS (eng. *Presentation Time Stamp*), koji obaveštava dekoder u kom vremenskom trenutku će dati objekat biti prikazan na ekranu, kako je opisano u [4]. Ovakav mehanizam optimizuje protok tako što dozvoljava subtitle podacima da budu isporučeni dekoderu pre nego što je to stvarno potrebno. Prilikom iscrtavanja subtitle-a u tačno određenom vremenskom trenutku (kada govornik stvarno izgovara date reči), važno je koristiti C programski jezik, a ne Javu. Potrebno je postići dovoljnu brzinu iscrtavanja, tako da sinhronizacija između reprodukcije i subtitle-a ne bude narušena. Da bi se obezbedilo pravovremeno prikazivanje, koristi se mehanizam funkcije povratnog poziva. Taj mehanizam se koristi da bi se DTV Android aplikacija obavestila o promeni subtitle-a, kao što je prikazano na Sl. 3.



Sl. 3. Mehanizam povratne funkcije



S1. 4. Procedura iscrtavanja subtitle-a

Vrlo važna karakteristika o kojoj se mora voditi računa prilikom realizacije DTV subtitle funkcionalnosti je kvalitet i fleksibilnost procesa iscrtavanja subtitle slika.

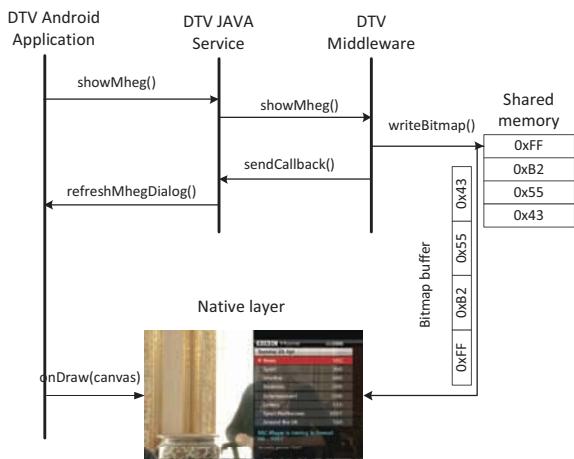
Za prikaz subtitle podataka pod Android operativnim sistemom koristi se ista tehnika kao i kod iscrtavanja teleteksta. Kada korisnik želi da prikaže subtitle, DTV Android aplikacija stvara dijalog sa određenim dimenzijama i prethodno definisanom pozicijom na ekranu. Nakon toga, aplikacija poziva funkciju za inicijalizaciju subtitle modula u DTV Java servisu. Ova funkcija prosleđuje komandu ka DTV programskoj podršci kako bi se pribavio pokazivač na bafer deljene memorije, gde će se čuvati slike u bitmap formatu. Zatim, DTV Android aplikacija poziva C funkcije radi pribavljanja pokazivača na istu deljenu memoriju, odakle će čitati slike u bitmap formatu i iscrtavati na objekat Canvas stvorenog dijaloga. Nakon pribavljanja pokazivača, DTV Android aplikacija obaveštava DTV programsku podršku da započne pribavljanje subtitle podataka iz toka podataka. DTV programska podrška stvara odgovarajuće Bitmap-e iz subtitle podataka i kada se odgovarajući PTS dogodi, DTV programska podrška upisuje slike u bafer deljene memorije. Kada je slika upisana, koristi se mehanizam povratne funkcije da obavesti DTV Android aplikaciju da osveži objekat View od stvorenog dijaloga. Osvežavanje subtitle dijaloga uključuje slanje objekta Canvas u JNI sloj, gde se odvija stvarno iscrtavanje slike. Slika u bitmap formatu je dobavljena iz bafera deljene memorije zahvaljujući prethodno sačuvanom pokazivaču na bafer i zatim iscrtana na objekat Canvas. Ovim se završava procedura iscrtavanja. Ta procedura se ponavlja svaki put kada DTV programska podrška (na osnovu vrednosti PTS) obavesti DTV Android aplikaciju da je sledeća slika spremna za iscrtavanje. Kompletna procedura iscrtavanja je prikazana na Sl. 4.

C. MHEG realizacija

MHEG-5 je otvoreni standard za predstavljanje multimedijalnih informacija, standardizovan od strane "Multimedia and Hypermedia Experts Group" (MHEG). Najčešće se koristi kao standard za opis interaktivnih televizijskih servisa.

MHEG-5 sistem se sastoji od nekoliko delova koji su predstavljeni u [5]. MHEG-5 aplikacija koja je u suštini skup multimedijalnih i hipermedijalnih objekata se konvertuje u bitski tok i emituje preko širokopojasne mreže. Na prijemnoj strani, digitalni TV prijemnik sa slojem programske podrške pod nazivom "MHEG-5 programski modul" izdvaja pristigle podatke i prikazuje ih na ekranu TV prijemnika. Pored ovog zadatka, MHEG-5 programski modul je zadužen za interakciju sa korisnikom putem daljinskog upravljača. MHEG-5 se može koristiti za razvoj aplikacija poput: osnovnih "Crveno dugme" servisa, proširenog teleteksta, elektronskih programskih vodiča, raznih interaktivnih igrica. MHEG-5 modul je ugrađen unutar DTV programske podrške, koja ujedno sadrži i module za rukovanje teletekstom i subtitle-om.

Za prikazivanje MHEG podataka pod Android operativnim sistemom koristi se ista tehnika kao i kod realizacije teleteksta i subtitle-a. MHEG podaci se prikazuju na Android dijalogu čiji KeyListener prima događaje sa daljinskog upravljača. Nakon prijema događaja KeyListener poziva odgovarajuću funkciju DTV programske podrške. DTV programska podrška na osnovu primljenih MHEG podataka formira slike u bitmap formatu i zapisuje ih u bafer deljene memorije. Povratna funkcija je odgovorna za obaveštavanje DTV Android aplikacije o unosu nove slike u bafer deljene memorije. Nakon prijema obaveštenja, DTV Android aplikacija šalje Canvas objekat prethodno stvorenog dijaloga u JNI sloj. Slika u bitmap formatu se iscrtava na Canvas objekat u JNI sloju, kao što je prikazano na Sl. 5.



Sl. 5. Procedura iscrtavanja MHEG-a

III. ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja jedno rešenje prikaza grafičkih podataka digitalne televizije uz korišćenje C/C++ i Java programskog jezika. Ciljna platforma na kojoj je ispitivano rešenje je DTV uređaj sa Android operativnim sistemom. Pored DTV platforme, rešenje se može primeniti na uređaje sa ograničenim resursima fizičke arhitekture (mobilni telefoni, tablet računari) koji takođe rade na Android operativnom sistemu. U postupku implementacije, praćena je DVB specifikacija i korišćena je DTV programska podrška radi pribavljanja grafičkih DTV informacija iz toka podataka. Grafički elementi (teleteks, subtitle, MHEG) se pribavljaju u C kodu, dok se Java koristi samo za osvežavanje površina koje se koriste za iscrtavanje. Na ovaj način, performanse nisu degradirane i nije ugrožen odziv u realnom vremenu testiranih sistema.

LITERATURA

- [1] M. Vidakovic, N. Teslic, T. Maruna, and V. Mihic, "Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices", IEEE 30th International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, January 2012, pp. 441-442.
- [2] N. Kuzmanovic, T. Maruna, M. Savic, G. Miljkovic, D. Isailovic, "Google's android as an application environment for DTV decoder system", IEEE 14th International Symposium on Consumer Electronics (ISCE), Braunschweig, June 2010.
- [3] ETSI EN 300 706: "Enhanced Teletext Specification"
- [4] ETSI EN 300 743: Digital Video Broadcasting (DVB); Subtitling systems; v.1.3.1 (2006-07).
- [5] ETSI ES 202 184: MHEG-5 Broadcast Profile, v2.1.1 (2010-01).

ABSTRACT

This paper presents a solution for visualization of DTV related data on devices with Android OS. The main goal was to display DTV related data on Android graphical layer using native C/C++ code. We have visualized three distinctive DTV related data types: subtitles, multimedia (MHEG) and teletext information, all collected by the DTV middleware software layer. The DTV middleware is responsible for providing all of the DTV related features and is written in C/C++ native code. The Android DTV application communicates with DTV middleware through DTV Java service. The DTV Java service and the DTV middleware are connected through the JNI layer, which converts the DTV related data from C/C++ structures to Java objects and vice versa. All rendering is done in C/C++ native code which provides sufficient speed of program execution and accomplishes high-performance demands requested by our project.

VISUALIZATION OF INTERACTIVE DIGITAL TELEVISION SERVICES CONTENT IN ANDROID OPERATING SYSTEM

Marko Kovačević, Branimir Kovačević, Branimir Pavlović, Nikica Bandić



Realizacija BitTorrent klijentske aplikacije za reprodukciju multimedijalnog sadržaja u vidu toka podataka

Nenad Jovanović, Drča Srđan, Babić Nedeljko, Džakula Radomir, Tomislav Maruna

Sadržaj — Ovaj rad opisuje način na koji se BitTorrent protokol može iskoristiti za dobavljanje i reprodukciju multimedijalnog sadržaja u vidu toka podataka. Takođe je izložena jedna realizacija ovog koncepta u vidu BitTorrent klijentske aplikacije sa mogućnošću reprodukcije multimedijalnog sadržaja u vidu toka podataka tokom njegovog preuzimanja. Realizovano rešenje je testirano i prikazana je analiza njegove upotrebljivosti.

Ključne reči — BitTorrent, multimedija, reprodukcija toka podataka.

I. UVOD

BITTORRENT protokol pripada P2P (eng. *peer to peer*) familiji protokola i predstavlja jedan od retkih protokola koji su veoma uspešno ispunili većinu zahteva koje P2P mrežni model nameće – protokol je decentralizovan (nema tradicionalnih uloga klijenta i poslužioca), učesnici (eng. *peers*) u protokolu su ravnopravni, dobro rešen problem „slepih putnika“ (učesnik ne može lako da ima čistu dobit bez ulaganja u populaciju ostalih učesnika), dobra skalabilnost. Kao takav, BitTorrent protokol je stekao veliku popularnost, a svoju primenu našao u deljenju sadržaja među korisnicima. Iako je, nažalost, umnožavanje većeg dela deljenog sadržaja ilegalno, BitTorrent je uprkos tome postao najpopularniji protokol te namene. Činjenica koja govori u prilog tome jeste da je BitTorrent protokol odgovoran za preko 40% svetskog interneta sadržaja [1].

Velik deo deljenog sadržaja je multimedijalni sadržaj, odnosno audio i video. Kako u tradicionalnim realizacijama BitTorrent klijentskih aplikacija korisnik mora da sačeka da se preuzme cela datoteka pre nego što se ona može reprodukovati, velika pogodnost bi bila da se vreme čekanja korisnika do reprodukcije smanji, tj. da se deljeni sadržaj tretira kao tok podataka. Ovakva realizacija

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

Nenad Jovanović, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića, 21000 Novi Sad, Srbija, e-mail: nenad2.jovanovic@rt-rk.com

Srđan Drča, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića, 21000 Novi Sad, Srbija, e-mail: srđan.drča@rt-rk.com

Nedeljko Babić, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića, 21000 Novi Sad, Srbija, e-mail: nedeljko.babic@rt-rk.com

Radomir Džakula, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića, 21000 Novi Sad, Srbija, e-mail: radomir.džakula@rt-rk.com

Tomislav Maruna, RT-RK, Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija, e-mail: mailto:tomislav.maruna@rt-rk.com

bi znatno unapredila kvalitet doživljaja korisnika i dodatno proširila primenu ovog protokola. Iako već ima klijentskih aplikacija koje su ovaj problem probale da reše, autori smatraju da dosada viđen pristup nije bio dovoljno agresivan, pa su iz tog razloga postojeća rešenja slabo upotrebljiva.

II. BITTORRENT PROTOKOL

BitTorrent je baziran pretežno na TCP/IP familiji protokola kao i na HTTP protokolu. Da bi korisnik podelio sa drugima neki sadržaj, mora se ispoštovati određena procedura. Korisnik za sadržaj koji želi da podeli izgeneriše opisnu datoteku. Ta datoteka se nakon toga postavlja na standardan HTTP poslužilac kako bi je drugi korisnici mogli preuzeti. Opisna datoteka je neophodna kako bi klijentska aplikacija drugih učesnika mogla da dobije osnovne informacije o deljenom sadržaju. Deljeni sadržaj i učesnici koji ga među sobom dele formiraju torrent (eng. *torrent*). Najbitnija informacija koja se nalazi u opisnoj datoteci je adresa tragača – posebnog poslužioca koji je zadužen za praćenje stanja torrenta (broj učesnika, količina napravljenog saobraćaja i slična statistika) kao i da prati koji su se učesnici priključili deljenju torrenta, odnosno koji su sa deljenjem završili. Svi učesnici jednog torrenta čine njegov roj (eng. *swarm*). Nakon preuzimanja opisne datoteke, klijentska aplikacija se HTTP protokolom obrača tragaču i od njega dobija listu učesnika koji učestvuju u deljenju sadržaja i od kojih klijentska aplikacija isti sadržaj može da preuzme. Nakon ove procedure, klijentska aplikacija je priključena roju i dalja komunikacija se obavlja direktno sa ostalim učesnicima, svodi se na razmenu podataka i posvećena je deljenju sadržaja. Ova komunikacija se vrši putem Peer Wire protokola u čije detalje se neće zalaziti, jer prevazilaze obim ovog rada [2], [3].

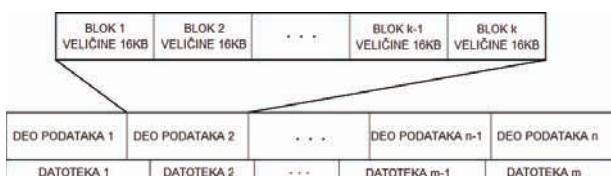
Iako BitTorrent nije jedini protokol za deljenje sadržaja, on se od ostalih P2P protokola iste namene značajno razlikuje. Pri dizajniranju protokola posebna pažnja je posvećena omogućavanju brzog umnožavanja deljenih podataka, čak i kada ti podaci dostižu veličinu od nekoliko gigabajta. Kako bi preuzimanje cele datoteke pre njenog daljeg deljenja bilo neefikasno za masovno deljenje saržaja, celokupni deljeni sadržaj se logički deli na delove jednakе veličine (gde se veličina jednog dela kreće između 64 kilobajta i 4 megabajta). Na ovaj način, svaki učesnik je izvor podataka i pre nego što preuzme ceo sadržaj torrenta, a izvor može postati vrlo brzo nakon ulaska u roj, tj. čim

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Nenada Jovanovića. Mentor je bio prof. dr Nikola Teslić.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2012.

preuzme bar jedan deo [4].

Delovi se dalje logički dele u blokove veličine 16 kilobajta i u tom obliku se razmenjuju među korisnicima. Ovo omogućava da se blokovi istog dela traže od različitih učesnika i time povećava brzina preuzimanja podataka. Praksa je da se jedan blok zahteva od jednog učesnika kako bi se izbegao nepotreban višak saobraćaja, ali postoje odstupanja. Blokovi se razmenjuju na principu zahtev – odgovor putem Peer Wire protokola. Istovremeno zahtevanje različitih blokova iz istog ili različitih delova je prepričeno, jer se time povećava ukupna brzina preuzimanja. Izložena logička struktura torrenta detaljnije je prikazana na Sl. 1.



Sl. 1. Prikaz logičke strukture podataka unutar torrenta

Svaka klijentska aplikacija odlučuje sama o tome kojim redom će preuzimati delove od drugih učesnika. Sama specifikacija protokola ne definiše kojim redosledom se delovi moraju preuzimati, ali radi najefikasnijeg umnožavanja sadržaja prepričuje se algoritam „prvo najređi“ (eng. *rarest first*) [5]. Suština ovog algoritma je da klijentska aplikacija prati koje delovi koji učesnik ima (ova informacija se dobavlja ranije pomenutim Peer Wire protokolom) i uvek zahteva one delove koji su u roju najređi, tj. one delove koji se najređe javljaju kod ostalih korisnika. Time se obezbeđuje mnogo bolja pokrivenost celog sadržaja među učesnicima kao i to da je šansa da nekog dela u roju nestane vrlo mala.

III. KONCEPT I REALIZACIJA

Prethodno navedene odlike BitTorrent protokola čine ga vrlo efikasnim u umnožavanju deljenih podataka. Međutim, zbog tih istih odlika, korisnik je uglavnom primoran da sačeka da se preuzme kompletan sadržaj torrenta pre nego što je u stanju da bilo kojem od njih pristupi. Kako redosled preuzimanja delova nije unapred poznat, do završetka preuzimanja korsnik nije siguran da li nekoj datoteci može da pristupi ili ne. Omogućavanje preuzimanja delova sadržaja redom bi omogućilo korsniku da podacima pristupa mnogo ranije, a pogodnost ovoga posebno se odražava kod preuzimanja multimedijalnog sadržaja kada reprodukcija može početi mnogo ranije nego kod tradicionalnih rešenja.

Ako bi se prethodna funkcionalnost omogućila, dodatni problem predstavlja činjenica da BitTorrent protokol ne garantuje uspešno preuzimanje sadržaja, a pogotovo ne garantuje brzinu preuzimanja podataka. Ovo za posledicu ima to da postoji velika nesigurnost u tome da li će svaki deo biti uspešno preuzet na vreme. Ovi faktori se tokom jednog preuzimanja sadržaja često menjaju i zavise od karakteristika samog roja (npr. broj učesnika, raspoloživost delova), kao i od karakteristika svakog od

pojedinačnih učesnika (npr. brzina slanja podataka svakog od učesnika).

Da bi se multimedijalni podaci koji se dele torrentom mogli posmatrati i reproducirati kao tok podataka, potrebno je efikasno rešiti oba prethodno navedena problema.

Uzrok prvog problema nalazi se u algoritmu „prvo najređi“, tj. u tradicionalnom algoritmu određivanja redosleda preuzimanja. Implementacijom odgovarajućeg algoritma, delovi torrenta bi se mogli preuzimati redom, bez velikih posledica po brzinu preuzimanja. U realizovanoj klijentskoj aplikaciji, primenjen je algoritam čije objašnjenje sledi. Umesto preuzimanja delova koji su najređi, svi delovi se posmatraju kroz „okvir“ širine 20 nepreuzetih delova, tj. okvir čine samo nepreuzeti delovi. Ovo je neophodno, jer je redosled pristizanja delova unutar okvira nepoznat, pa prvi preuzet deo ne mora nužno biti i prvi po redosledu. Istovremeno se mogu zahtevati samo blokovi delova koji se nalaze u „okviru“. Na ovaj način se umereno prisiljava preuzimanje delova odgovarajućim redosledom uz održavanje određene fleksibilnosti radi postizanja veće brzine. Detaljniji prikaz „okvira“ izložen je na Sl.2. U slučaju da „okvir“ postane preuzak, tj. da njegova veličina uzrokuje pad brzine, širina okvira se povećava dok ne zadovolji raspoloživu propusnost. Ovaj algoritam bi mogao uticati na sposobnost roja da brzo umnožava podatke, ako bi velik deo roja činili učesnici sa klijentskim aplikacijama ovog tipa, ali ako se usvoji pretpostavka da oni čine manjinu roja (što je, uvezši rasprostranjenost tradicionalnih klijentskih aplikacija, verovatno tačno), ovaj problem je znatno manji.



Sl. 2. Prikaz „okvira“ tokom preuzimanja delova podataka

Kako bi se što više osiguralo dobavljanje delova na vreme, u realizovanoj klijentskoj aplikaciji implementirano je nekoliko mehanizama. Prvi od njih je dodela prioriteta delovima. Ukoliko vreme preuzimanja najprimarnijeg dela (prvog dela u „okviru“) pređe definisanu granicu (u našem slučaju to vreme je dvostruko vreme reprodukcije tok dela) njegov prioritet se podiže. Podizanjem prioriteta nekog dela dozvoljava se da se blokovi tog dela traže od dodatnog učesnika. To znači da prioritet u stvari označava od koliko dodatnih učesnika se blokovi dela mogu zahtevati. U slučaju da neko od učesnika ne odgovara na zahteve, ovim mehanizmom se ovaj problem rešava, jer će blok ubrzo biti zahtevan od nekog drugog. Po preuzimanju bilo kog od blokova dela čiji je prioritet prethodno uvećan, svim ostalim učesnicima od kojeg je taj blok zahtevan šalje se otakaz zahteva kako bi se višak saobraćaja smanjio na minimum.

Tokom učešća u deljenju sadržaja, prati se statistika aktivnosti učesnika sa kojim je veza uspostavljena, gde je najbitniji podatak količina podataka koja je od svakog učesnika preuzeta. Prilikom odabira učesnika kojem će se

poslati zahtev za blok, ovi podaci se uzimaju u obzir i prioritet uvek imaju oni učesnici koji se prethodno bili najaktivniji. Shodno tome, ako učesnik nije bio aktivan određeno vreme, veza sa njim se prekida i zahtevi upućeni njemu se ponovo šalju drugim učesnicima.

Kao deo aplikacije realizovan je i jednostavan modul za reprodukciju preuzetog sadržaja, kao i algoritam koji reprodukciju reguliše - zaustavlja je kada nema dovoljno podataka, odnosno ponovo pokreće kada se podaci dobave. Algoritam je vrlo jednostavan i nije mu posvećena velika pažnja – kada se preuzme 10% ukupnog sadržaja pokreće se reprodukcija, ako razlika između količine podataka iskorištenih za reprodukciju i količine preuzetih podataka padne ispod 1% ukupne veličine podataka reprodukcija se zaustavlja i ne pokreće se ponovo dok se ova razlika ne popne iznad 2%.

Platforma na kojoj je realizovana klijentska aplikacija je PC Linuks (distribucija Ubuntu 11.04), ali kako se jedina zavisnost od platforme nalazi u modulu za reprodukciju, rešenje je lako portabilno na druge platforme, pogotovo platforme bazirane na Linuks operativnom sistemu.

IV. TESTIRANJE I REZULTATI

Cilj testiranja je bio da se pokaže da li je i ako jeste, koliko je klijentska aplikacija realizovana na ovaj način upotrebljiva. Velika pažnja posvećena je stepenu kvaliteta doživljaja korsinika, pa je većina testova posvećena merenju ovog aspekta. Kvalitet doživljaja korisnika se smatra maksimalnim ako pauza u reprodukciji tokom preuzimanja sadržaja nije bilo. Takođe, vreme do početka reprodukcije mora biti manje od 180 sekundi.

Kako su bitske brzine audio sadržaja pretežno male, akcenat testiranja je bio na video sadržaju. Testiranje je vršeno u relativno kontrolisanom okruženju. Za ograničavanje protoka klijentske aplikacije korišćena je aplikacija Wondershaper, a maksimalna propusnost veze bila je 10 Mbps za preuzimanje podataka i 1 Mbps za slanje podataka.

Tokom testiranja, analizirano je tri aspekta performansi aplikacije:

- zavisnost kvaliteta doživljaja korisnika od odnosa propusnosti veze i bitske brzine video sadržaja
- ponašanje aplikacije u rojevima sa različitim karakteristikama
- mogućnost razvijanja dovoljno velike brzine preuzimanja podataka za kontinualnu reprodukciju video sadržaja

Važno je napomenuti da svaki priložen rezultat predstavlja prosek tri različita merenja.

A. Zavisnost kvaliteta doživljaja korisnika od odnosa propusnosti veze i bitske brzine video sadržaja

Testiranje ovog aspekta performansi je vršeno tako što se sadržaj jednog istog trena preuzima više puta, ali sa različitim ograničenjima na propusnost saobraćaja aplikacije. Sadržaj trena koji se koristio u ovom testiranju ima sledeće karakteristike: veličina sadržaja je 340 megabajta, trajanje reprodukcije 2597 sekundi (43 minuta i 17 sekundi), prosečna bitska brzina je 1072 kbps.

Roj trena je imao veliku populaciju od 1246 učesnika sa kompletim sadržajem (eng. *seeder*) - koji su posvećeni samo slanju podataka drugim učesnicima, i 25 učesnika sa delimičnim sadržajem (eng. *leecher*) koji istovremeno preuzimaju i šalju podatke.

Rezultati ovog testa prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Srednje vrednosti posmatranih parametara tokom testiranja zavisnosti kvaliteta doživljaja korisnika od odnosa propusnosti veze i bitske brzine sadržaja

POSTAVLJENO OGRANIČENJE BRZINE	VREME DO POČETKA REPRODUKCIJE	ZBIR SVIH PAUZA TOKOM REPRODUKCIJE	UKUPAN BROJ PAUZA TOKOM REPRODUKCIJE
1300 kbit/s	290,33 s	297,33 s	8
1500 kbit/s	222,66 s	147,33 s	2,66
1800 kbit/s	154,33 s	21,33 s	0,66
2000 kbit/s	120 s	0 s	0

Rezultati pokazuju da propusnost veze mora biti značajno veća od bitske brzine samog sadržaja kako bi kvalitet doživljaja korisnika bio visok. Uzrok ovome jesu stalne oscilacije i nedeterminističnost roja i ostalih učesnika. Kada brzina preuzimanja opadne ispod bitske brzine sadržaja, potrebna je značajno veća brzina da bi se gubitak nadoknadio i kvalitet doživljaja zadržao.

B. Ponašanje aplikacije u rojevima sa različitim karakteristikama

Pod karakteristikama roja podrazumeva se broj učesnika u roju kao i odnos učesnika sa kompletним i delimičnim sadržajem. Za ovaj test korišćeno je nekoliko različitih trena. Karakteristike njihovih sadržaja prikazane su u Tabeli 2.

Tabela 2. Karakteristike video sadržaja trena korišćenih za testiranje aplikacije u rojevima sa različitim karakteristikama

UKUPNA VELIČINA SADRŽAJA	TRAJANJE REPRODUKCIJE SADRŽAJA	PROSEČNA BITSKA BRZINA SADRŽAJA
529 MB	1389 s (23 min i 9 s)	3120 kbit/s
354 MB	2554 s (42 min i 34 s)	1135 kbit/s
421 MB	2613 s (43 min i 33 s)	1320 kbit/s
148 MB	1431 s (23 min i 51 s)	847 kbit/s

Prilikom ovog testa propusnost aplikacije nije ograničavana. Karakteristike roja odgovarajućih trena i rezultati testiranja su prikazani u Tabeli 3.

Tabela 3. Karakteristike roja testiranih trena i srednje vrednosti praćenih parametara tokom testova

BROJ KORISNIKA SA KOMPLETNIM / DELIMIČNIM SADRŽAJEM	VREME DO POČETKA REPRODUKCIJE	ZBIR SVIH PAUZA TOKOM REPRODUKCIJE	UKUPAN BROJ PAUZA TOKOM REPRODUKCIJE
730/10	72,66 s	0	0
320/407	67,33 s	0	0
55/114	160	0	0
12/1	231,33 s	>1431	38,33

Iz priloženih rezultata može se videti da se realizovana aplikacija dobro pokazala u većini uslova i da je u svim

osim u poslednjem slučaju kvalitet doživljaja korisnika visok. U poslednjem slučaju, iako je kompletan sadžaj uspešno preuzet, razvijena brzina nije bila dovoljna za kontinualnu reprodukciju. Ovo se jednostavno objašnjava nedostatkom izvora za preuzimanje podataka.

C. Mogućnost razvijanja dovoljno velike brzine preuzimanja podataka za kontinualnu reprodukciju video sadržaja

Ovaj aspekt performansi aplikacije opisuje da li je razvijena klijentska aplikacija u stanju da razvije dovoljnu brzinu preuzimanja podataka za kontinualnu reprodukciju video sadržaja većih bitskih brzina, a posebno sadržaj HD rezolucije. Za ovu analizu iskoristiće se rezultati testova iz prethodnog odeljka.

Rezultati testiranja prvi tri torrenta pokazuju da je aplikacija bila uspešna u postizanju minimalne prosečne brzine. Poseban slučaj je prvi torrent čiji video sadržaj ima rezoluciju 1080p sa 23,8 slike u sekundi, kodovan H.246 koderom koji je takođe uspešno reproducovan bez prekida. Treba napomenuti da je aplikacija u ovom slučaju razvila brzinu preuzimanja od 9500 kbps, tj. uspešno je iskoristila 95% propusnosti veze. Iz ovoga se može zaključiti da je aplikacija u stanju da preuzima i reprodukuje video sadržaj velikih bitskih brzina sa visokim kvalitetom doživljaja korisnika, ako to uslovi dozvoljavaju (karakteristike roja, propusnost veze itd.).

Nakon prethodne analize performansi aplikacije, treba istaći da je uspeh aplikacije i dalje u velikoj meri nedeterminističan, jer kao i sam BitTorrent protokol u mnogome zavisi od spoljašnjih uslova [6]. Takođe je važno napomenuti da razvijena klijentska aplikacija pravi veoma mali dodatni saobraćaj tokom preuzimanja sadržaja i on ni u jednom slučaju nije prelazio 2,5% ukupne veličine sadržaja.

V. ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da, iako su uslovi rada aplikacije nedeterministički, ona svoju namenu obavlja uspešno,

kada za to postoje uslovi koji sami po sebi nisu previše zahtevni. Aplikacija u lošijim uslovima ima smanjenu upotrebnu vrednost, u poređenju sa tradicionalnim BitTorrent klijentskim aplikacijama, ali sa daljom analizom u unapređenjem izloženih algoritama, i ovaj problem se može svesti na minimum. Pogotovo velik prostor za napredak postoji u unapređenju algoritma za kontrolu reprodukcije, čijim bi se unapređenjem kvalitet doživljaja korisnika znatno unapredio.

LITERATURA

- [1] Hendrik Schulze, Klaus Mochalski: *Internet Study 2008/2009*, ipoque, Leipzig, Germany, 2009.
- [2] Zvanična specifikacija BitTorrent 1.0 protokola i njegovih proširenja, <http://www.bittorrent.org/>, učitano 18.07.2012.
- [3] Nezvanična, ali detaljnija specifikacija BitTorrent 1.0 protokola, <http://wiki.theory.org/BitTorrentSpecification>, učitano 18.07.2012.
- [4] Bram Cohen: *Incentives Build Robustness in BitTorrent*, Berkeley, USA, Jun 2003.
- [5] Arnaud Legout, G. Urvoy-Keller and P. Michiardi: *Rarest First and Choke Algorithms Are Enough*, INRIA, Sophia Antipolis, Septembar 2006.
- [6] M. Izal, G. Urvoy-Keller, E.W. Biersack, P.A. Felber, A. Al Hamra, and L. Garc'es-Erice: *Dissecting BitTorrent: Five Months in a Torrent's Lifetime*, PAM '04, Antibes Juan-les-Pins, France, April 2004.

ABSTRACT

This paper describes a way of using BitTorrent protocol for streaming playback of multimedia content. The paper also presents one solution of a BitTorrent stream player client application based on the concept presented. The realised application was tested and the utility value of the application was analyzed.

ONE SOLUTION FOR A BITTORRENT STREAM PLAYER CLIENT APPLICATION

Nenad Jovanović, Drča Srđan, Babić Nedeljko,
Džakula Radomir, Tomislav Maruna



Jedna implementacija klijenta za dinamički adaptivan prenos podataka preko HTTP protokola

Krsto Lazić, Milena Milošević, Goran Miljković, Nikola Ikonić, Jelena Kovačević, Member, IEEE

Sadržaj — Ovaj rad opisuje implementaciju klijenta za adaptivan prenos podataka preko HTTP protokola na Android baziranoj DTV platformi. U narednom izlaganju biće predstavljen način implementacije dva ključna standarda za adaptivan prenos podataka: HTTP Live Streaming i MPEG DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP). Fokus ovog rada je na implementaciji modularne strukture koja omogućava kontrolu prenosa podataka korišćenjem jednostavne adaptacione logike sa posebnim naglaskom na jednostavnost sprege između modula kako bi se olakšala integracija naprednih adaptacionih algoritama.

Ključne reči — Android, HTTP Live Streaming, MPEG DASH

I. UVOD

DOSTAVLJANJE video sadržaja preko Interneta započelo je devedesetih godina prošlog veka i na samom početku kao glavni izazovi postavili su se vremenski zahtevi i velika količina podataka koju je potrebno dostaviti. Kao odgovor na ove zahteve dizajniran je protokol (Real-time Transport Protocol – RTP) koji definiše formate audio i video paketa, kao i rukovođenje sesijom koja omogućava prenos ovih paketa sa malom količinom redundantnih podatka. RTP se pokazao kao dobar protokol za upravljanje mreže (eng. *Managed Networks*). Međutim, u današnjem Internetu ova vrsta mreža zamjenjena je mrežama za dostavu sadržaja (eng. *Content Delivery Networks*) od kojih mnoge ne podržavaju prenos video i audio toka preko RTP protokola. Uz to, RTP paketima nije dozvoljen prolaz kroz mnoge sisteme zaštite u mreži. Konačno, prenos video i audio toka preko RTP protokola zahteva da poslužilac održava posebne sesije za svakog od klijentata što čini širokopojasne dostave veoma zahtevnim i intenzivnim po pitanju resursa.

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 32014.

Krsto Lazić, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon 381-64-6223274, e-mail: krsto.lazic@rt-rk.com)

Milena Milošević, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon 381-65-6352767, e-mail: milena.milosevic@rt-rk.com)

Goran Miljković, RT-RK, Novi Sad, Srbija; (e-mail: goran.miljkovic@rt-rk.com)

Nikola Ikonić, RT-RK, Novi Sad, Srbija; (e-mail: nikola.ikonic@rt-rk.com)

Jelena Kovačević, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: jelena.kovacevic@rt-rk.com)

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Krste Lazića. Mentor je bio prof. dr Nikola Teslić.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2012.

Sa povećanjem protoka u Internetu, značaj dostavljanja video i audio podataka u malim paketima je umanjen. Multimedijalni sadržaji sada mogu biti efikasno dostavljeni u većim delovima korišćenjem HTTP protokola [1]. Prenos video i audio toka preko HTTP protokola ima nekoliko prednosti. Prvo, infrastruktura Interneta je napredovala dovoljno da može efikasno da podrži HTTP. Na primer, mreže za dostavu sadržaja obezbeđuju lokalno privremeno čuvanje podataka (eng. *caching*), što smanjuje saobraćaj na duge razdaljine. Takođe, HTTP je prijateljski nastrojen prema sistemima zaštite u mreži. Tehnologija HTTP poslužioca je efikasna po pitanju cene, što prenos video i audio toka milionima korisnika čini isplativim. Drugo, kod HTTP prenosa toka podataka, klijent rukovodi prenos bez potrebe za održavanjem sesije na strani poslužioca. Samim tim, opsluživanje velikog broja klijentata ne predstavlja dodatni trošak.

Ipak, prenos video i audio sadržaja preko Interneta još uvek nije dostigao potencijalni nivo razvoja. Jedan razlog je to što je danas svaka komercijalna platforma zatvoren sistem sa svojim formatima sadržaja i protokola prenosa toka podataka. Drugim rečima, ne postoji interoperabilnost između uređaja i poslužilaca različitih proizvođača. Nedavno obavljene studije [2] predviđaju da će u skoroj budućnosti video sadržaj predstavljati većinu Internet saobraćaja. Kako bi ovo bilo omogućeno, potrebno je da se usvoji standard koji obezbeđuje interoperabilnost između različitih poslužilaca i uređaja. Dostizanje takve interoperabilnosti je od instrumentalnog značaja za rast tržišta, jer zajednički ekosistem sadržaja i usluga će moći da snabdeva širok pojas uređaja kao što su personalni računari, televizori i drugi prijemnici digitalnog televizijskog signala (eng. *set-top boxes*), prenosivi računari, igračke konzole i mobilni telefoni. Protokoli za dinamički adaptivan prenos podataka HLS (HTTP Live Streaming) [3] i MPEG DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) [4][5] razvijeni su upravo radi toga, ali i da bi odgovorili na potrebu poboljšanja kvaliteta usluge prenosa medija podataka preko HTTP protokola.

MPEG DASH i HLS su tehnologije za dinamički adaptivni prenos podataka čija je namena da podrži model prenosa toka podataka u kom se kontrola sesije nalazi isključivo na klijentskoj strani. Standardni poslužioci od kojih se zahtevaju podaci ne moraju da budu svesni specifičnosti MPEG DASH ili HLS tehnologije.

U ovom radu dat je prikaz implementacije ova dva

standarda na DTV platformi zasnovanoj na Android operativnom sistemu [6][7] sa ciljem da se poboljša kvalitet usluge prilikom prenosa audio i video toka podataka. Ciljna platforma je Marvell BG2 Soc zasnovana na procesoru ARM familije: Marvell ARMADA 1500.

II. MPEG DASH STANDARD

MPEG DASH standard definiše način da se klijentu predstavi skup različitih bitskih brzina toka podataka zajedno sa informacijama potrebnim za odabir odgovarajuće alternative. Ovim standardom su takođe definisani i formati datoteka pogodni za adaptivan prenos. Formati datoteka omogućavaju efikasno i glatko preključivanje između tokova podataka što omogućava klijentu da se adaptira na promenljive uslove u mreži bez zaustavljanja reprodukcije.

Multimedijalni sadržaj se proizvodi i skladišti na strani poslužioca i prenosi se putem HTTP protokola. Sadržaj se na strani poslužioca sastoji iz dva dela: opisa medija prezentacije (MPD), koji opisuje dostupni sadržaj, njegove različite alternative, URL adrese i druge karakteristike; i segmenata, koji sadrže tok medija podataka u formi skupa disjunktnih delova u jednoj ili više datoteka.

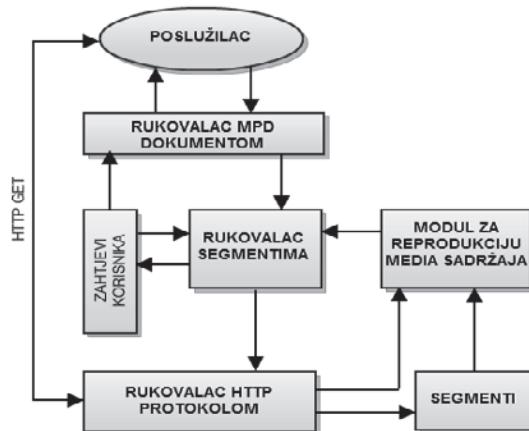
Kako bi započeo reprodukciju sadržaja DASH klijent prvo mora da dobavi MPD dokument. Parsiranjem MPD dokumenta klijent saznaće informacije o dostupnosti medija sadržaja, tipovima sadržaja, vremenskim ograničenjima, rezolucijama, minimalnim i maksimalnim propusnim opsezima, postojanju različitih enkodovanih alternativa medija komponenti, lokacijama sadržaja u mreži i drugim karakteristikama. Pomoću ovih informacija DASH klijent odabira odgovarajuću enkodovanu alternativu i započinje dobavljanje toka podataka HTTP GET zahtevima.

Klijent odabira adaptacione skupove koji odgovaraju njegovom okruženju na osnovu informacija ponuđenih u svakom adaptacionom skupu. U okviru svakog adaptacionog skupa klijent odabira jednu određenu reprezentaciju, tipično na osnovu propusnog opsega u mreži ali takođe uzimajući u obzir i sposobnosti dekodovanja i prikazivanja modula za reprodukciju medija sadržaja. Zatim stvara listu segmenata za svaku od reprezentacija, da bi unapred bio poznat redosled segmenata kao i sve informacije koje su potrebne da bi se formirao HTTP GET zahtev. Klijent na osnovu generisane liste segmenata šalje zahteve za segmentima HTTP poslužiocu.

Nakon odgovarajućeg prikupljanja podataka u memoriju (eng. *buffering*) koje je neophodno kako bi se umanjio uticaj varijacija protoka u mreži, klijent nastavlja dobavljanje sledećih segmenata, a pri tom vrši i posmatranje fluktuacija propusnog opsega mreže. Zavisno od izmerenih promena u propusnom opsegu i pomoću adaptacione logike klijent odlučuje da li će nastaviti sa dobavljanjem segmenata iste bitske brzine ili neke od dostupnih bitskih brzina koja više odgovara stanju propusnog opsega u mreži. Segmenati različitih bitskih brzina su poravnati u vremenu tako da je omogućeno glatko preključivanje sa jedne alternative na drugu.

III. IMPLEMENTACIJA MPEG DASH STANDARDA

U ovom rešenju posebna pažnja je posvećena pronalaženju optimalnog načina modularizacije kako bi se došlo do elegantnog i logički korektnog rješenja koje ostavlja prostor za eventualnu nadogradnju ukoliko se ukaže potreba za tim i čiju valjanost je moguće bez poteškoća ispitati. Takođe, veliki trud je uložen da rešenje bude što je više moguće nezavisno od fizičke arhitekture i sistemskog programske podrške kako bi se obezbedila prenosivost na različite platforme. Slika 1 ilustruje modularnu strukturu implementacije MPEG DASH protokola.



Sl. 1. Model rešenja MPEG DASH klijenta

Zahtevi korisnika predstavljaju spregu između korisnika i DASH klijenta. DASH klijent nastoji da ispunji zahteve korisnika, ali ako nije u mogućnosti da to uradi, bilo zbog nemogućnosti modula za reprodukciju medija sadržaja da isprati takve zahteve, bilo zbog nepostojanja odgovarajućeg sadržaja na strani poslužioca, DASH klijent će pregovarati sa korisnikom o alternativama ili će se potruditi da što približnije ostvari njegove zahteve.

Rukovalac MPD dokumentom zadužen je za dobavljanje samog MPD dokumenta i njegovo parsiranje.

Funkcionalnost rukovaoca HTTP protokolom se ogleda u efikasnom dobavljanju segmenata od HTTP poslužioca. Sprega ovog modula je jednostavna i svodi se na to da mu je potrebno obezbediti URL i, ako je moguće, bajt opseg segmenta koji treba dobaviti kako bi on mogao biti zatražen od HTTP poslužioca. Odgovor HTTP poslužioca koji sadrži traženi segment se smešta na zadatu lokaciju u memoriji. Dodatna funkcionalnost ovog segmenta se odnosi na merenje protoka u mreži i praćenje popunjenoštiti memorije za privremeno čuvanje podataka (eng. *buffer*), što je neophodno kako bi se mogla implementirati odgovarajuća adaptaciona logika.

Rukovalac segmentima je centralni modul u okviru ovog rešenja. Njegova funkcionalnost se ogleda u stvaranju liste segmenata, odabiru segmenta i formirajući zahteva koji se prosleđuju rukovaocu HTTP protokolom kako bi segmenti bili dobavljeni. U okviru ovog modula nalazi se i modul zadužen za implementaciju adaptacione logike.

Adaptaciona logika je deo klijenta koji nije specificiran MPEG DASH standardom. Od ovog modula najviše zavisi kakav će biti kvalitet usluge koja se pruža korisniku.

Napredni adaptacioni algoritmi su uglavnom kompleksni i predstavljaju zasebnu oblast istraživanja koja izlazi van okvira ovog rada. Posebna pažnja posvećena je sprezi prema ovom modulu kako bi se pojednostavilo ugrađivanje bilo kog adaptacionog algoritma u postojeće rešenje. Ulaz u ovaj modul je merenje izvršeno od strane rukovaoca HTTP protokolom koje se odnosi na stanje protoka u mreži, i popunjenoš memorije za privremeno čuvanje podataka. Cilj je da se odabir bitske brzine sledećeg segmenta koga treba dobiti prilagođava stanju protoka u mreži i stanju memorije za privremeno čuvanje podataka a da se pri tom korisniku pruži što kvalitetniji medija sadržaj. Rezultat adaptacionog algoritma je bitska brzina sledećeg segmenta koji treba dobiti.

Modul za reprodukciju je specifičan po tome što jedini zavisi od fizičke arhitekture. Sastoji se iz dva podmodula, dekodera i podmodula za prikaz sadržaja. Ovim rešenjem je predviđeno da jedina sprega sa modulom za reprodukciju medija sadržaja bude specijalno izdvojeni segment u memoriji iz koga će ovaj modul cirkularno citati medija podatke i reprodukovati ih.

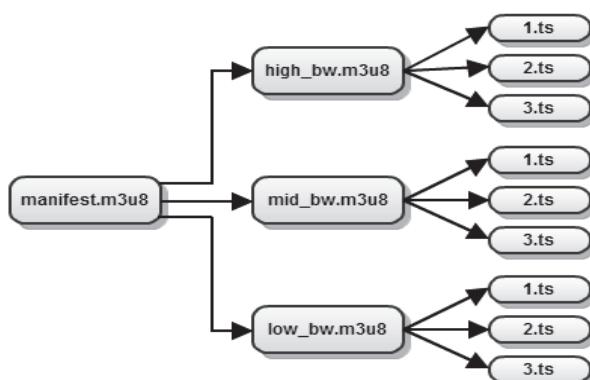
IV. HTTP LIVE STREAMING STANDARD

Android kao OS od verzije 3.0 pa naviše podržava veći deo funkcionalnosti HTTP Live Streaming-a. Obzirom da se koristi Android koji je prilagođen za Marvell BG2 SoC platformu, javlja se problem kod korišćenja ugrađenog Androidovog programa za reprodukciju slike i zvuka (eng. *player*) za HTTP Live Streaming, jer se kod njega dekodovanje vrši u okviru programske podrške. Iz tog razloga u ovoj realizaciji DTV platforme zasnovane na Android OS, ugrađeni program za reprodukciju slike i zvuka se ne koristi, već se koristi program za reprodukciju koji je specifičan za samog proizvođača i podržava dekodovanje toka podataka u okviru same fizičke arhitekture što doprinosi na brzini.

HTTP Live Streaming je protokol za prenos ograničenog ili videa na zahtev-VOD (eng. *Video on Demand* – prethodno snimljeni sadržaj) i neograničenog (eng. *live broadcast* – emitovanje uživo) toka podataka.

HTTP Live Streaming se zasniva na HTTP protokolu, što pruža mogućnost korišćenja standardnih HTTP poslužilaca i standardnih HTTP poslužilaca posrednika (ili jeftinih poslužilaca uopšte) za isporuku slike i zvuka, tako da slika i zvuk mogu biti isporučeni sa bilo koje standardne mreže poslužilaca. Ovo podrazumeva korišćenje postojeće infrastrukture, što smanjuje operativne troškove. Iz ovog proizilazi da se sva logika nalazi na klijentskoj strani programske podrške (program za reprodukciju).

Audio i video sadržaj se deli u serije kratkih datoteka (eng. *Media segment files*, u daljem tekstu MSF). Trajanje MSF-ova je obično 5-10 sekundi. MSF-ovi se skladište na poslužioce, zajedno sa tekstualnom indeksnom datotekom sa ekstenzijom .m3u8. Indeksna datoteka upućuje program za reprodukciju na druge indeksne datoteke koje sadrže putanje do MSF-ova različitih bitskih brzina, kao što je prikazano na Slici 2.

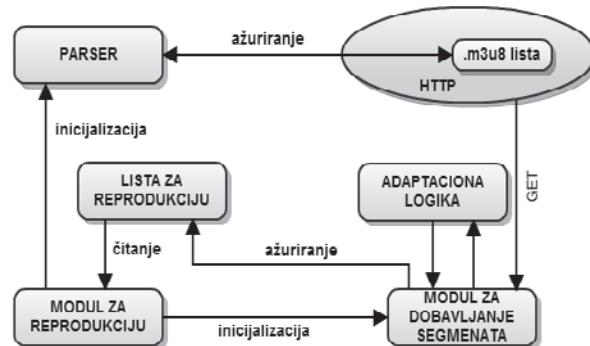


Sl. 2. Struktura indeksne datoteke

URL indeksne datoteke se objavljuje na poslužiocu. Klijentska programska podrška čita indeksnu datoteku, zatim zahteva MSF-ove redom kako su izlistani u indeksnoj datoteci i prikazuje ih bez pauza ili praznina između tih delova.

V. IMPLEMENTACIJA HTTP LIVE STREAMING STANDARDA

Na Slici 3 su prikazani najznačajniji funkcionalni elementi pod sistema realizovanog na DTV platformi zasnovanoj na Android operativnom sistemu: Parser, Adaptaciona logika (Adaptation logic – logika za prelazak sa jednog na drugi propusni opseg), Element za dobavljanje datoteka preko HTTP-a, Lista za reprodukciju (koja sadrži MSF-ove za reprodukciju) i Modul za reprodukciju (specifičan za proizvođača).



Sl. 3. Funkcionalni elementi HTTP Live Streaming pod sistema

Prvobitno klijent dobavlja datoteku sa .m3u8 ekstenzijom (proširena .m3u ekstenzija) u daljem tekstu .m3u8 lista za reprodukciju. Parsirajući listu za reprodukciju klijent saznaće podatke o dostupnim bitskim brzinama sadržaja, tipu sadržaja za reprodukciju, maksimalnom trajanju MSF-ova, da li je tok podataka ograničen ili ne, da li postoje druge predstave istog saržaja i druge relevantne informacije. Zahvaljujući pomenutim informacijama klijent započinje dobavljanje MSF-ova preko HTTP GET upita i počinje sa prikazom sadržaja. Ako je tok podataka neograničen, web poslužilac periodično dodaje informacije o novim MSF-ovima u .m3u8 listu za reprodukciju. Klijent takođe periodično učitava .m3u8 listu za reprodukciju kako bi dobio nove MSF-ove. Učitavanje se ponavlja svakih n sekundi, gde n predstavlja

dužinu trajanja jednog MSF-a.

Modul za dobavljanje datoteka preko HTTP-a (eng. Segment downloader) meri dostupni propusni opseg i prema realizovanom adaptacionom algoritmu odlučuje da li se prelazi na viši ili niži propusni opseg ili se ostaje na trenutnom. Upravo zbog toga što je adaptaciona logika realizovana kao poseban modul postoji mogućnost lakog prelaska na drugu logiku za prilagođavanje.

Adaptaciona logika brine o dva zahteva: Reprodukcija sadržaja ne sme biti zaustavljena i prelazak na odgovarajući nivo kvaliteta se mora izvesti što je brže moguće. Zaustavljena reprodukcija ukazuje na pogrešan izbor nivoa kvaliteta za reprodukciju. Kako bi se verifikovala realizacija realizovana je samo jednostavna adaptaciona logika. Prvi realizovani algoritam uzimao je u obzir samo poslednje merenje dostupnog propusnog opsega, što je rezultovalo najboljim iskorišćenjem propusnog opsega, ali takođe i velikom osetljivošću na promene u dostupnom propusnom opsegu. Ovo je dovodilo do izbora prevelike bitske brzine u slučajevima velikih i naglih promena protoka. Da bi se ispunili zahtevi, ovaj jednostavni algoritam je prepravljen. Prelazak sa višeg na niži nivo kvaliteta ostaje isti, dok se prelazak sa nižeg na viši vrši postepeno, nivo po nivo.

Lista za reprodukciju sadrži putanje do MSF-ova koji se dobavljeni. Modul za reprodukciju čita putanje jednu po jednu i reproducuje njihov sadržaj. Korišćen je već postojeći modul za reprodukciju koji je specifičan za samog proizvođača.

Da bi modul za reprodukciju bio u mogućnosti da reproducuje dati sadržaj, uvedene su neke izmene u pomenuti modul. Izmene su bile neophodne kako bi program za reprodukciju znao rukovati putanjom koja u sebi sadrži .m3u8 i komunicirati sa drugim funkcionalnim elementima podsistema.

Kod realizovanja podsistema u okviru klijentske programske podrške ideja je da se ne uvodi nova sprega prema krajnjem korisniku već se zadržava postojeća, što omogućava korisnicima laku upotrebu na način na koji su već navikli. Sve što je potrebno da bi puštali video preko HTTP Live Streaming-a je da kao putanju proslede URL koji se odnosi na HTTP Live Streaming tamo gde su do sada prosleđivali putanju do drugog video sadržaja. Dalji način rukovanja je identičan kao i kod reprodukcije slike i zvuka bilo kog tipa.

VI. ZAKLJUČAK

Poseban značaj ovog rada ogleda se u tome što predstavlja jednu od prvih implementacija MPEG DASH

standarda u Android operativnom sistemu, ali i na ugrađenim platformama uopšte. HTTP Live Streaming je trenutno najpopularniji standard za dinamički adaptivan prenos podataka, ali je realno očekivati da će u skroj budućnosti biti MPEG DASH jer je osmišljen da bi zamenio postojeće standarde i rešio problem njihove međusobne nekompatibilnosti.

Ostavljen je prostor za nadogradnju koji se najviše odnosi na implementaciju naprednih adaptacionih algoritama koji bi doprineli poboljšanju kvaliteta usluge.

LITERATURA

- [1] R. Fielding, UC Irvine, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk, L. Masinter, P. Leach and T. Berners-Lee, Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1 IETF Network Working Group, Request for Comments: 2616, April 1999.
- [2] M. Nicosia, Jaak Defour, Richard Medcalf, David Parsons, Gaetano Pellegrino, Scott Puopolo, Stuart Taylor, "Internet Video: New Revenue Opportunity for Telecommunications and Cable Providers", Cisco Internet Business Solutions Group, July 2010.
- [3] R. Pantos, HTTP Live Streaming: draft-pantos-http-live-streaming-07, 2009.
- [4] T. Stockhammer, TS 26.247 Transparent End-to- End Packet-Switched Streaming Service (PSS), Progressive Download and Dynamic Adaptive Streaming over HTTP, 3GPP, June 2011.
- [5] ISO/IEC CD 23001-6: Information technology – MPEG systems technologies – Part 6: Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH) (2011).
- [6] M. Vidakovic, N. Teslic, T. Maruna, and V. Mihic, "Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices", IEEE 30th International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, January 2012, pp. 441-442.
- [7] K. Lazic, M. Milosevic, M. Kovacev, and N. Smiljkovic, "One Implementation of adaptive streaming over HTTP on Android DTV platform", IEEE 2nd International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Berlin, September 2012.

ABSTRACT

This paper describes one implementation of adaptive streaming over HTTP for Android based DTV platform. We have proposed a software solution that enables full adaptive streaming over HTTP protocol. The proposition includes two key standards to be implemented: HTTP Live Streaming and MPEG DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP). The focus is on implementation of modular architecture that enables adaptive streaming using basic adaptation algorithms leaving a simple interface for integration of advanced adaptation algorithms.

One Implementation of Dynamic Adaptive Streaming over HTTP

Krsto Lazić, Milena Milošević, Goran Miljković,
Nikola Ikonić, Jelena Kovačević

Prilagođenje funkcionalnosti zahtevane HbbTV standardom za DTV uređaje zasnovane na Android operativnom sistemu

Milena Milošević, Stanislava Marković, Boris Mlikota, Marko Živanović, Bojan Prtvar

Sadržaj — Ovaj rad predstavlja opis prilagođenja funkcionalnosti zahtevane HbbTV standardom za DTV uređaje zasnovane na Android operativnom sistemu. Funkcionalnost zahtevana HbbTV standardom prvo bitno je realizovana na Linux operativnom sistemu i u ovom radu su opisana potrebna prilagođenja u postojećoj realizaciji i Android operativnom sistemu kao i proširenje postojeće podrške za DTV na Android OS-u.

Ključne reči — HbbTV, Android, DTV.

I. UVOD

RAZVOJ tehnologije omogućava napredak televizije kao medijuma i pruža mogućnost izvršavanja dodatnih složenih aplikacija paralelno sa prikazom sadržaja digitlane televizije (eng. Digital Television, u daljem tekstu DTV). Da bi se omogućila dodatna funkcionalnost na DTV uređajima uglavnom se koristi programska podrška zasnovana na Linux operativnom sistemu (eng. Operating System, u daljem tekstu OS). Obzirom da je Android OS zasnovan na Linux OS-u, on predstavlja jedno rešenje programske podrške na DTV prijemnicima. Nedostatak podrške za DTV u Android operativnom sistemu i jedan primer realizacije razmotreni su u [1].

S druge strane Internet je postao dostupan skoro svima i preuzima sve veću ulogu u životu svakodnevnih ljudi. Nagli razvoj televizije i Interneta dovodi do njihovog povezivanja. Veliki broj aplikacija koje nudi Android operativni sistem zahteva pristup Internetu. Takođe, i aplikacije koje dolaze iz digitalnog toka podataka zahtevaju pristup Internetu. Jedna od takvih aplikacija je hibridna emitersko-širokopojasna televizija (eng. Hybrid Broadcast-Broadband Television, u daljem tekstu

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 32029.

Milena Milošević, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: milena.milosevic@rt-rk.com).

Stanislava Marković, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: stanislava.markovic@rt-rk.com).

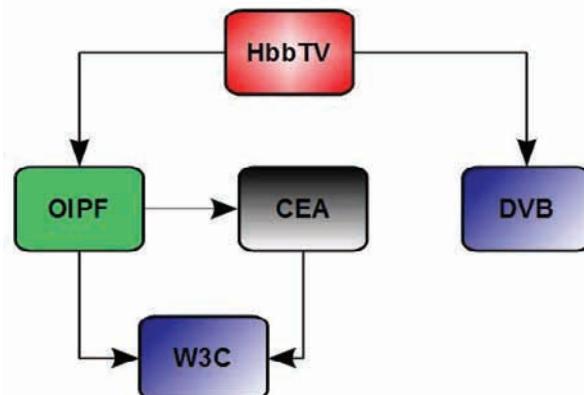
Boris Mlikota, RT-RK, Narodnog Fronta 23A, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: boris.mlikota@rt-rk.com).

Marko Živanović, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: marko.zivanovic@rt-rk.com).

Bojan Prtvar, RT-RK, Narodnog Fronta 23A, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: bojan.prtvar@rt-rk.com).

HbbTV).

HbbTV predstavlja pokušaj integracije Internet sadržaja u okviru TV prijemnika. HbbTV standard [2] predstavlja evropsku inicijativu usmerenu na usklajivanje podataka dobijenih putem emiterских mreža i preko Interneta, kao i njihovo kombinovanje u jednu uslugu. HbbTV standard se zasniva na postojećim standardima i tehnologijama uključujući OIPF (Open IPTV Forum) [3], CEA-2014(CE-HTML) [4], W3C (HTML itd.) i DVB Application Signaling Specification [5] (Sl. 1).



Sl. 1 Povezanost HbbTV standarda sa već postojećim standardima

U ovom radu predstavljen je jedno rešenje funkcionalnosti zahtevane HbbTV standardom za DTV uređaje zasnovane na Android operativnom sistemu. U sledećim poglavljima biće opisana potrebna prilagođenja u Android OS-u, prilagođenja u Webkit-u kao delu zaduženom za isertavanje Internet sadržaja (eng. web engine) u Android OS-u, prilagođenje postojeće realizacije sa Linux na Android OS, proširenje postojeće DTV funkcionalnosti uključujući i proširenja u samoj DTV aplikaciji koja je odgovorna za prikaz zahtevane funkcionalnosti. Takođe biće prikazane izmerene performanse modula zaduženog za izvršavanje JavaScript koda (eng. JavaScript engine).

II. PRILAGOĐENJA U ANDROID OS-U

Standardne web stranice pisane su uglavnom za PC (eng. personal computer), i kao takve nisu pogodne za prikaz na TV ekranima. Za prikaz na TV ekranima potrebne su stranice prilagođene za ekrane većih dimenzija uzimajući u obzir i razdaljinu od 3m (eng. 10 foot user interface)

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Milene Milošević. Mentor je bio prof. dr Nikola Teslić.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2012.

Takođe, sva navigacija se mora obavljati preko daljinskog upravljača, a ne miša. Standard koji propisuje prethodno navedeno naziva se CE-HTML (eng. Consumer Electronics HTML) [4]. Standardni Webkit Android OS-a ne podržava CE-HTML, pa je dodata podrška za njega. Obzirom da je postojeći Webkit sadržao HTML parser koji je podržavao XHTML obradu potrebnu za HbbTV aplikacije, da bi se podržao CE-HTML standard registrovan je novi MIME type (application/ce-html+xml) koji se obrađuje isto kao i XHTML.

CE-HTML propisuje tri tipa događaja koji se ispaljuju na pritisak dugmeta (up, down i pressed) koje pregledač (eng. web browser) treba da obezbedi modulu zaduženom za izvršavanje JavaScript koda. Postojeći Webkit ne prepoznaje sva tri tipa, zbog čega je bilo potrebno realizovati KeyDown događaj(događaj koji se ispaljuje na pritisak dugmeta) kako bi HbbTV aplikacije radile ispravno, obzirom da se registruju na pomenuti tip.

Webkit ima slabu podršku za CSS 3.0 standard (eng. Cascading Style Sheets 3.0), zbog čega je realizovana podrška za prostornu navigaciju koristeći daljinski upravljač koju standard propisuje (nav-left, nav-right, nav-up, nav-down).

Webkit DOM (eng. Document Object Model) Android OS-a je proširen da bi podržao sledeća tri Javascript objekta koja zahteva HbbTV standard:

- KeyEvent objekat (definiše kodove za tastere na daljinskom TV upravljaču čime se rešava problem različitosti kodova raznih daljinskih upravljača);
- KeySet objekat (definiše podrazumevani skup kodova za tastere (keyEvent-ova) dostupnih HbbTV aplikacij) i
- Channel objekat (definiše tip programa: TV, radio ili ostalo).

Da bi određeni kodovi za tastere dolazili do Webkit-a bilo je potrebno prilagoditi standardnu klasu Android OS-a WebView [6] koja se koristi u aplikaciji. Ona je filtrirala određene kodove (obojene tastere) i nije ih propuštalа do Webkit-a, za razliku od navigacionih tastera. Nakon ovog prilagođenja svi kodovi zahtevani HbbTV standardom su dolazili do Webkit-a koji se dalje brine o njihovoј obradi.

U Webkit je dodat novi mod za iscrtavanje (kClear_ANPDrawingModel), pored postojeća dva (kSurface i kOpenGL_ANPDrawingModel).

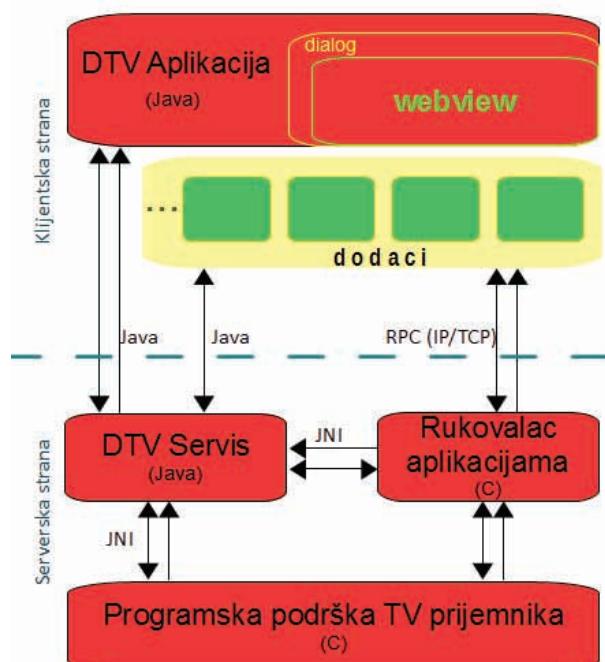
Novi mod je dodat jer postojeći modovi nisu podržavali crtanje grafike preko video ravni iz JavaScript dodataka uz obezbeđivanje potrebne transparencije.

III. PRILAGOĐENJA POSTOJEĆE HBBTV PROGRAMSKE PODRŠKE I PROŠIRENJA DTV PROGRAMSKE PODRŠKE

DTV podrška na Android operativnom sistemu je implementirana koristeći C, JNI (Java Native Interface) i Java programski jezik. Iznad programske podrške TV prijemnika se nalazi DTV servis, servis koji je realizovan kao Java servis [7] i koji izlaže funkcije ka Java aplikacijama (promeni kanal, prikaži teletekst, pojačaj

zvuk itd.). Servis komunicira sa programskom podrškom TV prijemnika (eng. middleware) preko JNI-a.

Obzirom da programska podrška TV prijemnika iz digitalnog toka podataka parsira AIT (eng. Application Information Table) [5], odakle dobija URL do HbbTV aplikacije, kojom dalje rukuje Rukovalac aplikacija (eng. Application Manager), sama informacija o URL-u se prosleđuje do Rukovaoca aplikacija-a. HbbTV aplikacija se prikazuje u okviru DTV aplikacije, što dovodi do toga da se DTV servis morao proširiti sa HbbTV finkcionalnošću koja asinhrono javlja DTV aplikaciji koji URL je potrebno učitati, kada ga je potrebno prikazati ili skloniti sa ekrana, kao i informaciju o KeySet-u, tj. o skupu kodova za tastere na koje se HbbTV aplikacija registrovala da ih prima (Sl. 2).



Sl. 2 Pregled arhitekture programske podrške

Pored Rukovaoca Aplikacija od HbbTV programske podrške opisane u [8] i [9] potrebno je prilagoditi i prateće Javascript dodatke:

- *broadcast* - kontrola TV sadržaja u okviru web aplikacije,
- *audio-video* - puštanje videa na zahtev,
- *application manager plugin* - dodatak za rukovanje aplikacijama,
- *parental rating* - kontrola i nadzor prikazanog sadržaja,
- *configuration* – podešavanja vezana za region,
- *capabilities* – informacije o dodatnim mogućnostima.

Rukovalac aplikacija komunicira sa dodacima preko RPC-a (eng. Remote Procedure Call) u postojećem rešenju. To je zadржано i na Android OS-u s tim što je bilo potrebno prilagoditi getProtocolNumber() funkciju kod TCP (eng. Transmission Control Protocol) veze, obzirom da ona ne postoji na Android OS-u koji je prilagođen za

DTV platformu.

Javascript dodaci predstavljaju međusloj kojim web aplikacije komuniciraju sa programskom podrškom TV prijemika. Realizovani su u C/C++ programskim jezicima koristeći NPAPI programsku spregu (eng. Netscape Plugin Application Programming Interface).

Uzveši u obzir da dodaci na Android OS-u funkcionišu drugačije nego na Linux OS-u, za sve Javascript dodatke bilo je potrebno dodati Java servis koji će da obuhvati čitav dodatak (u AndroidManifest-u se definiše da je reč o Webkit-ovom dodatku) i zapakuje ga u .apk fajl, kako bi kasnije Android OS-a pri raspakivanju znao kome da ga prosledi na dalju obradu.

Asinhrono pozivanje JavaScript funkcije povratnog poziva (eng. callback) je bitno iz razloga što korisnik ne može čekati da se neke akcije završe da bi dalje mogao nastaviti interakciju sa TV-om. Samo menjanje kanala može da traje duže i neprihvatljivo je da korsnik za to vreme ne može ništa da radi. NPAPI realizovan u Webkit-u obezbeđuje podršku za asinhrono pozivanje JavaScript funkcija povratnog poziva.

Takođe, drugačiji je pristup samoj instanci pretraživača. Da bi se intancirao dodatak potrebno je iz same JavaVM (eng. Java Virtual Machine) koja se dobija preko NPAPI-ja, dobiti Java Environment tj. Javino okruženje u kome će sam dodatak kasnije funkcionišati. Dodatak se instancira tako da radi u novom modu za iscrtavanje koji je dodat u Webkit.

U postojećoj HbbTV programskoj podršci na Linux OS-u za dobijanje koordinata i ravni za iscrtavanje (eng. surface) u dodacima je korišten GTK Event. Koristeći dobijene informacije JavaScript dodaci određeni deo grafičkog sloja čine transparentnim. Na Android OS-u transparencija grafičkog sloja iz dodataka je realizovana na drugi način, obzirom da nije podržan GTK Event. Koristi se NPP_SetWindow funkcija NPAPI-ja preko koga se dobiju koordinate, a sam Webkit zna da grafički sloj napravi transparentnim radeći u dodatom modu za iscrtavanje.

Audio-Video dodatak je zadužen za kontrolu i prikaz videa na zahtev. Da bi se pustio video na zahtev potrebno je zauzaviti puštanje emiterskog signala (eng. broadcast) i nakon završetka videa na zahtev ponovo pustiti emiterski signal. Da bi se to postiglo audio-video dodatak je proširen tako da za pomenuto zaustavljanje i puštanje emiterskog videa koristi postojeće funkcije DTV servisa koji izlaže DTV funkcionalnost.

U TV aplikaciji realizovan je pregledač Internet stranica (eng. browser) prilagođen zahtevima HbbTV standarda. Pregledač je realizovan preko standardnih GUI (eng. Graphic User Interface) elemenata dodavanjem *Dialog*-a preko video ravni u kome je kao *view* komponenta postavljen *WebView* u kome se izvršavaju HbbTV aplikacije. Za potrebe očuvanja transparencije HbbTV aplikacija *Dialog* i *WebView* su realizovani kao transparentne komponente. Posredstvom statusnih funkcija o radu (eng. callback) iz DTV servisa vrši se učitavanje HbbTV aplikacija, njihovo prikazivanje i uklanjanje sa ekrana, kao i informacija o tome koja grupa kodova sa tastera se šalje HbbTV aplikaciji.

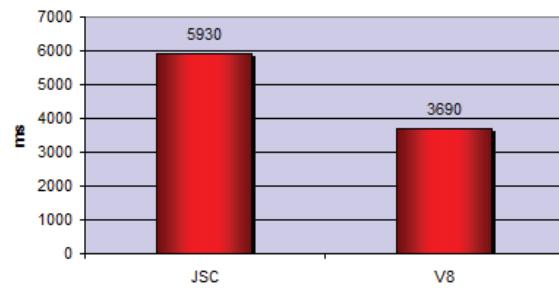
Na slici 3 je prikazan izgled jedne već učitane HbbTV aplikacije.



Sl. 3 ARD EPG (eng. Electronic Programmable Guide)

IV. PERFORMANSE

Performanse modula za izvršavanje JavaScript koda imaju značajan uticaj na brzinu izvršavanja HbbTV aplikacija. U Android OS-u su podržane dve verzije modula za izvršavanje JavaScript koda JSC i V8. Oba modula za izvršavanje JavaScript koda su realizovana i merene su performanse koristeći SunSpider JavaScript okruženje za ispitivanje. Na slici 4 su prikazani rezultati, gde se vidi da V8 modul ima bolje performanse na ovom ispitivanju.



Sl. 4 SunSpider ispitivanje

Na osnovu rezultata može se zaključiti da predloženo rešenje na Android operativnom sistemu pruža zadovoljavajuću funkcionalnost i performanse za prosečnog korisnika.

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisana su iskustva pri realizaciji HbbTV standarda na Android OS-u. Opisane funkcionalnosti pokrivaju HbbTV 1.1 standard. U narednom periodu planira se prilagođenje programske podrške sa Linux OS na Android OS za HbbTV 1.5 standard. HbbTV 1.5 standard takođe podrazumeva i integraciju sa MPEG DASH standardom na Android OS-u [10].

LITERATURA

- [1] M. Vidakovic, N. Teslic, T. Maruna, and V. Mihić, "Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices", IEEE 30th International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, January 2012, pp. 441-442.
- [2] ETSI TS 102 796: Hybrid Broadcast Broadband TV; V1.1.1
- [3] Open IPTV Forum Release 1 specification, volume 5: Declarative Application Environment v1.1.

- [4] CEA-2014 revision A: Web-based Protocol and Framework for Remote User Interface on UPnP™ Networks and the Internet (Web4CE).
- [5] ETSI TS 102 809: Digital Video Broadcasting (DVB); Signaling and carriage of interactive applications and services in hybrid broadcast / broadband environments; V 1.1.1.
- [6] Android Developers, WebView Interface, <http://developer.android.com/reference/android/webkit/WebView.html>
- [7] M. Vidaković, N. Kuzmanovic, M. Savic, V. Mihic, "Java Implementation of DTV Services on the Android Platform" Proceedings 2012, IEEE 2nd International Conference on Consumer Electronics – Berlin,
- [8] B. Mlikota, T. Maruna, Ž. Lukač, M. Radonjić, B. Veriš, T. Samardžić, "Realizacija Java-Script dodataka zahtevanih HbbTV standardom",
- [9] M. Radonjić, T. Maruna, Ž. Lukač, B. Veriš, B. Mlikota, T. Samardžić, "Jedno rješenje realizacije hibridne emitersko-širokopojasne televizije (HbbTV)",
- [10] K. Lazic, M. Milosevic, M. Kovacev and N. Smiljkovic, "One implementation of adaptive streaming over HTTP on Android DTV platform", IEEE 2nd International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Berlin, September 2012

ABSTRACT

This paper presents our experience in porting HbbTV functionality for DTV devices based on Android operating system. Functionallity required by HbbTV standard was originally implemented on the Linux operating system and this paper describes the required adjustments in the current implementation of HbbTV stack and adjustments in Android operating system and the expansion of existing DTV support for Android operating system.

PORTING OF HBBTV FUNCTIONALITY ON DTV PLATFORM BASED ON ANDROID OS

Milena Milosevic, Stanislava Markovic, Boris Mlikota,
Marko Zivanovic, Bojan Prtvar

Realizacija digitalnog snimača za prijemnik za digitalnu televiziju baziran na Android platformi

Mladen Kovačev, Goran Miljković, Bogdan Korać, Branislav Ćurčić

Sadržaj — U ovom radu je opisana realizacija podrške za osnovnu funkcionalnost digitalnog snimača za Android baziran prijemnik za digitalnu televiziju. Rad je fokusiran na promenu režima rada prijemnika za digitalnu televiziju iz režima u kome ne postoji podrška za digitalni snimač u režim u kojem postoji podrška za digitalni snimač. Opisali smo osnovnu ideju i organizaciju programskih blokova.

Ključne reči — Android, digitalni snimač, odloženo gledanje, pauziranje uživo emitovanog programa, podrška za digitalnu televiziju

I. UVOD

DIGITALNI snimač je uređaj ili programski blok koji nudi mogućnost snimanja i manipulacije uživo emitovanim televizijskim programom. Digitalni snimač [1] može da snima, reproducuje, pauzira uživo emitovan televizijski program kao i da premotava unapred i unazad televizijski program koji je snimljen. Najinteresantnija funkcionalnost digitalnog snimača je snimanje uživo emitovanog programa i njegova reprodukcija sa veoma malim vremenskim kašnjenjem gde se na taj način korisniku omogućava da manipuliše uživo emitovanim programom kao da je u pitanju sadržaj koji se reproducuje sa trajne memorije.

Digitalni snimač se može koristiti i u kombinaciji sa elektronskim programskim vodičem, gde se izborom određenog televizijskog sadržaja iz liste sadržaja za određeni dan i televizijski program, može zakazati njegovo snimanje u vreme emitovanja. Ukoliko digitalni snimač ili uređaj koji ima funkciju digitalnog snimača poseduje dva ili više birača kanala, moguće je istovremeno snimati sadržaj koji se emituje na jednom televizijskom programu i gledati sadržaj koji se emituje na drugom televizijskom programu. Takođe je moguće snimati jedan, a reproducovati drugi već snimljeni sadržaj. Savremeni digitalni snimači mogu da snimaju sadržaj visoke

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 32014.

Mladen Kovačev, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon: 381-60-4021484, e-mail: mladen.kovacev@rt-rk.com)

Goran Miljković, Istraživačko-razvojni institut „RT-RK“ DOO za sisteme zasnovane na računarima, Narodnog fronta 23a, Novi Sad, Srbija (telefon: 381-21-4801-167, e-mail: goran.miljkovic@rt-rk.com)

Bogdan Korać, Istraživačko-razvojni institut „RT-RK“ DOO za sisteme zasnovane na računarima, Narodnog fronta 23a, Novi Sad, Srbija (telefon: 381-21-4801-261, e-mail: bogdan.korac@rt-rk.com)

Branislav Ćurčić, Istraživačko-razvojni institut „RT-RK“ DOO za sisteme zasnovane na računarima, Narodnog fronta 23a, Novi Sad, Srbija (telefon: 381-21-4801-209, e-mail: branislav.curcic@rt-rk.com)

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Mladena Kovačeva. Mentor je bio prof. dr Nikola Teslić.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2012.

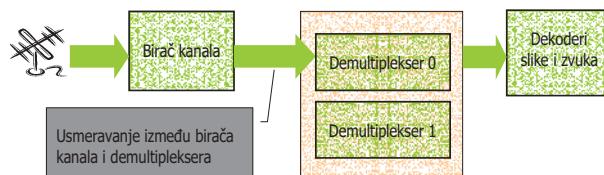
rezolucije bez gubitaka kvaliteta slike i zvuka.

Digitalni snimač nije nova funkcionalnost prijemnika za digitalnu televiziju. Međutim, kako smo razvili novu programsku podršku za digitalnu televiziju baziranu na Android platformi opisanu u [2], bilo je potrebno u okviru te programske podrške omogućiti i funkcionalnosti digitalnog snimača. Ovaj rad opisuje kako su u okviru postojeće programske podrške za digitalnu televiziju realizovane funkcionalnosti digitalnog snimača i kako su organizovani odgovarajući programski blokovi i podblokovi. Takođe je opisan i način provere ispravnosti koja je izvršena na Marvell Berlin Generation 2 SOC platformi sa procesorom ARM familije Marvell BG2 88DE3100, DDR3 operativnom memorijom veličine 1GB i NAND memorijom veličine 4GB.

II. TEHNIČKI OPIS PROGRAMSKE PODRŠKE ZA DIGITALNI SNIMAČ

Da bi se omogućila funkcionalnost digitalnog snimača potrebno je promeniti način upravljanja prenosnim tokovima podataka unutar programske podrške za digitalnu televiziju.

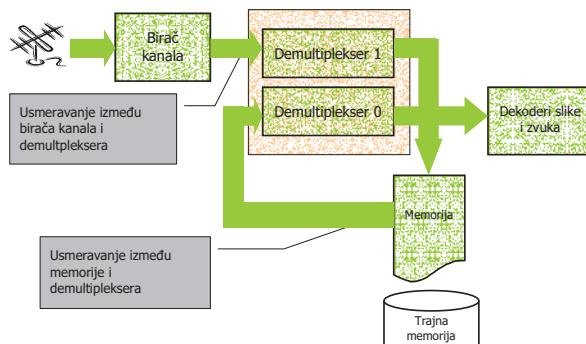
Programska podrška za digitalnu televiziju bazirana na Android platformi poseduje blok za prilagođenje fizičkoj arhitekturi. Taj blok se sastoji od više podblokova koji predstavljaju manje celine. Jednu od celina predstavlja i blok za prilagođenje programske podrške fizičkoj arhitekturi. Za potrebe upravljanja prenosnim tokovima podataka, u okviru ovog bloka napravljen je poseban blok koji predstavlja spregu ka elementima fizičke arhitekture koji su od značaja kada se radi o usmeravanju toka podataka u jednoj ovakvoj organizaciji. Usmeravanje podataka između sastavnih delova fizičke arhitekture u slučaju kada nije prisutna podrška za digitalni snimač se vrši na način prikazan na Sl. 1.



Sl. 1. Gledanje uživo emitovanog televizijskog programa bez podrške za digitalni snimač

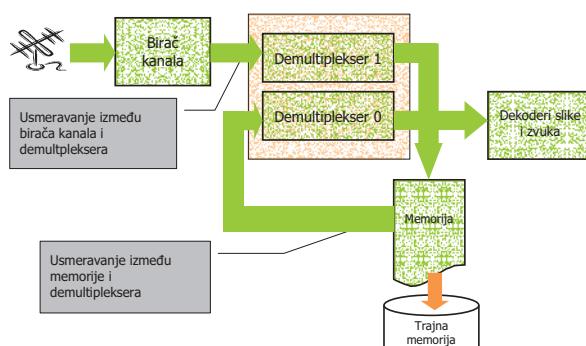
Sl. 1. prikazuje upravljanje programskim tokom od birača kanala do demultipleksera i to predstavlja osnovnu funkcionalnost, gledanje uživo emitovanog televizijskog programa. Usmeravanje podataka između sastavnih delova

fizičke arhitekture u slučaju kada je prisutna podrška za digitalni snimač se vrši na način prikazan na Sl. 2. Slika prikazuje upravljanje programskim tokom od birača kanala do demultipleksera koji podatke prosleđuje u kružnu memoriju. Podaci se dalje iz kružne memorije kroz demultiplexer prosleđuju dekoderima slike i zvuka. Opisan način upravljanja programskim tokom predstavlja gledanje uživo emitovanog TV programa u slučaju prisustva podrške za digitalni snimač.



Sl. 2. Gledanje uživo emitovanog televizijskog programa sa podrškom za digitalni snimač

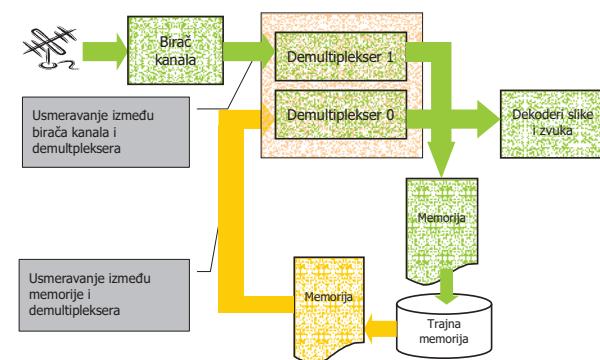
Organizacija sastavnih delova sa Sl. 2. je osnovna organizacija podrške za digitalni snimač. Polazeći od ovakve organizacije, jednostavnim menjanjem veza, odnosno promenom načina usmeravanja između sastavnih delova, moguće je realizovati osnovne funkcionalnosti digitalnog snimača. Kao primer može se uzeti najjednostavniji slučaj, gde se samo jednim dodatnim usmeravanjem od kružne memorije ka trajnoj memoriji, realizuje jedna od osnovnih funkcionalnosti digitalnog snimača, gledanje uživo emitovanog televizijskog sadržaja i njegovo istovremeno snimanje, što je prikazano na Sl. 3.



Sl. 3. Gledanje i snimanje uživo emitovanog televizijskog programa

Daljim premeštanjem, dodavanjem i uklanjanjem načina usmeravanja sve ostale funkcionalnosti digitalnog snimača se lako realizuju. Jedini izuzetak predstavlja funkcionalnost digitalnog snimača kod koje se uživo emitovani program snima, a zatim sa veoma malim kašnjenjem reproducuje kao bi se korisniku omogućila manipulacija reprodukcijom, za njega prividno uživo emitovanog programa. Sl. 4. prikazuje izmenjenu osnovnu organizaciju i blokove koji su joj priključeni. Sadržaj

izabranog televizijskog programa se snima na trajnu memoriju, a gleda se sadržaj koji je snimljen i koji je vremenski pomeren u odnosu na uživo emitovan sadržaj. Pored promena načina usmeravanja, dodata je još jedna kružna memorija kao posrednik između trajne memorije i demultipleksera koji podatke prosleđuje dekoderima slike i zvuka. Pri ovakvoj organizaciji ukoliko korisnik pauzira uživo emitovan televizijski program, taj program se snima na trajnu memoriju, ali se ne prosleđuje na dekodere slike i zvuka kroz kružnu memoriju. Kasnijim nastavkom reprodukcije, reproducuje se sadržaj sa trajne memorije dok se uživo emitovani program i dalje snima na trajnu memoriju.

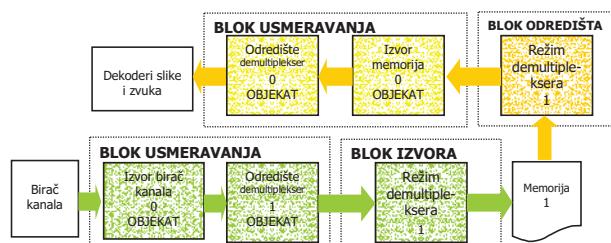


Sl. 4. Gledanje vremenski pomerenog sadržaja televizijskog programa

III. BLOK ZA UPRAVLJANJE PRENOSnim TOKOVIMA PODATAKA I REALIZACIJA FUNKCIONALNOSTI

Blok za upravljanje prenosnim tokom podataka se sastoji od tri podbloka koji čine gradivne elemente prethodno pomenutih organizacija.

Samo jedan blok mora biti realizovan u oba slučaja, kada postoji podrška za digitalni snimač i kada ne postoji podrška za digitalni snimač. To je blok koji je zadužen za povezivanje birača kanala ili memorijskog izvora podataka sa demultiplekserima, BLOK USMERAVANJA. Druga dva bloka moraju biti realizovana samo u slučaju kada postoji podrška za digitalni snimač, jer su to blokovi koji posreduju u usmeravanju i prenosu podataka sa različitih izvora podataka, BLOK IZVORA, do različitih odredišta podataka, BLOK ODREDIŠTA. Važno je napomenuti da se BLOK ODREDIŠTA i BLOK IZVORA ne mogu razdvojiti, odnosno da se moraju uvek koristiti zajedno.

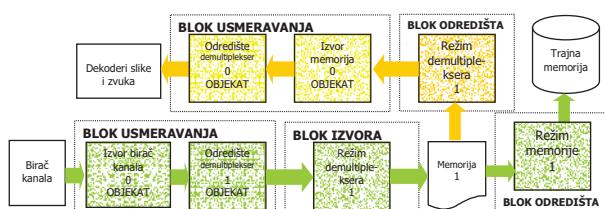


Sl. 5. Gledanje uživo emitovanog televizijskog programa

Sl. 5. prikazuje organizaciju i veze između blokova kada postoji podrška za digitalni snimač i kada se koristi osnovna funkcionalnost prijemnika za digitalnu televiziju, gledanje uživo emitovanog televizijskog programa. U

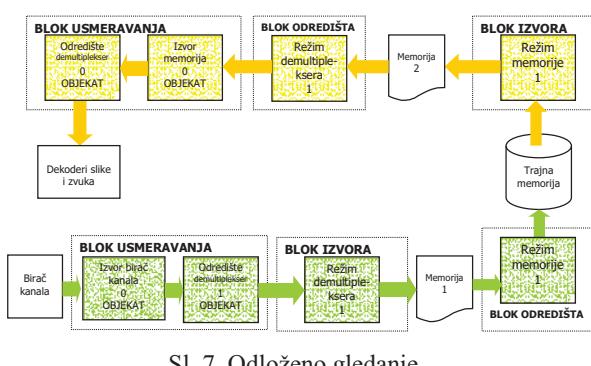
okviru bloka BLOK USMERAVANJA su definisani izvori i odredišta podataka. Kada je odredište demultiplekser i kada su podaci iz demultipleksera namenjeni dekoderima slike i zvuka, objekat je obeležen brojem 0, a kada je namenjen režimu rada demultipleksera bloka BLOK IZVORA onda je objekat obeležen brojem 1-n, u zavisnosti od toga koliko ih ima. BLOK IZVORA u režimu rada demultipleksera preuzima podatke od birača kanala i smešta ih u kružnu memoriju. BLOK ODREDIŠTA u režimu rada demultipleksera preuzima podatke iz kružne memorije i prosleđuje ih demultiplekseru koji te podatke dalje demultiplesira ka dekoderima slike i zvuka. Proširenjem jedne ovakve organizacije odgovarajućim blokovima ili menjanjem veza između blokova, realizuju se ostale funkcionalnosti digitalnog snimača.

Proširenjem organizacije sa slike Sl. 5. još jednim blokom BLOK ODREDIŠTA, koji je u radnom režimu memorije, i jednom trajnom memorijom, dobijena je mogućnost gledanja uživo emitovanog televizijskog programa i njegovo istovremeno snimanje na trajnu memoriju. U tom slučaju, blok BLOK ODREDIŠTA u radnom režimu memorije preuzima podatke iz kružne memorije i smešta ih na trajnu memoriju, dok BLOK ODREDIŠTA u radnom režimu demultipleksera radi isto kao u predhodnom slučaju. Sl. 6. Prikazuje proširenje osnovne funkcionalnosti.



Sl. 6. Gledanje i snimanje uživo emitovanog televizijskog programa

Funkcionalnost sa Sl. 4. se ostvaruje povezivanjem i organizacijom blokova kao što je prikazano na Sl. 7.



Organizacija sa Sl. 7. omogućava da se preko donje grane sadržaj koji je uživo emitovan snima na trajnu memoriju, a sadržaj koji je snimljen i vremenski pomeren, u odnosu na onaj uživo emitovani, preko gornje grane dospeva do dekodera slike i zvuka na ciljnoj platformi.

Analizom zadatog problema i predloga konceptualnog rešenja, odnosno funkcionalnostima koje nudi digitalni snimač pri ovakvim organizacijama, dolazi se do zaključka da je za realizaciju podrške najbolje iskoristiti programski model proizvođač/potrošač [3]. Tačnije, model proizvođač/potrošač je iskorišćen za realizaciju blokova BLOK IZVORA i BLOK ODREDIŠTA. Unutar ova dva bloka postoje zasebne niti proizvođača i potrošača sa različitim tokovima podataka zavisno od izabranog režima rada ova dva bloka. BLOK ODREDIŠTA i BLOK IZVORA sa jedne strane preuzimaju podatke, a sa druge strane daju podatke, pri čemu u tom prenosu može da posreduje i kružna memorija, što nameće korišćenje modela proizvođač/potrošač.

IV. ISPITIVANJE I VERIFIKACIJA

Nakon realizovanih funkcija opisanih blokova i njihovog prilagođenja ciljnoj platformi, izvršen je niz ispitivanja ispravnosti rada blokova. Provera ispravnosti rada je izvršena korišćenjem alata za proveru ispravnosti blokova koji je razvijen za tu potrebu na Android platformi. Alat sadrži niz provera ispravnosti svih blokova. Provere ispravnosti obuhvataju situacije koje se mogu dogoditi u toku rada sistema. Svaka od tih provera ispravnosti se sastoji od niza funkcija, nakon čijih se poziva njihova povratna vrednost upoređuje sa željenom povratnom vrednosti i tako se dobija ocena ispravnosti i sigurnosti rada bloka koji se ispituje. Skup provera je ustvari realizovan tako da se pokretanjem svake od provera dobije, odnosno prikaže neka funkcionalnost digitalnog snimača.

Za svaku od provera potrebno je da se otvari i podesi blok za upravljanje prenosnim tokovima podataka, kao i ostali blokovi programske podrške za digitalnu televiziju koji su neophodni za izvršavanje provere, kao što su blok za upravljanje formatom slike i zvuka, blok za prikaz slike i zvuka, blok za rad sa sistemom datoteka.

Napravljene su provere za sledeće funkcionalnosti: gledanje uživo emitovanog televizijskog programa, gledanje uživo emitovanog televizijskog programa i promena televizijskog programa, snimanje uživo emitovanog televizijskog programa, snimanje i gledanje uživo emitovanog televizijskog programa, reprodukcija sadržaja snimljenog na trajnoj memoriji i odloženo gledanje.

Nakon pokretanja svake od provera i generisanja rezultata testova, pokazano je da su svi testovi bili uspešni, odnosno da je pokazana svaka funkcionalnost digitalnog snimača.

V. ZAKLJUČAK

Postojeća programska podrška za digitalnu televiziju proširena je funkcionalnostima digitalnog snimača proširenjem bloka za upravljanje prenosnim tokovima podataka. Za potrebe provere ispravnosti, razvijen je alat kojim je moguće na jednostavan način proveriti ispravnost svih razvijenih blokova. Ispravnost je proverena na izabranoj ciljnoj platformi koja je bazirana na Android platformi i na kojoj se izvršava programska podrška za digitalnu televiziju.

Uspešnim završetkom provere ispravnosti rešenja završen je i postupak realizacije funkcija digitalnog snimaca. Funkcionalnosti podblokova za usmeravanje podataka, odnosno bloka za usmeravanje podataka realizovane su pomoću aplikativne programske sprege platforme na kojoj je rešenje testirano. Ukoliko se javi potreba za promenom platforme, potrebno je samo prilagoditi gradivne blokove bloka za usmeravanje podataka aplikativnoj programskoj sprezi željene platforme.

Za dalji razvoj ispitivanja ispravnosti i funkcionalnosti ovog rešenja, moguće je iskoristiti Black Box Testing – BBT [4] automatizovanu platformu za ispitivanje prijemnika za digitalnu televiziju. Kroz BBT je moguće ispitati punu funkcionalnost i sve situacije koje su moguće tokom korišćenja rešenja i dobiti preciznu ocenu rada kao i detaljan izvestaj o svim dešavanjima u toku rada sistema.

LITERATURA

- [1] G. Miljkovic, V. Mihic: „Software architecture of light PVR engine“, CES 2009, Las Vegas , USA
- [2] M.Vidakovic, N.Teslic, T.Maruna, and V.Mihic: „Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices“, IEEE

30th International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, January 2012

- [3] Vladimir Kovačević, Miroslav Popović: „Sistemska programska podrška u realnom vremenu“, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2002
- [4] V. Pekovic, D. Banika, D.Kuburovic, V.Zlokolica, N.Vranic: „Simultaneous Functional Verification System of Multiple Set-Top Boxes“, Engineering of Computer Based Systems (ECBS), 2012 IEEE 19th International Conference and Workshops on, April 2012

ABSTRACT

This paper gives an overview of extending Android DTV platform with support for PVR (Personal Video Recorder) functionality. The focus of this paper is on switching from non-PVR to PVR context to support basic PVR functionalities. We have described basic concepts and organization of software modules.

THE REALIZATION OF A DIGITAL RECORDER FUNCTION FOR STB BASED ON ANDROID

Mladen Kovacev, Goran Miljkovic, Bogdan Korac,
Branislav Curcic



RAZVOJ I EKSPLOATACIJA SOFTVERSKIH PROIZDVODA NA OSNOVAMA PLATFORMSKIH I SOFTVERSKIH SERVISA U CLOUD OKRUŽENJU

DEVELOPMENT AND EXPLOITATION OF SOFTWARE PRODUCTS BASED ON PLATFORM AND SOFTWARE SERVICES IN THE CLOUD

Nikola Rajačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *U radu je predstavljena analiza primenjivosti platformskih i softverskih servisa u procesu razvoja softvera. Kao korak sticanja predznanja neophodnih za evaluaciju prednosti i mana rešenja baziranih na cloud principima isporuke softvera, izvršena je adaptacija postojeće klasično izvedene aplikacije za isporuku u vidu servisa.*

Abstract – *In the paper we present an analysis of the suitability of platform and software services to the software development process. An existing application was adapted to support deployment as a service, with the experience gained to be used as a baseline for an evaluation of the advantages and disadvantages of solutions based on cloud computing principles.*

Ključne reči: *Cloud Computing, Platform as a Service, Software as a Service*

1. UVOD

Porast pokrivenosti i kvaliteta računarskih mreža, naročito operatera mobilnih mreža, praćen trendom rastuće pristupačnosti prenosivih uređaja koji ih koriste za pristup Internetu, predstavlja svojevrsnu prekretnicu u načinu korišćenja računara danas. U vreme izuzetno široke rasprostranjenosti Interneta, raznolikost sadržaja u ponudi dostiže do danas nezabeležene razmere. Sve je veća potražnja za aplikacijama koje krajnjem korisniku omogućavaju kontinuitet u radu, bez obzira sa koje lokacije, i sa kog tipa klijenta (desktop, laptop računara ili „pametnog“ mobilnog telefona) pristupa svojim zadacima. U početku su to bile jednostavnije aplikacije, poput email klijenata, ali danas je teško naći desktop aplikaciju bez pandana u *online* varijanti, uz kompletne pakete *office* aplikacija, kompleksne editore slika i dr. Za skoro svaku potrebu korisnika može se brinuti udaljeni provajder usluga, apstrahovan, „u oblaku“ (engl. *cloud*). Aplikacije se, kao i podaci, skladište na fizički udaljenim lokacijama, najčešće potpuno nepoznatim krajnjem korisniku. Pristup je, uz konzistentan interfejs, omogućen bukvalno sa bilo kojeg klijenta, bilo gde u svetu, sve dok je ispunjen jedini preduslov: Internet konekcija.

Pored očiglednih prednosti za krajnjeg korisnika, većim kompanijama, pak, izmeštanje biznis logike „van prostorija“ (engl. *off-premises*) takođe značajno smanjuje troškove asocijirane sa finansiranjem većeg internog tima

zaduženog za razvoj informacionih tehnologija (engl. *Information Technologies – IT*). Za samo deo investicije koja bi inače bila neophodna, firme danas imaju pristup čitavom tržištu već razvijenih aplikacija prilagođenih najrazličitijim sfarama delovanja. Umesto skupljih i tehnički ograničenih rešenja razvijenih internu, nudi im se prilika najma najbolje, najpristupačnije, ili najpogodnije aplikacije u ponudi po nekom drugom njima relevantnom kriterijumu. Odabirom gotovog rešenja takođe se eliminiše i potencijalno dug period čekanja na upotrebljivo rešenje koji prati razvoj „od nule“, što sveukupno drastično smanjuje ukupno vreme izlaska na tržište.

Svi pozitivni aspekti ovakvog pristupa ponudi servisa rezultovali su izuzetnom popularnošću *cloud computing*, koji danas sve vodeće IT kompanije predstavljaju kao tehnologiju budućnosti.

Sam termin „*cloud*“, međutim, nije uvek precizan, pa može podrazumevati širok spektar različitih tehnologija i pristupa. Neretko vizije *cloud computing* ponude dva konkurenta ne samo što se ne podudaraju, već se bave potpuno disjunktnim domenima problema. Kao rezultat, često nije potpuno jasno na šta tačno sagovornik (ili potencijalni biznis partner) koji koristi ovaj termin, misli. S druge strane, upravo ta dvosmislenost u neku ruku i doprinosi popularnosti termina *cloud*.

U ovakvim okolnostima, jasno je da je pre ocene podesnosti primene *cloud computing* tehnologija, neophodno detaljno analizirati ponudu, sa aspekta konkretnih problema i konkretnih rešenja koja bi implementirala ovakav pristup. Ovaj rad je proizvod napora u spoznaji ove nove tehnologije, i to ne samo sa njenih tehničkih, već i komercijalnih, odnosno marketinških aspekata. Primarni cilj bio je sakupiti na jednom mestu, koncizno, što veći broj informacija o *cloud computing* trendu, tehnološkim i drugim novinama koje donosi, a koje mogu imati uticaja na procese razvoja, distribucije ili procese naplate u IT sektoru. Prvenstveno, ovakav skup informacija predviđen je kao podrška u odlučivanju prilikom odabira daljih pravaca razvoja kompanija koje razmatraju primenu platformskih i softverskih servisa u *cloud* okruženju.

U ovom radu dat je kratak pregled procesa adaptacije postojeće aplikacije kao servis zasnovan na *Windows Azure* platformi. Navedene su sve neophodne izmene, kao i veći izazovi sa kojim je bilo naophodno izboriti se prilikom adaptacije. Data je krataka analiza prednosti i mana rešenja baziranih na platformskim i softverskim servisima u odnosu na klasičan pristup.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ivan Luković, red.prof.

2. ADAPTACIJA ALATA ZA PROFILISANJE OPTEREĆENJA ZA CLOUD OKRUŽENJE

Za ilustraciju izazova adaptacije postojeće *on-premises* aplikacije *cloud* pristupu odabran je Alat za Profilisanje Opterećenja – APO. U okviru jednog energetskog sistema, ovakve aplikacije se koriste za generisanje normalizovanih dnevnih hronoloških dijagrama opterećenja (engl. *Normalized Daily Load Profile* – NDLP) za pojedinačne potrošače jedne energetske mreže, kao i faktora poverenja za svaki tip opterećenja (npr. za određene klase/grupe opterećenja, karakteristične potrošače itd.). Osnov za ovu analizu predstavljaju podaci dobijeni direktnim merenjem na terenu, u kombinaciji sa vremenskim uslovima u posmatranom periodu.

2.1. Motivacija za odabir APO za primer

Koraci uključeni u proces adaptacije APO kao servisa uključuju savladavanje nekoliko karakterističnih prepreka pred kakvim se nalazi većina IT kompanija koje razmatraju izmeštanje postojećeg rešenja sa lokalnog u *cloud* okruženje. Stoga se može reći da, s obzirom na svoju složenost, APO predstavlja pogodan primer aplikacije za analizu problema sa kojim se svaki potencijalni budući provajder *cloud* aplikacija suočava. Neke od konkretnih stavki neophodnih za adaptaciju APO-a u *cloud*-orientisan servis uključuju:

- odvajanje od postojećeg sistema za potrebe testa,
- konverziju čisto klijentske aplikacije u servisno-orientisanu arhitekturu,
- dodatni korak lociranja servisa za ekstrakciju/obradu,
- prilagođavanje security pristupa novoj izvedbi alata i
- isporuku biblioteka za komunikaciju sa bazama.

Nivo poteškoća sa kojima se autor susreo u prevazilaženju ovih konkretnih problema predstavljaće osnov za kasniju procenu težine adaptacije drugih *on-premises* aplikacija *cloud* pristupu.

2.2. Izazovi u toku procesa adaptacije

Prvi problem na koji se nailazi u procesu adaptacije APO aplikacije kao servisa ukorenjen je u činjenici da je APO razvijen kao komponenta šireg, integrisanog sistema. Kao takva, aplikacija u samom kodu sadrži veliki broj referenci koje se oslanjaju na neke od opsežnih biblioteka sistema razvijenih za potrebe raznih pojedinačnih komponenti koje ga čine. Kako je adaptacija svih opštih biblioteka jednog DMS sistema van opsega primera posmatranog u ovom radu, za potrebe testa su referencirani delovi uklonjeni i zamjenjeni sličnim, ali jednostavnijim i manje generičkim varijantama, dovoljnim za osposobljavanje osnovnih funkcionalnosti testirane aplikacije.

Tipičan primer ovakve funkcionalnosti, deljene na nivou sistema koju je neophodno izmeniti, predstavlja podsistem za praćenje toka rada aplikacije formiranjem log datoteka. Kako posmatrani DMS softver koristi uniformni loger koji podatke čuva na lokalnom disku, on bez značajnih izmena ne bi mogao biti iskorишćen u adaptiranoj verziji APO. Za potrebe testa, a u interesu uštede vremena, umesto „pravog“ *logging* mehanizma, podaci o radu aplikacije su prosto preusmeravani na standardni izlaz konzola *Windows Azure* emulatora. Treba istaći da ovakvo rešenje nikako ne bi bilo prikladno za isporuku potencijalnom klijentu, te da bi se zbog distribuirane prirode novog pristupa, za potrebe logovanja

na nivou celokupnog sistema morala osmisliti potpuno nova strategija, najverovatnije koristeći upravo log fajl koji *Windows Azure fabric* održava.

Kao i u prethodno navedenom slučaju, problem utvrđivanja lokacije samog APO servisa je posledica ekstrakcije integrisane komponente iz njenog okruženja. Naime, u postojećem rešenju, lokacije servisa nisu statičke. Posebne komponente vrše uloge arbitratora i sloja za pristup podacima (engl. *Data Access Layer* – DAL). Ponovo, adaptacija i ovih komponenti za *cloud* okruženje izlazi van opsega ovog testa, pa je njihova funkcionalnost zamenjena statičkim vrednostima u samom kodu aplikacije. Ovde je potrebno naglasiti da bi finalno rešenje industrijski-spremnog proizvoda moralo biti znatno robusnije, te da bi se verovatno, na nivou sistema, morao ponovo osmisliti celokupan sistem komunikacije servisa.

Budući da je izvršavanje APO aplikacije bilo predviđeno isključivo na lokalnoj mašini, bezbednosne polise sistema su prilagodene upravo takvom njenom režimu rada. Pri prelasku na klijent/server model rada, svaka od njih mora biti revidirana. *Firewall* pravila su sada nešto komplikovanija, a i za autentifikaciju korisnika je neophodno *Windows Azure role* priključiti *on-site* domenu. Uz većinom čisto konfiguracione korake, neke od bezbednosnih mera zahtevaju i manje izmene u postojećem kodu.

Jedan od izazova koji se mora rešiti prilikom svakog sličnog zahvata adaptacije jeste isporuka neophodnih *third-party* biblioteka. U slučaju APO, servis ima potrebu za direktnom komunikacijom sa *Oracle* bazom podataka. Podrazumevani način podrške konekcije na *Oracle* bazu je instaliranje *Oracle Client* paketa. Međutim, s obzirom na *stateless* prirodu *Windows Azure* instanci, iako bi u teoriji ovakav paket mogao biti instaliran nakon podizanja *role*, ne postoji nikakva garancija da se instalirane biblioteke ne bi izgubile prilikom re-inicijalizacije *role*. Upravo za ovakve prilike, *Oracle* podržava tzv. *xcopy* isporuku svojih klijentskih biblioteka. Umesto instaliranja klijentskog paketa za ceo sistem, korisnicima su dll biblioteke dostupne za direktan *download* [1]. Dovoljno je upakovati ih zajedno sa servisom, i obezbediti da se njihova lokacija nađe u skupu putanja koju će *.NET runtime* skenirati prilikom poziva metoda za konekciju ka bazi. Ovde treba naglasiti da je ovo specifičan primer, te da postoje proizvođači za čije biblioteke ovakav pristup nije moguć. Ovo može predstavljati potencijalno nerešiv problem ukoliko se neka aplikacija oslanja na biblioteke za koje nije dostupan jednostavan metod isporuke.

Za svaki od opisanih problema – konverzija u klijent-server model i lociranje novonastalog servisa, zajednička log datoteka, sigurnosne polise, isporuka *third-party* biblioteka – može se reći da predstavlja opšte mesto u procesu adaptacije klasične aplikacije *cloud* pristupu isporuke. Iz toga sledi da problemi evidentirani u radu na APO ni po čemu ne odudaraju od tipičnih problema za koje se može očekivati da bi zadesili jedan razvojni tim u sličnim zahvatima na drugim softverskim projektima. Kao takvi, iskustvo u njihovom prevazilaženju može poslužiti kao valjana osnova za evaluaciju tehnološke kompleksnosti procesa migracije jednog rešenja na *cloud* pristup isporuke u opštem slučaju.

3. Kritički osvrt na Windows Azure platformu

U okviru ovog rada, *Windows Azure* platforma posmatrana je kao reprezentativan primer implementacije principa isporuke softverskih proizvoda na osnovama platformskih i softverskih servisa u *cloud* okruženju. Kritika izneta u poglavlju koje sledi predstavlja, pored nabranja posebnosti samog *Microsoft*-ovog rešenja, i kritiku samog pristupa isporuke softvera kao usluge. Ovde je data sistematizacija svih iskustava koje je autor stekao tokom proučavanja platforme. Tipičan korisnik PaaS (engl. *Platform as a Service* – platforma kao servis) platforme poput *Windows Azure*-a je često ujedno i pružalac SaaS (softver kao servis) usluge krajnjim korisnicima [2][1]. U daljem tekstu pojedinačni aspekti ovih modela razvoja i isporuke biće razmatrani odvojeno iz ugla svakog od učesnika u distribuciji: provajdera PaaS usluge, korisnika platforme, odnosno pružaoca SaaS usluge, kao i iz ugla konzumenta softverskog rešenja.

3.1. Tehnološke karakteristike *Windows Azure* platforme

Velika tehnološka prednost koncepta isporuke softvera kao servisa, ona koja se najčešće prva ističe jeste olakšan proces isporuke, kao i pojednostavljenje održavanje već isporučenog rešenja. Posmatrano iz ugla razvojnog tima – korisnika PaaS usluge (odnosno, pružaoca SaaS usluge), nova forma distribucije pruža priliku za uštedama na nekoliko polja. Najpre, sam korak isporuke u potpunosti zaobilazi klasične metode, što, u zavisnosti od veličine i kompleksnosti projekta, može olakšati posao razvojnog tima na razne načine. Još jedan pozitivan aspekt predstavlja činjenica da, s obzirom da je unapred poznato okruženje u kome će biti izvršavano, *cloud* rešenje ne mora imati isti stepen robusnosti kao tradicionalno isporučen softver. Ovde je naročito primetan kontrast u odnosu na tradicionalni pristup, gde je najčešće poželjno da se aplikacija izvršava na što većem broju raznorodnih platformi, kako bi bio pokriven što veći spektar potencijalnih klijenata. Sem samog procesa razvoja, ovo značajno otežava i čini skupljim i procese testiranja i održavanja softvera namenjenog tradicionalnoj isporuci. Oslobođen ovih briga, razvojni tim sada može veći procenat svojih resursa uložiti u povećanje skupa funkcionalnosti postojećih, odnosno razvoj novih aplikacija, umesto na isporuku i održavanje već izrađenih rešenja. Ovde pomaže i koncept elastičnosti ugrađen u *cloud* rešenja, koji omogućava kvalitetno izradenom rešenju nastavak eksploatacije i nakon što se količina posla za softversku obradu i mnogostruko uveća. Uz razvoj adekvatnih algoritama koji bi prepoznavali potrebu za njim, dinamičko skaliranje se može automatizovati u znatnoj meri, negde čak i potpuno.

Posmatrano iz ugla pružaoca usluge, PaaS pristup nudi značajno veći stepen automatizacije u odnosu na IaaS. S druge strane, on provajderu obezbeđuje priliku da izade u susret i klijentu sa specifičnim zahtevima, na koje jedan SaaS provajder možda ne bi mogao da odgovori.

Jedan od najvećih problema ovakvog pristupa, posmatrano iz ugla korisnika PaaS usluge predstavlja ograničavanje sopstvenog razvojnog tima samo na skup tehnologija koje odabrani provajder podržava. Ova činjenica podrazumeva neke očigledne probleme: razvojni tim mora biti upoznat sa podržanim tehnologijama (uglavnom

ograničava odabir provajdera), ograničen je procenat izvornog koda postojećeg rešenja koji se potencijalno može ponovo iskoristiti a neke od dosad korišćenih tehnologija mogu postati potpuno nedostupne i moraju biti zamjenjene alternativama. Međutim, jedan od najvećih rizika ovakvog „zaključavanja“ unutar skupa tehnologija koje provajder nudi (engl. *lock-in*) predstavlja potencijal za prestanak ili izmenu ponude provajdera koja je van naše kontrole. Rizik od prestanka ponude usluge je očigledan – provajder može bankrotirati, promeniti sferu delovanja na tržištu ili, prosto, strateški odlučiti na prestanak isporuke. Izmena ponude usluge može biti direktna, kao na primer korekcija uslova u *Service Level Agreement* (SLA), ili prelazak na novu tehnologiju, na koju klijent nije spreman migrirati svoje rešenje. Takođe, ona može biti i indirektna – manjak relativnog napretka u usluzi odabranog provajdera predstavlja kompetitivni hendikep ukoliko provajderi konkurenčnih firmi svoje platforme obogaćuju novim tehnologijama i alatima. Bez obzira na zaštitne klauzule SLA, ukoliko se kompanija odluči vezati svoj proizvod za neku platformu, ona na određeni način zavisi od njenog provajdera. Zato je jako važno na odgovarajući način pristupiti odabiru budućeg partnera, i imati jasno zaokruženu viziju arhitekture rešenja i za slučaj da se trenutno ponuđeni uslovi ne promene i duži period vremena. Takođe, ozbiljna kompanija mora imati i jasnu izlaznu, odnosno migracionu strategiju, ukoliko se naknadno ispostavi da klijentu odabrana platforma ne odgovara, odnosno ukoliko se konkurenčna ponuda vremenom pokaže primamljivija.

Još jedna posledica *lock-in*-a na tehnološko rešenje jeste uticaj odabrane platforme na arhitekturu sistema. Različiti provajderi nude platforme čiji se pristupi *cloud computing*-u međusobno mogu značajno razlikovati. Odabir (ne) odgovarajuće platforme može imati znatan uticaj na vreme provedeno u razvoju softvera, kao i na sam proces implementacije, u zavisnosti od procenta ukupnog posla već odraćenog od strane provajdera. Drugi veliki problem sa prelaskom na isporuku softvera u vidu servisa predstavlja i dalje neravnomerno razvijena Internet infrastruktura, uz naročito izražene razlike u pokrivenosti i kvalitetu mobilne Internet mreže. Problemi koji mogu nastati zbog loše ili nepostojeće veze utiču na dizajn i ponašanje aplikacija isporučenih kao servis.

Takođe, treba imati u vidu da neki tipovi aplikacija jednostavno nisu pogodni za isporuku kao servis. U ovu grupu spada više kategorija, od kojih se najviše ističu aplikacije od kritičnog značaja za korisnika, toliko važne da se korisnik ne sme uzdati u aplikaciju koja zavisi od Internet pristupa; zatim aplikacije sa visokim hardverskim zahtevima na klijentskoj strani; kao i druge kod kojih je tradicionalni pristup jednostavno jedini logičan.

3.2. Karakteristike *Windows Azure* platforme

posmatrane iz marketinško/menadžerskog ugla

Iz ugla klijenta platformskih, odnosno softverskih servisa, osnovna prednost u odnosu na tradicionalno isporučen softver je dostupnost usluge. Pristup uz konzistentan interfejs, omogućen sa bilo kojeg klijenta, bilo gde u svetu i upotreba više klijenata za rad na jednom zadatku su prednosti koje pozitivno utiču na marketabilnost proizvoda i olakšava proces njegove prodaje.

Takođe, izmeštanje obrade podataka u „oblak“ omogućava potencijalnim korisnicima neke usluge koje im nikada ne bi bile dostupne ili isplative za isporuku tradicionalnim putem. Na primer, neka manja kompanija možda nikada ne bi mogla izgraditi *data* centar neophodan za jednokratno izvršavanje nekog zadatka za koji je potrebno izuzetno puno procesorske snage. Za razliku od nje, jednom provajderu takve usluge se to može isplatiti, ukoliko tržište ima dovoljno sličnih kompanija koje bi od njega iznajmilo takav softver.

Iz ugla korisnika PaaS ili SaaS usluge, nova forma distribucije koja prati upotrebu proizvoda na osnovama platformskih ili sofverskih servisa u *cloud* okruženju predstavlja mač sa dve oštice. S jedne strane, model u kome se usluge *data* centra najme po potrebi, i troškovi se prebacuju u „operativne“ (engl. *Operating EXPenditure*, OPEX) svakako je prihvatljiviji od modela kapitalne investicije (engl. *CAPital EXPenditure*, CAPEX), u kojoj korisnik velik deo novčanih sredstava mora potrošiti već pri samom početku rada, mnogo pre nego što rešenje počne da vraća investiciju.

S druge strane, kao i kod tehnoloških aspekata ovakvog pristupa, i ovde korisnik umnogome zavisi od provajdera usluge koju najmi. Ukoliko se neki specifični zahtevi iskristališu tek nakon početka eksploatacije softvera, njihova implementacija će najverovatnije teći prilično sporo, ukoliko uopšte budu rešeni. I uz najbolju nameru provajdera da implementira sve ove zahteve, čekanje na rešenje nekih manje prioritetnih može potrajati i godinama.

Takođe, gore opisani tehnološki *lock-in* problem ima i svoju marketinško/menadžersku stranu. Ovde se pod njim podrazumeva zavisnost od uslova pod kojima se platforma izdaje, koja je van sfere uticaja korisnika. To mogu biti poskupljenja (direktna ili relativna – slučaj kada konkurenca počne nuditi svoja rešenja po povoljnijim uslovima) ili jednostrana izmena uslova isporuke (SLA) uz negativnu posledicu pada kvaliteta usluge.

Ponovo treba naglasiti problem Internet pokrivenosti. U nekim slučajevima, usled manjka kvalitetne infrastrukture, neki potencijalni korisnici jednostavno ne mogu pristupiti softveru.

Takođe, postoje i drugi razlozi zašto bi potencijalni korisnici odbili ovakav model distribucije. Na primer, pored nepoverenja koje je često prisutno prilikom usvajanja svake nove tehnologije, prelazak na *cloud* model isporuke prati i racionalan strah od poveravanja podataka drugoj kompaniji.

Treba spomenuti i pravne aspekte koji mogu imati negativan efekat na prihvatanje *cloud* usluga u određenim sferama. Na primer, sasvim je moguće da je potencijalni korisnik *cloud* aplikacije zakonski sprečen od upotrebe neke usluge.

Svaki pristup pogodan je za rešavanje specifičnih problema. Slično, svaki pristup ima svoje limite upotrebljivosti. Kao i sa većinom novih tehnologija, i *cloud computing* uživa naglu popularnost u IT krugovima, bilo zbog iskrenog entuzijazma za novim pristupom i mogućnostima koje donosi, bilo kao posledica agresivnih marketinških kampanja pružaoca ovih usluga. Ipak, svestan i njenih ograničenja, a ne samo prednosti, menadžment jedne kompanije ne sme pasti u zamku praćenja novih tehnologija po svaku cenu. Migracija ka

novoj tehnologiji samo zarad povinovanja marketinškim trendovima, popularno nazvana „*buzzword compliance*“, može imati katastrofalne posledice na kvalitet finalnog rešenja. Odabir metoda isporuke koja je po svojoj prirodi prilagođena problemu kojim se bavi isporučeni softver u direktnoj je sprezi sa krajnjim kvalitetom rešenja, cenom njegovog razvoja, testiranja, isporuke i održavanja. U današnje vreme, alati za razvoj softvera dovoljno su fleksibilni, a snaga hardvera na kojem se on izvršava dovoljno moćna da čak i potpuno neprimeren pristup može rezultovati prihvatljivim rezultatima za korisnika. Međutim, pitanje je koliko resursa može biti utrošeno na ovakav način pre nego što konkurenca, neopterećena neadekvetanim pristupom preuzeće tržište kvalitetnijim i jeftinijim alternativama.

4. ZAKLJUČAK

Kako dostupna literatura uglavnom manjka objektivnim ocenama komercijalnih rešenja, osnovu za datu analizu *cloud* modela isporuke softvera mahom predstavljaju stavovi autora. Oni su izgrađeni na osnovu rada na teoretskom upoznavanju sa *cloud* platformom s jedne, i kao proizvod iskustava stečenih u konkretnom radu sa *Windows Azure* platformom s druge strane. Ovo praktično iskustvo u razvoju aplikacija prilagođenih *cloud* metodama isporuke stečeno je tokom procesa adaptacije postojeće aplikacije ovakvom modelu. Ovako prikupljena znanja poslužila su kao osnov za opširnije razmatranje pozitivnih, odnosno negativnih aspekata isporuke softvera kao servisa.

U okviru procesa adaptacije, alat za profilisanje opterećenja je adaptiran iz čisto *on-premises* aplikacije u aplikaciju sa klijent-server arhitekturom podesnu za isporuku kao servis.

Međutim, u trenutnoj izvedbi, jedina primenjena tehnološka beneficija *cloud* pristupa jeste mogućnost udaljenog pristupa. Kako bi aplikacija u potpunosti iskoristila pun potencijal ovog koncepta, poput skalabilnosti i otpornosti na otkaz pojedinih čvorova distribuiranog sistema, njena arhitektura bi morala biti izmenjena iz korena.

Upravo ovaj problem i predstavlja opšte mesto na koje nailaze kompanije u procesu adaptacije postojećih rešenja *cloud* pristupu. Postići „*buzzword compliance*“ nije previše komplikovano. Međutim, istinska migracija „u oblak“ iziskuje mnogostruko više napora, vremena i resursa.

5. LITERATURA

- [1] „*Instant ODP.NET Deployment*“, novembar 2008, <http://www.oracle.com/technetwork/issue-archive/2008/08-nov/o68odpnet-101744.html>
- [2] Ben Kepes, „*Understanding The Cloud Computing Stack – SaaS, Paas, IaaS*“, 2011, Diversity Limited

Kratka biografija:



Nikola Rajačić rođen je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i Računarstva – Primjenjene računarske nauke i informatika odbranio je 2011 god.



INTEGRACIJA SA DISTRIBUTIVNIM MENADŽMENT SISTEMOM OTPORNA NA OTKAZE

FAULT TOLERANT INTEGRATION WITH DISTRIBUTION MANAGEMENT SYSTEM

Srđan Palanački, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan značaj distributivnog menadžment sistema (DMS) unutar smart grid-a kao i značaj komunikacije između DMS-a i ostalih elemenata smart grid-a. Izložene su osnovne tehnike fault tolerance-a. Realizovana je softverska komponenta koja je zadužena za komunikaciju sa DMS-om i oporavak u slučaju otkaza. Rešenje je realizovano uz oslonac na jednoverzionate tehnike fault tolerance-a.

Abstract – This paper describes importance of a distribution management system (DMS) inside a smart grid and importance of communication between DMS and elements of smart grid. Fault tolerance technics are presented. A component for comunication with DMS and recovery in case of failure is implemented. Solution is made relying on single version fault tolerance techniques.

Ključne reči: smart grid, fault tolerance, single-version programming, failover, distribution management system

1. UVOD

Pametna mreža (*Smart Grid*) je relativno novi koncept u oblasti elektroenergetike i predstavlja evoluciju tradicionalne elektroenergetske mreže. U skladu sa ovim konceptom, elektroenergetska mreža više nije jednosmerna (od mesta proizvodnje ka potrošačima), nego postaje inteligentna, integrisana, interaktivna i što je najvažnije dvosmerna mreža. *Smart grid* se može posmatrati kao sistem koji se sastoji od mnoštva povezanih softverskih komponenti gde svaka od njih zavisi od komponenti sa kojima je u vezi (*dependability*). Elementi takvog softverskog sistema su brojni i vrše različite funkcije, npr. SCADA (za nadzor i kontrolu proizvodnje i distribuciju električne energije), AMI (za merenje, skupljanje i analizu potrošnje el. energije), GIS, asset komponenta (za vođenje evidencije o svim elementima mreže), komponenta zadužena za komunikaciju sa potrošačima, OMS (za pomoć operatorima u slučaju nestanka struje), EMS (za prenos električne energije) itd. Centralna komponenta distribuiranog softverskog rešenja za smart grid-a je Distribution Management System (DMS) i on je tipično zadužen za integraciju svih komponenti u jedan funkcionalan sistem. Zbog toga je od kritičnog značaja omogućiti da ta komunikacija bude spremna da odgovori na zahteve u svakom trenutku. Pored toga potrebno je

obratiti pažnju i na sledeće osobine: pouzdanost (*reliability*) – sposobnost neprekidnog pružanja odgovarajućih funkcija, mogućnost održavanja (*Maintainability*) – mogućnost izmena i popravki, sigurnost (*safety*) – zaštita od slučajnih štetnih događaja i bezbednost (*security*) – zaštita od namernih štetnih događaja. Ovaj rad predlaže jedan način realizacije fault tolerant integracije DMS-a sa ostalim komponentama smart grid-a.

2. FAULT TOLERANCE U SOFTVERU

Postoje događaji koji utiču na sistem i predstavljaju uzrok otkaza (*fault*) koji dovodi do stanja greške (*error*). Ako se greška ne otloni na vreme sistem može otkazati (*fail*). Ideja *fault tolerant* sistema (FT) je da on nastavi sa radom, u nekim slučajevima sa smanjenom efikasnošću (veće vreme odziva, manja preciznost računanja itd), u slučaju kada se pojavio uzrok otkaza. *Fault tolerance* tehnike su podjeljene u 2 grupe: *single version* i *multi version* softverske tehnike. *Single version* tehnike se fokusiraju na poboljšanje *fault tolerance*-a jednog dela softvera dodavanjem mehanizama koji detektuju, zadržavaju i obrađuju greške, koje su izazvane greškama u dizajnu. *Multi version fault tolerance* tehnike koriste više varijanti dela softvera, koji osiguravaju da greška u jednoj verziji ne izazove grešku celog sistema. Karakteristike ovih tehnika je da se mogu primeniti na bilo kom nivou softverskog sistema: nivou procedura, procesa, na nivou celu aplikaciju ili čak celog sistema uključujući i operativni sistem. Pored toga ove tehnike se mogu primenjivati selektivno na one delove sistema gde je velika šansa da će doći do otkaza.

2.1. SINGLE VERSION TEHNIKE FAULT TOLERANCE-A

Single version (u daljem tekstu SV) tehnike se baziraju na upotrebi redundantne na jednoj verziji dela softvera u cilju pronaalaženja i otklanjanja grešaka. Između ostalih, SV tehnike obuhvataju razmatranja strukture softvera i akcija, detekcije grešaka, rukovanje izuzecima, *checkpoint* i restart, parova procesa i različitosti podataka.

Struktura softvera i akcije – arhitektura softvera pruža osnove za implementaciju FT-a. Potrebno je razložiti softver na osnovne komponente, te kontrolisati te komponente i komunikaciju koja se odvija između njih. Druga stvar je da se svakoj komponenti moraju ograničiti prava na neku akciju ukoliko nije eksplicitno naglašeno suprotno. To znači da ni jedan element sistema nema više prava nego što mu je potrebno da bi se izvršila neka funkcija i bilo koje ograničenje se mora eksplicitno

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Erdeljan, vanr.prof.

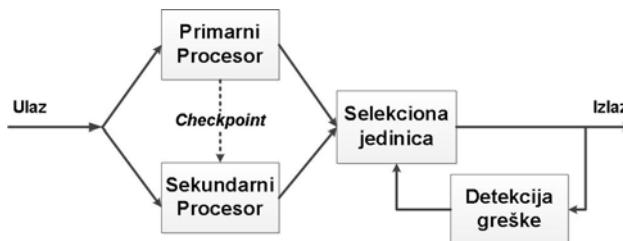
ukinuti da bi element mogao da koristi specifičnu operaciju.

Detekcija greške – efikasna primena FT tehnika na sisteme zahteva od svakog modula da ima dve osobine: samoodbrana i samoprovera (*selfchecking*). Samoodbrana predstavlja sposobnost komponente da se zaštitи od loših spoljnih uticaja detekcijom grešaka u informacijama koje dobija od ostalih komponenti. Samoprovera znači da komponenta mora biti sposobna da detektuje unutrašnje greške i da preduzme odgovarajuće korake da se te greške ne propagiraju drugim komponentama.

Rukovanje izuzecima - predstavlja prekid normalnog režima rada da bi rukovao abnormalnim odgovorima. Izuzetke signalizira implementirani mehanizam za detekciju grešaka kao zahtev za inicijalizaciju odgovarajućeg oporavka. Postoje tri klase događaja izazvanih izuzecima u softverskim komponentama: izuzeci interfejsa, lokalni izuzeci i izuzeci otkaza.

Checkpoint i restart – ovaj princip se zasniva na ideji da se povremeno čuvaju stanja sistema i da se u slučaju greške sistem vrati u sačuvano stanje i od njega nastavi sa radom. Postoje dva tipa ovakvog mehanizma: statički i dinamički. Statički restart se zasniva na vraćanju modula na predefinisano stanje, gde to stanje može biti inicijalno ili jedno od prethodno definisanih stanja, gde se izbor vrši u odnosu na stanje u kom se nalazi dotični modul. Dinamički restart, tj. restart koji koristi dinamički kreirane *checkpoint*-e koji predstavljaju stanje sistema u različitim tačkama u izvršavanju. U tom slučaju sistem se vraća u poslednje sačuvano stabilno stanje.

Grupe procesa - koriste dve ili više identične verzije istog softvera koje rade na odvojenim procesorima. Mehanizam oporavka je *checkpoint* i restart. U ovom slučaju imamo primarni i sekundarne procese. Na početku samo je primarni procesor aktivran, tj. prima ulaze i pravi izlaze dok u međuvremenu pravi *checkpoint*-e koje šalje sekundarnim ili *backup* procesima. Nakon detektovanja greške, jedan od sekundarnih procesa preuzima poslednji *checkpoint* kao početno stanje i preuzima ulogu primarnog procesora. Kada se ovo dogodi primarni procesor se gasi i vrši se dijagnostika. Po potrebi, vrši se održavanje i zamena pokvarenog procesora. Kada se taj procesor vrati u sistem on postaje sekundarni procesor i počinje da preuzima *checkpoints* od primarnog. Najbitnija osobina ovakve tehnike oporavka je da se dostavljanje usluga nastavlja bez prekida posle pojave otkaza u sistemu (Slika 1).



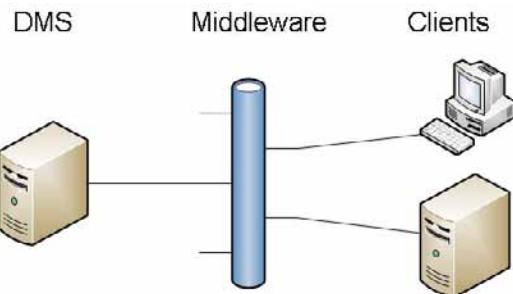
Slika 1 - Logički prikaz parova procesa

Različitost podataka – različitost podataka se može posmatrati kao implementacija „*input sequence workarounds*“ u kombinaciji sa *checkpoint*-om i restartom. Razlog za korišćenje ove tehnike je taj jer su

greške u softveru najčešće vezane za redosled unosa podataka [1].

3. INTEGRACIJA SA DMS-OM

Prethodno je rečeno da DMS komunicira sa velikim brojem elemenata *smart grid*-a. Iako se svaka komponenta razlikuje, logički se one povezuju kao na slici (Slika 2).



Slika 2 - Logički prikaz komunikacije sa DMS-om

DMS predstavlja skup servisa koji su zaduženi za obradu prikupljenih podataka i njihovo pohranjivanje u bazu podataka, kao i za modeliranje upravljačkih signala i njihovo dalje prosleđivanje. DMS se ponaša kao podrška pri odlučivanju operatora u kontrolnoj sobi ili operativcima na terenu, kao i podrška inženjerima u analizi rada sistema, planiranju radova i proširenja, održavanju itd. Time se povećavaju pouzdanost i kvalitet u isporuci el. energije, tako što se smanjuje broj prekida dotoka električne energije, smanjuje trajanje prekida ukoliko do njih dođe, regulisanje frekvencije i napona itd. Jedan od razloga za upotrebu DMS-a je da poboljšava brzinu i preciznost predviđanja kvarova. To se postiže na osnovu podataka koje DMS dobija od mreže. Na taj način operator može sprečiti da do otkaza i dođe.

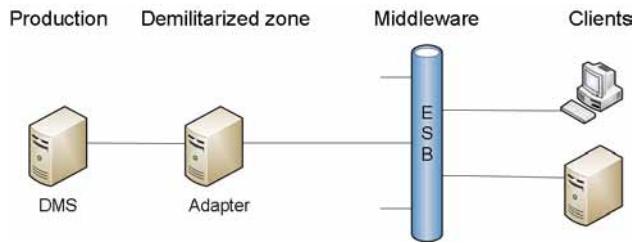
Middleware softver omogućava komunikaciju i upravljanje podacima između distribuiranih aplikacija. On se smatra „softverskim lepkom“, jer omogućava da aplikacije međusobno komuniciraju.

Klijenti predstavljaju veliku grupu aplikacija sa kojima DMS komunicira. Oni imaju rezličite uloge: prikupljanje informacija o elementima električne mreže, vremenskim prilikama ili trenutnom stanju mreže, komunikacija sa korisnicima ili upravljačke funkcije.

Komunikacija klijenata sa DMS-om se odvija pomoću velikog broja protokola i standarda. Servisi koji se mogu posmatrati u ulozi middleware-a su: *Enterprise Service Bus* (ESB), *message oriented middleware* (MOM), *object request brokers* (ORBs), *enterprise application integration* ili *data integration*. U ovom rešenju se koristi ESB, tačnije IBM-ov WebSphere ESB, koji podržava široku lepezu protokola kao što su JMS, MQ, EJB, WebService, REST, HTTP i dr. Formati koju su tipično podržani su XML, text, CSV, itd. Pored toga, većina klijenata koristi različite standarde: IEC 61970 koji definiše interfejs za EMS, IEC 61986 pomoću kojeg su definisani interfejsi svih većih elemenata DMS-a, IEC 60870-6 (ICCP protokol) pomoću kojeg je definisana komunikacija sa SCADA-om, itd.

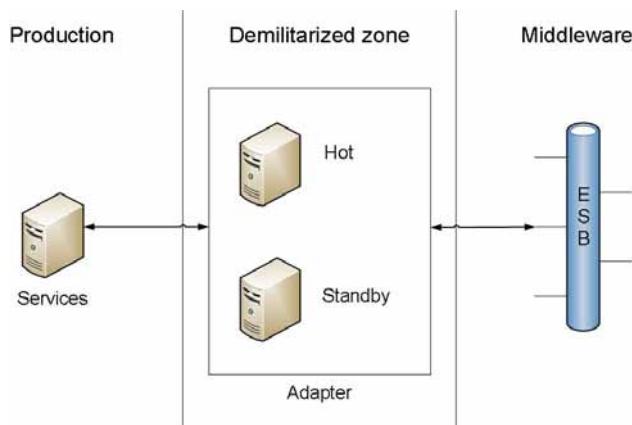
Zbog velikog broja različitih standarda koji su u primeni, u predloženom rešenju je ubačen adapter da tumači i

prevodi poruke i protokole u format razumljiv DMS servisima. Slika 3 prikazuje mesto adaptera u komunikaciji DMS-a ostalih aplikacija.



Slika 3 - Prikaz komunikacije sa adapterom

Komunikacija prenosi podatke između nekoliko bezbednosnih zona, koje su razdvojene firewall-om. U *production* zoni se nalaze DMS servisi i pristup njima treba da je strogo kontrolisan. *Demilitarized zone* predstavlja fizičku ili logičku podmrežu koja sadrži servise koji su okrenuti spoljašnjim korisnicima. Uloga DMZ-a je da doda još jedan sloj zaštite između DMS servisa i spoljašnjih aplikacija. Spoljni korisnici mogu da pristupaju servisima u DMZ-u, ali im nije dozvoljen pristup unutrašnjoj mreži. Pošto sva komunikacija DMS-a sa ostalim komponentama ide preko adaptera potrebno je tu komponentu napraviti što sigurnijom. Ona mora biti dostupna u svakom trenutku da ne bi došlo do kritičnog gubitka podataka. Zadatak ovog rada je realizacija jedne takve komponente.



Slika 4 - Prikaz hot i standby adaptera u komunikaciji

4. OPIS REŠENJA

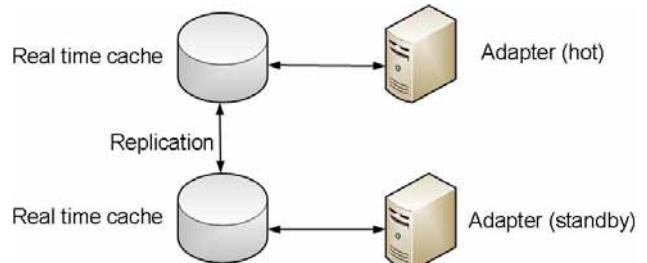
Kao primer rešenja gore opisanog problema realizovana je komponenta koja omogućava *fault tolerant* komunikaciju između DMS-a i mrežne infrastrukture (*middleware*). Sa strane DMS-a se, kao rezultat unutrašnjih operacija, kreiraju poruke koje je potrebno proslediti na ESB. Pošto interfejsi DMS-a i spoljašnjih korisnika nisu isti, komunikacija se odvija kroz adapter, pomoću WCF-a, koji prevodi dobijene poruke u odgovarajuću formu. Komunikacija između DMS-a i adaptera je realizovana pomoću *PubSub* šablona, gde su servisi DMS-a *publisher-i* i oni objavljaju poruke od interesa, dok su adapteri *subscriber-i* koji se pretplaćuju na te poruke. Prevedene poruke adapter pomoću WCF-a prosleđuje ESB-u, koji je zadužen za dostavljanje poruka

do krajnjih korisnika. Prepostavka je da DMS i ESB imaju sopstvene mehanizme *fault tolerance-a*, tj. da su oni u svakom trenutku dostupni.

Da bi se povećala pouzdanost adaptera postoje 2 instance jednog adaptera, koje se označavaju kao *hot* i *standby*. *Hot* adapter je aktivan i razmenjuje podatke sa ostatkom sistema. Kada ta komponenta otkaže, *standby* komponenta se aktivira i nastavlja posao umesto *hot* komponente. Komponenta koja je bila *hot* posle oporavka prelazi u *standby* režim rada. Na slici (Slika 4) je dat grafički prikaz sistema.

Svaki adapter za sebe ima vezan jedan *smart cache*, koji je zadužen za čuvanje poruka adaptera. To je standardna keš memorija, koja sadrži i module zadužene za replikaciju na druge keševe, čitanje i pisanje iz/u keša i generisanje identifikacionih oznaka za elemente koji se čuvaju u kešu. Kada adapter primi poruku, ona se prvo sačuva u *smart cache* pa se tek onda tumači. Svaka izmena koja se izvrši nad jednim *smart cache*-om se replicira drugim *smart cache*-ovima definisanim u putanjama za replikaciju. Tako se omogućava da *standby* keš u svakom trenutku ima isti sadržaj kao i primarni keš u *hot* adapteru. U slučaju otkaza, kada *hot* adapter nije više u funkciji, *standby* adapter nastavlja sa radom, jer u svom kešu ima stanje identično stanju u kojem je bio *hot* pre otkaza. Da bi se čuvale samo neposlate poruke adapter posle slanja prevedene poruke briše tu poruku iz keša. Na taj način u kešu se uvek nalaze samo poruke koje je adapter dobio, ali ih još nije prosledio ili su u fazi prevođenja (Slika 5).

S obzirom na veliki broj adaptera koji učestvuju u komunikaciji sa DMS-om i veliki broj različitih poruka koje se razmenjuju *smart cache* mora da čuva različite strukture. Da bi se izbegla situacija da svaki adapter ima različitu strukturu u svom kešu postoji komponenta koja je zadužena za serijalizaciju. Ta komponenta serijalizuje svaku poruku u niz bajtova i taj niz se čuva u kešu. Način na koji će se serijalizacija i deserijalizacija izvršiti je ostavljen programeru i jedini uslov je da je rezultat serijalizacije niz bajtova. Potom komponenta dodeljuje tom nizu jedinstveni ID i takav par {ID, niz bajtova} se čuva u kešu. Na ovaj način postignut je veći nivo generičnosti, jer se svaki adapter razlikuje jedino u načinu serijalizacije i deserijalizacije.



Slika 5 - Prikaz adaptera sa pridruženom Smart Cache bazom

Tokom dizajna rešenja razmatrani su sledeći slučajevi:

- 1) Adapter je krahirao pre nego sto je poruka stigla – u ovom slučaju *standby* adapter preuzima ulogu *hot* adaptera i dobija sledeće poruke.

- 2) Adapter je krahirao kada je poruka pristigla, ali nije stigla da bude zapisana – u ovom slučaju dolazi do gubitaka informacija, tj. ta poruka ostaje neprosleđena.
- 3) Adapter je krahirao kada je poruka zapisana u *smart cache* – u ovom slučaju *standby* adapter nastavlja sa radom sa kopijom *smart cache-a hot* adaptera, gde se prvo obrađuju poruke iz keša pa se potom nastavlja sa normalnim radom, te ne dolazi do gubitaka podataka.
- 4) Adapter je krahirao pošto je poruka poslata, ali nije obrisana iz keša – u ovom slučaju, posle pada *hot* adaptera, *standby* adapter počinje sa radom sa podacima iz svog keša, gde šalje poruku koju je poslao *hot* adapter. Tako dolazi do dupliranja poruka.
- 5) Adapter je krahirao pošto je poruka poslata i obrisana iz keša – u ovom slučaju kada *standby* adapter kreće sa radom ima keš koji sadrži samo neposlati poruke (ako ih ima) i nastavlja sa normalnim radom.
- Komponenta *health monitor* je zadužena za proveru stanja adaptera, tj. da li je *hot* ili *standby*, tako što periodično šalje signal, koji se zove *heartbeat*. Ako je komponenta funkcionalna ona će odgovoriti na taj signal, a ukoliko komponenta ne odgovori smatra se da je ona otkazala. U tom slučaju *standby* adapter postaje *hot* i on nastavlja sa radom. Prilikom pokretanja svaki adapter se prvo javlja *health monitor* komponenti. *Health monitor* potom, ukoliko nema *hot* adaptera, postavlja adapter u *hot* stanje ili, ukoliko *hot* adapter postoji, novom adapteru daje ulogu *stanby* adaptera.

6. PERFORMANSE REŠENJA

Pri testiranju ovog rešenja korištene su poruke koje simuliraju promene stanja prekidača. Svaka poruka sadrži svoj id, id prekidača, fazu na koju se poruka odnosi, stanje u koje prelazi prekidač, kao i vreme događaja. Rezultati testa su dati u tabeli 1.

Tabela 1 - Rezultati testa upisa i brisanja u smart cache

Trajanje	Upis [s]	Brisanje [s]
1 poruka	0.17	0.1
10 poruka	1.2	0.7
100 poruka	12.7	9.4
1000 poruka	144	101

Očekuje se da ova vremena budu kraća u realnoj primeni jer je rešenje testirano na skromnoj mašini (konfiguracije sa 8GB RAM i 2.2GHz CPU). Pored toga, prikazana trajanja pokazuju period od primanja poruka pa sve do trenutka kada su poruke sačuvane, te u taj interval ulazi i serijalizacija poruke, što u zavisnosti od tehnike koja se primenjuje utiče na ukupno trajanje operacije. Na brzinu operacija utiče i veličina, tj. složenost poruka. U slučajevima sa jednostavnijim, manjim porukama, serijalizacija i upis traju kraće i obrnuto, za složenije poruke potrebno je više vremena.

Operacija čitanja iz *smart cache-e* traje zanemarljivo malo, reda nekoliko milisekundi. Iz priloženih rezultata se vidi da se operacije nad podacima u *real time cache-u* odvijaju prihvatljivim brzinama. Mora se uzeti u obzir da je prijem 1000 poruka u istom trenutku malo verovatan. Realna očekivanja su od nekoliko do nekoliko desetina poruka u minuti, a postoje primeri i sa nekoliko poruka na svaki sat.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je izložena osnovna uloga *Distribution Management System-a* u *smart grid-u*, sa posebnim osvrtom na komunikaciju sa ostalim elementima *smart grid-a*. Izučene su tehnike *fault tolerance-a* i njihova primena u softveru. Uspešno je implementiran *fault tolerant* adapter, koji koristi tehniku grupe procesa, za komunikaciju između DMS-a i ostalih elemenata *smart grid-a*.

Treba istaći da je ovo rešenje našlo i praktičnu primenu. Rešenje je testirano na realnim primerima i dalo je zadovoljavajuće rezultate.

Iako ima svojih nedostataka, predloženo rešenje je pouzdanije i umanjuje mogućnost gubitaka informacija u odnosu na rešenje gde se takve tehnike ne primenjuju.

Dalji razvoj ovog rešenja može voditi u nekoliko pravaca od kojih je najvažnije pronaći načine da se detektuju i spreče slanja dupliranih poruka i gubljenje informacija kada se poruka ne sačuva.

Drugi pravac je povećanje performansi rešenje, jer što manje vremena komponenta utoši na upis, čitanje i brisanje manje su šanse da dode do gubitka podataka.

8. LITERATURA

- [1] A. Avizienis, J.C. Laprie, B. Randell *Dependability and its threats: a taxonomy*, IFIP International Federation for Information Processing, vol 156, 2004, pp 91-120
- [2] Wilfredo Torres-Pomales, *Software Fault Tolerance: A Tutorial*, Technical Memorandum, NASA Langley Research Center, October 2000
- [3] Microsoft Developer Network, <http://msdn.microsoft.com/en-US/>
- [4] Vladimir Stokić, *Fault tolerance u sistemima za rukovanje relacionim bazama podataka sa posebnim osvrtom na primenu u DMS sistemima*, diplomski-mester rad. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007

Kratka biografija:



Srđan Palanački rođen je u Zrenjaninu 1988. god. Završio je srednju školu – gimnaziju „Zrenjaninska gimnazija“ u Zrenjaninu, 2007. godine i iste upisao Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu. Diplomski-mester rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Računarstva i Automatike odbranio je 2013.god.



IZDVAJANJE I PREPOZNAVANJE MAŠINSKI GENERISANOG TEKSTA SA SLIKE EXTRACTION AND RECOGNITION MECHANICAL GENERATED TEXT FROM IMAGES

Nenad Kosanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadžaj – U radu je izvršena specifikacija i implementacija open source biblioteke, "OCREterna", za izdvajanje i prepoznavanje znakova sa slike. Specifikacija je izvršena UML jezikom a implementacija u C# .NET okruženju. Proširivost implementiranog rešenja omogućena je modularnom organizacijom procesa za izdvajanja i prepoznavanja znakova. U svakom od uočenih modula implementiran je po jedan reprezentativan algoritam za obradu i analizu slike (k-means, Otsu metoda, horizontalni i vertikalni histogram, separacija spojenih znakova i back-propagation neural network). Verifikacija implementiranog rešenja prikazana je na nekoliko ilustrativnih primera.

Abstract – This paper presents the specification and implementation of open source library, "OCREterna" for extracting and recognizing characters from the image. The specification is made in UML language and it's implementation in C#.NET environment. The modular organization of the process of separation and character recognition makes solution scalable. In each of the identified modules is implemented a representative algorithm for image processing and analysis (k-means, Otsu, horizontal and vertical histogram, separation of connected characters and back-propagation neural network). Verification of the implemented solution is shown in a few illustrative examples.

Ključne reči: OCR, .NET C#, Computer vision , Otsu, K-means, UML, Machine learning

1. UVOD

Deo računarske inteligencije koja se bavi problemom izdvajanja sadržaja sa slike naziva se Računarsko razumevanje slike (Computer vision, Image understanding, Machine vision). Oblast koja se bavi izdvajanjem i prepoznavanjem slova sa slike se naziva optičko prepoznavanje znakova (Optical Character Recognition OCR). Veliki broj naučnih radova i izveštaja su već objavljeni na ovu temu. Napravljena su mnoga komercijalna rešenja različitih performansa i mogućnosti. OCR softver se nalazi na uredajima kao što su mobilni telefoni, desk-top računari ali i u velikim i skupim sistemima. Ipak, krajnji cilj razvoja koji predstavlja izjednačavanje sposobnosti mašine sa čovekom, pa i prevazilaženje čovekovih sposobnosti i dalje nije dostignut.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je prof.dr Đorđe Obradović.

Dakle, još uvek postoji veliki jaz između ljudskog čitanja i sposobnosti čitanja mašine. Potrebno je uložiti još dosta truda i rada kako bi se smanjio ovaj jaz, ako ne i premostio. Ovo predstavlja podstrek i inspiraciju za dalji rad i istraživanje u ovoj oblasti.

2. Mašinsko učenje

Mašinsko učenje je disciplina koja se bavi izgradnjom prilagodljivih računarskih sistema koji su sposobni da poboljšavaju svoje performanse učenjem. Predstavlja deo veštacke inteligencije čiji je cilj konstruisanje algoritama i računarskih sistema koji su sposobni da se adaptiraju na analogne nove situacije i uče na bazi iskustva. [1]

2.1. K-means

K-means je algoritam koji se koristi za grupisanje (klasterovanje) skupa podataka. Klasterovanje predstavlja particionisanje skupa objekata u podskupove (grupe – klastere), tako da objekti u podskupovima dele neko zajedničko obeležje. Cilj algoritma za klasterovanje je da svrsta objekte sa sličnim osobinama u istu grupu.

2.2. Otsu metoda

Otsu metoda se koristi u procesu konvertovanje sive slike u bipolarnu sliku. Uz pomoć Otsu metode računa se *threshold* vrednost na osnovu koje se odreduje da li je neka tačka deo pozadine ili sadržaja. *Threshold* se računa tako što se iterira kroz sve moguće vrednosti koje mogu biti pridružene *threshold* parametru i uzima ona koja minimizuje *within class variansu*. *Within class variansu* predstavlja ponderisani sumu varijansi histograma pozadine i sadržaja. Postoji i brži pristup i on je implementiran. Svodi se na računanje *between class varijanse*, *threshold* sa maksimalnom *between class varijansom* ima minimalnu *within class varijansu*. Tako da se može iskoristiti za pronaalaženje najbolje *threshold* vrednosti. Dobijenu vrednost *threshold* primenimo na sliku i kao rezultat dobijamo bipolarnu sliku. [2]

2.3. Vertikalni histogram

Histogram predstavlja meru zastupljenosti nekog podatka. Gledano u koordinatnom sistemu, duž y ose se nalaze podaci, dok se mera odnosno frekvencija zastupljenosti predstavlja na x osi.

Vertikalni histogram predstavlja broj piksela označenih kao sadržaj koji se nalazi u svakom redu bipolarne slike. Histogram se računa tako što se iterira kroz vrste bipolarne slike i računa se suma piksela označenih kao sadržaj koji se nalaze u dатој vrsti, pikseli pozadine se ignorisu.

2.4. Horizontalni histogram

Takođe se konstruiše histogram, ali ovog puta horizontalni. Dakle, iteriramo kroz kolone bipolarne slike i računamo sumu piksela označenih kao sadržaj u toj koloni.

2.5. Algoritam za označavanje povezanih komponenti (*neighbors8*)

Neighbors8 predstavlja algoritam za pronalaženje regionala na slici. Region je skup međusobno povezanih piksela koji su označenih kao sadržaj slike.

Neighbors8 algoritam iterira se kroz sve piksele bipolarne slike i proverava da li je selektovani pixel markiran kao sadržaj. Ukoliko jeste, označi se kao deo novog regionala. Obriše se oznaka koja ga je svrstavala u sadržaj (ovo se radi kako ne bi neki pixel više puta bio dodavan i na taj način stvarao beskonačnu petlju).

Zatim se proveravaju svi njegovi susedi (ukupno ih ima osam), ako je neki od susednih piksela markiran kao sadržaj slike dodaje se u tekući region. Postupak se ponavlja sve dok se ne pronađu svi regionali na slici.

2.6. Segmentacija spojenih slova

Problem spojenih slova se često javlja u procesu segmentacije slike. Spojena slova nastaju kao rezultat loše digitalizacije slike ili usled korišćenja fontova koji određena slova iscrtavaju spojeno.

2.7. Veštacke neuronske mreže

Veštacke neuronske mreže (VNM, eng. Artificial Neural Networks – ANN) oponašaju biološke mehanizme procesiranja informacija. Tipično su dizajnirane da vrše nelinearno mapiranje nekog skupa ulaza na skup izlaza. Sa VNM pokušavaju se postići performanse bioloških sistema koristeći gусте međusobne veze između jednostavnih procesnih elemenata analogno biološkim neuronima. VNM uče na osnovu iskustva i imaju sposobnost generalizacije na osnovu predhodno naučenih primera.

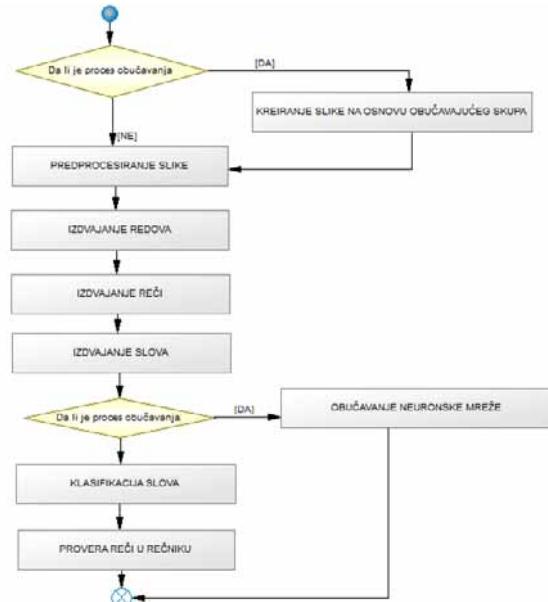
Menaju svoje ponašanje kao odgovor na okolinu, i idealne su u slučajevima gde potrebni algoritam mapiranja nije poznat i gde se zahteva tolerantnost prema neispravnim/nepotpunim ulaznim podacima [3]. VNM nude određene prednosti u odnosu na neke konvencionalne pristupe i algoritme, one podrazumevaju sposobnost generalizacije, paralelizam, distribuiranu memoriju, redundantnost i učenje.

3. Specifikacija i implementacija OCR biblioteke

Proces izdvajanja i prepoznavanja je modularan, osnovni moduli su prikazani na slici 3.1. Postoji šest zasebnih modula koji učestvuju u procesu izdvajanja i prepoznavanja znakova sa slike. Svaki od ovih delova je detaljno opisan u radu i nezavisno od ostalih tako da se može unaprediti ili zameniti nekom drugom implementacijom. Opisani proces se koristi i za obučavanje neuronske mreže.

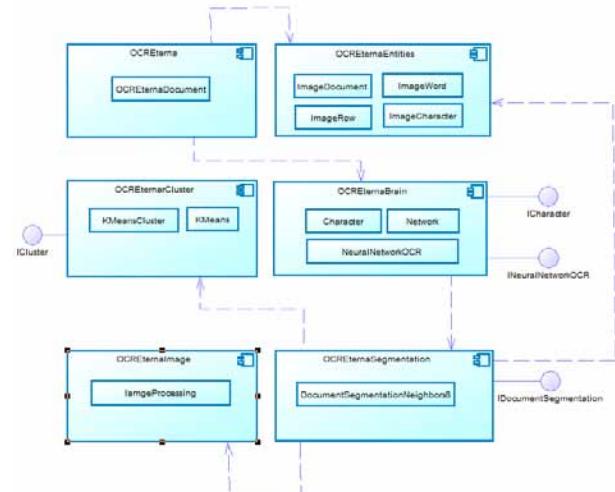
Prilikom obučavanja neuronske mreže, na ulazu se prosledi obučavajući skup podataka koji se sastoji od željenog fonta kao i svih znakova za obučavanje u

tekstualnom obliku. Potom se oni pretvore u sliku i proslede na segmentaciju, svaki izdvojeni znak se koristi za obučavanje neuronske mreže. Dakle isti proces je iskorišćen u okviru obučavanja. Za potrebe obučavanja je na osnovu gore opisanog procesa implementirana zasebna aplikacija koja se koristi u tu svrhu.



Slika 3.1 Proces izdvajanja i prepoznavanja znakova kao i proces obučavanjem mreže

Sistem opisan procesom sa slike 3.1 je implementiran kao C# biblioteka koja na ulazu prima sliku dokumenta, odradi procesiranje i na izlazu da objekat koji se sastoji od izdvojenih redova, sastavljenih od reči koje sadrže



Slika 3.2 Komponente sistema

prepoznata slova zajedno sa verovatnoćom za svako slovo. Na slici 3.2 prikazano je šest nezavisnih komponenti sistema, kao i njihova povezanost. Interfejsi koji se nalaze u pojedinim komponentama omogućavaju naknadno dodavanje drugačije implementacije određenog dela sistema. Na samom dnu se nalazi OCREternalImage, koristi se za osnovne transformacije nad slikom i implementira Otsu algoritam.

U istom nivou je i OCREternaSegmentation, deo sistema koji se bavi segmentacijom slike i implementira *neighbors8* algoritam, kao i algoritme za izdvajanje redova i reči na osnovu histograma. Na sledećem nivou je OCREternaCluster i bavi se klasterovanjem izdvojenih podataka, implementira K-menas algoritam. OCREternaBrain služi za klasifikaciju slova i sadrži neuronsku mrežu kao i opisani algoritam za klasifikaciju slova na osnovu profila. Ono što se vidi izvan biblioteke su OCREternaEntities i OCREterna komponente. Potrebno je instancirati objekat klase OCREternaDocument:

```
private OCREternaDocument ocrEternaDocument = new
OCREternaDocument(_neuralNetworkPath, _patternsPath);
```

Prilikom instanciranja potrebno je proslediti putanju do sačuvane neuronske mreže i paterna odnosno profila slova iz obučavajućeg skupa. Mreža i profili se generišu veoma jednostavno u zasebnoj aplikaciji.

```
private OCREternaDocument ocrEternaDocument = new
OCREternaDocument(_neuralNetworkPath);
```

Ukoliko se ne prosledi putanja do fajla sa paternima oni će se računati u procesu izdvajanja i prepoznavanja, što će sam proces činiti dužim. Posle instanciranja objekta potrebno je proslediti sliku koju želimo da procesiramo.

```
ImageDocument document =
ocrEternaDocument.GetDocument(inputImage);
```

Kao rezultat dobijemo objekat klase ImageDocument, koji u sebi sadrži sve podatke segmentirane iz slike. ImageDocument sadrži tekst koji je izdvojen iz slike kao i kolekciju pojedinačnih reči izdvojenih iz slike. Reči su modelovane klasom ImageWord koja pored osnovnih dimenzija i koordinata reči sadrži i kolekciju slova koja se nalaze u toj reči. Svako slovo je opisano klasom ImageCharacter i takođe može da se odredi njegova pozicija i dimenzije što je zgodno prilikom označavanja izdvojenih regionala slike.

Polazna tačka je slika dokumenta. Pre nego što možemo da kažemo šta se nalazi na slici, neophodno je da izdvojimo delove slike na kojima se nalazi tekst, odnosno da izdvojimo svaki znak na slici. Sliku koja se obrađuje (podrazumeva se da je crno-bela (siva)) potrebno je pripremiti odnosno korigovati kako bi se omogućili naredni koraci. Prvo što treba uraditi je odvojiti pozadinu od sadržaja. Dakle treba jasno naznačiti šta je sadržaj a šta pozadina. To se može učiniti prebacivanjem slike u bipolarnu sliku, odnosno sliku gde svaki piksel ima vrednost 0 ili 1. Kako bi se donela odluka koji piksel je deo pozadine a koji deo sadržaja neophodno je ustanoviti neku vrednost koja predstavlja granicu (*threshold*). Za izračunavanje *threshold* vrednosti iskorišćena je Otsu metoda.

Nakon prebacivanja slike u bipolarnu sliku, potrebno je ukloniti elemente sadržaja koji su nastali u procesu stvaranja, čuvanj i prebacivanja slike u digitalni oblik. Pošto smo polaznu sliku prebacili u bipolaran oblik, i sada znamo koji pikseli pripadaju sadržaju a koji pozadini, možemo odrediti redove u kojima se nalazi tekst. Redovi u kojima se nalazi tekst se određuju uz

pomoć vertikalnog histograma bipolarne slike. Posmatra se vrednost histograma za svaku vrstu, ukoliko je suma piksela jednak nuli, to je indikacija da ta vrsta možda razdvaja dva reda u tekstu. Dakle red je određen gornjom i donjom vrstom čija je suma piksela sadržaja jednak nula.

Nakon što smo izdvojili redove u kojima se nalazi tekst potrebno je odrediti u kojim regionima tog reda se nalaze reči. Za to ćemo iskoristiti horizontalni histogram. Posmatra se vrednost histograma za svaku kolonu i ukoliko je suma piksela označenih kao sadržaj jednak nuli ta kolona pripada praznom prostoru odnosno razmaku.

Na ovaj način ćemo sliku podeliti na redove, redovi će biti podeljeni na reči, i sam proces izdvajanja znakova će biti znatno brži nego da se procesira cela slika a ujedno ćemo znati tačnu poziciju svih reči u tekstu. Uz pomoć horizontalnog histograma smo uspešno odredili na kojim mestima se nalaze razmaci, međutim razmak može da se javi i između dva slova a ne samo između dve reči. Potreban nam je mehanizam koji će klasifikovati razmake u dve grupe. Za ovo je iskorišćen k-means algoritam. Prvo su izračunate širine svih razmaka, širine predstavljaju broj uzastopnih kolona histograma koje nemaju ni jedan piksel sadržaja. Potom se te širine klasteruju pomoću k-means algoritma u dve grupe. Prva grupa predstavlja razmake između slova a druga ostale razmake (razmaci koji su veći od razmaka između slova). Ovde se javljao problem kada su prisutni razmaci znatno veći od svih ostalih, oni bi odvukli centar i na taj način poremetili klasterovanje. Problem je rešen tako što je dodato još dva centra. Jedan je postavljen na minimum, drugi na maksimum, treći ima ulogu zaštite minimuma i nalazi se ispred njega a četvrti negde u sredini. Na ovaj način je prevaziđen problem velikih razmaka.

Kada su izdvojene sve reči, potrebno je izdvojiti slova. Svaku reč možemo posmatrati kao malu zasebnu sliku, a slova na njoj predstavljaju neke regije spojenih piksela sadržaja. Kako bi izdvojili ove regije iskorišćen je *neighbors8* algoritam. Nažalost, ovim posao nije završen. Tačno je da će neka slova biti izdvojena na ovaj način, ali postoji jedan problem koji se ovako ne može rešiti, to je problem spojenih slova. Do spojenih slova dolazi usled loše rezolucije ili odabira određene vrste fonta. Na ovaj način dva ili više spojenih slova biće izdvojeno kao jedan region. Prvo što treba uraditi jeste odrediti koji region predstavlja slovo a koji više spojenih slova. Za ovo je iskorišćen ranije pomenut k-means algoritam. Klasterovane su širine normalizovanih regionala po visini. Dakle svi izdvojeni regionali su skalirani po visini na određenu veličinu. Potom su izmerene dužine svih regionala i klasterovanjem smo dobili dve grupe. Prva predstavlja znakove koji nisu spojeni a druga nekoliko spojenih znakova. Kada smo utvrdili koji regionali su spojeni znakovi, potrebno je podeliti regionali i izdvojiti zasebne znakove. Kako širina znakova varira ovo nije tako trivijalno. Ovaj problem je rešen postupkom segmentacije baziranim na profilu znakova.

Prepoznavanje izdvojenih slova je druga faza u procesu. Kao što je gore opisano sliku smo podelili u redove, redove u reči a reči smo podelili na slova. Potom se slova klasifikuju i na izlazu se dobije tekstualni dokument koji predstavlja sadržaj slike. Za klasifikaciju reči iskorišćena

je neuronska mreža. Koristi se Back-Propagation algoritam. Na ulazu imamo matricu dobijenu iz slike znaka a kao izlaz kod znaka koji odgovara matrici. Postupak obučavanja mreže koristi sve gore pomenute metode kako bi izdvojio znak iz test skupa a potom obučava mrežu izdvojenim znakovima

4. Primer segmentacije i klasifikacije znakova

Na slici 4.1 nalazi se primer skeniranog dokumenta. Segmentacijom je uspešno izdvojeno 98%, odnosno 2339 znakova slika 4.2. Sledeći korak u OCR procesu je prepoznavanje izdvojenih znakova. Kao ulaz, koristi se informacija dobijena segmentacijom, što prikazuje slika 4.2.

Slika 4.1 ima 750 znakova. Segmentacijom smo uspešno izdvojili 742 znaka. Nakon klasifikacije urađeno je poređenje sa tekstom za verifikaciju. Uzimajući u obzir 2% znakova koji su loše segmentirani, neuronska mreža je uspešno prepoznala 672 znaka, odnosno 89% znakova.

- Tekst za verifikaciju ima 750 znakova
- Segmentacijom je uspešno izdvojeno 742 znaka
- Uspešno segmentirano znakova : 98%
- Uspešnost klasifikacije : 89%

There are many variations of passages of lorem ipsum available, but the majority have suffered alteration in some form, by injected humour, or randomised words which do not look even slightly believable. If you are going to use a passage of lorem ipsum, you need to be sure there is not anything embarrassing hidden in the middle of text. All the lorem ipsum generators on the internet tend to repeat predefined chunks as necessary, making this the first true generator on the internet. It uses a dictionary of latin words, combined with a handful of model sentence structures, to generate lorem ipsum which looks reasonable. The generated lorem ipsum is therefore always free from repetition, injected humour, or non characteristic words etc.

Slika 4.1 Primer skeniranog dokumenta

There are many variations of passages of lorem ipsum available, but the majority have suffered alteration in some form, by injected humour, or randomised words which do not look even slightly believable. If you are going to use a passage of lorem ipsum, you need to be sure there is not anything embarrassing hidden in the middle of text. All the lorem ipsum generators on the internet tend to repeat predefined chunks as necessary, making this the first true generator on the internet. It uses a dictionary of latin words, combined with a handful of model sentence structures, to generate lorem ipsum which looks reasonable. The generated lorem ipsum is therefore always free from repetition, injected humour, or non characteristic words etc.

Slika 4.2 Rezultat segmentacije slike 4.4

Tekst koji se dobije na izlazu : *There are mnny variations of nassages of lorem insnm available, bnt the majorinz have snffered alteration in some fom, by injected hnmonrn or rnmdomised words whicn do not look even slightly believablet If yon are going to nse a nassage of lorem insnmn yon need to be shure there is not nmynning emblnassing hidden in the middle of textt. All tne lorem insnm generators on tne intemet tend to reneat nredenned chnnks as necessqnzn making this tne nrst tme generator on tne intemett It nses a dictionqnz oflatin wordsn combined witn a nnmdnil of model sentence stmcfnresn togenerate lorem insnm wnich looks reasonablet Tne generated lorem insnm is tnerefore always free from renetitionn injected nnmonrn or non cnacteri stic words etc.*

5. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena specifikacija i implementacija biblioteke za segmentaciju i klasifikaciju znakova slike dokumenta u C# .NET tehnologiji. Biblioteka svojom modularnošću omogućava unapređenja, proširenja i zamenu kompletnih modula novim rešenjem. Osnovna primena biblioteke je na slike mašinski kreiranih dokumenata. Ipak, primena ne mora da se ograniči samo na segmentaciju i klasifikaciju slova slike dokumenta, uz određene izmene postojeća implementacija može se unaprediti i iskoristiti i za složenije slike.

Verifikacija rešenja je izvršena na skeniranim slikama mašinski unetog teksta.

Dosta je prostora za dalja istraživanja. Svakako najviše prostora za unapređenje ima kod klasifikacije znakova, odnosno neuronske mreže. Jedna od stvari koju bi trebalo dodati je detekcija iskrivljenosti slike dokumenta koja predstavlja važan korak u celom procesu. Takođe je neophodno implementirati korak u kome se vrši odstranjivanje šuma sa slike, koji znatno utiče na performanse sistema. Moguće je poboljšati segmentaciju spojenih slova koja sadrži određene mane predstavljene u radu.

6. LITERATURA

- [1] Tom M. Mitchell, Machine Learning. , McGraw-Hill, Inc. New York, NY, USA, 1997.
- [2] The Lab Book pages, 28.01.2012
http://www.labbookpages.co.uk/software/imgProc/ots_uThreshold.html
- [3] L. C. Jain and N. M. Martin, "Introduction to Neural Networks, Fuzzy Systems, Genetic Algorithms, and their Fusion," Fusion of Neural Network, Fuzzy System and Genetic Algorithms: Industrial Application, Lakhmi, CJ and NM Martin (Eds.). CRC Press, USA, 1999.
- [4] J. Freeman and D. M. Skapura, Neural networks : algorithms, applications, and programming techniques. Reading, MA: Addison-Wesley, 1991.

Kratka biografija:



Nenad Kosanović rođen 25.05.1988. godine u Beogradu. Završio osnovnu školu "Boško Palkovljević Pinki" u Staroj Pazovi 2003. godine. Gimnaziju Branko Radicević u Staroj Pazovi, završio je 2007. godine. Iste godine upisao se na Fakultet tehnickih nauka, odsek Računarstvo i automatska. Školske 2010/2011 upisao se na smer Računarske nauke i informatika. Položio je sve ispite predvidene planom i programom.



UPOREDNA ANALIZA METODA ZA KRATKOROČNU PREDIKCIJU POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE KORIŠĆENJEM VIŠESTRUKE LINEARNE REGRESIJE

COMPARATIVE ANALYSIS OF SHORT TERM LOAD FORECASTING MODELS USING MULTIPLE LINEAR REGRESSION

Ivan Grujović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru rada je realizovan postupak kreiranja i testiranja različitih modela za kratkoročno predviđanje opterećenja jedan dan unapred. Modeli su zasnovani na upotrebi metoda linearne regresije i višestruke linearne regresije, sa ciljem dobijanja takvih modela koji daju najbolje performanse za određene vremenske periode. Rad sadrži grafički interfejs kojim se olakšava kreiranje novih modela od strane korisnika. Rad obuhvata i detaljnu analizu dobijenih rezultata, kao i njihov grafički prikaz.

Abstract – This paper presents a process of creating and testing different models for short term load forecasting one day ahead. The models are based on the use of linear regression and multiple linear regression in order to produce such models, which give the best performance for specific periods of time. The paper contains a graphical interface that makes it easy to create a new model by the user. This paper includes a detailed analysis of the obtained results and their graphical representation.

Ključne reči: Predviđanje opterećenja, linearna regresija, formiranje modela, procena greške.

1. UVOD

Predviđanje električnog opterećenja je veoma važno za elektroenergetsku industriju jer olakšava praćenje sistema, distribuciju i kontrolu isporuke električne energije potrošačima. Zato je veoma važno da kompanije unapred znaju o potrošnji električne energije, da bi mogle da obezbede njihovu isporuku i da predvide moguće otkaze u snabdevanju [1].

Zahtev za predviđanje je važna tema za rad industrije i menadžmenta. Električna energija se ne može uskladištiti kao druga roba. Zbog toga je tačna procena električnog opterećenja za buduća potraživanja neophodna zbog upravljanja i planiranja. Takođe, energija je jedan od glavnih faktora u ekonomskom razvoju. Da bi kompanije podržale sve veće zahteve na tržištu, tačna prognoza može biti od pomoći u razvoju strategije za buduća planiranja, finansiranja, istraživanja tržišta i poslovanja [2].

U proteklim decenijama izučavan je veliki broj različitih metoda za realizaciju predviđanja potrošnje električne energije kao što su vremenske serije (engl. Time series - TS), veštačke neuronske mreže (engl. Artificial neural networks - ANN), fuzzy logika (engl. Fuzzy logic - FL),

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Erdeljan, vanr.prof.

podrška vektorskih mašina (engl. Support vector machines - SVM), kombinacija fuzzy logike i neuronskih mreža (engl. Neuro-fuzzy approach) i mnogi drugi [1-6].

2. KLASIFIKACIJA PREDVIĐANJA OPTEREĆENJA

Različiti periodi predviđanja opterećenja služe za različite namene [3]. Za operativne potrebe period je kratak i meri se satima, dok je čak 20 godina u budućnosti potrebno za strateška planiranja. Različite kategorije predviđanja su prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Klasifikacija predviđanja opterećenja

Predviđanje opterećenja	Vreme predviđanja
Veoma kratak rok	Od jednog minuta do jednog sata
Kratak rok	Od jednog sata do sedam dana
Srednji rok	Od sedam dana do nekoliko meseci
Dug rok	Od jedne godine do više godina

Klasifikacija predviđanja opterećenja ne zavisi samo od angažovane snage nego i od drugih faktora koji mogu da utiču na potrošnju električne energije kao što su vremenski uslovi, ljudska aktivnost ili neki drugi ekonomski faktor [6].

2.1. Kratkoročno predviđanje opterećenja

Sa širenjem elektroenergetske industrije i porastom konkurenkcije na tržištu, kratkoročna predviđanja opterećenja su dobijala sve više na značaju. Istraživanje kratkoročnih predviđanja opterećenja je poslednjih nekoliko godina privuklo veliku pažnju [5].

Za snabdevanje električnom energijom bitan je pouzdan rad energetskih sistema. Zato je kod ovakvog predviđanja najbitnija preciznost. Takođe, precizno predviđanje je potrebno da se izbegnu visoki troškovi i da se ne ugrozi stabilnost sistema [5]. Kratkoročno predviđanje omogućava industriji da uskladi svoje resurse, da optimizuje cene električne energije i da može da utiče na saradnju poslodavaca i klijenata. Mnoge operativne odluke kao što su zakazivanje proizvodnog kapaciteta i pouzdanost analize, zasnuju se na kratkoročnom predviđanju. Predviđanja opterećenja su od vitalnog značaja za energetsku transakciju na konkurentnim tržištima energije. Procena greške igra značajnu ulogu u profitu i utiče na vrednost akcija. Operateri moraju da koriste što više pouzdanih podataka, jer to može itekako da utiče na tačnost predviđanja [7].

Jedan od najbitnijih faktora za predviđanje kratkoročnih opterećenja je što bolji skup podataka. Tako na primer opterećenje u jednom satu ne zavisi samo od opterećenja prethodnog sata nego može da zavisi i od nekoliko sati unazad radi dobijanja što boljih rezultata u budućnosti. Jedan od načina za kreiranje modela je i efikasno

korišćenje vremenskih podataka, koji mogu biti od velikog značaja. Kreiranje takvog modela predstavlja veoma složen problem.

3. VIŠESTRUKA LINEARNA REGRESIJA ZA KRATKOROČNA PREDVIĐENJA OPTEREĆENJA

Jednostavan linearni model sa jednim parametrom može se definisati kao:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + e_i \quad (1)$$

gde su β_0 i β_1 regresivni koeficijenti, x_i je prediktivna promenljiva i e_i predstavlja grešku.

Linearni model koji sadrži više od jedne promenljive naziva se višestruki linearни model.

3.1. Opšti linearni regresivni modeli

Opšti linearni regresivni model sa većim brojem parametara može se definisati kao:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + e_i \quad (2)$$

gde su $\beta_0 \dots \beta_p$ nepoznati regresivni koeficijenti, $x_1 \dots x_p$ su prediktivne promenljive i e_i je nezavisna normalna promenljiva koja predstavlja grešku. Izlaz funkcije računa se na sledeći način [4,8,9]:

$$E[y_i] = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip}. \quad (3)$$

3.2. Kvantitativne i kvalitativne prediktivne promenljive

U mnogim slučajevima prediktivne promenljive su kvantitativne, međutim u definiciji (2) vidimo da prediktivne promenljive nisu ograničene samo na one kvantitativnog tipa. Kvalitativne prediktivne promenljive mogu biti radni dani ili vikend. Regresivni modeli sa danima u nedelji se definiše kao [6]:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_7 x_{i7} + e_i \quad (4)$$

gde su:

$$\begin{aligned} x_{i1} &= \begin{cases} 1, & \text{ponedeljak} \\ 0, & \text{suprotno} \end{cases} \\ &\vdots \\ x_{i7} &= \begin{cases} 1, & \text{nedelja} \\ 0, & \text{suprotno} \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

Odziv funkcije na regresivni model sa danima u nedelji je:

$$E[y_i] = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_7 x_7. \quad (6)$$

3.3. Polinomijalna regresija

Regresivni modeli na bazi polinoma sadrže polinomne prediktivne promenljive. Ako je stepen polinoma tri, a x_{i1} je temperatura, onda se sledeći model može predstaviti kao [10]:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 x_i^3 + e_i \quad (7)$$

To predstavlja specijalan slučaj definicije (2) i može se napisati kao:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + e_i \quad (8)$$

gde su:

$$x_{i1} = x_i, \quad x_{i2} = x_i^2, \quad x_{i3} = x_i^3. \quad (9)$$

3.4. Transformisane promenljive

Neki nelinearni modeli se mogu prebaciti u linearne modele uz pomoć odgovarajućih transformacija. Takve transformacije se mogu primenjivati na izlazne promenljive y_i i na prediktivne promenljive x_i . Sledeci nelinearan model se može predstaviti kao:

$$y_i = e^{\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + e_i} \quad (10)$$

Takođe, ovo predstavlja specijalan slučaj definicije (2) i može se zapisati kao:

$$E[z_i] = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + e_i \quad (11)$$

gde je:

$$z_i = \ln(y_i). \quad (12)$$

3.5. Interakcioni efekti

Kada jedna prediktivna promenljiva zavisi od neke druge prediktivne promenljive ili više njih, tada se interakcioni efekti mogu priključiti u opšti linearni model. Interakcioni uslovi mogu se implementirati množenjem dve ili više prediktivnih promenljivih. Regresivni model sa dve promenljive se može zapisati kao [6,8]:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i1} x_{i2} + e_i. \quad (13)$$

I ovo predstavlja specijalan slučaj opštег linearog modela, gde je $x_{i3} = x_{i1} x_{i2}$ onda se definicija (13) može zapisati kao:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + e_i. \quad (14)$$

3.6. Linearni model i matrični prikaz

Ako postoji više modela koji su predstavljeni kao u definiciji (2), takvi modeli mogu se napisati u matričnoj notaciji kao [8,9]:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} \cdot \boldsymbol{\beta} + \mathbf{e} \quad (15)$$

gde je \mathbf{Y} vektor izlaza, \mathbf{X} matrica nezavisnih promenljivih, $\boldsymbol{\beta}$ vektor regresivnih koeficijenata i \mathbf{e} nezavisna normalna promenljiva greška sa očekivanjem 0.

Ako je greška $\mathbf{e}=0$ sledi da je:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} \cdot \boldsymbol{\beta}. \quad (16)$$

Kako je model linearan po nepoznatim parametrima β , njihove vrednosti se mogu odrediti primenom metode najmanjeg kvadrata

$$\boldsymbol{\beta} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y}. \quad (17)$$

4. SKUP PODATAKA ZA TESTIRANJE

Za kreiranje modela neophodno je imati reprezentativne skupove podataka. U ovom radu su upotrevljena dva skupa podataka preuzeta iz istočne Slovačke električne korporacije [11]. Ova kompanija je nekada bila dominantan distributer električne energije.

Prvi skup podataka predstavljaju opterećenja iz 1997. i 1998. godine. Merena je snaga električne energije na svakih 30 minuta za dva istočna regiona Košice i Prešov. Merenja obuhvataju velika i mala preduzeća, kao i veliki broj domaćinstava. Drugi skup podataka čine temperature iz 1997. i 1998. godine. Za razliku od opterećenja čiji su podaci mereni na svakih 30 minuta, temperatura je uzimana kao prosečna za ceo dan.

5. OPIS KORIŠĆENIH MODELA I FORMIRANJE GREŠKE

U ovom radu su razmatrana tri modela za predviđanje potrošnje električne energije. Prvi model (18) je najjednostavniji jer se sastoji od malog broja ulaza, drugi model (19) se sastoji od većeg broja ulaza, a treći model (20) se sastoji od većeg broja ulaza, ali i većeg broja opterećenja.

Model 1:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 T_d + \beta_2 L_{d-1}(h) \quad (18)$$

Kod prvog modela, procena y_i zavisi od prognozirane dnevne temperature T_d i potrošnje električne energije izmerene u prethodnom danu L_{d-1} . Procena se odnosi na 30 minutni interval koji odgovara intervalu iz prethodnog dana kada je izmerena potrošnja. Prepostavka je da nije jednostavno obezbediti predviđanje promene temperature na 30 minuta, te su kod ovog modela kao i kod ostalih modela uzete dnevne prosečne temperature.

Model 2:

$$\begin{aligned} y_i = & \beta_0 + \beta_1 Trend + \beta_2 Hour + \beta_3 Day + \beta_4 T_d \\ & + \sum_{t=0}^3 (\beta_{y=i+5} L_{d-1}(h-i)) + \beta_9 Hour T_d + \beta_{10} Day T_d \\ & + Hour \left(\sum_{t=0}^3 (\beta_{y_l=i+y} L_{d-1}(h-i)) \right) \\ & + Day \left(\sum_{t=0}^3 (\beta_{y_2=i+y_1} L_{d-1}(h-i)) \right) \end{aligned} \quad (19)$$

Kod drugog modela, procena y_i takođe zavisi od temperature T_d i potrošnje električne energije u prethodnom danu L_{d-1} ali i od dodatnih ulaza poput *Trend*, *Hour*, *Day*. *Trend* omogućava da se analizom neke pojave otkriju zakonitosti njenog kretanja, a *Hour* i *Day* pripadaju kalendarskim promenljivama. Kalendarske promenljive nam daju na uvid više informacija poput dana u nedelji, koji pokazuju razliku potrošnje električne energije tokom radnih dana i tokom vikenda. Ovakve informacije mogu pomoći u predviđanju. Najbitnija je interakcija između temperatura i kalendarskih promenljivih, ali i između potrošnje električne energije i kalendarskih promenljivih. Sume u drugom i trećem modelu pokazuju potrošnju električne energije u prethodnom danu za određeni čas.

Model 3:

$$\begin{aligned} y_i = & \beta_0 + \beta_1 Trend + \beta_2 Hour + \beta_3 Day + \beta_4 T_d + \beta_5 T_{d-1} \\ & + \sum_{t=0}^{24} (\beta_{y=i+6} L_{d-1}(h-i)) + \sum_{t=0}^{24} (\beta_{y_l=i+y} L_{d-1}^2(h-i)) \\ & + \sum_{t=0}^{24} (\beta_{y_2=i+y_1} L_{d-1}^3(h-i)) + Hour (\beta_{y_2+1} T_d + \beta_{y_2+2} T_{d-1}) \\ & + Day (\beta_{y_2+3} T_d + \beta_{y_2+4} T_{d-1}) + Hour \left(\sum_{t=0}^{24} (\beta_{y_3=i+y_2+5} L_{d-1}(h-i)) \right. \\ & \left. + \sum_{t=0}^{24} (\beta_{y_4=i+y_3} L_{d-1}^2(h-i)) + \sum_{t=0}^{24} (\beta_{y_5=i+y_4} L_{d-1}^3(h-i)) \right) \\ & + Day \left(\sum_{t=0}^{24} (\beta_{y_6=i+y_5} L_{d-1}(h-i)) + \sum_{t=0}^{24} (\beta_{y_7=i+y_6} L_{d-1}^2(h-i)) \right. \\ & \left. + \sum_{t=0}^{24} (\beta_{y_8=i+y_7} L_{d-1}^3(h-i)) \right) \end{aligned} \quad (20)$$

Za treći model se može reći da predstavlja proširenu verziju drugog modela. Procena y_i ne zavisi samo od temperature T_d već i od temperature prethodnog dana T_{d-1} .

U ovom modelu za potrošnju električne energije izmerene u prethodnom danu L_{d-1} uvedeni su dodatni stepeni jer se može izvršiti bolja aproksimacija između ulaza i izlaza procene y_i .

Za formiranje greške koriste se dve formule. Prva formula predstavlja srednju apsolutnu grešku (engl. mean absolute error) i prikazana je u definiciji (21). Druga formula predstavlja srednju apsolutnu procentnu grešku (engl. mean absolute percentage error) i prikazana je u definiciji (22) [9].

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |A_i - F_i| \quad (21)$$

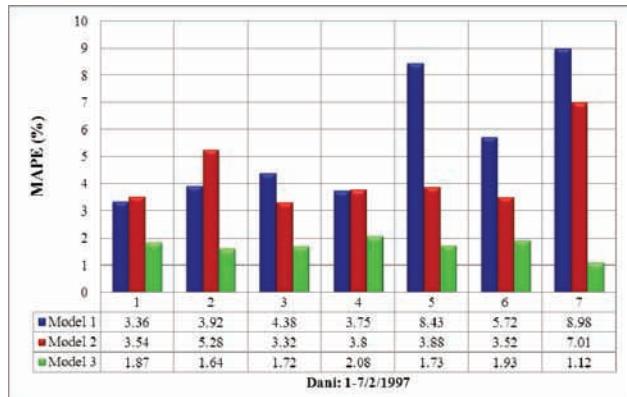
$$MAPE(\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|A_i - F_i|}{A_i} \times 100 \quad (22)$$

A_i predstavlja aktuelne vrednosti opterećenja, F_i predstavlja predviđene vrednosti opterećenja i N predstavlja broj merenja u jednom danu ($N=48$).

6. PRIKAZ REZULTATA

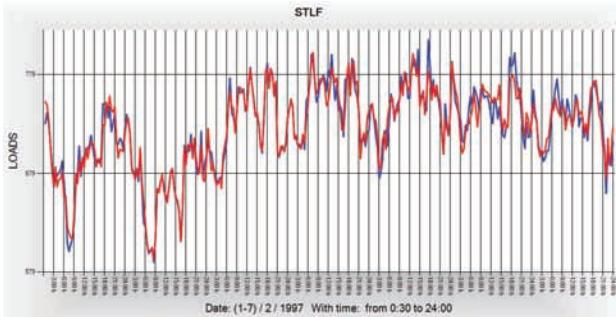
Testiranje je vršeno za dva vremenska perioda. Prvi je zimski, a drugi je letnji vremenski period. Ovi vremenski periodi su uzeti u razmatranje zbog razlika u temperaturama i potrošnji električne energije. Za zimski vremenski period potrošnja električne energije je znatno veća od letnjeg perioda, a jedan od glavnih faktora predstavlja i razliku u temperaturi. Prilikom testiranja korišćena su tri modela. Sva tri modela su testirana u okviru prvih sedam dana za februar i jul mesec.

Na slici 1 je dat dijagram sa tabelom za uporedni prikaz greške za zimski period. Na dijagramu kao i u tabeli se vidi razlika između modela 1, modela 2 i modela 3. Za model 2 greške su znatno manje za pojedine dane u odnosu na model 1. Takođe, za neke dane greške su u blagom porastu u odnosu na model 1. Model 3 ima znatno manje greške u odnosu na model 1 i na model 2. Modeli su kreirani za predviđanje jednog dana unapred.



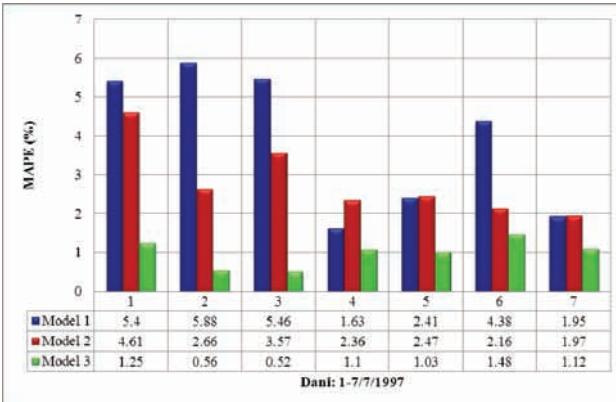
Slika 1. Prikaz rezultata grešaka za zimski period

Na slici 2 dat je prikaz aktivnog i predviđenog opterećenja za model 3 u zimskom periodu. Plavom bojom je prikazano aktivno opterećenje, a crvenom bojom je prikazano predviđeno opterećenje. Na slici 2 se može videti da se predviđeno opterećenje dosta poklapa sa aktivnim opterećenjem. Model 3 je dao najbolje rezultate. Ovo testiranje je urađeno za prvih sedam dana februara meseca.



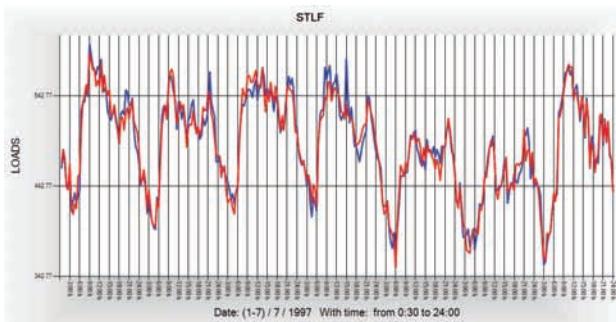
Slika 2. Karakteristike za model 3 u zimskom periodu

Na slici 3 je dat dijagram sa tabelom za uporedni prikaz greške za letnji period. I ovde se može videti da su greške za model 2 manje u nekim danima, dok su za neke dane greške veće u odnosu na model 1. Model 3 ima znatno niže greške u odnosu na model 1 i na model 2.



Slika 3. Prikaz rezultata grešaka za letnji period

Na slici 4 dat je prikaz aktivnog i predviđenog opterećenja za model 3 u letnjem periodu. Ovo testiranje je urađeno za prvih sedam dana jula meseca. I na slici 5 se može uočiti jako dobro poklapanje predviđenog opterećenja i aktivnog opterećenja. Ovde ima odstupanja ali su jako mala.



Slika 4. Karakteristike za model 3 u letnjem periodu

Na osnovu dobijenih rezultata i njihovog poređenja može se zaključiti da je jako bitno vršiti testiranje za isti vremenski period, ali za više različitih modela. Ponekad i prost model može dati bolje rezultate od složenog modela. Takođe je bitno koristiti podatke iz prošlosti za postizanje boljih rezultata.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je postupak kreiranja i testiranja modela za kratkoročno predviđanje opterećenja jednog dana unapred. Za testiranje su korišćene merene temperature, a ne predviđene temperature. Zato bi se u

realnom vremenu greške razlikovale od prikazanih u radu. Stoga je jako bitno imati kvalitetne ulazne podatke, da bi se testiranjem tih podataka došlo do dobrih rezultata. Prednost ovog rada je da za jedan vremenski period možemo implementirati i kreirati veliki broj različitih modela. Takođe možemo izvršiti proračun greške i njihovo poređenje. To će nam omogućiti da lakše zaključimo koji modeli daju najbolje performanse u određenim uslovima. Ovaj rad se može znatno proširiti sa dodatnim skupovima podataka kao što su brzina veta, vlažnost vazduha, kiša, intenzitet svetlosti i mnogi drugi. To je bitno jer za različite države ili delove sveta imamo različite vremenske uslove koji znatno mogu da utiču na potrošnju električne energije. Na taj način bi se podigao kvalitet i funkcionalnost za kratkoročna predviđanja opterećenja.

8. LITERATURA

- [1] S.A. Soliman, M.E. El-Hawary A.M. Al-Kandari, "Fuzzy short-term electric load forecasting," *Electrical Power and Energy Systems* 26 (2004) 111–122, pp. 1-2, 2004.
- [2] Liuping Wang, Peter K.C. Wong Nguyen-Vu Truong, "Modelling and short-term forecasting of daily peak power demand in Victoria," *Electrical Power and Energy Systems* 30 (2008) 511–518, p. 8, April 2008.
- [3] Jingfei Yang, "Power System Short-term Load Forecasting," pp. 9-10, 2006.
- [4] Pauli Murto, "Neural Network Models for Short-Term Load Forecasting," pp. 21-22, 1998.
- [5] Omar Badran, Emad Abdulhadi Rustum Mamlook, "A fuzzy inference model for short-term load forecasting," *Energy Policy* 37 (2009) , pp. 1239–1248, January 2009.
- [6] Hong Tao, "Short Term Electric Load Forecasting," pp. 6-118, 2010.
- [7] F. Keynia N. Amjadi, "Short-term load forecasting of power systems by combination of wavelet transform and neuro-evolutionary algorithm," *Energy* 34, pp. 46–57, October 2008.
- [8] Natalia Y. Kamneva, Jeff Reminga Kathleen M. Carley, "Response Surface Methodology," *CMU-ISRI-04-136*, October 2004.
- [9] C.S. Özveren, D King N. Amral, "Short Term Load Forecasting using Multiple Linear Regression," pp. 1192-1198, 2007.
- [10] R. Srivastava, "Polynomial Regression," *I.A.S.R.I. Library Avenue New Delhi-110012*, pp. 517-526.
- [11] <http://neuron-ai.tuke.sk/competition/>

Kratka biografija:



Ivan Grujović rođen je u Kraljevu 15.04.1985. god. Završio je srednju elektro-saobraćajnu tehničku školu "Nikola Tesla" u Kraljevu, 2004. godine i osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Računarstvo i automatika - Automatika i upravljanje sistemima 2011. godine.

**PRORAČUN TOKOVA SNAGA SA UKLJUČIVANJEM REGULACIONIH
TRANSFORMATORA I TRANSFORMATORA POMERAČA FAZE****POWER FLOW WITH INCLUDING THE LOAD TAP CHANGING AND PHASE
SHIFTING TRANSFORMERS INTO POWER FLOW ALGORITHM**Darko Deurić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Newton-Raphson-ov postupak je opšte prihvaćen algoritam za proračun tokova snaga. Sa pojavom regulacionih transformatora (RT) i transformatora pomerača faze (TPF) javila se potreba za proširenjem klasičnog proračuna tokova snaga. U ovom radu opisani su matematički modeli navedenih transformatora, koji su implementirani u jednačine tokova snaga sa ograničenjima. Kao rezultati modifikovanog Newton-Raphson-ovog postupka dobijaju se diskretni prenosni odnosi RT i fazni stavovi TPF. Model je primenjen na dva test sistema, uključujući i realni elektroenergetski sistem Srbije.

Abstract – Newton-Raphson method has been generally accepted algorithm for solving power flow problems. With the introduction of the Load Tap-Changing (LTC) Transformers and Phase-Shifting Transformers (PST) there was a need for expansion of conventional power flow. In this paper, mathematical models of listed transformers were described and implemented in constrained power flow's equations. The discrete LTC's tap variables and PST's angle variables were obtained from modified Newton-Raphson method. Model was applied to two test systems, including the real power system of Serbia.

Ključne reči: regulacioni transformator, transformator pomerač faze, tokovi snaga sa ograničenjima

1. UVOD

Kao pogonska potreba u elektroenergetskim sistemima (EES) se veoma često javlja zahtev za održavanjem modula napona sabirnica na nekoj zadatoj vrednosti, ili blizu te zadate vrednosti [1]. Postoji više načina na koji se ovako postavljeni cilj može ostvariti, a jedan od njih podrazumeva upotrebu RT priključenih na sabirnice na kojima se želi održati željena vrednost modula napona.

Deregulacija tržišta električne energije (EE) u poslednjih nekoliko godina izazvala je određene promene u elektroenergetskom sektoru. Zbog povećanog protoka snage kroz prenosnu mrežu javlja se opasnost od nestabilnosti, prevelikih gubitaka i preopterećenja pojedinih vodova. Kompanije za prenos EE žele ostvariti efikasne, pouzdane i sigurne kupoprodajne transakcije EE. U tu svrhu, kao isplativo rešenje koriste se TPF.

NAPOMENA:

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

Oni efikasno balansiraju i regulišu tokove aktivnih snaga na prenosnim vodovima u stacionarnom stanju [2,3].

2. TEORIJSKE OSNOVE**2.1. RT – princip rada i ekvivalentne šeme**

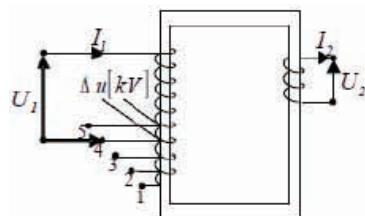
RT imaju promenljiv broj navojaka na jednom od namotaja, čime je omogućeno podešavanje prenosnog odnosa transformatora u određenom opsegu oko nominalnog odnosa transformacije [4]. Principska šema RT-a je data na slici 1. Promenljivi odnos RT-a definiše se kao [5]:

$$\frac{U_{n1}}{U_{n2}} \cdot t, \quad (1)$$

gde su U_{n1} i U_{n2} nominalni naponi, a t dato kao:

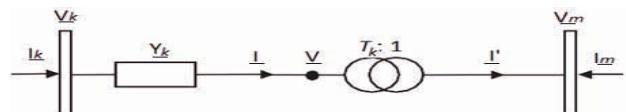
$$t = 1 \pm n \frac{\Delta u}{100}, \quad (2)$$

predstavlja skalarni prenosni odnos RT-a, pri čemu su n pozicija regulacione sklopke, Δu napon između dva susedna otcepa izražen u procentima u odnosu na nominalni napon U_{n1} .



Slika 1. Principska šema RT-a [5]

Ekvivalentna monofazna šema RT-a je data na slici 2.



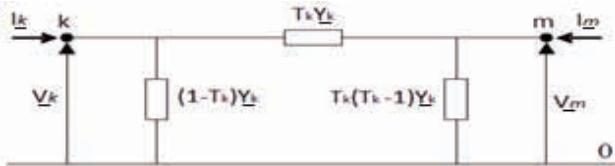
Slika 2. Ekvivalentna šema RT-a

Struje I_k i I_m se mogu izraziti kao funkcije napona V_k i V_m i to u matričnoj formi:

$$\begin{bmatrix} I_k \\ I_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_k & -T_k Y_k \\ -T_k Y_k & T_k^2 Y_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_k \\ V_m \end{bmatrix}, \quad (3)$$

gde su Y_k admitansa kratkog spoja svedena na k stranu, T_k skalarni prenosni odnos RT-a. Pošto je matrica admitansi u izrazu (3) simetrična, RT je moguće ekvivalentirati nesimetričnim pasivnim četvorokrajnikom, kao na slici 3. Ovi transformatori se mogu koristiti za regulaciju modula napona u prenosnim, distributivnim i industrijskim napojnim mrežama, kontrolu protoka reaktivne snage kod

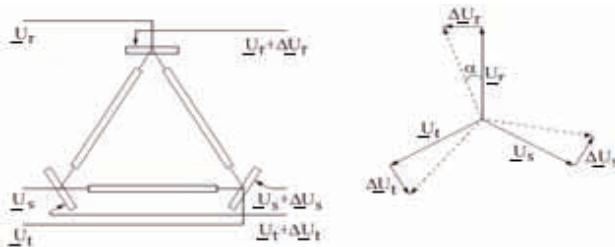
povezivanja dve jake mreže koje ne dozvoljavaju promenu napona, regulaciju napona i odate/apsorbovane reaktivne snage generatora [4,6]. U ovom radu RT su korišćeni za održavanje modula napona čvorova u prenosnim mrežama.



Slika 3. Ekvivalentna nesimetrična π -šema RT-a

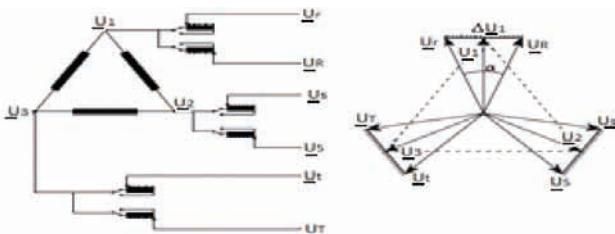
2.2. TPF – princip rada, tipovi i ekvivalentna šema

Asimetrični TPF ostvaruju izlazni napon promjenjenog modula sa pomerenim faznim stavom u odnosu na ulazni napon. Na slici 4 predstavljeno je dobijanje izlaznog napona vektorskim sabiranjem ulaznog napona i napona ortogonalnog na ulazni napon.



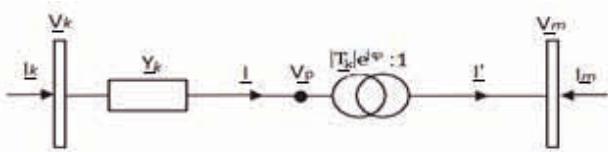
Slika 4. Principska šema asimetričnog TPF-a sa faznim pomerajem ostvarenim pomoću ortogonalnih napona [7]

Ovakvom konstrukcijom TPF-a se ostvaruju relativno mali fazni pomeraji. Ukoliko se žele dobiti veći fazni pomeraji, sa dodatnim zahtevom da moduli ulaznih (U_r, U_s, U_t) i izlaznih (U_R, U_S, U_T) napona ostanu isti, pribegava se simetričnim TPF (slika 5).



Slika 5. Principska šema simetričnog TPF-a [2]

Ekvivalentna monofazna šema TPF-a data je na slici 6.



Slika 6. Ekvivalentna šema TPF-a

Prenosni odnos TPF-a ($T_k = |T_k|e^{j\phi}$) je kompleksan broj, za razliku od prenosnog odnosa RT-a koji je realan broj. Fazni stav TPF-a je označen sa ϕ .

Sve ostale oznake na slici 6 imaju isto značenje kao one sa slike 2. Zbog jednostavnijeg proračuna izvodi se matrični model pod pretpostavkom $|T_k|=1$:

$$\begin{bmatrix} I_k \\ I_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_k & -Y_k(\cos\phi + j\sin\phi) \\ -Y_k(\cos\phi - j\sin\phi) & Y_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_k \\ V_m \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Kako matrica admitansi u izrazu (4) nije simetrična, kolo sa slike 6 nije moguće predstaviti ekvivalentnom π -šemom. TPF se najviše koriste za redistribuciju tokova aktivnih snaga po paralelnim vodovima odnosno sistemima, i kontrolu toka aktivne snage između dve jake nezavisne mreže. U ovom radu TPF su korišćeni za kontrolu toka aktivne snage po granama u prenosnim mrežama.

3. FORMULACIJA PROBLEMA

Proračun tokova snaga je bazični proračun u analizama EES-a na koji se naslanjaju svi ostali proračuni, pre svih, oni koji su vezani za eksploraciju, upravljanje i planiranje EES-a [1]. Kako bi rezultati proračuna što vernije oslikavali režim EES-a, nameće se potreba za uvažavanjem upravljanja RT-a i TPF-a, koji u samom proračunu tokova snaga prouzrokuju dodatne jednačine i uslove. Zbog toga se ovaj rad bavi tzv. proračunom tokova snaga sa ograničenjima. Cilj proračuna je osim klasičnih nepoznatih promenljivih stanja odrediti nepoznate prenosne odnose RT-a i nepoznate fazne stavove TPF-a za zadate module napona odgovarajućih sabirnica, odnosno za zadate tokove aktivnih snaga po odgovarajućim granama.

4. REŠENJE PROBLEMA

4.1. Proračun tokova snaga sa uključivanjem RT-a

Posmatra se slika 2. Jednačine tokova snaga u čvorovima k i m glase:

$$\begin{aligned} P_k &= G_{kk}V_k^2 + V_kV_m(G_{km}\cos\theta_{km} + B_{km}\sin\theta_{km}), \\ Q_k &= -B_{kk}V_k^2 + V_kV_m(G_{km}\sin\theta_{km} - B_{km}\cos\theta_{km}), \\ P_m &= V_m^2G_{mm} + V_mV_k(G_{mk}\cos\theta_{mk} + B_{mk}\sin\theta_{mk}), \\ Q_m &= -V_m^2B_{mm} + V_mV_k(G_{mk}\sin\theta_{mk} - B_{mk}\cos\theta_{mk}), \end{aligned} \quad (5)$$

gde su:

$$\begin{aligned} Y_{kk} &= G_{kk} + jB_{kk} = Y_k, \\ Y_{mm} &= G_{mm} + jB_{mm} = T_k^2Y_k, \\ Y_{km} &= Y_{mk} = G_{km} + jB_{km} = -T_kY_k. \end{aligned} \quad (6)$$

Cilj je održati konstantan moduo napona u čvoru k (V_k), na račun promene prenosnog odnosa RT-a (T_k). Odgovarajući sistem linearizovanih jednačina tokova snaga u i -toj iteraciji se u tom slučaju može predstaviti matrično:

$$\begin{bmatrix} \Delta P_k \\ \Delta P_m \\ \Delta Q_k \\ \Delta Q_m \end{bmatrix}^{(i)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_k}{\partial \theta_k} & \frac{\partial P_k}{\partial \theta_m} & \frac{\partial P_k}{\partial T_k} & \frac{\partial P_k}{\partial V_m}V_m \\ \frac{\partial P_m}{\partial \theta_k} & \frac{\partial P_m}{\partial \theta_m} & \frac{\partial P_m}{\partial T_k} & \frac{\partial P_m}{\partial V_m}V_m \\ \frac{\partial Q_k}{\partial \theta_k} & \frac{\partial Q_k}{\partial \theta_m} & \frac{\partial Q_k}{\partial T_k} & \frac{\partial Q_k}{\partial V_m}V_m \\ \frac{\partial Q_m}{\partial \theta_k} & \frac{\partial Q_m}{\partial \theta_m} & \frac{\partial Q_m}{\partial T_k} & \frac{\partial Q_m}{\partial V_m}V_m \end{bmatrix}^{(i)} \begin{bmatrix} \Delta \theta_k \\ \Delta \theta_m \\ \Delta T_k \\ \Delta V_m \end{bmatrix}^{(i)} \quad (7)$$

Primećuje se da u matričnoj jednačini kao jedna od nepoznatih stanja figuriše T_k , dok je V_k kontrolisana veličina pa je nema u dатој jednačini. Na kraju svake iteracije i , T_k se ažurira prema relaciji:

$$T_k^{(i)} = T_k^{(i-1)} + \left(\frac{\Delta T_k}{T_k}\right)^{(i)} T_k^{(i-1)}, \quad (8)$$

a vrši se i provera:

$$T_{k \min} < T_k < T_{k \max}. \quad (9)$$

Ukoliko se T_k nađe van navedenih granica, čvor k koji je bio tipa PVT postaje tipa PQ, a T_k se fiksira na zatečenoj min/max vrednosti. V_k postaje promenljiva veličina, i zamenjuje T_k kao nepoznatu promenljivu stanja, pa RT radi kao klasični transformator [8]. Ako T_k ostane na kraju proračuna u datim granicama, preračunava se odgovarajuća pozicija regulacione sklopke prema relaciji:

$$n' = \left(\frac{T_{knom}}{T_k} - 1\right) \frac{100}{\Delta u}, \quad (10)$$

gde su n' diskretna pozicija regulacione sklopke (koja se nalazi na strani m transformatora i zaokružuje se na najbliži ceo broj), T_{knom} nominalni prenosni odnos transformatora u r.j., Δu napon između dva susedna otcepa izražen u procentima u odnosu na napon V_m . Na kraju proračuna, za zaokruženo n' izračuna se novo T_k koje korigovano ulazi u proračun elemenata matrice admitansi (6) i jednačina tokova snaga (7). Istovremeno, čvor k koji je bio PVT tipa se promeni u PQ tip, pa na taj način moduo napona u k -tom čvoru malo odstupi od zadate vrednosti na početku proračuna. Ovo je jasno zbog činjenice da bi se potpuno tačan (na početku proračuna zadat) moduo napona dobio jedino sa kontinualnom pozicijom regulacione sklopke, a to u praksi nije slučaj.

Opcija regulacije modula napona kombinovanim radom generatora i njemu pridruženog RT-a predstavlja praktično operativno rešenje. Generator odavanjem/apsorbovanjem reaktivne snage reguliše moduo napona u čvoru i on ima veći prioritet pri regulaciji u odnosu na RT, kod koga je inicijalno T_k fiksirano na 1. Tek kada generator naruši neku od granica po reaktivnoj snazi, uključuje se RT i T_k postaje promenljiva stanja, a odgovarajući čvor u kom se održava moduo napona menja tip iz PV u PVT [8].

4.2 Proračun tokova snaga sa uključivanjem TPF

Posmatra se slika 6. Jednačine tokova snaga u čvorovima k i m glase:

$$\begin{aligned} P_k &= G_k V_k^2 - V_k V_m [G_k \cos(\theta_{km} - \varphi) + B_k \sin(\theta_{km} - \varphi)], \\ Q_k &= -B_k V_k^2 - V_k V_m [G_k \sin(\theta_{km} - \varphi) - B_k \cos(\theta_{km} - \varphi)], \\ P_m &= G_m V_m^2 - V_m V_k [G_k \cos(\theta_{mk} + \varphi) + B_k \sin(\theta_{mk} + \varphi)], \\ Q_m &= -B_m V_m^2 - V_m V_k [G_k \sin(\theta_{mk} + \varphi) - B_k \cos(\theta_{mk} + \varphi)], \end{aligned} \quad (11)$$

gde su:

$$\begin{aligned} Y_{kk} &= G_{kk} + jB_{kk} = Y_k, \\ Y_{mm} &= G_{mm} + jB_{mm} = \underline{Y}_k, \\ Y_{km} &= G_{km} + jB_{km} = -\underline{Y}_k (\cos\varphi + j\sin\varphi), \\ Y_{mk} &= G_{mk} + jB_{mk} = -\underline{Y}_k (\cos\varphi - j\sin\varphi). \end{aligned} \quad (12)$$

Cilj je održati tok aktivne snage po grani $k-m$ u kojoj se nalazi TPF na specificiranoj vrednosti ($P_{km}^{\varphi_{spec}}$). U tu svrhu, neophodna je dodatna jednačina koja se uvažava u

odgovarajućem sistemu linearizovanih jednačina tokova snaga:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial P_k}{\partial \theta_k} & \frac{\partial P_k}{\partial \theta_m} & \frac{\partial P_k}{\partial V_k} V_k & \frac{\partial P_k}{\partial V_m} V_m & \frac{\partial P_k}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial P_m}{\partial \theta_k} & \frac{\partial P_m}{\partial \theta_m} & \frac{\partial P_m}{\partial V_k} V_k & \frac{\partial P_m}{\partial V_m} V_m & \frac{\partial P_m}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial Q_k}{\partial \theta_k} & \frac{\partial Q_k}{\partial \theta_m} & \frac{\partial Q_k}{\partial V_k} V_k & \frac{\partial Q_k}{\partial V_m} V_m & \frac{\partial Q_k}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial Q_m}{\partial \theta_k} & \frac{\partial Q_m}{\partial \theta_m} & \frac{\partial Q_m}{\partial V_k} V_k & \frac{\partial Q_m}{\partial V_m} V_m & \frac{\partial Q_m}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial P_{km}^\varphi}{\partial \theta_k} & \frac{\partial P_{km}^\varphi}{\partial \theta_m} & \frac{\partial P_{km}^\varphi}{\partial V_k} V_k & \frac{\partial P_{km}^\varphi}{\partial V_m} V_m & \frac{\partial P_{km}^\varphi}{\partial \varphi} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \theta_k \\ \Delta \theta_m \\ \Delta V_k \\ \Delta V_m \\ \Delta \varphi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta P_k \\ \Delta P_m \\ \Delta Q_k \\ \Delta Q_m \\ \Delta P_{km}^\varphi \end{bmatrix} \quad (13)$$

gde ΔP_{km}^φ , dato izrazom:

$$\Delta P_{km}^\varphi = P_{km}^{\varphi_{spec}} - P_{km}^{\varphi_{calc}}, \quad (14)$$

predstavlja debalans toka aktivne snage kroz granu sa TPF-om. $P_{km}^{\varphi_{calc}}$ je računata snaga data prvom od četiri relacije (11), a $\Delta \varphi$ dato sa:

$$\Delta \varphi = \varphi^{(i)} - \varphi^{(i-1)}, \quad (15)$$

predstavlja korekciju ugla φ u i -toj iteraciji. Na kraju svake iteracije i , φ se ažurira prema relaciji:

$$\varphi^{(i)} = \varphi^{(i-1)} + \Delta \varphi^{(i)}, \quad (16)$$

a vrši se i provera:

$$\varphi_{min} < \varphi < \varphi_{max}. \quad (17)$$

Ukoliko se nađe van navedenih granica, φ se fiksira na zatečenoj min/max vrednosti, a tok aktivne snage po grani $k-m$ prestaje da bude konstantan, pa se φ uklanja iz vektora promenljivih stanja. U slučaju da ne dođe do narušavanja granica za φ , na kraju proračuna se preračunava odgovarajuća pozicija regulacione sklopke [9]:

$$n' = \frac{2tg(\varphi/2)}{\Delta u/100}. \quad (18)$$

n' se zaokružuje na najbliži ceo broj, a prema relaciji (18) promeni se i φ koje fiksirano ulazi u proračun elemenata matrice admitansi (12) i jednačina tokova snaga (13). U nastavku, sprovodi se klasični proračun tokova snaga sa konstantnim uglom φ . Ovo utiče na izvesnu promenu aktivne snage po grani $k-m$, što je razumljivo, jer bi se potpuno tačan (na početku proračuna zadat) tok aktivne snage ostvario jedino sa kontinualnom pozicijom regulacione sklopke.

5. PRIMENE

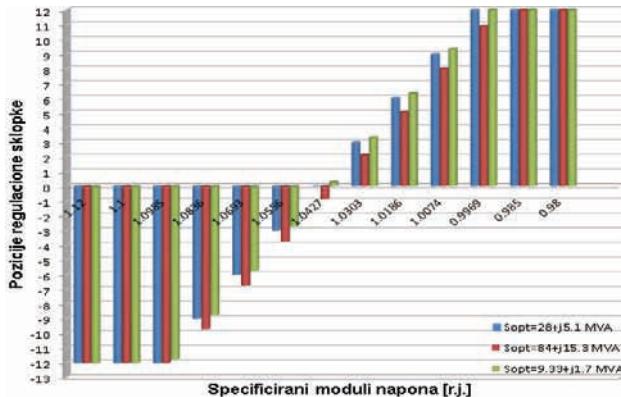
Proračuni tokova snaga sa ograničenjima ilustrovani su na dve test mreže: test mreža sa 6 čvorova i mreža Srbije u CIM (Common Information Model) formatu.

Prvi test: za željene vrednosti napona u čvorovima 1 ($U_{čv1 \text{ želj}}$) datih u r.j. i četiri RT-a iz mreže Srbije prikazanih u tabeli 1, izračunate su nove pozicije regulacionih sklopki (n'^{novo}). Sve četiri regulacione sklopke su se pomerile za po 3 pozicije i omogućile željene vrednosti modula napona prikazanih u r.j. Konvergencija je ostvarena u 6 iteracija, a vreme proračuna iznosi 1.7 sekundi.

Tabela 1. Stare i nove pozicije regulacionih sklopki

Čvor 1 (PVT)	Čvor 2	n'	$U_{čv1}$	$U_{čv1 \text{ želj}}$	n'^{novo}
JLESK251	JLESK21	-2	1.045	1.053	1
JSOMB31	JSOMB351	0	0.975	0.987	-3
JBGD1751	JBGD1721	1	1.05	1.033	4
JCACAK351	JCACAK2	-5	1.034	1.052	-2

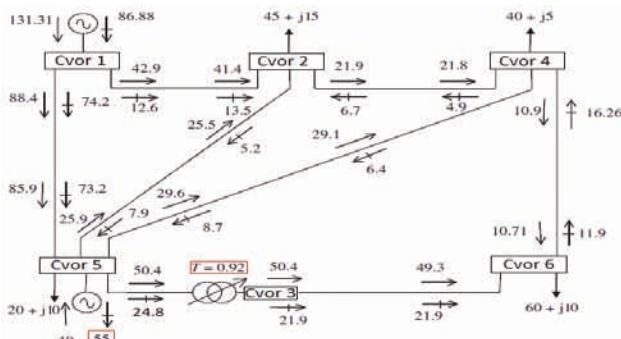
Drući test: iz mreže Srbije je izabran jedan RT (JBGD5 51-JBGD5 21) i prikazana zavisnost pozicije regulacione sklopke od zadatih napona PVT čvora (JBGD5 51) i to za tri različita opterećenja (S_{opt}) tog čvora. Rezultati su prikazani na slici 7.



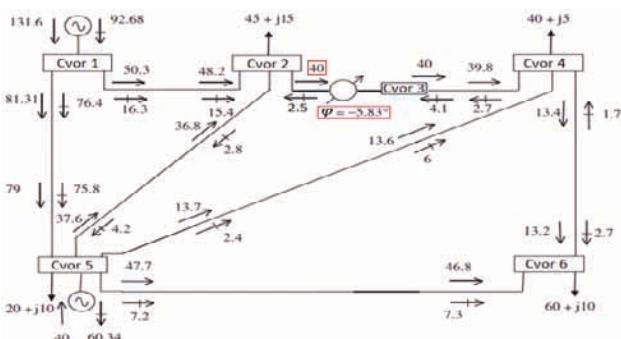
Slika 7. Zavisnost pozicija regulacione sklopke od zadatih napona PVT čvora

Ako se u PVT čvoru održava konstantan napon, u slučaju promene potrošnje u tom čvoru regulaciona sklopka reaguje kao na slici 7. Za tri puta veću potrošnju u čvoru ($84 + j15.1$ MVA) od bazne ($28 + j5.1$ MVA), pozicija regulacione sklopke se spušta za jedan stepen da bi se održao zadati napon, dok se u slučaju tri puta manjeg opterećenja ($9.33 + j1.7$ MVA) pozicija neće promeniti.

Treći test: kombinovan rad generatora i njemu pridruženog RT-a prikazan je na testnoj mreži sa slike 8. Zadatak je održavanje modula napona od 1 r.j. u čvoru 5 (PV čvor). U prvoj fazi, dok ne dostigne ograničenje po reaktivnoj snazi (-55 MVar), generator održava željeni modus napona. Po dostizanju limita generatora, uključuje se RT koji nastavlja održavati modus napona u čvoru 5 (sad je to PVT čvor) i čiji prenosni odnos T na kraju proračuna iznosi 0.92 r.j.



Slika 8. Kombinovan rad generatora i RT-a



Slika 9. Test mreža sa TPF-om

Cetvrti test: u test mreži sa slike 9 postavljen je TPF između čvorova 2 i 4 koji održava tok aktivne snage po grani između ta dva čvora na 40 MW. Proračun konvergira u 4 iteracije, a vrednost ugla φ na kraju proračuna iznosi -5.83° .

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisani su principi rada i modeli RT i TPF, kao i proračun tokova snaga sa ograničenjima koji uključuje uticaj ovih transformatora. Klasični *Newton-Raphson*-ov postupak se neznatno modifikuje, kako bi se automatski odredile dodatne nepoznate promenljive stanja (prenosni odnosi RT i fazni stavovi TPF), a pritom se zadržava kvadratna konvergencija ka rešenju, što je velika prednost ovog postupka. Poteškoće u proračunu predstavlja činjenica da su spomenute dodatne promenljive stanja diskretne veličine, a veliki broj RT i TPF u međusobnoj blizini može ponekad dovesti i do divergencije rešenja.

7. LITERATURA

- [1] N.Rajaković: *Analiza elektroenergetskih sistema II*, Elektrotehnički Fakultet, Akademска Misao, Beograd, 2008.
- [2] J.Verboomen, D.V.Hertem, P.H.Schavemaker, W.L.Kling, R.Belmans: *Phase Shifting Transformers – Principles and Applications*, International Conference on Future Power Systems, 2005.
- [3] ABB publication: *Phase shifting transformers, Reliable and efficient power flow control*, 2011.
- [4] N.Rajaković: *Analiza elektroenergetskih sistema I*, Elektrotehnički Fakultet, Akademска Misao, Beograd, Avgust 2002.
- [5] V.Strezoski: *Analiza elektroenergetskih sistema II*, skripta, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2010.
- [6] D.Popović, Z.Gorečan, J.Dujić, V.Vasić, V.Perić: *Modelovanje u elektroenergetici*, DMS Grupa, Prosveta, Novi Sad, 2011.
- [7] G.Andersson: *Modelling and Analysis of Electric Power Systems*, Lecture 227-0526-00, ITET ETH Zürich, September 2008.
- [8] E.Acha, C.R.Fuerte-Esquível, H.Ambriz-Péres, C.Angeles-Camacho: *FACTS – Modelling and Simulation in Power Networks*, John Wiley&Sons, LTD 2004.
- [9] Entsoe: *Common Information Model (CIM) – Model Exchange Profile, 2nd Edition: Draft Version 7 – IOP Version*, July, 2010.

Kratka biografija:



Darko Deurić rođen je u Vlasenici 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – smer Elektroenergetski sistemi odbranio je 2013.god.

MIKROPROCESORSKA ZAŠTITA BLOK TRANSFORMATORA U HIDROELEKTRANI

MICROPROCESSOR-BASED PROTECTION OF TRANSFORMERS IN HYDROELECTRIC POWER PLANT

Tijana Stanisavljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *U ovom radu je predstavljena mikroprocesorska zaštita blok transformatora u hidroelektrani. Opisan je princip rada funkcija zaštite i izvršen proračun podešavanja funkcija zaštite na osnovu nominalnih podataka.*

Abstract – *This paper presents the microprocessor protection of transformer in hydro plant. The principle of the protection function and protection settings calculation are described. Rated values are used for setting calculations.*

Ključne reči – *Mikroprocesorska zaštita, Princip rada i podešavanja funkcija zaštite*

1. UVOD

Ovaj rad se bavi problem relejne zaštite u hidroelektranama. Za razmatranje je izabran blok generator-transformator pri čemu je osnovna tema ovog rada zaštita blok transformatora u ovoj hidroelektrani.

U radu je u glavi dva dat osnovni prikaz korišćene zaštite, zatim je u trećoj glavi opisan princip rada zaštite, kao i najvažnije zaštite. U petom i šetom delu su dati zaključak i literatura, dok je u prilogu data ilustracija programa za izbor podešenja realizovana u Matlab-u.

2. MIKROPROCESORSKA ZAŠTITA

2.1 Istorijski razvoj

Razvoj mikroprocesorske zaštite je počeo krajem 60-tih i početkom 70-tih godina. U početku je rad mikroprocesorskih zaštita upoređivan sa radom klasičnih releja. Prvi komercijalni mikroprocesorski releji pojavili su se 1979. godine. To su bili frekventni releji. Do kraja 80-tih godina mikroprocesorske zaštite su postale visoko pouzdane i sigurne. Istovremeno, značajno su porasle i mogućnosti samih mikroprocesora, tako da su mogli biti primenjeni i za složenije zaštite.

Sredinom i krajem 90-tih godina cena je smanjena na ispod 10% u odnosu na isti klasični relj (zaštitu) [1].

2.2 Princip rada

Mikroprocesorska zaštita se najčešće koristi kao baza za funkcionalno objedinjavanje više vrsta releja, kao i funkcija koje se sreću u okviru zaštitnog sistema.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Duško Bekut, red.prof.

Mikroprocesorska zaštita podrazumeva zaštitu koja je potpuno numerički orijentisana. Do potrebnih veličina za proračune se dolazi merenjem (semplovanjem) naponskih i strujnih signala i njihovom konverzijom u binarne vrednosti više puta u nekom periodu vremena.

2.3 Vrste mikroprocesorskih releja i zaštita

Postoje tri grupe mikroprocesorskih releja i zaštita:

1. Mikroprocesorski releji čiji se rad bazira na primeni izuzetno jednostavnih funkcija i kod kojih se ne zahteva velika brzina merenja.
2. Hibridne zaštite kod kojih se brzo merenje obezbeđuje hardverom (npr. DSP čipom).
3. Deljeni releji se dobijaju kada se jedan deo resursa nekog mikroprocesora iskoristi i za potrebe relejne zaštite.

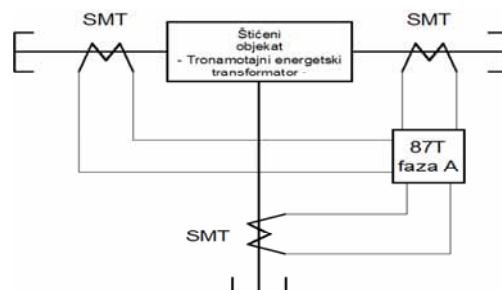
3. PRINCIPI RADA MIKROPROCESORSKE ZAŠTITE

Nakon višegodišnjeg rada hidroelektrane, odlučeno je da se uradi revitalizacija opreme, uključujući i generatore i blok transformatore. Nakon obavljenе studije, uzimajući u obzir smernice i preporuke, kao zaštita je primenjena najnovija generacija mikroprocesorske višefunkcionalne zaštite proizvodnje jednog svetskog proizvođača [2,3,4,5].

3.1 Funkcije zaštite VN energetskih transformatora

3.1.1 Diferencijalna zaštita

Za zaštitu energetskih transformatora od unutrašnjih trofaznih (K3), dvofaznih (K2), dvofaznih sa zemljom (K2Z) i u nekim slučajevima jednofaznih (K1Z) kvarova najčešće se koristi diferencijalna zaštita.



Slika 1. – Diferencijalna zaštita

Uprošćena jednopolna principijelna šema diferencijalne zaštite energetskog transformatora (primer je dat za tronamotajni transformator) prikazana je na slici 1. Diferencijalni element se sastoji iz dva elementa: stabilisani i nestabilisani diferencijalni element. Karakteristika stabilisanog elementa je uglavnom određena na osnovu tri

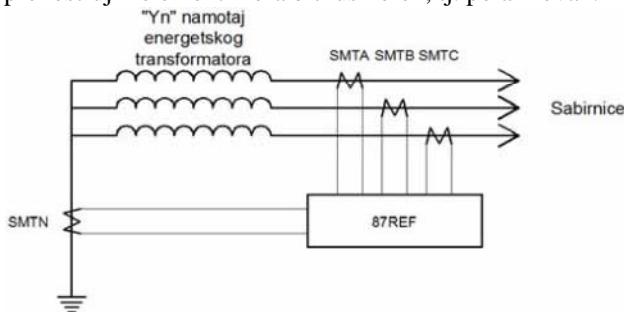
prave, dok je karakteristika nestabilisanog elementa određena jednom pravom. Kod diferencijalne zaštite energetskih transformatora najčešće se aktivira harmonijska blokada i/ili stabilizacija. Pojave koje mogu izazvati neselektivno delovanje diferencijalne zaštite su uključenje energetskog transformatora u prazan hod i zasićenje magnetskog kola energetskog transformatora.

3.1.2 Diferencijalna zaštita Generator Transformator (GT) bloka

Ova funkcija zaštite je bazirana na principu diferencijalne zaštite energetskog transformatora, samo što se u oblasti štićenog objekta nalaze generator i njemu odgovarajući blok transformatora.

3.1.3 Ograničena zemljospojna zaštita

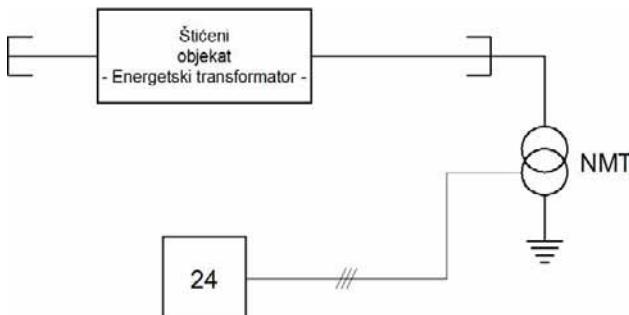
Za detekciju zemljspojeva blizu zvezdišta namotaja energetskog transformatora spregnutog u uzemljenu zvezdu koristi se ograničena zemljospojna zaštita (REF). Kriterijum prorade REF elementa, čija je uprošćena šema prikazana na slici 2, je da struja iz zvezdišta energetskog transformatora (radna veličina) bude veća od podešene vrednosti. Kako bi se razlikovali zemljospojevi izvan i unutar zone delovanja REF elementa (između linijskih SMT-a i SMT-a u zvezdištu blok transformatora) ovaj prekostrujni element mora biti usmeren, tj. polarizovan.



Slika 2. – Ograničena zemljospojna zaštita

3.1.4 Zaštita od natpobude

Zaštita od natpobude sprečava pojavu magnetske indukcije u magnetskom kolu štićenog objekta veće od propisane vrednosti. Na slici 3 je prikazana uprošćena šema. Nivo magnetske indukcije u energetskom transformatoru zavisi od odnosa napona na terminalima energetskog transformatora i njegove učestanosti.



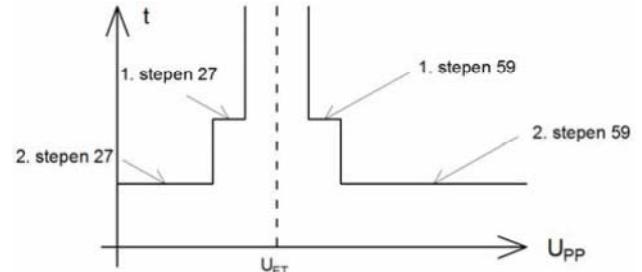
Slika 3. – Uprošćena šema zaštite od natpobude

Ova zaštita se obično podešava u dva stepena.

3.1.5 Pod/nadnaponska zaštita

Podnaponska zaštita prvenstveno štiti uređaj od rada na preniskom naponu. Takođe, moguće je korišćenje ove

funkcije zaštite u kombinaciji sa nekom drugom vrstom zaštite. Nadnaponska zaštita štiti uređaj od ekstremno visokog napona ili služi za proveru predviđenog naponskog nivoa. Previsoki napon je opasan za izolaciju namotaja energetskog transformatora. Na slici 4 je predstavljen primer karakteristike reagovanja. Ova funkcija zaštite se najčešće podešava u dva stepena.



Slika 4. – Primer karakteristike reagovanja

3.1.6 Fazna prekostrujna zaštita

Prekostrujna zaštita se koristi kao zaštita od kratkih spojeva i preopterećenja. Ulazne veličine su fazne struje štićenog elementa i zaštita reaguje kada jedna od tri fazne struje „prebaci“ prag reagovanja.

3.1.7 Rezervna zemljospojna zaštita

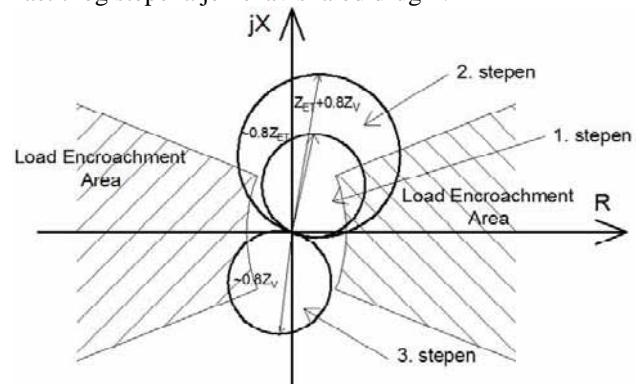
U slučaju da je zvezdište namotaja energetskog transformatora izolovano, za rezervnu zaštitu se može iskoristiti rezidualna nadnaponska zaštita. U slučaju da je zvezdište namotaja direktno uzemljeno, za rezervnu zemljospojnu zaštitu se može iskoristiti i rezidualna prekostrujna zaštita.

3.1.8 Zaštita od nesimetričnog opterećenja

Ova funkcija zaštite se bazira na praćenju struje inverznog redosleda. Obično se podešava u dva stepena: sporiji i brži.

3.1.9 „Backup“ distantna zaštita

Osnovni zahtevi koji se postavljaju pred distantnu zaštitu su: brzina, osetljivost i selektivnost. Svaka od distantnih zona ima odvojeno vremensko stepenovanje za jednofazne ili višefazne kvarove. Karakteristika svakog zaštitnog stepena je nezavisna od drugih.



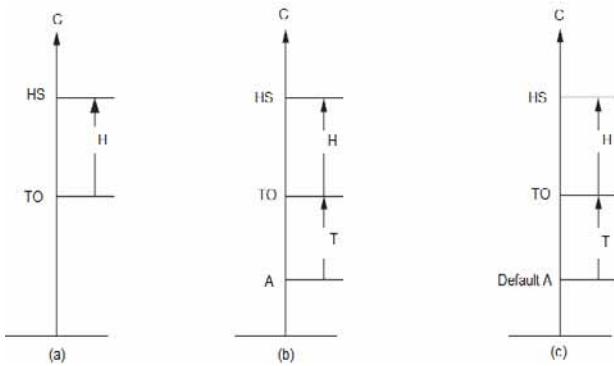
Slika 5. – Primer distantne (MHO) karakteristike

Moderni mikroprocesorski distantni releji poseduju kvadrilateralnu (QUAD) kao i kružnu (MHO) karakteristiku reagovanja (koja je prikazana na slici 5).

3.1.10 Termička slika

Ovaj element se koristi za izdavanje upravljačkih akcija (uključenje/isključenje ventilatora, uključenje/isključenje energetskih prekidača) ili za izdavanje upozorenja ili alarma kada dođe do pregrevanja transformatora.

Ulagne veličine za termički element su fazne struje, merena temperatura ambijenta i merena temperatura gornjeg ulja štićenog energetskog transformatora.



Slika 6. – Režimi rada termičke slike

Kod mikroprocesorskih terminala najnovije generacije, termička slika može da radi u tri režima, koji su predstavljeni na slici 6:

- Merena temperatura gornjeg ulja i ambijenta;
- Merena samo temperatura ambijenta;
- Nema merenih temperatura.

3.1.11 Zaštite energetskog transformatora

Zaštite (buholc, kontaktni termometar, gasni relej, itd.) se uvođe u transformatorski relej preko binarnih ulaza. U tim situacijama se ti signali, bez vremenskog odlaganja, odvode na odgovarajuće binarne izlaze za isključenje odgovarajućih prekidača.

3.1.12 Zaštita od otkaza prekidača snage

U [2] je navedeno da su energetski transformatori uglavnom opredeljeni sa po jednim prekidačem snage po namotaju.

3.2 Funkcije zaštite NN energetskih transformatora

Za NN energetske transformatore se aktiviraju iste zaštitne funkcije kao i za VN energetske transformatore.

4. PODEŠAVANJE ZAŠTITE

Podešavanje zaštita se vrši na osnovu nominalnih podataka blok transformatora 420/15.75/15.75 kV/kV i transformatora sopstvene potrošnje 15.75/6.3/0.4 kV/kV, kao i na osnovu preporuka proizvođača.

U nastavku je dat pregled tipova primenjenih zaštita, pri čemu je samo za neke dato više detalja. Razlog za to je nemogućnost da ključni podaci budu javno dostupni.

4.1 Podaci o blok transformatoru

U [3] su dati nominalni podaci blok transformatora.

4.2 Podaci o mernim transformatorima

U merne transformatore spadaju strujni i naponski merni transformatori. U [3,4] su dati njihovi podaci potrebni za podešavanje funkcija zaštite.

4.3 Proračun podešavanja zaštita blok transformatora

4.3.1 Diferencijalna zaštita

Za ovu funkciju zaštite primenjene su standardne karakteristike.

4.3.2 Ograničena zemljospojna zaštita

Usvaja se standardno podešavanje sa vremenom zatezanja $t=0$ sec.

4.3.3 Prekostrujna zaštita na strani 400kV

Kako je predstavljeno u [3], postoje tri vrste ove funkcije zaštite: $I>>$, $I>$ i zemljospojna zaštita. Prva funkcija zaštite ne sme da deluje kod uključenja blok transformatora u prazan hod sa strane 400kV. Druga funkcija zaštite može da služi kao jedna od rezervnih zaštita za slučaj kvara na nekom od izolovanih polja i otkaza nekog dela opreme. Treća funkcija zaštite služi da isključi blok transformator u slučaju neeliminisanih zemljospojeva u mreži 400kV i može da radi u dva stepena: $Io>$ i $Io>>$.

4.3.4 Prekostrujna zaštita sekundarnih namotaja

15.75kV blok transformatora

Ovo su, na neki način, rezervne zaštite generatorskim prekostrujnim zaštitama. Usvojeno je da strujno podešavanje bude isto, kao i u generatorskim zaštitama, a vremensko zatezjanje da bude 0.2 sec duže.

4.3.5 Zaštita od nesimetričnog opterećenja na strani 400kV

Predlaže se sledeće podešavanje:

1. $I2>_{pod}=0.1 \cdot In$ sekundarno, $t=4$ sec – signalizacija;
2. $I2>>_{pod}=0.5 \cdot In$ sekundarno, $t=6$ sec – isključenje.

4.3.6 Zaštita od termičkog preoperećenja

Izabrana je približna vrednost termičke konstante (na osnovu sličnosti sa ostalim mašinama takvih karakteristika) jer tačna nije poznata.

4.3.7 Zaštita od otkaza generatorskih prekidača

Kod otkaza generatorskih prekidača zaštita deluje na isključenje prekidača 400 kV, prekidača 15.75 kV i prekidača 6.3 i 0.4 kV.

4.3.8 Zaštita od nadpobude

Ova zaštita ima standardno podešavanje.

4.3.9 Zaštita od zemljospaja sekundarnog namotaja 15.75kV

Ove se zaštite napajaju iz otvorenih trouglova naponskih transformatora koji su vezani na sekundarne namotaje 15.75 kV blok transformatora.

4.4 Podaci o transformatoru sopstvene potrošnje

U [3] su dati nominalni podaci transformatora sopstvene potrošnje.

4.5 Proračun podešavanja zaštite transformatora sopstvene potrošnje

Podešavanja funkcija zaštite, koje se odnose na transformator sopstvene potrošnje, su slična podešavanjima funkcija zaštite za blok transformator. Akcenat je stavljen na tri naponska nivoa koja se odnose na ovaj transformator (15.75kV, 6.3kV i 0.4kV).

5. ZAKLJUČAK

Ovim radom je data načelna slika primera zaštite aggregata na hidroelektrani i time ilustrovane mogućnosti mikroprocesorske zaštite u odnosu na klasične releje. Posmatrajući kako se sada mnogo brže i jednostavnije može utvrditi mesto kvara, mikroprocesorska zaštita je postala najefikasniji vid zaštitnih releja koji se širom sveta primenjuju.

Energetski transformatori su najskuplja pojedinačna oprema elektroprivredne organizacije za prenos električne energije.

U radu je dat načelni pregled koje se sve zaštite mogu koristiti kao i globalne vrednosti zaštitnih podešenja. Kao što je i pomenuto, efikasnost i jednostavnost su dve osnovne karakteristike izabranog rešenja

6. LITERATURA

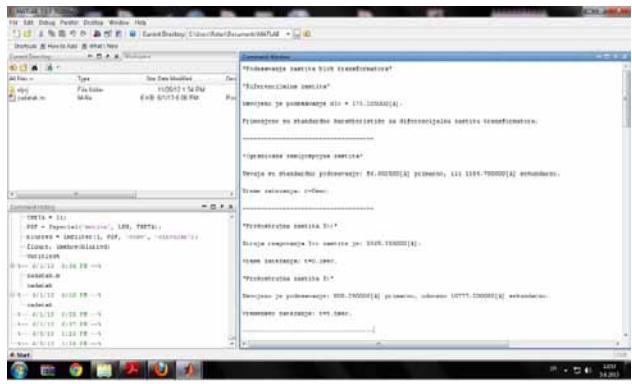
1. Duško Bekut, *Relejna zaštita*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009
2. Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, *Analiza stanja zaštite na objektu HE Đerdap 1 i smernice za njenu rekonstrukciju*, Beograd, 2011
3. NDC d.o.o, *Proračun podešavanja zaštita blok transformatora i transformatora sopstvene potrošnje*, Hidroelektrana Đerdap 1, Kladovo, 2012

4. Veljko Vidaković, *Dokumentacija i dokument za eksploataciju uređaja postrojenja i objekta*, Hidroelektrana Đerdap, Kladovo, 1974

5. IMP Automatika d.o.o, *Pogonsko uputstvo za sistem upravljanja, zaštite i monitoring hidroagregata A6 u HE Đerdap 1*, Institut Mihajlo Pupin, Beograd, 2011

7. PRILOG

Kao računski deo rada urađen je Matlab program za proračun podešavanja funkcija zaštite. Na slici 7 data je ilustracija razvijene podrške.



Slika 7. – Ilustracija proračuna podešavanja

Kratka biografija:



Tijana Stanisavljević rođena je u Kladovu 1989. god. Diplomski-mater rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo – Elektroenergetski sistemi odbranila je 2013. god.



EKVIVALENT NISKONAPONSKE MREŽE LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK EQUIVALENT

Petar Milić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu izložena je problematika kreiranja i upotrebe ekvivalenta niskonaponske mreže sa naglaskom na klasične severno američke distribucije.

Prikazana je primena nekoliko različitih postupaka za pronaalaženje minimalnog i maksimalnog pada napona u niskonaponskoj mreži.

Abstract – This paper deals with a problem of creating and using an equivalent of a low voltage distribution network with an accent on classic North American electrical power distribution utilities. Several methods are demonstrated for calculating maximum and minimum voltage drops in low voltage distribution networks.

Ključne reči: Elektroenergetski sistemi, ekvivalent niskonaponske distributivne mreže, padovi napona u niskonaponskim mrežama.

1. UVOD

DMS softver je napredni softverski sistem za podršku efikasnom i optimalnom vođenju distributivnih mreža (DM). On se sastoji od alata za dinamičku vizualizaciju, praćenje i kontrolu električne DM, zajedno sa širokim spektrom aplikacija za analizu pogona, planiranje i optimizaciju DM. Sistem je izgrađen na aktuelnim industrijskim standardima i moćnoj tehničkoj bazi podataka. DMS softver integrisan sa SCADA i GIS sistemima predstavlja najbolje tehničko rešenje za elektrodistributivna preduzeća.

Proračun tokova snaga (Load Flow – LF) jeste jedna od osnovnih energetskih aplikacija DMS softvera. Ona se koristi za proračun ustaljenih režima radikalnih i slabo upetljanih DM. Uopšteno, model tokova snaga elektroenergetskog sistema predstavlja matematički opis balansa aktivnih i reaktivnih snaga u sistemu (proizvedena energija jednak je zbiru potrošene energije i gubitaka u prenosu).

LF funkcija se sastoji od modula za proračun simetričnih i nesimetričnih režima. U oba slučaja koristi se isti metod proračuna koji je specijalizovan za proračune u radikalnim i slaboupetljanim mrežama. Ovaj metod zasniva se na procedurama sumiranja struja i korekcije napona („sweep up/down“) i on predstavlja svojevrsnu sintezu Kirchhoffovih zakona i Gauss-Seidel metoda za rešavanje sistema nelinearnih jednačina. Problem kontura u mreži se rešava upotrebo kompenzacione metode, na taj način što se

mreža primarno svodi na radikalnu otvaranjem kontura u određenim čvorovima, a zatim se ta promena kompenzuje kompenzacijom strujama injektiranim u čvorovima u kojima su konture otvorene.

Osnovna ideja korišćenja ekvivalenta niskonaponske mreže jeste da se niskonaponska (Low Voltage – LV) mreža predstavi preko određenih parametara. Ovi parametri treba da dovoljno dobro opisuju LV mrežu u smislu da proračun tokova snaga sa ekvivalentiranim LV mrežama pruža kvalitetne rezultate. Ovde se akcenat stavlja na padove napona u LV mreži, s obzirom da napon u čvorovima u kojima se priključuju potrošači mora biti u propisanim granicama. Proračun tokova snaga se svakako može sprovesti i nad kompletном mrežom, ali se u tom slučaju broj čvorova i sekcija znatno povećava, a samim tim i potrebna memorija i vreme proračuna. Dakle, efikasna implementacija LV ekvivalenta bi smanjila i vreme proračuna i utrošenu memoriju, uz zadržavanje kvalitetnih rezultata proračuna.

2. POSTAVKA PROBLEMA

Osnovna ideja LV ekvivalenta je da se obezbedi dovoljno dobar prikaz kompletног modela LV mreže koji će biti objedinjen sa modelom MV mreže. LV ekvivalent se koristi za procenu kritičnog pada napona (kritičnog napona potrošača) sa ciljem da se ne dozvoli odstupanje napona van propisanih granica prilikom DR (Demand Response) optimizacije. DR optimizacija podrazumeva sistem električne opreme i operacionog upravljanja koji za cilj imaju smanjenje potrošnje u periodu vršne potrošnje.

2.1. Empirijski postupak modelovanja LV ekvivalenta

Jednostavna procedura modelovanja LV ekvivalenta zasniva se na iskustvenoj proceni kritičnog pada napona.

Ekvivalent LV mreže se može predstaviti jednom sekcijom čiji su podužni parametri jednaki parametrima karakterističnim za LV mrežu od interesa (kataloški podaci o parametrima kablova ili vodova u LV mreži). Na kraj sekcije postavlja se potrošač koji se napaja sa distributivnog transformatora tako da struja sekundara transformatora iznosi 70% nominalne struje. Na osnovu prva dva koraka, kritični pad napona je prikazan u izrazu (1). ΔU_{LV} je kritični pad napona u LV mreži, Z je impedansa sekcije u LV ekvivalentu, a I_n je nominalna struja sekundara distributivnog transformatora.

$$|\Delta U_{LV}| = |Z \cdot 0,7 \cdot I_n| \quad (1)$$

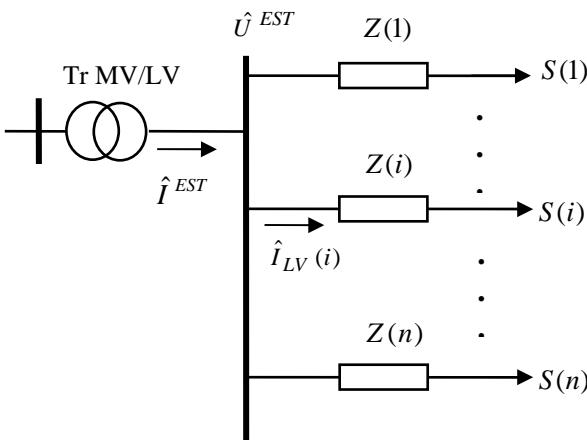
NAPOMENA:

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

2.2. DMS matematički model

Nasuprot postupku objašnjenom u odeljku 2.1, DMS matematički model podrazumeva proračun kritičnog pada napona u LV mreži u skladu sa trenutnom topologijom mreže i rezultatima poslednjeg proračuna estimacije stanja za celu DM. Na taj način moguće je proračunati kritični ili potencijalno najgori pad napona za svaku pojedinačnu LV mrežu u okviru distribucije za određeni vremenski trenutak. Za proračun kritičnog pada napona u LV mreži potrebni su podaci o LV ekvivalentu i rezultati proračuna estimacije stanja. Ceo postupak bazira se na činjenici da pad napona na sekciji direktno zavisi od impedanse sekcije i snage koja se tom sekcijom prenosi (jačine struje). Na osnovu podataka o potrošačima i distributivnim transformatorima, za svaki distributivni transformator je moguće odrediti kritični potrošač. Dalje je iz podataka o topologiji mreže, parametrima sekcija i dužinama sekcija moguće odrediti kritičniju putanju, kao onu putanju od sekundara MV/LV transformatora do jednog od potrošačkih čvorova, koja ima najveći impedans. Ukoliko uz ove podatke postoje tačni podaci o rasporedu potrošača u potrošačkim čvorovima, kao kritični čvor se uzima onaj potrošački čvor za koji važi da je proizvod impedanse putanje i potrošnje najveći.

U opštem slučaju dalji postupak se može ilustrovati slikom 1.



Slika 1. – LV mreža (kreiranje LV ekvivalenta)

I^{EST} i U^{EST} predstavljaju estimiranu struju i napon na sekundaru distributivnog transformatora. Struje pojedinačnih potrošača označene su sa $I_{LV}^{(i)}$ i proračunavaju se aproksimativno prema izrazu (2). Koeficijent $K_{LV}^{(i)}$ predstavlja odnos snage potrošača i i ukupne snage svih potrošača u mreži kao što je prikazano u izrazu (3).

$$\hat{I}_{LV}(i) = \hat{I}^{EST} \cdot K_{LV}(i) \quad (2)$$

$$K_{LV}(i) = \frac{S(i)}{\sum_{j=1}^n S(j)} \quad (3)$$

Kada se raspolaze sa strujama potrošača, pad napona se može proračunati primenom izraza (4):

$$\Delta\hat{U}(i) = K_{LV}(i) \cdot \hat{I}^{EST} \cdot [r(i) + jx(i)] \cdot l(i) \quad (4)$$

gde su parametri sekcije i , razmatrane LV mreže, označeni sa $r(i)$ i $x(i)$, a njena dužina sa $l(i)$ [4].

2.3 Specifičnosti distributivnih mreža

Distributivne mreže se međusobno razlikuju po pitanju LV mreža u pogledu prosečnog broja potrošača u LV mreži i podacima o mreži koji su dostupni u bazama podataka. Iz tog razloga postupak proračuna i sama implementacija LV ekvivalenta se razlikuju.

Prvi primer LV mreže predstavljaju mreže sa malim brojem potrošača. Ovo je posledica činjenice da u severno američkim mrežama postoji veliki broj distributivnih transformatora sa kojih se električnom energijom napaja samo po jedan potrošač. Samim tim u takvim LV mrežama postoji samo jedan potrošač. Problem koji se u ovakvim mrežama javlja jeste nedostatak informacija o faznosti LV mreže. U klasičnim distributivnim preduzećima podaci o faznosti potrošača kao i sekcija u većini slučajeva nisu dostupni.

S obzirom da su za MV/LV transformatore poznati podaci o faznosti na strani primara (MV strana), postoji nekoliko mogućih načina povezanosti. Ukoliko je LV mreža priključena na jednu fazu, to znači da se svi potrošači u LV mreži napajaju sa te faze. Drugi slučaj je trofazni transformator ili tri monofazna transformatora priključena na sve tri faze. U tom slučaju, najveći pad napona se dobija ukoliko se usvoji da se svi potrošači napajaju trofazno. Treća mogućnost je da se LV mreža napaja sa dve faze. U ovom slučaju svi potrošači u LV mreži se pripisuju jednoj od dve faze na sledeći način:

Faza A – ukoliko su sa strane primara faze A i B.

Faza B – ukoliko su sa strane primara faze B i C.

Faza C – ukoliko su sa strane primara faze C i A.

Ovakvim aproksimacijama se garantuje da estimirani pad napona u LV mreži neće biti manji od realnog.

Prvi primer LV mreže predstavljaju mreže sa velikim broj potrošača. Takve mreže predstavljaju znatno veći izazov po pitanju kreiranja LV ekvivalenta. Svakako najveći problem kod ovakvih mreža jeste nedostatak podataka o povezanosti potrošača sa čvorovima. Veći broj potrošača implicira i komplikovaniju strukturu LV mreže, kao i mogućnost postojanja većeg broja LV fidera. Što se topologije mreže tiče za sve čvorove je poznato da li je u njima priključen potrošač ili nije. Ono što nije poznato je koji od potrošača se nalazi u kojem čvoru. Dakle, jasno je da u ovakvom slučaju postoji veliki broj mogućih rasporeda potrošača (padovi napona u LV mreži direktno zavise od tog rasporeda). Zato je potrebno odrediti minimalno i maksimalno moguć pad napona razmatrane LV mreže (u zavisnosti od rasporeda).

3. MATEMATIČKI MODELI

Za proračun minimalnog i maksimalnog pada napona u LV mreži koriste se pohlepni ("greedy") algoritam i mađarski algoritam za proračun problema asignacije.

3.1 Pohlepni algoritam

Pohlepni algoritam je optimizacioni algoritam koji na

svakom koraku bira lokalno optimalno rešenje u nadi da će na taj način doći do globalno optimalnog rešenja [1,2]. Kod ovog algoritma ne postoji preispitivanje prethodnih koraka, kao ni planiranje budućih. Izbor zavisi isključivo od trenutne situacije i odatle potiče i naziv algoritma.

Pohlepni algoritam u opštem slučaju ima 5 stadijuma:

Skup kandidata iz koga se bira rešenje;

Funkcija izbora koja bira najboljeg kandidata za dodavanje u rešenje;

Funkcija izvodljivosti koja procenjuje da li se kandidat može iskoristiti da doprinese rešenju;

Funkcija cilja koja dodeljuje vrednost rešenju ili parcijalnom rešenju;

Funkcija rešenja koja potvrđuje da li je dostignuto konačno rešenje.

Pohlepni algoritam nije adekvatan za rešavanje svih vrsta problema i ne garantuje pronalaženje globalnog minimuma. Ako se može dokazati da za određenu vrstu problema pohlepni algoritam pronađe najbolje rešenje, onda je on sigurno i najbolji algoritam, jer je njegova prednost u odnosu na dinamičko programiranje brzina i jednostavnost implementacije.

3.2 Problem asignacije i mađarski algoritam

U svojoj najopštijoj formi može se opisati na sledeći način. Postoji određeni broja agenata i određeni broj zadataka. Svakom agentu može biti dodeljen bilo koji zadatak. Izvršavanje svakog zadatka ima određenu cenu koja zavisi od agenta koji ga izvršava. Ove cene sačinjavaju matricu cena. Potrebno je agentima dodeliti zadatke na takav način da ukupna cena izvršavanja bude minimalna (ili u određenim primerima maksimalna).

Problem se može izraziti i kao standardni linearni program sa funkcijom cilja i ograničenjima datim u izrazu (5).

$$\begin{aligned} & \sum_{i \in A} \sum_{j \in T} C(i, j) x_{ij} \\ & \sum_{j \in T} x_{ij} = 1 \quad i \in A \\ & \sum_{i \in A} x_{ij} = 1 \quad j \in T \\ & x_{ij} \geq 0 \quad i, j \in A, T \end{aligned} \tag{5}$$

Mađarski algoritam kojim se rešava problem asignacije izveden je korišćenjem teorije grafova, međutim njegov najzastupljeniji oblik je tabelarno rešavanje koje prati sledećih 6 koraka:

U svakoj vrsti se pronađe najmanji element, a zatim se od svih elemenata u vrsti oduzme vrednost najmanjeg elementa.

U svakoj koloni se pronađe najmanji element, a zatim se od svih elemenata u koloni oduzme vrednost najmanjeg elementa.

Precrtaju se vrste i kolone s minimalnim brojem linija na takav način da sve nule u matrici budu precrtane.

Ako je broj linija jednak broju vrsta (n) prelazi se na korak 6.

Među elementima koji nisu precrtani nađe se najmanji. Vrednost najmanjeg neprecrtanog elementa se oduzme od svih neprecrtanih elemenata i doda onim elementima koji su precrtani s dve linije. Jednostruko precrtani elementi ostaju isti. Ponovo se kreće od koraka 3.

Izabere se n elemenata matrice koji imaju vrednost nula na takav način da u svakoj vrst i svakoj koloni postoji samo jedan odabran element.

Mađarski algoritam uvek pronađe optimalno rešenje za problem asignacije. Ukoliko postoji više od jednog optimalnog rešenja, algoritam pronađe jedno od njih.

4. MAKSIMALNI I MINIMALNI PAD NAPONA

Za proračun maksimalnog i minimalnog pada napona u LV mreži korišćeni su pohlepni algoritam i mađarski algoritam. Za proračun maksimalnog pada napona korišćena je takođe metoda kritične putanje. Cilj proračuna tj. pronalaženje specifičnog rasporeda potrošača u čvorovima pri kojem će se javiti maksimalni i minimalni pad napona, mogao bi se teoretski posmatrano postići i korišćenjem apsolutnog pretraživanja. To bi podrazumevalo testiranje svih $n!$ mogućih rasporeda potrošača, gde je n broj potrošača u LV mreži. Ovakav proračun u praksi nije prihvatljiv zbog prevelikih memorijskih zahteva i dugog vremenskog perioda izvršavanja, pa se nije razmatrao kao jedna od mogućnosti. Sve korišćene metode su upoređene na tri teoretska primera LV mreže, kao i dva praktična primera.

4.1 Maksimalni pad napona

Za poznate parametre LV mreže, impedanse sekacija i konfiguraciju, logika pohlepног algoritma nalaže da se najveći potrošači raspoređuju u „omski“ najdalje čvorove, tj. u one čvorove do kojih je ukupna impedansa najveća posmatrano od korena mreže. Potrebno je, dakle za sve čvorove, za koje je poznato da imaju potrošača, proračunati impedansu posmatrano od korena mreže, a zatim poređati potrošače od najvećeg do najmanjeg i rasporediti ih od „najdaljeg“ do „najbližeg“ čvora. Pod „najdalji“ i „najbliži“ podrazumeva se „omska“ udaljenost čvora. Sa ovakvim rasporedom potrošača se proračunava pad napona do pojedinačnih čvorova i određuje kritični čvor i pad napona do njega.

Kritična putanja je putanja koja povezuje koren LV mreže i potrošački čvor koji se nalazi na najvećoj „omskoj“ udaljenosti. Metoda kritične putanje podrazumeva da se odredi „najdalji“ čvor, a zatim i kritična putanja. Potrošači se od najvećeg do najmanjeg postavljaju u potrošačke čvorove duž kritične putanje od poslednjeg čvora do korena mreže. Kada se iscrpe sve potrošačke lokacije na kritičnoj putanji, traži se sledeća kritična putanja tj. putanja do sledećeg „najdaljeg“ čvora i postupak se ponavlja na isti način dok se svi potrošači ne rasporede. Sa ovakvim rasporedom potrošača se proračuna pad napona do pojedinačnih čvorova i odredi kritični čvor i pad napona do njega.

Problem asignacije za pronalaženje maksimalnog pada

naponu u LV mreži podrazumeva izvođenje izraza za pad napona do svih poslednjih čvorova. Pad napona od korena mreže do čvora jednak je sumi padova napona po sekcijama koje se nalaze između njih. Pad napona na sekciji modeluje se kao proizvod impedanse sekcije Z i struje I koja se tom sekcijom prenosi. Ali pošto u početnom trenutku nije poznato na kojoj lokaciji se nalazi koji potrošač, u izrazu za pad napona je struja zamenjena veličinom X_i koja predstavlja struju potrošnje u čvoru i . Potrošnja X_i može imati bilo koju vrednost iz skupa potrošača, pa se može predstaviti kao u izrazu (6).

$$X_i = a_{i1}I_1 + a_{i2}I_2 + a_{i3}I_3 + \dots a_{ij}I_j + a_{in}I_n \quad (6)$$

gde a_{ij} uzima vrednosti 0 ili 1.

Na osnovu izraza za pad napona na svakom poslednjem čvoru postavlja se početna matrica za proračun problema asignacije mađarskim algoritmom, a zatim se pronalazi raspored potrošača pri kome se dobija maksimalni pad napona za taj čvor. Ovaj proračun se izvršava za sve poslednje čvorove i na kraju se kao kritičan čvor bira onaj na kome se javlja maksimalni par napona.

4.2 Minimalni pad napona

Za poznate parametre LV mreže, impedanse sekcija i konfiguraciju, logika pohlepnog algoritma nalaže da se najmanji potrošači raspoređuju u „omski“ najdalje čvorove, tj. u one čvorove do kojih je impedansa najveća gledano od korena mreže. Potrebno je, dakle za sve čvorove, za koje je poznato da imaju potrošača, proračunati impedansu posmatrano od korena mreže, a zatim poređati potrošače od najmanjeg do najvećeg i rasporediti ih od „najdaljeg“ do „najbližeg“ čvora. Sa ovakvim rasporedom potrošača se proračuna pad napona do pojedinačnih čvorova i odredi najveća vrednost pada napona.

Pri proračunu asignacije za minimalni pad napona u LV mreži, ne možemo se koncentrisati na svaki čvor ponaosob. Cilj je pronaći takav raspored potrošača pri kome će svi padovi napona biti minimalni. Potrebno je dakle pronaći jedinstvenu funkciju cilja za koju će pad napona do svih čvorova biti minimiziran. Kombinovana funkcija cilja se dobija iz funkcija koje opisuju pad napona do pojedinačnih poslednjih čvorova u mreži. Ukoliko postoji n potrošačkih čvorova i m poslednjih čvorova za koje se proračunava pad napona, postoji i m funkcija koje opisuju te padove napona (ΔU_i). Kada su izvedene sve funkcije pada napona do poslednjih čvorova u mreži, kombinovana funkcija cilja se izvodi prema izrazu (7).

$$\Delta U_k = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta U_i}{m} \quad (7)$$

Kombinovana funkcija cilja ΔU_k je dakle jednaka sumi svih funkcija za pad napona do poslednjih čvorova podeljenoj sa brojem poslednjih čvorova. Za ovu funkciju se zatim postavlja matrica efikasnosti za proračun mađarskim algoritmom.

5. REZULTATI PRORAČUNA

Rezultati proračuna maksimalnog pada napona pokazali su da proračun asignacije uvek pronalazi optimalno rešenje, tj. raspored potrošača pri kome je pad napona najveći. Što se tiče proračuna minimalnog pada napona, postignuto rešenje je u svim primerima bilo ili optimalno ili vrlo blizu globalnog optimuma. Pohlepni algoritam je u primerima manjih dimenzija dostizao optimalno rešenje dok se povećanjem broja potrošačkih čvorova njegova preciznost procentualno smanjila. Metoda kritične putanje je u nekim primerima postizala optimalno rešenje, dok se u drugim primerima javljalo veliko odstupanje.

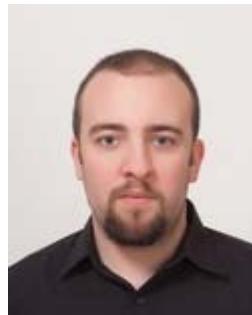
6. ZAKLJUČAK

Proračun asignacije korišćenjem mađarskog algoritma izvršen je primenom računara (programski jezik Fortran). Na ovaj način donekle je isprobana brzina izvršavanja ovakvog proračuna. Ova tema bi se međutim mogla detaljnije obraditi s obzirom na dimenzije distributivnih mreža i potrebe za brzim proračunom u okviru DMS softvera. Takođe se kao cilj daljeg istraživanja može postaviti pronaalaženje brzog i relativno jednostavnog algoritma koji bi pri proračunu minimalnog pada napona uvek pronalazio optimalno rešenje.

7. LITERATURA

1. P.E.Black: Dictionary of Algorithms and Data Structures, xlinux.nist.gov/dads//
2. V.A.Levi, D.D.Bekut: Primena računarskih metoda u elektroenergetici; Stylos, Novi Sad, 1997.

Kratka biografija:



Petar Milić rođen je u Novom Sadu 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2013.god.



POLIS I CARARE STANDARDI METAPODATKA ZA REPREZENTACIJU NEPOKRETNIH KULTURNIH DOBARA

POLIS AND CARARE METADATA STANDARDS FOR THE REPRESENTATION OF IMMOVABLE CULTURAL HERITAGE

Nikola Spasojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - Ovaj rad bavi se metapodacima za reprezentaciju nepokretnih kulturnih dobara. Metapodaci su osnova za digitalnu reprezentaciju informacionih sadržaja, u ovom slučaju nepokretnih kulturnih dobara, kojom se obezbeđuju njihovo očuvanje i široka dostupnost. U radu su prikazana i opisana tri standarda metapodataka za opis nepokretnih kulturnih dobara, CIDOC/CRM, POLIS i Carare standardi kao i XML šeme ta tri standarda.

Abstract - This paper deals with metadata for immovable cultural heritage. Metadata is the basis for digital representation of information content, in this case the immovable cultural heritage, which ensure their preservation and wide availability. The paper presents and describes three metadata standards immovable cultural heritage: CIDOC/CRM, Carare and POLIS as well as XML schemas of CIDOC/CRM, POLIS and Carare standards.

Ključne reči: Metapodaci, Nepokretna kulturna dobra, XML šema

1. UVOD

Kulturno nasleđe je nasleđe fizičkih artefakata (kulturno-loških svojstava) i nematerijalnih atributa društvene grupacije koje je nasleđeno od prethodnih generacija ili nastaje u sadašnjosti i koja se očuvavaju za buduće generacije. Kulturno nasleđe obuhvata materijalnu kulturu (na primer, zgrade, spomenike, veštačke prostorne komplekse, knjige, umetnička dela i artefakte), nematerijalnu kulturu (na primer, folklor, tradicija, jezik i znanje) i prirodno nasleđe (na primer, parkove i biodiverzitet od značaja za kulturu). Digitalizacijom kulturnih dobara postiže se veća dostupnost kulturnom dobru.

Digitalizacija obuhvata formiranje digitalnih sadržaja koji reprezentuju kulturno dobro. Za ostvarivanje dostupnosti kulturnim dobrima posebno su značajni metapodaci koji kulturno dobro opisuju i standardizacija ovih metapodataka kojom se obezbeđuje interoperabilnost između različitih sistema za skladištenje i korišćenje podataka o kulturnim dobrima. Predmet ovog rada su standardi metapodataka za nepokretna kulturna dobra. U njemu su ukratko opisatane oblast zaštite kulturnih dobara iz aspekta zakonske regulative koja se primenjuje u Republici Srbiji i osnove digitalne reprezentacije kulturnih dobara i

metapodataka koji se koriste za digitalnu reprezentaciju kulturnih dobara. Nakon toga je izvršena je analiza šema POLIS i CARARE i istražene su mogućnost mapiranja šeme POLIS na CIDOC/CRM ontologiju. Na kraju je dat primer opisa nepokretnog kulturnog dobra Petrovaradinska Tvrđava pomoću šema metapodataka POLIS i CARARE.

1.1. Kulturna dobra i zaštita kulturnih dobara

Jedan od najznačajnijih instrumenata za zaštitu kulturnog nasleđa je zakonski okvir. Zbog toga postoje nacionalni i međunarodni zakoni koji se bave zaštitom kulturnih dobara. Osnova za definiciju pojma nepokretnog kulturnog dobra koja se koristi u ovom radu je Zakon o kulturnim dobrima.

1.2. Digitalna reprezentacija

Digitalizacija je proces pretvaranja analognog signala u digitalni oblik. Moguće je digitalizovati sve vrste grade, od teksta, preko audio i video zapisa, sve do trodimenzionalnih objekata. Razvojem informacionih i komunikacionih tehnologija istaklo se pet najčešćih razloga za digitalizaciju:

- Digitalizacija radi zaštite originala - u početku najčešći razlog.
- Digitalizacija radi povećanja dostupnosti - original je dostupan samo na jednom mestu, a dostupnost kopije zavisi od broja kopija.
- Digitalizacija radi stvaranja nove ponude i usluga - prebacivanjem u digitalni svet otvara se mnogo novih mogućnosti; razmena metapodataka, ubrzano pretraživanje teksta, lakša analiza građe, virtualno spajanje fizički udaljenog građe i sl.
- Digitalizacija radi upotpunjavanja fonda - fond se može digitalizacijom upotpuniti gradivom koje je u vlasništvu druge osobe
- Digitalizacija na zahtev - sporedni razlog digitalizacije, najčešće u obliku dodatnih usluga

1.3. Metapodaci

Kolokvijalno, metapodaci (dodatni podaci) se definišu kao „podaci o podacima“. Preciznije, to su „strukturirani podaci o izvorima koji se mogu koristiti kao pomoć za podršku širokom opsegu operacija. Metapodaci mogu opisivati jedan podatak, skup podataka ili samo neki deo celine. Izražavaju se putem šema. Šeme metapodataka zavise od tipa podatka koji opisuju i kontekst u kojem se podaci koriste.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Zora Konjović, red. prof.

Postoje različite klasifikacije metapodataka od kojih je za ovaj rad od značaja klasifikacija koja metapodatke klasificuje u više vrsta. To su:

- Opisni (Descriptive)
 - Strukturni (Structural)
 - Administrativni (Technical)
 - Metapodaci za očuvanje (Preservation)
 - Zakonodavni metapodaci (Legislation)

Ovo grupisanje je korisna polazna tačka za pronalaženje standarda za sopstvene taksonomije ili za razmišljanje o tome kako da klasifikujemo podatke.

1.4. Standardi za otkrivanje metapodataka

Metapodaci su esencijalni deo bilo kog digitalnog resursa i njihova glavna uloga je da budu korišćeni u procesu otkrivanja resursa. Ukoliko se resursi žele povratiti i razumeti u distributivnom okruženju globalne mreže (interneta), moraju biti opisani na postojan, strukturno odgovarajući način za dalju obradu nekim softverom. Ovi standardi su:

- Dublin Core,
 - OAI-PMH,
 - DOI

Dublin Core (DC) je jedan od najpopularnijih standarda razvijenih od strane Dublin Core Metadata Initiative 1995. Ovaj standard sadrži, u njegovom osnovnom delu, samo 15 elemenata: contributor, coverage, creator, date, description, format, identifier, language, publisher, relation, rights, source, subject, title i type. Koristi se za opis jednostavnih tekstualnih ili slikovnih resursa. Dublin Core poseduje 7 dodatnih grupa sa 126 elemenata metapodataka.

OAI-PMH (Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting) - je uspostavljen 2002 i predstavlja protokol za kolekciju metapodataka. Direktno je povezan sa Dublin Core i XML standardima. Open Archive Initiative radi na efektivnoj diseminaciji interoperabilnosti standarda, unapređenju pristupa i poboljšanjima intitucionalnog repozitorijuma.

Da bi se omogućio jednoznačan pristup digitalnim objektima koji predstavljaju digitalizovana kulturna dobra, svakom digitalnom dokumentu (objektu) dodeljuje se **digitalni identifikator objekta** (DOI). DOI je niz karaktera (digitalni identifikator) koji na jedinstven način određuje digitalni dokument (objekat). Pored toga, da bi se omogućilo efikasno pretraživanje, dodatni podaci (metapodaci) o objektu se pridružuju njegovom DOI imenu, oni mogu da uključe i lokaciju objekta.

2. ŠEME I STANDARDI ZA NEPOKRETNATA KULTURNA DOBRA

Metapodaci koji se koriste za prikaz i opisivanje nepokretnih kulturnih dobara a koji se spominju u ovom radu su CIDOC/CRM (Object-oriented Conceptual Reference Model), GML (OpenGIS Geography Markup Language), CARARE šema podataka i POLIS šema podataka. Pri tome, za konkretno opisivanje nepokretnog kulturnog dobra u ovom radu se koriste šeme CARARE i POLIS. Zbog toga je u nastavku dat kratak prikaz ontologije CIDOC/CRM i jezika GML.

CIDOC/CRM (Conceptual Reference Model) je domenska ontologija za opisivanje implicitne i eksplizitne

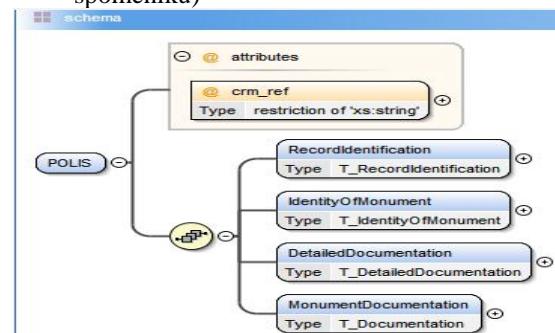
strukture koncepcata i relacija u oblasti kulturnog nasledja, namenjen da bude zajednički jezik za domenske eksperte i implementatore informacionih sistema u ovoj oblasti.

GML je standard za kodiranje geografskih informacija zasnovan na XML-u, razvijen od strane OpenGIS udruženja da izrazi geografske karakteristike. Služi kao jezik za modelovanje geografskih sistema, kao i otvorenog formata za razmenu geografskih transakcija preko interneta. Mogućnost da integriše sve vidove geografskih informacija je ključna sposobnost GML-a.

2.1. Polis

POLIS XML šemu je razvio Centar za Kulturnu Informatiku na Institutu za Kompjuterske Nauke u FORTH-u, u saradnji sa kulturnim institucijama, organizacijama i stručnjacima iz određenih oblasti. Namenjena je opisivanju nepokretnih objekata kulturnog nasleđa u skladu sa ontologijom CIDOC CRM ver. 5.0.2. Polis XML šema se sastoji od složenih tipova, elemenata i atributa. Sama šema sadrži četiri složena tipa elemenata najvišeg hijerarhijskog nivoa (Slika 1):

- RecordIdentification - (Identifikacija Zapisa)
 - IdentityOfMonument - (Identitet spomenika)
 - DetailedDocumentation - (Detaljna dokumentacija)
 - MonumentDocumentation - (Dokumentacija o spomeniku)



Slika 1. Četiri osnovna elementa koji čine POLIS XML šemu

Šema se takođe sastoji i od atributa (crm_ref) koji za svoj tip ima string, odnosno predstavlja tekstualni podatak o tom elementu u čijem sklopu se nalazi. Dodaćemo samo primer definisanja pravila za restrikciju koja se tiču mapiranja standarda POLIS - CIDOC/CRM.

2.2. POLIS I CIDOC/CRM

POLIS šema je povezana sa CIDOC/CRM standardom putem specifičnog mapiranja podataka. Mapiranje se vrši tako što se svaki element predstavlja preko unapred definisanih entity (klasa) i property (osobina) kao skup triptela, odnosno entity-property-entity skupa.

Da bi pojasnili mapiranje navećemo nazine entiteta i svojstava korišćenih za predstavljanje korenog elementa POLIS šeme. Entitet E24 nosi naziv ***Physical Man-Made Thing***, svojstvo P70B ima naziv ***is documented in*** i entitet E31 ima naziv ***Document***. Iz gore navedenog sledi da je triplet korenog elementa preveden u CIDOC/CRM:

E24 Physical Man-Made Thing -> P70B is documented in -> E31 Document.

length		
minLength		
maxLength		
whiteSpace	preserve	
enumerations		
enumeration	E24:P70B:E31	
Patterns		E24:P70B:E31

Slika 2. Prikaz POLIS - CIDOC/CRM mapiranja korenog elementa POLIS šeme

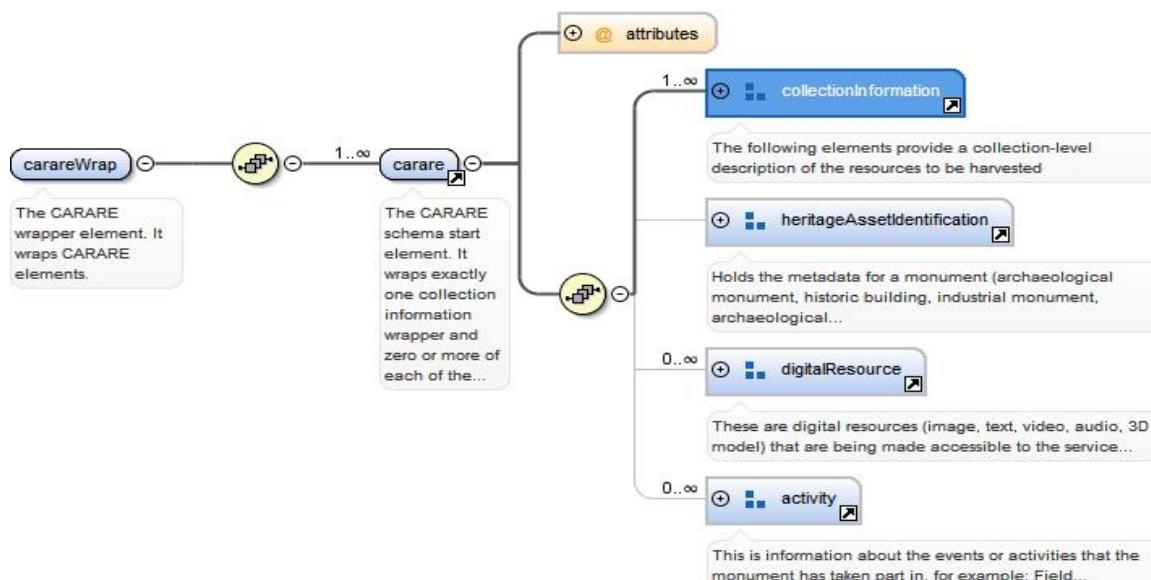
2.3. CARARE

CARARE šema metapodataka se zasniva na postojećim standardima i iskustvu iz velikog broja zemalja u Evropi i ostatka sveta.

Osnovni element CARARE šeme je Carare Wrap element koji sadrži jednu ili više instanci CARARE šeme. Osnovne klase CARARE šeme metapodataka (Slika 3.) su:

- heritageAssetIdentification (identifikator kulturnog dobra) - uključuje arheološke spomenike, istorijske zgrade, industrijske spomenike, arheološke pejzažne oblasti, ostatke brodova, artefakte i ekofakti¹.
- digitalResource (digitalni resurs) - uključuje slike, crteže, planove, mape, arhive, izdanja i 3D modele koji predstavljaju dodatak nasleđu.
- collectionInformation (informacije o kolekciji) - opisuje kolekciju koja sadrži sadržaj koji se opisuje.
- activity (aktivnost) - uključuje događaje koji su od značaja za kulturno dobro (promene na fizičkim objektima, istorijski događaji vezani sa kulturnim dobrom – bitke slično) i arheološke zahvati (kao što su iskopavanja, sprovođenje istraživanja, itd).

¹ Bilo kakav materijal flore i faune koji se nalazi na arheološkom nalazištu; neartifaktualni dokaz koji nije tehnološki menjan ali ima kulturni značaj (npr. od školjke koju je izbacio okean do unutrašnjosti naselja)



Slika 3. Carare šema sa korenskim elementom i četiri glavna podelementa

3. POREĐENJE ELEMENATA ŠEMA CARARE I POLIS

CARARE šema metapodataka sadrži četiri korena elementa kao i POLIS šema. Elementi imaju slične funkcionalnosti, ali različite nazive.

POLIS šema kao jedan od četiri osnovna elementa ima *IdentityOfMonument* element koji među svojim podelementima ima identifikator spomenika, odeljenje, kategoriju, opis, koordinate, uključenost, mesto, stanje, reprezentativnu sliku, itd. Njemu korespondentan element iz Carare šeme predstavlja **collectionInformation** koji od svojih podelementa sadrži naslov, ključne reči, kontakt, prava, izvor, izjavu, jezik, razne datumske elemente, itd. Možda se podelementi od ove dve šeme ne zovu isto ali imaju isto značenje.

4. ARHITEKTURA SISTEMA ZA SKLADIŠTENJE PODATAKA O NEPOKRETNIM KULTURNIM DOBRIMA

Za čuvanje popunjениh primera koristi se eXist baza podataka. eXist-db je open-source sistem za upravljanje bazom podataka u potpunosti izgrađen na XML tehnologiji, takođe poznata pod imenom nativna XML baza podataka. Za razliku od većine relacionih sistema za upravljanje bazama podataka, eXist koristi XQuery, koji je preporuka od strane W3C, da bi manipulisao sa podacima. eXist omogućava programerima da sačuvaju XML podatke bez pisanja nekih velikih posrednika (*middleware*), a u krajnjem slučaju moguće je i rad bez posrednika.

4.1. Pretraživanje exist baze podataka

Pretraživanje eXist baze podataka se obavlja putem XPath upita, korišćenjem Admin-Client servisa. Primer pretrage koji je dat u Master radu odnosi se na pronalaženje elementa RightsHolder. Upit koji se postavlja je:

```
/carareWrap/carare/collectionInformation/rights  
[copyright/rightsHolder="Muzej  
Vojvodine"]
```

i pomoću njega se dobijaju svi podelementi koji se nalaze u istom hijerarhijskom rangu kao što je RightsHolder. Kao što je već rečeno, pretraga po eXist bazi se obavlja putem XPath upita i za njihovo pisanje je potrebno poznavati XPath jezik. Pošto je XPath složeniji za interpretaciju, da bi pretragu mogli da obavljaju svi tipovi korisnika mora se napraviti aplikaciju koja će sadržati pojednostavljenu pretragu po nekim ključnim rečima.

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad se bavi standardima nepokretnih kulturnih dobara i daje predlog za njihovu digitalnu reprezentaciju. Osnovni rezultat rada je analiza odabranih standarda za reprezentaciju metapodataka o nepokretnim kulturnim dobrima. Digitalna reprezentacija je data putem metapodataka koji opisuju karakteristike izvornog kulturnog dobra. Korišćenjem metapodataka sadržaj se lakše pregleda, prenosi i dokumentuje. Šema metapodataka koja se pritom koristi zavisi od tipa podataka koji opisuje i od konteksta u kome se nalazi. Ona se u ovom radu nalazi u sklopu dokumenta koji opisuje kulturno dobro. Od velikog broja standarda metapodataka koji se bave opisivanjem nepokretnih kulturnih dobara u ovom radu su korišćena tri standarda, koji se međusobno prepliću. Ta tri standarda su: CIDOC/CRM, POLIS i CARARE standard. Prvenstveno smo se bavili POLIS i CARARE standardima, dok se CIDOC/CRM koristi kao sledeći stepenik za prikaz podataka u digitalnoj formi. Tačnije, vrši se POLIS - CIDOC/CRM mapiranje. Obe šeme metapodataka se koriste kao standardi za prikaz digitalne reprezentacije nepokretnog kulturnog dobra. Poređenjem ova dva standarda utvrdili smo da imaju sličnu strukturu šeme metapodataka. Određeni broj elemenata se poklapa, sa tom razlikom što se imena pojedinih elemenata razlikuju ali je semantika elemenata ista. Nakon poređenja dveju šeme dat je predlog mapiranja POLIS standarda na CIDOC/CRM standard. Mapiranje svakog elementa POLIS šeme se obavlja tako što se on prevodi u entity-property-entity triplet. Dalji rad na temi kojom se bavi ovaj master rad moguć je više pravaca, od kojih ovde navodimo tri. Prvi pravac odnosi se na dalju analizu semantike predloženih šema i ispitivanje mogućnosti njihovog korišćenja za specifične tipove nepokretnih kulturnih dobara (arhitektonski objekti, religijska kulturna dobra, arheološki objekti). Drugi pravac odnosi se na povezivanje ovih standarda sa drugim standardima za opisivanje geoprostornih objekata.

Konačno, treći pravac je dalji razvoj softverske podrške oslonjene na ove standarde kojom bi se obezbedila infrastruktura za prikupljanje, skladištenje, pretraživanje, razmenu i distribuciju podataka o nepokretnim kulturnim dobrima.

6. LITERATURA

- [1] Republički zavod za zaštitu spomenika kulture - Nepokretna kulturna dobra.
http://www.heritage.gov.rs/nepokretna_kulturna_dobra.php, Mart 2013
- [2] Michael Day (2001). Metadata in a nutshell.
<http://www.ukoln.ac.uk/metadata/publications/nutshell/>
- [3] Official Release of the CIDOC/CRM.
http://www.cidoc-crm.org/docs/cidoc_crm_version_5.1.doc, April 2013
- [4] FRBR - Functional Requirement for Bibliographic Records,
<http://www.ifla.org/en/publications/functional-requirements-for-bibliographic-records/>, April 2013
- [5] VRA Core,
<http://www.vraweb.org/projects/vracore4/index.html>, April 2013
- [6] Geography Markup Language (GML),
<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>, April 2013
- [7] POLIS XML Schema: [http://www.cidoc-crm.org/xsd/POLIS\(ver1.0.1\).xsd](http://www.cidoc-crm.org/xsd/POLIS(ver1.0.1).xsd), April 2013.
- [8] CARARE šema metapodataka:
<http://www.carare.eu/eng/Resources/CARARE-Documentation/CARARE-metadata-schema>, April 2013.
- [9] Alat za skladištenje XML dokumenata - eXist baza podataka:
<http://exist-db.org/exist/apps/homepage/index.html>, Mart 2013
- [10] XPath - XML Path Language,
<http://en.wikipedia.org/wiki/XPath>, April 2013

7. KRATKA BIOGRAFIJA

Nikola Spasojević je rođen 03.07.1988. godine u Valjevu. 2007. godine se upisao na Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, na osnovne akademske studije na studijskom programu Računarstvo i automatika – primenjene računarske nauke i informatika. Osnovne akademske studije završio je u Oktobru 2011. godine. Na Master studije studijskog programa Računarstvo i automatika – primenjene računarske nauke i informatika, upisao se školske 2011/2012. godine.



TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA IZGRADNJE STAMBENOG OBJEKTA NA BAZI IZBORA OPTIMALNOG TIPOA MEĐUSPRATNE TAVANICE

TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF BUILDING A RESIDENTIAL BUILDING BASED ON AN OPTIMAL TYPE OF INTERFLOOR CEILING

Čedo Jaćimović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana tehnologija i organizacija izgradnje višeporodičnog stambenog objekta na bazi izbora optimalnog tipa međuspratne tavanice. Optimizacija je rađena za tri tipa međuspratnih tavanica: TIP 1- Fert tavanica, TIP 2- Ytong(Bela tavanica), TIP 3-AB ploča. Kriterijumi prema kojima je rađena optimizacija su: troškovi do gradilišta, troškovi na gradilištu i utrošak vremena potrebnog za izradu tavanice.

Abstract – This paper describes the technology and organization of building a multifamily residential building based on an optimal type of interfloor ceiling structure. Optimization is done for three types of interfloor ceiling: TYPE 1 – Firth ceiling, TYPE 2 – Ytong (White ceiling), TYPE 3 - a solidreinforced concrete slab. Criteria by which the optimization is done are: expenses to the building site, expenses on the building site and time required to build the ceiling.

Ključne reči: Tehnologija i organizacija,međuspratna tavanica,višekriterijumska optimizacija

1. UVOD

Predmet ovog rada je planiranje-dinamika izvršenja radova na izgradnji stambenog objekta na bazi izbora optimalnog tipa međuspratne konstrukcije prema vremenu izgradnje i prema ekonomskim kriterijumima. Niz aktivnosti u mrežnom planu koje imaju najduže vreme završetka određuju najranije vreme završetka projekta. Jedna od vremenski najzahtevnijih aktivnosti pri izgradnji objekta je izrada međuspratne tavanice, što znači da prilikom usvajanja rešenja koja će se međuspratna tavanica primeniti u praksi treba biti veoma obazriv. U ovom radu su analizirana tri tipa međuspratnih tavanica i to su: međuspratna tavanica tipa Fert, međuspratna tavanica tipa Ytong (Bela tavanica) i međuspratna tavanica tipa AB pune ploče. Kriterijumi na osnovu kojih je vršen izbor međuspratnih tavanica su: troškovi ulaznih elemenata (troškovi do gradilišta), troškovi izrade tavanica na gradilištu, ukupni troškovi i vreme potrebno za izradu tavanice.

2. ANALIZA IZBORA OPTIMALNOG TIPOA MEĐUSPRATNE TAVANICE

Predmet ovog rada je izbor optimalnog tipa međuspratne tavanice od tri razmatrane varijante:

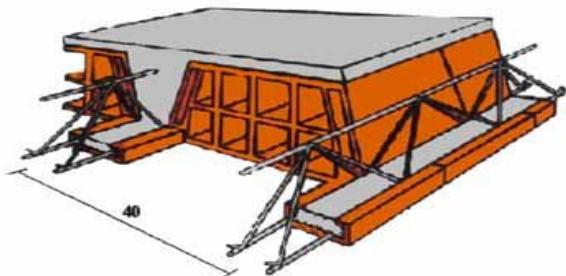
NAPOMENA:

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

- 1) Međuspratna tavanica tipa Fert,
- 2) Međuspratna tavanica tipa Ytong – Bela tavanica,
- 3) Međuspratna tavanica tipa pune AB ploče.

2.1. Fert tavanica

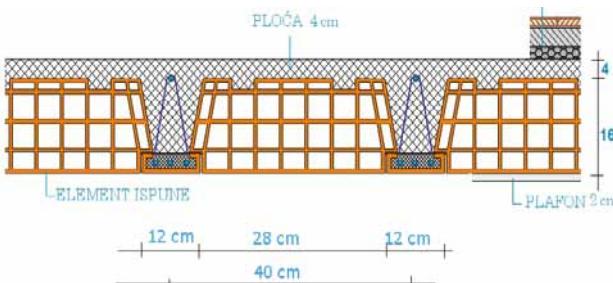
Fert tavanica je polumontažna konstrukcija koja se sastoji od Fert gradica, ispune od glinenih blokova (visine 14 ili 16 cm), konstruktivne armature i monolitizirajućeg betona. One imaju relativno malu sopstvenu težinu, dobri su termički i zvučni izolatori, jednostavno i brzo se izvode i nisu skupe. Betoniraju se na samom objektu nakon montaže navedenih delova tavanice, ploča d= 4-6 cm. Beton je minimalnog kvaliteta MB 30 sa agregatom 0-16 mm. Međuspratna tavanica tipa Fert koristi se za izradu polumontažnih međuspratnih tavanica raspona do 6.40 m. Za veće raspone projektuju se posebne Fert gredice. Na slici 1. je prikazan izgled Fert tavanice.



Slika 1. Izgled Fert tavanice

Montaža ove tavanice započinje postavljanjem Fert grida koje treba podupreti poprečnim podupiračima na razmaku od 1.5 – 1.7 m. Fert gredice se postavljaju na osovinskom razmaku 40 cm, nakon čega se između gredica postavljaju blokovi ispune gde se preporučuje kretanje po dasci prilikom montaže. Naleganje gredica na zid treba da je 15 cm, najmanje 10 cm. Nakon postavljenje mrežne konstruktivne armature tavanica se betonira, a podupirači treba da se zadrže najmanje 14 dana od dana betoniranja. Fert tavanice se dodatno ojačavaju rebrima za ukrućenje, u pravcu normalnom na pravac pružanja Fert nosača (gredica), širine od 12-15 cm koja se betoniraju zajedno sa pločom. Za raspone 3-6 m postavlja se jedno (najviše dva) rebra za ukrućenje u sredini ili u trećinama raspona, koje je iste visine kao i sama Fert ploča. Pre samog betoniranja treba očistiti i pokvasiti montirane gredice i ispunu kako za vreme betoniranja ne bi povukle vlagu iz betona. Međuspratne tavanice izrađene od Fert gredica se

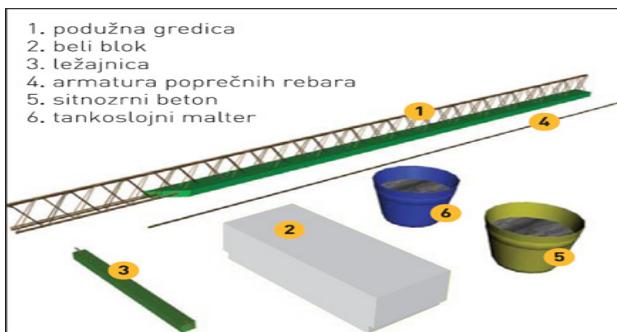
primenjuju u stanogradnji gde je isključivo prisutno statičko opterećenje, ne smeju se primenjivati ako postoji dinamičko opterećenje jer može doći do njihovog sloma.



Slika 2. Poprečni presek Fert tavanice

2.2. Ytong tavanica

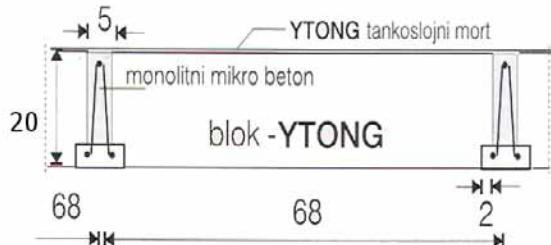
Ytong Bela tavanica i Ytong Beli krov su polumontažne lakobetonske konstrukcije. Koriste se za izgradnju međuspratnih konstrukcija, ravnih i kosih krovnih ploča. Ytong Bela tavanica je debljine 20 cm i težine je 200kg/m^2 , sastoji se od sledećih prefabrikovanih delova (Slika 4.)



Slika 3. Delovi Ytong tavanice

Glavna rebra su iznad podužnih gredica, poprečna rebra su iznad ležajnica i tankslojni malter kao završni sloj u debljini 2-3 mm. Poprečna rebra se posebno armiraju sa $2R\varnothing 8$ ili $2R\varnothing 10$ na licu mesta. Glavna i poprečna rebra se betoniraju na licu mesta mikro-betonom sastavljenim od mešavine agregata frakcije 0-4mm i cementa (400kg/m^3). Karakteristika ove konstrukcije je ta da se ona izvodi bez gornje betonske ploče, gde nošenje opterećenja preuzimaju podužni i poprečni betonski nosači, kao i specijalni Ytong ispunski blokovi. Ova konstrukcija u standardnoj formi je predviđena da prihvati sva propisima predviđena opterećenja za objekte visokogradnje na rasponima do 6.5m. Za veće raspone i za veća opterećenja, tavanica se mora posebno konstruisati. Konstrukcija bez gornje betonske ploče omogućava mali utrošak mikro-betona. Potrošnja je $1.5\text{-}2.0 \text{ m}^3$ betona na 100 m^2 površine ploče (pričekana količina je bez betona horizontalnih serklaža i nosećih greda). Takođe, primenom ovog sistema štedi se na podupiračima, jer se oni postavljaju samo u jednom redu za raspone veće od 2.80 m, kao i na uštedi u skraćenju roka izgradnje imajući u vidu brzinu montaže. Izvođenje Ytong Bele tavanice započinje postavljanjem betonskih gredica na osovinskom razmaku od 68.5cm i to najčešće u smeru najkraćih raspona. Oslanjanje betonskih gredica je na noseće zidove

ili noseće grede u dužini većoj od 5cm, obično se to oslanjanje kreće oko 10cm. Preporučuje se da započinjanje redanja gredica počne gredicom uz sam podužni zid, pri čemu je povoljnije ako se gredica delimično (2-3cm) osloni donjim pojasem na podužni zid. Potreban razmak gredica se postiže redanjem Ytong blokova u jedan ili dva reda na početku i na kraju betonske gredice. Na postavljenе gredice se redaju lakobetonski specijalni Ytong ispunski blokovi, čija je širina 20cm (5 komada blokova), a zatim i poprečno rebro čiju oplatu sa donje strane čine prefabrikovane ležajnice.



Slika 4. Poprečni presek Ytong tavanice

2.3. AB ploča

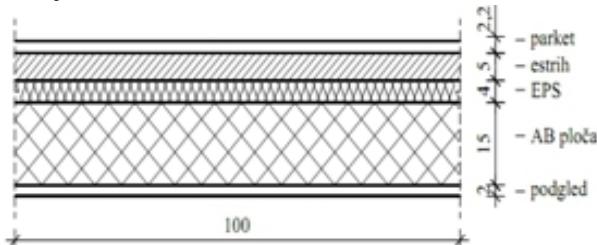
Armirano-betonske ploče su ravni površinski nosači kod kojih je debljina mala u odnosu na ostale dimenzije. Opterećene su po pravilu na savijanje, opterećenjem koje deluje upravno na srednju ravan ploče. Međuspratne tavanice tipa AB pune ploče su horizontalne konstrukcije koje imaju zadatak da premoste raspone između konstruktivnih elemenata, preuzmu sva stalna i pokretna opterećenja (ljudi i namštaj), i prenesu ih na nosive elemente, povezujući ih međusobno, kao i da ukrute strukturu objekta. Dele prostor po horizontali i vrše toplotnu i zvučnu izolaciju između spratova. Izvode se na licu mesta, uz upotrebu skele i oplate, izlivanjem betona u oplatu. Ovakav način izvođenja, mada sa izvesnim manama, još uvek se često koristi i smatra se klasičnim načinom građenja. Osnovni nedostatak ovog sistema građenja je taj da brzina i kvalitet izvođenja bitno zavisi od atmosferskih uslova. AB ploče stambenih objekata mogu se upotrebljavati za raspone do 4.5 m, a najviše do 6 m. Ploče većih raspona bilo bi teške i neekonomične, te se primenjuju druge vrste armirano betonskih ploča. Ploče opterećene na savijanje su dvoosno napregnute. Napone pritiska prima betonski deo preseka dok napone zatezanja prima armatura postavljena najčešće u dva ortogonalna pravca. Prema obliku ploče mogu biti: kvadratne ili pravougaone, kružne, prstenaste, trougaone, trapezne, poligonalne...

Od načina oslanjanja ploča zavisi i način armiranja. U pločama se postavljaju dve vrste armature: glavna armatura koja prenosi opterećenje na nosive elemente i podeone armature koja povezuje šipke glavne armature. Najmanja debljina AB punih ploča iz razloga sprečavanja velikih vibracija deformacija ploča za koju se računa da nosi u jednom ili dva pravca izračunava se kao:

$$d_{p,min} \geq l_0 / 35$$

Ploče koje prenose opterećenje u jednom pravcu (kao linijski nosači) – u slučajevima kada je ploča oslonjena samo na dve naspramne strane ili da je ploča oslonjena po svim stranama ali da je odnos raspona $l_y / l_x > 2$ (kada se računaju sa rasponom u kraćem pravcu).

Ploče koje prenose opterećenje u dva pravca (kao površinski elementi) za odnos raspona $l_y / l_x < 2$, pri čemu je l_x uvek kraća strana.



Slika 5. Poprečni presek AB tavanice

Zona ploče u blizini oslonaca se armira armaturom na dvostruko većem razmaku (dvostruko manja količina armature na m²), jer su moment savijanja u ovim zonama ploče dosta manji od maksimalnih vrednosti u sredini ploče. Poželjno je prilikom armiranja ploča većih površina upotrebiti mrežastu armaturu. Za armiranje krstastih ploča polja koriste se često prefabrikovane Q mreže, formirane od iste armature u oba ortogonalna pravca. Za negativne osloničke momente upotrebljavaju se R mreže.

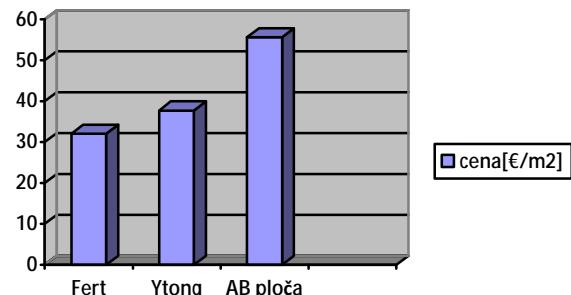
3. IZBOR OPTIMALNE MEĐUSPRATNE TAVANICE

U narednom delu u skladu sa kriterijumima optimizacije prikazana je analiza troškova za sva tri tipa međuspratnih konstrukcija: Fert, Ytong, AB puna ploča kao i izbor optimalne tavanice. Analiziraće se i upoređivati cena izrade i materijala [€/m²], vreme potrebno za izradu [Nč/m²]. U skladu sa definisanim kriterijumima optimizacije, ukupni troškovi izrade međuspratnih konstrukcija razdvojeni su na deo troškova do gradilišta (troškovi ulaznih elemenata i materijala) i deo troškova koji se stvara na gradilištu. Osim ekonomskih kriterijuma izbor optimalnog rešenja baziran je i na utrošku vremena izrade međuspratnih konstrukcija.

Tabela 1. Ukupni troškovi izrade međuspratnih tavanica

Tip međuspratne tavanice	Cena [€/m ²]
Fert	32.04
Ytong	37.75
AB ploča	55.59

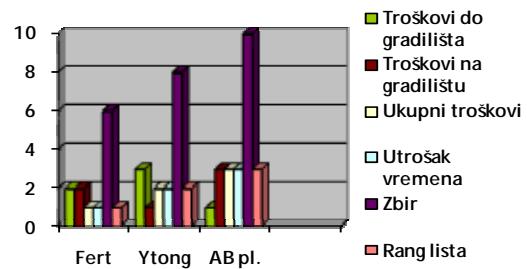
Za razmatrana tri tipa međuspratnih tavanica (Fert, Ytong, AB ploča), na osnovu ekonomskih pokazatelja (troškova do gradilišta, troškova na gradilištu, ukupnih troškova izrade međuspratne tavanice po m²), i vremena potrebnog za izradu tavanice po m², dobijeno je da je međuspratna tavanica tipa Fert optimalno rešenje.



Slika 6. Grafički prikaz troškova izrade

Tabela 2. Rangiranje međuspratnih tavanica (troškovi i vreme)

Tavanice	do gradil išta	na gradil ištu	ukupn	vreme	Zbir	lista
Fert	2	2	1	1	6	1
Ytong	3	1	2	2	8	2
AB pl.	1	3	3	3	10	3



Slika 7. Grafički prikaz rangiranja tavanica

3.1. Metoda višekriterijumske optimizacije

Pored održanih direktnih uporednih analiza urađena je i metoda višekriterijumske optimizacije - metoda kompromisnog programiranja. Metoda kompromisnog programiranja u prostoru kriterijumskih funkcija predlaže određivanje užeg skupa rešenja po i -tom kriterijumu [$F_i = \max$ ili $\min f_i(x)$]. U ovoj metodi se traži takvo rešenje koje je približno idealnom rešenju (minimizacija odstupanja od idealne tačke) i to rešenje se naziva kompromisnim rešenjem. Da bi došli do ispravne odluke, u ovom radu posmatramo model sa četiri kriterijumske funkcije i tri alternative:

Kriterijumske funkcije su:

f_1 – troškovi do gradilišta, f_2 – troškovi na gradilištu, f_3 – ukupni troškovi, f_4 – utrošak vremena

Alternative su: A_1 – Fert tavanica, A_2 – Ytong tavanica, A_3 – AB ploča.

Ovaj problem višekriterijumske optimizacije formulisemo kao:

$\min F(x)$ – minimizacija sve četiri kriterijumske funkcije, – što znači da je rešenje pogodnije ukoliko su ukupni troškovi (troškovi do gradilišta i troškovi na gradilištu) niži i manji utrošak rada.

$$F(x) = \min(f_1, f_2, f_3, f_4)$$

Tabela 4. Metoda kompromisnog programiranja - ulazni podaci

	A ₁	A ₂	A ₃	f _i +	f _i -	D _i	[jed]
f ₁	10.94	19.37	3.81	3.81	19.4	-15.6	[€/m ²]
f ₂	21.10	18.38	51.8	18.38	51.8	-33.4	[€/m ²]
f ₃	32.04	37.75	55.6	32.04	55.6	-23.5	[€/m ²]
f ₄	1.062	1.10	1.8	1.062	1.8	-0.74	[Nč/m ²]

Tabela 5. Metoda kompromisnog programiranja - rangiranje

Alternativno rešenj.	A ₁	A ₂	A ₃
(f _i +) - (f _{ij})	-7.13 -2.72 0.0 0.0	-15.56 0.0 -5.71 -0.038	0.0 -33.40 -23.55 -0.736
(f _i +) - (f _{ij}) / D _i	0.458 0.081 0.0 0.0	1.0 0.0 0.243 0.052	0.0 1.0 1.0 1.0
$\Sigma[(f_i +) - (f_{ij})] / D_i$	0.539	1.295	3.0
Redosled alt. reš.	1	2	3

4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je da se pronađe optimalno rešenje po pitanju izbora međuspratne tavanice kako bi se smanjili troškovi i uštedelo na vremenu same izgradnje objekta. Nakon izvršene direktnе uporedne analize i višekriterijumske optimizacije dolazi se do zaključka da je optimalno rešenje za posmatrani objekat međuspratna tavanica tipa Fert.

5. LITERATURA

- [1] Trivunić M., Matijević Z.: „Tehnologija i organizacija građenja“ – praktikum, FTN, Novi Sad, 2004.
- [2] Trivunić M. , Matijević Z. : „Upravljanje projektima“ – skripta, FTN, Novi Sad, 2004.
- [3] Trbojević B. : „Organizacija građevinskih radova“, Građevinska knjiga, Beograd, 1991
- [4] Radosavljević, Ž., Bajić, D. : „Armirani beton“ – knjiga 3, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [5] Najdanović D. : „Betonske konstrukcije“ Beograd, 1995.
- [6] Tomičić I. : „Betonske konstrukcije“-treće izmijenjeno i dopunjeno izdanje- Zagreb, 1996.
- [7] „Normativi i standardi rada u gradevinarstvu-visokogradnja“, Građevinska knjiga, Beograd, 1999.
- [8] „Tehničar“ – građevinski priručnik, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.
- [9] <http://www.ytong.rs/> - materijali firme " YTONG " sa svim normativnim vremenima
- [10] <http://www.gramak.com/>
- [11] www.gradjevinarstvo.rs
- [12] www.svezagradjevinu.blogspot.com
- [13] Mirković S.: „Građevinska mehanizacija“, Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
- [14] Ivković B., Popović Ž.: „Upravljanje projektima u gradevinarstvu“, Građevinska knjiga, Beograd, 2005.

Kratka biografija:



Čedo Jaćimović rođen je u Vlasenici 1982. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Gradevinarstva – Organizacija i tehnologija građenja odbranio je 2013.god.



ANALIZA UTROŠKA MATERIJALA I CENE PREFABRIKOVAĐENIH ELEMENATA I PLANIRANJE IZGRADNJE OBJEKTA

THE ANALYSIS OF THE CONSUMPTION OF THE MATERIALS AND PRICES OF PREFABRICATED ELEMENTS AND PLANNING THE CONSTRUCTION

Danica Pikula, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je analiziran ukupan utrošak osnovnih materijala (betona i armature) i cena za sve prefabrikovane elemente konstrukcije montažnih hala. Analizom su obuhvaćene hale sa glavnim nosačem tipa grede i glavnim nosačem tipa rešetke. Ukupan utrošak osnovnog materijala, i cena prefabrikovanih elemenata, svedeni su na m^2 površine hale. Analizom podataka došlo se do prosečne vrednosti utroška osnovnih materijala i cene konstrukcije i planirana je izgradnja objekta.

Abstract – This paper analyses the average consumption of primary materials (concrete and rebar) and prices for all prefabricated elements of the structure of the assembly halls. The analyses comprises the hall with the main carrier – type beam and main carrier- type grid. The total consumption of primary materials, as prices of prefabricated elements is expressed in m^2 of the hall's surface area. Data analyses led to the average value of consumption of the basic materials and prices of construction and planning building.

Ključne reči: montažne hale, prefabrikovani elementi, utrošak, beton, armatura, cena, dinamika građenja

1. UVOD

Profitabilnost, kao osnova današnjeg razvoja je primarni cilj u procesu donošenja odluka. Zbog toga, kod planiranja izgradnje građevinskog objekta dolazi do sukobljavanja sa jedne strane potrebe da se troškovi svedu na minimum, a sa druge strane da se ostvari što veći kvalitet i upotrebljivost objekta u što dužem vremenskom periodu.

Dobra organizacija izgradnje objekta se definiše u projektu tehnologije i organizacije građenja, a realizuje upravljanjem projektima i građenjem. Osnovi dobre organizacije procesa izgradnje objekta idu od projektovanja do izvođenja, a vezani su za usklađivanje projektnih rešenja sa mogućnostima izvođenja. Treba objasniti smisao i značaj svake operacije (aktivnosti u izgradnji), na koji način i pomoću kojih sredstava i resursa se data operacija može izvršiti, kako bi se ostvarili optimalni rezultati (rokovi, troškovi, kvalitet).

U radu je analiziran ukupan utrošak osnovnih materijala (betona i armature) i cena za sve prefabrikovane elemente konstrukcije montažnih hala.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, vanr.prof.

Analizom su obuhvaćene hale sa glavnim nosačem tipa grede i glavnim nosačem tipa rešetke. Analizirano je deset hala, od kojih je četiri sa punim nosačem tipa grede, promenljivog poprečnog preseka, a šest sa rešetkastim (dvopojasnim) glavnim nosačem.

Za montažnu halu sa najnižom cenom elemenata konstrukcije, opisana je tehnologija, način izvođenja svih radova, planirani osnovni resursi, mehanizacija i dinamika izgradnje.

2. MONTAŽNO GRAĐENJE

Montažno građenje se primjenjuje u izgradnji objekata svih namena. Predstavlja složen sistem sa određenim tehničkim i organizacionim elementima. Ovaj način građenja koristi gotove elemente koji se proizvode u industrijskim ili njima sličnim uslovima, a zatim se elementi montiraju i međusobno povezuju u celinu na samom gradilištu [1].

Prvi metalni, a zatim i betonski montažni objekti bile su industrijske i druge hale. Hale mogu biti objekti različite namene, tj. koriste se kao industrijski i poljoprivredni pogoni, skladišta, saobraćajni depo i garaže, izložbeni, sportski objekti i sl. Oblik i veličina hala, a samim tim i rasponi i razmaci između konstrukcijskih elemenata zavise od tehnologije, mehanizacije i potrebnog prostora za obavljanje svih faza korišćenja objekta. U zavisnosti od funkcije, hale mogu imati ugrađene i određene nivoje (radne platforme), a mogu imati i delove objekta ispod zemlje. Hale se projektuju i grade kao jednobrodne, ili višebrodne, prizemne ili višesatne.

2.1 Tehnološka analiza montažnih konstrukcija

Tehnologičnost (tehnološka podobnost) konstrukcije podrazumeva sveukupnost svojstava koji omogućavaju da se ona proizvede sa najmanjim utroškom materijala, rada, sredstava, korišćenjem naprednih tehnologija, uz obezbeđivanje projektom svih predviđenih tehn.-ekonomskih pokazatelja tokom eksploatacije. Tehnologičnim konstrukcijskim rešenjem smatraju se ona koja obezbeđuju najjednostavnije, brzo i ekonomično izvođenje, transport i montažu, trajnu i ekonomičnu eksploataciju, uz obavezno ispunjavanje uslova kvaliteta konstrukcije.

Tehnologičnost montažnih konstrukcija podrazumeva proizvodnu tehnologičnost (tehnologičnost izrade elemenata konstrukcije), transportnu i montažnu tehnologičnost. Ocena tehnološke podobnosti konstrukcije montažnih hala vrši se na osnovu adekvatnih pokazatelja tehnološke analize, koji omogućuju da se vrednuju različita projektna i tehnološka rešenja, a na osnovu jednog ili više kriterijuma bira optimalno rešenje [2].

3. ANALIZA UTROŠKA OSNOVNIH MATERIJALA I CENE PREFABRIKOVAĐENIH ELEMENATA ZA RAZLIČITE TIPOVE HALA

U radu su analizirani utrošci osnovnih materijala (betona, armature) i cena primarnih prefabrikovanih elemenata kod armirano-betonских montažnih hala, različitih tipova. Analizom je obuhvaćeno 10 armirano-betonских hala. Hale koje su obuhvaćene analizom razlikuju se po tipu glavnog nosača:

- hale sa punim glavnim nosačem promenljivog poprečnog preseka i
- hale sa rešetkastim glavnim nosačem.

Analiza je bazirana na: količinama materijala za izradu elemenata (beton i čelik), troškovima izrade i troškovima transporta elemenata. Cene su formirane na osnovu politike i strategije preduzeća.

Cena je analizirana kod svih primarnih konstrukcijskih elemenata: temeljnih čašica, temeljnih greda, stubova, rožnjača, olučnih greda i glavnih nosača. Sekundarni elementi hale nisu uzeti u obzir pri analizi, kao ni aneksne prostorije hale, kancelarije, toaleti, kuhinje, stepeništa, liftovska okna.

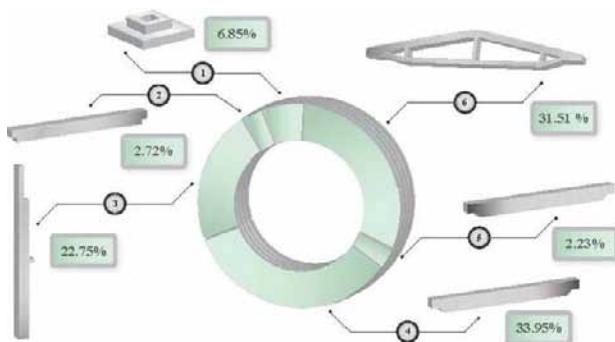
Postupak analize i oblik izlaznih rezultata za jednu halu (Hala 9) prikazani su tabelarno i grafikonima:

- slika 1 - Analiza utroška materijala i cene primarnih konstrukcijskih elemenata – Hala 9,
- slika 2 (grafikon) – Procentualni udeo cene pojedinačnih elemenata u ukupnoj ceni – Hala 9,
- slika 3 (grafikon) – Ukupna cena elemenata (u evrima po m² površine hale) – Hala 9.

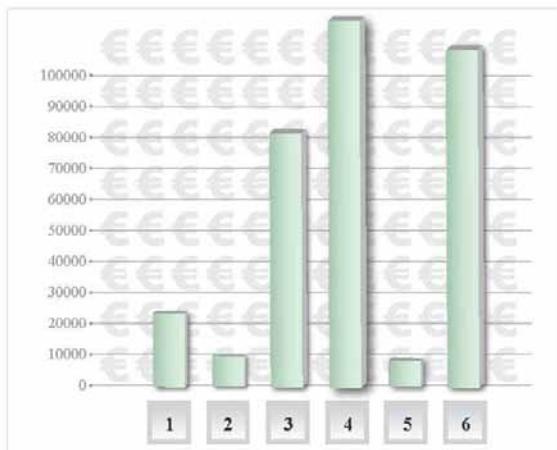
Istom metodologijom urađena je analiza za sve hale (Hala 1, Hala 2, Hala 3, Hala 4, Hala 5, Hala 6, Hala 7, Hala 8 i Hala 10). a izlazni rezultati su prezentovani u ovom obliku.

Redni broj	Opis	Jedinica mere	Količina	Količina betona po elementu (m ³)	Količina armature po elementu (kg)	Cena po elementu (€)	Ukupna cena (€)
1 Temeljne čašice							
	TČ1 (za stab 0.50x0.55)	kom	42	0.63	113.40	203.80	8643.60
	TČ2 (za stab 0.40x0.50)	kom	30	0.59	106.20	192.83	5782.00
	TČ3 (za stab 0.30x0.45)	kom	58	0.54	97.20	176.40	10231.20
	Ukupna cena za temeljne čašice:						24656.80
2 Temeljne grede							
	TG1 (0.23x0.50)	kom	28	0.61	42.70	109.80	3074.40
	TG2 (0.23x0.50)	kom	32	0.63	44.10	113.40	3628.80
	TG3 (0.23x0.50)	kom	28	0.61	42.70	109.80	3074.40
	Ukupna cena za temeljne grede:						9777.60
3 Stubovi							
	S1 (0.50x0.50)	kom	42	2.29	412.20	748.07	31418.80
	S2 (0.40x0.50)	kom	6	2.23	401.40	728.47	4370.80
	S3 (0.30x0.45)	kom	14	1.51	271.80	493.27	6905.73
	S4 (0.30x0.45)	kom	7	1.51	271.80	493.27	3452.87
	S5 (0.40x0.50)	kom	2	2.23	401.40	728.47	1456.93
	S6 (0.40x0.50)	kom	14	2.23	401.40	728.47	10198.53
	S7 (0.30x0.45)	kom	16	1.51	271.80	493.27	7892.27
	S8 (0.40x0.50)	kom	6	2.23	401.40	728.47	4370.80
	S9 (0.30x0.45)	kom	14	1.51	271.80	493.27	6905.73
	S10 (0.30x0.45)	kom	7	1.51	271.80	493.27	3452.87
	S11 (0.40x0.50)	kom	2	2.23	401.40	728.47	1456.93
	Ukupna cena za stubove:						81882.27
4 Rožnjače							
	R1 (0.17x0.65)	kom	406	1.22	146.40	300.93	122178.93
	Ukupna cena za rožnjače:						122178.93
5 Olučne grede							
	OGL1 (0.17x0.65)	kom	56	0.58	69.60	143.07	8011.73
	Ukupna cena za olučne grede:						8011.73
6 Glavni nosači							
	GN1 (rektačasti, l=21 m)	kom	49	6.72	1210.00	2195.73	107590.93
	KN1 (0.20x0.40)	kom	56	0.42	50.40	103.60	5801.60
	Ukupna cena za glavne nosače:						113392.53
	Ukupno po m ² :						359899.87
	Ukupno po m ² :						27.49

Slika 1. Analiza utroška materijala i cene primarnih konstrukcijskih elemenata - Hala 9

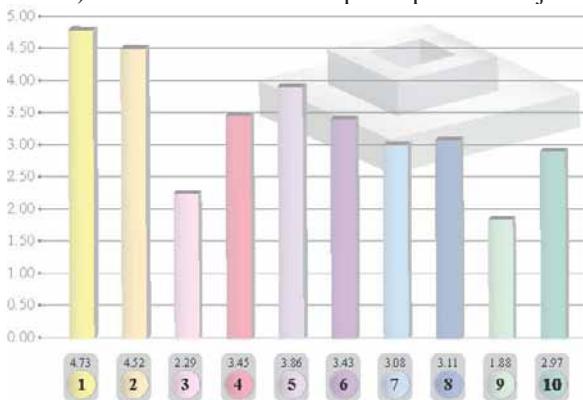


Slika 2. Procentualni udeo cene pojedinačnih elemenata u ukupnoj ceni - Hala 9

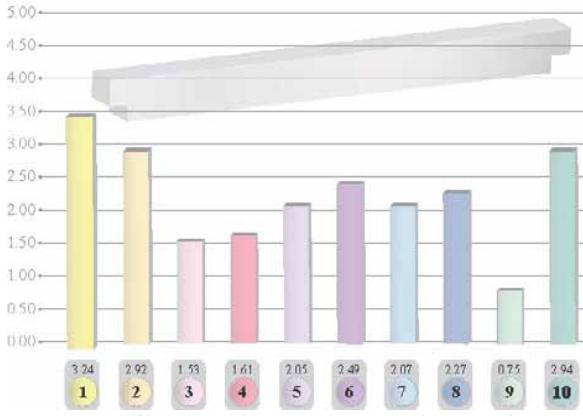


Slika 3.Ukupna cena elemenata (u evrima po m²) - Hala 9

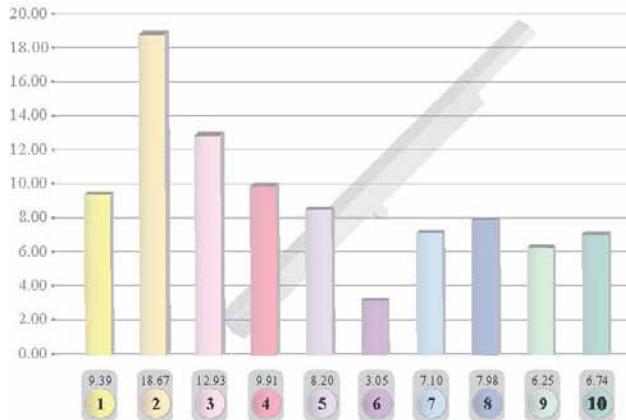
Rezultati analize cene elemenata za svih 10 hala prikazani su graficima pojedinačno po tipu elementa (slike 4 do slike 9). Cene su date u evrima po m² površine objekta.



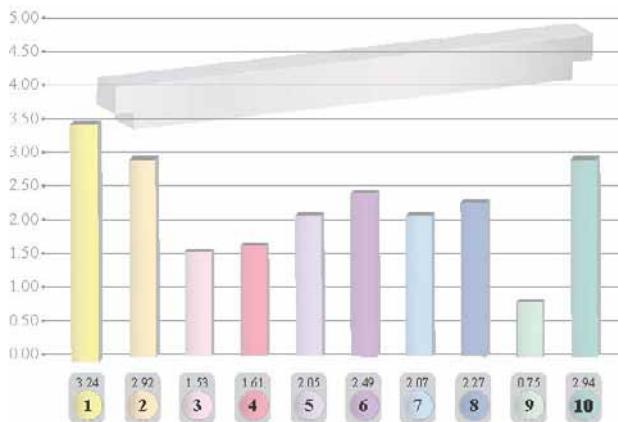
Slika 4. Prikaz cene za temeljne čašice



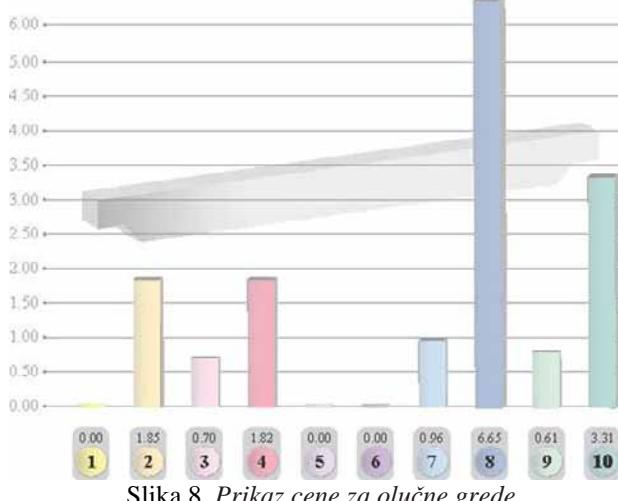
Slika 5. Prikaz cene za temeljne grede



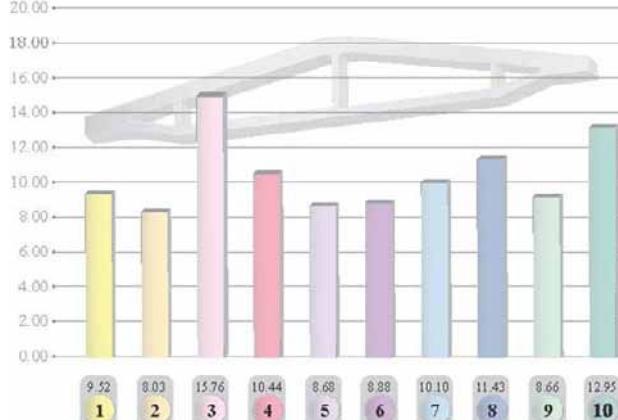
Slika 6. Prikaz cene za stubove



Slika 7. Prikaz cene za rožnjače

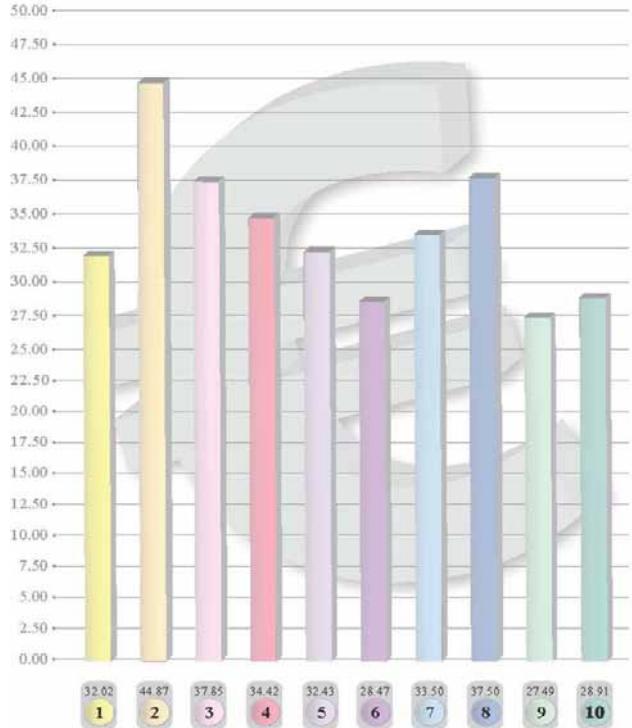


Slika 8. Prikaz cene za olučne grede



Slika 9. Prikaz cene za glavne nosače

Konačni rezultati analize, izraženi po m² površine hale, prikazani su u na slici 10.



Slika 10..Prikaz cena za celu konstrukciju

Rezultati analize cena na nivou cele konstrukcije, za devet (deset) hal pokazuju:

- Cena temeljnih čašica na nivou konstrukcije se kreće u intervalu 1,88 €/m² do 4,73 €/m², sa prosečnom vrednošću 3,20 €/m² (3,33 €/m²).
- Cena temeljnih greda na nivou konstrukcije se kreće u intervalu 0,75 €/m² do 3,24 €/m², sa prosečnom vrednošću 2,10 €/m² (2,19 €/m²).
- Cena stubova na nivou konstrukcije se kreće u intervalu 3,05 €/m² do 12,93 €/m² (18,67 €/m²), sa prosečnom vrednošću 7,95 €/m² (9,02 €/m²).
- Cena rožnjača na nivou konstrukcije se kreće u intervalu 4,64 €/m² do 10,64 €/m², sa prosečnom vrednošću 7,00 €/m² (7,98 €/m²).
- Cena olučnih greda na nivou konstrukcije se kreće u intervalu 0,61 €/m² do 6,65 €/m², sa prosečnom vrednošću 1,56 €/m² (2,27 €/m²).
- Cena glavnih nosača na nivou konstrukcije se kreće u intervalu 8,03 €/m² do 15,76 €/m² sa prosečnom vrednošću 10,71 €/m² (10,65 €/m²).
- Cena svih šest vrsta elemenata za celu konstrukciju se kreće u intervalu od 27,49 €/m² do 44,87 €/m² (44,87 €/m²), sa prosečnom vrednošću 32,51 €/m² (33,75 €/m²).

Cilj ove analize je gruba procena cene pojedinačnih elemenata i konstrukcije novoprojektovanih rešenja, za poznatu površinu objekta.

Za planiranje izgradnje kompletног objekta izabrana je Hala 9 (najniža cena elemenata konstrukcije).

4. OPIS OBJEKTA – HALA 9

Osnova objekta je pravilnog geometrijskog oblika, dimenzije pravougaonika 147,00x88,00m (7x21,00m i

8x11,00m). U delu prvog polja i prvog broda nalazi se sprat dimenzija cca. 173,00m².

Konstrukciju hale čine podužni i poprečni ramovi koji su formirani od montažnih (prefabrikovanih) elemenata.

Objekat se fundira na temeljnim stopama i temeljnim gredama. Temeljne stope se izvode sa čašicama za prijem montažnih stubova (tako da se ostvari uklještenje stubova), koje se posle montaže stubova zalivaju na licu mesta. Montažne temeljne grede su visine 50,0cm i 110,0cm sa strane rampe. Temeljne grede imaju i ulogu da povežu temeljne stope između kojih se nalaze. Pojedini temelji unutar objekta nisu međusobno povezani temeljnim gredama, pa se njihova veza sa ostalim temeljima ostvaruje preko podne AB ploče, koja se izvodi u objektu i čija je debljina d=20,0cm.

U temeljne čašice montiraju se AB montažni stubovi različitih poprečnih preseka i dužina, a u svemu prema statickom proračunu i grafičkim prilozima koji će biti sastavni deo glavnog projekta.

Međuspratnu konstrukciju formiraju polumontažne "OMNIA" ploče, koje se oslanjaju na montažne AB grede.

Krovna konstrukcija objekta sastoji se od montažnih AB elemenata. AB elementi koji čine krovnu konstrukciju su glavni krovni dvopojasni nosači raspona l=21,00m, koji se nalaze u osama sa srednjim stubom oslanjaju se na njega, dok se svi ovi nosači svojim drugim krajem oslanjaju na stubove u podužnim fasadama. Na kalkanima se izvode montažne AB grede respona l=5,25m.

Na glavne krovne dvopojasne nosače postavljaju se AB rožnjače raspona l=11,00m. Rožnjače se postavljaju na međusobnom razmaku od 3,50m.

Svi konstrukcijski elementi se betoniraju betonom marke MB 30 i armiraju armaturom RA 400/500 i GA 240/360.

5. PLANIRANJE IZGRADNJE OBJEKTA – HALA 9

Izgradnja objekta predstavlja kompleksan proces rada, koji zahteva ozbiljan pristup u rešavanju svih njegovih segmenata, pa podrazumeva postojanje kvalitetnog projekta i stručno i kvalitetno izvođenje radova u skladu sa projektom.

Primenom gotovih prefabrikovanih elemenata i njihovom montažom na samom gradilištu, moguće je ostvariti poboljšanje kvaliteta građenja i skraćenje rokova građenja.

Montaža prefabrikovanih elemenata se može uspešno obaviti i ekonomski opravdati samo uz maksimalno korišćenje mehanizovanog rada, uz preciznu organizaciono-tehnološku i tehničku pripremu i njenu doslednu realizaciju [3].

Izrada dinamičkog plana izgradnje hale podrazumeva izradu modela procesa izvođenja radova na izgradnji objekta, kao i vremensku analizu postavljenih modela. Pri planiranju dinamike izgradnje primenjene su metoda mrežnog planiranja (model procesa građenja), metoda ciklograma (montaža elemenata konstrukcije hale) i metoda gantograma [4].

Pri obradi mrežnog plana korišćen je program Microsoft Project 2007. Usvojen je radni kalendar sa desetočasovnim radnim vremenom (od toga 9 sati efektivno) i radnom nedeljom od 6 dana. Za realizaciju

objekta potrebna su 151 radna dana, a obuhvata period od 05.03.2012. – 27.08.2012. godine.

6. ZAKLJUČAK

Predmet ovog rada bila je analiza cene osnovnih prefabrikovanih elemenata (temeljnih čašica, temeljnih greda, stubova, glavnih nosača, rožnjača i olučnih greda) kod armirano-betonskih montažnih hala i analiza utroška osnovnog materijala (betona i čelika) kod ovih elemenata. Analizom podataka na nivou kompletne konstrukcije došlo se do prosečnih vrednosti cene elemenata i prosečnih vrednosti utroška osnovnog materijala. Na nivou cele konstrukcije prosečna vrednost utroška betona je 0,129m³ betona/m² površine hale, a prosečna vrednost utroška armature je 17,259 kg armature/m² površine hale. Prosečna cena prefabrikovanih elemenata na nivou cele konstrukcije je 33,75 €/m² površine hale.

Na osnovu dobijenih rezultata, za halu sa najnižom cenom konstrukcije po m² površine, planirana je izgradnja kompletног objekta. Izlazni rezultati planiranja prikazani su mrežnim planom, ciklogramom i u obliku gantograma, sa tabelarnim prikazom svih aktivnosti i tabelarnim prikazom aktivnosti na kritičnom putu. Za realizaciju konstrukcije objekta potrebna su 151 radna dana i obuhvata period od 05.03.2012. godine do 27.08.2012. godine.

Primenom predviđene organizacije rada postiže se da objekat bude izведен kvalitetno i završen u planiranom roku. Posebno je potrebno praćenje izvršenja radova kroz predloženi dinamički plan toka same izgradnje.

7. LITERATURA

- [1] Trivunić, M. Dražić, J.: "Montaža betonskih konstrukcija zgrada", drugo dopunjeno izdanje, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2009.
- [2] Dražić, J. Višekriterijumska optimizacija konstrukcije hala na osnovu tehnološke analize, Magistarski rad, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 1993.
- [3] Krastavčević, M.: „Primena montažnog građenja“, Savez građevinskih inženjera i tehničara Srbije, Beograd, 2007.
- [4] Trivunić, M., Matijević, Z.: „Tehnologija i organizacija građenja-praktikum“, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2006.

Kratka biografija:



Danica Pikula rođena je u Vrbasu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo–Organizacija i tehnologija građenja odbranila je 2013.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.



АНАЛИЗА ВРЕМЕНСКИХ РАЗЛИКА МЕТОДЕ КРИТИЧНОГ ПУТА И ПЕРТ TIME DIFFERENCE ANALYSIS OF CRITICAL PATH METHOD AND PERT

Јован Попов, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај- У овом раду је приказана разлика између детерминистичког и стохастичког приступа прорачуна времена потребног за изградњу објекта, у овом случају ће касније бити обраћен пример изградње физкултурне сале ош „Иван Гундулић“, која се налази у Ченеју. За потребе анализе и прорачуна биће коришћен програм „MS Project“ који поседује тражене методе тј. методу критичног пута („CPM“) и „PERT“ методу.

Abstract- This paper presents the difference between the deterministic and stochastic approach to calculating time required to build a facility, in this case later will be handled an example of the construction for the gymnasium Primary School "Ivan Gundulić", which is located in Čenej. For analysis and calculation, the program that will be used is MS Project, which has the required methods the critical path method (CPM) and PERT .

Кључне речи: метода критичног пута, ПЕРТ метода, „MS Project“, пројектно планирање, разлика у времену.

1. УВОД

Економичност реализације пројекта у значајној мери зависи од могућности скраћивања времена трајања укупних активности пројекта, будући да се тиме скраћује време у коме се ангажују ресурси, убрзава обрт капитала и смањују општи трошкови. Услед тога, оптимизација времена трајања пројекта садржи имплицитне и извесне елементе оптимизације ангажовања ресурса и реализације трошкова, па се често планирање производње завршава оптимизацијом времена трајања пројекта. Уштеде у времену, које су везане за повећање директних трошкова, најчешће се компензују смањењем индиректних трошкова, услед повољнијег деловања екстерних и интерних фактора на резултате пословања предузећа. Услед тога, развијање метода путем којих се максимално скраћује време трајања пројекта уз минимално повећање трошкова његове реализације, представља важан инструмент пословне политике и средство за остваривање повољнијих економских резултата пословања. Савремене методе планирања производње заснивају се на анализи структуре, времена, трошкова и њихове међусобне зависности

2. ТЕХНИКА МРЕЖНОГ ПЛАНИРАЊА

Ова техника планирања показала је велике предности

НАПОМЕНА:

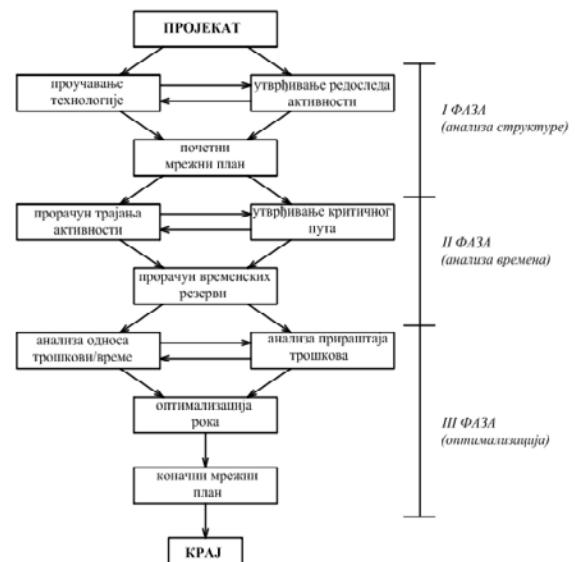
Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је др Милан Трикунић, ред. проф.

над дотадашњим „класичним“ методама планирања. Суштина се састоји у томе да ова метода омогућује изналажење и уочавање оних радова (активности) од којих зависи рок израде инвестиционог пројекта. Ти радови се називају „критичним активностима“, а њихов ток „критичним путем“. Одатле и назив првобитне методе: Метода критичног пута („CPM“).

2.1 Редослед рада на ТМП

Техника мрежног планирања обухвата три фазе рада : анализу структуре, анализу времена и оптимизацију трошкова (слика 1). Сходно стоме крећемо од прве.

I фаза – Анализа структуре- У првој фази ТМП обрађује се технологија извршења радова на неком објекту (пројекту), што иначе код примене класичних метода планирања није уобичајено, те је то једна од одлика ТМП. Поједине врсте активности представљају се графичким путем и конструише се ткз. мрежни план.



Слика 1. (Редослед рада на ТМП)

II фаза – Анализа времена- У овој фази ТМП мрежном плану се даје временска димензија. Да би се то могло извршити потребно је за сваку активност утврдити потребно време извршења. Код тога је уобичајено да се узимају у обзир тзв. нормални услови извршења, на који начин се добија тзв. нормално време.

III фаза – Оптимизација трошкова (ресурса)- У овој фази врши се проучавање односа трошкови-време, односно промена трошкова у функцији времена. Пракса је да се поступак врши по корацима, дакле поступним приближавањем. При томе се могу

поставити два циља: да се пројекат изведе за најкраће могуће време, а уз то за најмање повећање укупних трошкова, или да се реализација пројекта изврши уз минималне трошкове, чemu одговара неко време извршења, које називамо оптималним.

2.2. Прорачун поступком напред назад

Прорачун поступком напред назад је карактеристичан за методу критичног пута, а спроводи се на самом мрежном плану. Тренутак почетка неке активности не мора бити једнак тренутку завршетка претходне активности, то ћемо за сваку активност разликовати најранији почетак и завршетак активности, као и најкаснији почетак и завршетак активности. За те временске појмове уводимо раније дате ознаке. Сада се свака активност са њеним временским подацима, може графички представити у мрежном дијаграму на начин као што је приказано на слици 2.



Слика 2. (Начин обележавања у мрежном дијаграму)
Одређивање ових временских података представља наредни корак извођења временске анализе по „CPM“ методи. Поступак израчунавања ових временских података одвија се тако што се најпре одреде времена најранијег завршетка и најранијег почетка активности. Тај поступак почиње од почетног догађаја пројекта и одвија се према извршеном нумерисању догађаја.

Ланац активности које имају најдуже време завршетка одређују најраније време завршетка пројекта. Ово време се често назива време пројекта (project time) или трајање пројекта (project duration) или најчешће критични пут (critical path). Критични пут започиње првим чвртом (догађајем) и наставља се мрежом до завршног чвора. Свака активност на критичном путу се назива критична активност.

3. ПРОБАБЛИСТИЧКО ПЛАНИРАЊЕ („PERT“ МЕТОДА)

У оним случајевима када се ради о извођењу објекта који представљају новину, односно о којима нема претходних искустава о извођењу, као и онда када извођење треба да се обави у условима неизвесности, уместо „CPM“ методе треба применити „PERT“ методу. „PERT“ (Project Evaluation and Review Technique) представља технику процене и испитивања пројекта. I фаза, анализа структуре, потпуно је истоветна са оном код „CPM“ методе. Код II фазе, анализе времена, постоји битна разлика у утврђивању времена извршавања активности. Најзначајнија разлика између ових метода састоји се у томе што „PERT“ метода узима у обзир несигурност у процени времена трајања појединих активности. Полази од тога да није могуће унапред прецизно одредити трајање појединих активности, па се оно процењује уз примену статистичких метода. Зато се за „PERT“ каже да је **стохастичка** метода. Због тих својих

карактеристика ова метода је нашла примену углавном код истраживачких и развојних пројектата. Код „PERT“ методе за сваку активност у оквиру пројекта утврђују се три различите процене времена трајања

Оптимистично време трајања активности (a_{ij}) је оно време које се може остварити под посебно повољним условима. Мала је вероватноћа да се активност изврши за ово време, али постоји могућност. Нема, међутим никаквих изгледа да се активност може извршити за краће време.

Највероватније (модално) време извршења активности (m_{ij}) је време које би се најчешће јављало кад би се активност више пута изводила под истим условима. Вероватноћа извршења неке активности за ово време је највећа.

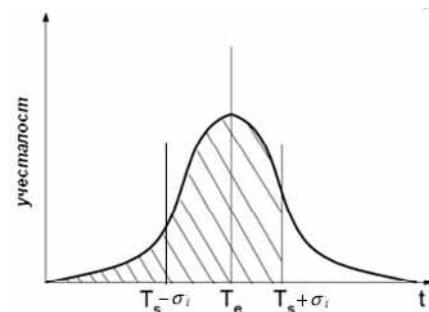
Песимистичко време извршења активности (b_{ij}) је време које би било потребно да се активност изведе под нарочито неповољним условима (катастрофе и сличне непредвидиве околности се искључују). То је најдуже време за извршење одређене активности. На основу процењених времена активности a_{ij} , m_{ij} и b_{ij} израчунавају се очекивана времена извршења активности (t_e)_{ij} према изразу:

$$(t_e)_{ij} = \frac{a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij}}{6} \quad (1)$$

Често се, код пранирања реализације пројекта „PERT“ методом, за неке догађаје у мрежном дијаграму унапред утврде рокови њиховог исуњавања. За овакве догађаје значајно је проценити вероватноћу њиховог одигравања у оквиру планираног рока. Фактор вероватноће (Z) за овакав догађај израчунавамо ако планирани рок одигравања догађаја T_S доведемо у везу са најранијим временом његовог достизања T_E , па израчунавамо нормално одступање, као што је приказано релацијом:

$$(\sigma^2)_{ij} = \left(\frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} \right)^2 Z_i = \frac{(T_S)_i - (T_E)_i}{\sqrt{\sum (\sigma^2)_{ij}}} \quad (2)$$

где је $\sum (\sigma^2)_{ij}$ збир варијанси које претходе догађају i , а леже на критичном путу.



Слика 3. (Гаусова расподела)

Вероватнћа достизања планираног рока завршног догађаја може се и графички представити, преко Гаусове расподеле. На слици 3 дат је графички приказ вероватноће у зависности од односа планираног рока завршетка пројекта (T_S)_n и најранијег времена наступања завршног догађаја пројекта (T_e)_n.

4. ПРИМЕНА МЕТОДА ПЛАНИРАЊА НА РАЧУНАРУ

У оквиру овог рада урађен је пројекат мрежног планирања за фискултурну салу основне школе „Иван Гундулић“ која се налази у Ченеју. Приликом планирања коришћен је програм „MS Project“ који поседује тражене методе тј. методу критичног пута („CPM“) и „PERT“ методу. Прво је урађен план изградње фискултурне сале методом критичног пута, па након тога „PERT“ методом.

Прва ствар након уноса основних података о пројекту, која је урађена у програму „MS Project“ је дефинисање времена рада (радног календара). „MS Project“ за своје прорачуне користи стандардни радни дан од 8 часова и радну седмицу од 40 часова. За овај пројекат је унето радно време које користи већина овдашњих грађевинских фирми, узето је радно време од 07:00 до 17:00, и радни дан од 9 часова. У дијалогу „Schedule“ је подешено приказивање бригада и измене стандардни задатак, уместо „Fixed Units“ стављен је „Fixed Duration“, такође је у истом дијалогу изабран приказ јединица у децималном запису. Наведени уноси су рађени у дијалогу „Tools > Options“ као што је приказано на слици 4.



Слика 4. (дијалог „Tools > Options > Calendar“)

Када су унети основни подаци о пројекту и основни параметри подешени, приступа се уносу података о активностима мрежног плана, активности и везе измене њих чине основу модела. По отварању програма појављује се стандардна табела, коју је потребно прилагодити сопственом пројекту. Свака колона је одређеног типа („Field Name“) и има наслов („Title“) који га прати. Даље је настављено са попуњавањем колона следећим редоследом, за потребе пројектног задатка: редни број, шифра, опис активности, време трајања активности (t_i), почетак активности (ES), најкаснији почетак активности (LS), завршетак активности (EF), најкаснији завршетак активности (LF), totalne временске резерве (TS), радници

Унета времена за трајања активности су добијена из искусствених мера како се то и претпоставља „CPM“ методом. С обзиром на мањак искуства за такве мере,

кандидат се у овом раду руководио грађевинским дневницима сличних објеката, у које је имао увид приликом израде овог рада. Тако је направљена нека оптимална процена трајања активности у односу на задате радове, околности и број испланираних грађевинских радника.

Као дан почетка радова на изградњи објекта усвојен је 06.02.2012 године, а анализом унетих података добија се да је датум завршетка свих радова 22.06.2012 године, при чему је за изградњу објекта потребно 89 радних дана.

На основу улазних података добијен је динамички план изградње објекта чији се излазни резултати састоје од гантограма са табеларним приказом активности. Гантограм представља паралелан динамички план где се активности приказују паралелним линијама. Он даје прегледну слику временског одвијања пројекта и омогућава увид у предвиђену паралелизацију радова.

4.1 Примена „PERT“ методе

Примена „PERT“ методе у оквиру програмског пакета „MS Project“ се не разликује много од методе критичног пута, тачније једина разлика је у самој процени времена. С обзиром на речено, тако се и у поступку једина разлика изражава у тој етапи прорачуна, што значи да се до момента уноса процена о трајању активности све ради исто као и за „CPM“ методу.

Када је дошло до фазе прорачуна временских трајања активности, унос времена за „PERT“ методу и цео прорачун је рађен преко „Toolbar-a“ „PERT Analysis“, који се активира у падајућем менију „View“. Након активирања појављује се мени „PERT Analysis“ у ком се за унос времена бира иконица „PERT Entry Sheet“ (слика 5), у табелу се за сваку активност посебно уносе оптимистично, очекивано и пессимистично време трајања активности. Пошто су унесена времена за све активности, прелази се на прорачун кликом на иконицу „Calculate PERT“, програм процењује један пројекат трајања на основу пондерисаног просека три трајања вредности за сваку активност.

Приучени радови					
	Title Name	Duration	Optimistic Dur.	Expected Dur.	Pessimistic Dur.
1	Приучени радови	5,0 д	3 д	5 д	10 д
2	Масивно склупче улуса d=60 cm	3,5 д	2 д	3 д	7 д
3	Годишње обезбеђивање објекта	2 д	1 д	2 д	3 д
4	Тешњак	36,87 д	11,5 д	35 д	61,5 д
5	Изкоп земље за темељне стопе и наслаге тампон слоја түндике d=30cm	4,17 д	2 д	4 д	7 д
6	Изкоп земље за токмике темељне стопе	3,33 д	2 д	3 д	6 д
7	Изкопавање додатног бетона испод темељних стопа и темељних трака d=60cm	1 д	0,5 д	1 д	1,5 д
8	Шаковише и прањавање темељних стопа	3,17 д	2 д	3 д	5 д
9	Шаковише и прањавање темељних трака	2,17 д	1 д	2 д	4 д
10	Бетонирање темељних стопа	1 д	0,5 д	1 д	1,5 д
11	Диментика оплате темељних стопа	1,00 д	0,5 д	1 д	2 д
12	Бетонирање темељних трака	1 д	0,5 д	1 д	1,5 д
13	Диментика оплате темељних трака	1,00 д	0,5 д	1 д	2 д
14	Шаковише и прањавање темељних трака	3,17 д	2 д	3 д	5 д
15	Бетонирање темељних трака	1 д	0,5 д	1 д	1,5 д
16	Диментика оплате темељних трака	1,00 д	0,5 д	1 д	2 д
17	Насипавање и обифавање земље око темељних и темељних инфилоза	2,17 д	1 д	2 д	4 д
18	Насипавање маджарског гравита и тањира истог подне почве сајле и селичником	2,17 д	1 д	2 д	4 д

Слика 5. (табела „PERT Entry Sheet“)

Имајући у виду проучавање времена рада, односно анализу структуре радног времена и губитке радног времена у грађевинарству, створени су услови за бољу процену утрошеног времена за дате активности у оквиру пројекта, у односу на ослањање искључиво на грађевинске нормативе.

Као дан почетка радова на изградњи објекта усвојен је 06.02.2012 године, а анализом унетих података добија се да је датум завршетка свих радова 03.07.2012

године, при чему је за изградњу објекта потребно 94 радних дана.

Преко фактора вероватноће (Z_i) добијено је да је вероватноћа остварења рока $P(Z)$ за добијено време једнака 50 %, јер није постојао задати рок. Рачуна се са добијеним временом, а по класификацији то спада у нормалан ризик тј. колико би било вероватно да ће се рок одржати толико би било вероватно и да неће. Уколико би нам било задато време до када би морали завршити пројекат, преко фактора вероватноће (Z_i), на исти начин би могли сазнати која је могућност завршетка пројекта у задато време. Ако би нам задато време било 89 дана, колико би било потребно завршити објекат преко „CPM“ методе, добили би да је вероватноћа остварења задатог рока $P(Z)$ једнака 6 %, што подразумева

велик ризик извршења пројекта, који би укључио велике додатне трошкове, без сигурности у достизање планираног рока.

5. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Упоредном анализом резултата ове две методе прво што примећујемо је разлика у временима завршетка пројекта која износи 5,42 дана. Она је употребности логична с обзиром на природе одређивања времена ове две методе, тачније логично је да планирање преко „PERT“ методе изискује више времена, јер се базира на не иструственој процени. Дубљом анализом самих активности види се да активности које дуже трају имају и веће временске разлике између две методе, што наводи на то да пессимистично време при дужим активностима има већег утицаја на завршно време задатка. То се посебно односи на специфичне активности где много више околности може осујетити пројекат, активности код којих се мора узети у обзир већи ризик при раду, на пример рад на висини и сл. Код таквих радова постоји већа могућност да дође до губитака времена услед застоја. Узећемо за пример активност бр. 48. монтажу и заваривање главних носача и рожњача сале. То је рад на висини који захтева повољно време из више разлога, као прво већа је могућност да наступи застој услед лоших временских услова, потом лошег планирања (сам задатак захтева додатан прорачун, не сме се олако схватити), већа је могућност за повреду на раду, а на крају зависи и од машина, које су посебно у нашим условима у не завидном стању. Управо из поменутих разлога је за пессимистично време узето 13 радних дана, што је у односу на иструствену тј. „CPM“ процену, која износи 7 дана, скоро дупло дуже, а од оптимистичког петодневног скоро три пута веће, (није могуће урадити те радове са датом радном снагом за мање од 5 дана). Слични фактори утичу и на већину радова изнад коте 4,16m при изградњи објекта.

Након упоредне анализе критичних путева обе методе, види се да су критичне активности остале исте, односно да је критични пут исти за обе методе, што наводи на то да иако постоје разлике у временском трајању, активности ипак нису биле довољно велике да промене сам изглед мрежног плана, тј. да промене критичне активности и пут.

6. ЗАКЉУЧАК

Упоредном анализом обе методе закључујемо да је „CPM“ боље средство за планирање, ако можемо да се уздамо у иструствене мере и пројекат има релативно рутинске задатке. Коришћењем фиксне процене времена, употреба ове методе је за „познатије“ пројекте када одређени задаци и активности имају генерално подразумевано време завршетка где пројектне активности треба да имају минимална одступања у времену.

„PERT“ методу треба изабрати ако радимо на пројекту са каквим се раније нисмо сретали, или ако су у питању капитални пројекти у чије временске исходе нисмо сигурни. Код таквих пројекта (великих) би се и осетила већа разлика при резултатима времена. Код већ наведеног примера, активности бр 48. која је најдужа у предоченом пројекту, разлика у односу на време исте активности из „CPM“ прорачуна износи 0,67 дана, (где су времена $a=5$, $m=7$, $b=13$), што је уједно и највећа диференцијација међу активностима. Сличну аналогију срећемо и при одређивању вероватноће завршетка пројекта, где би разлика од -5,5 дана била довољна да ризик буде изнад 25% тј. нормалан, јер би варијанса трајања активности била већа због дужих активности и већег броја истих.

Применом софтвера при решавању проблема оптимизације производње и контроле рокова, остварују се високи економски ефекти, па њихово коришћење представља нужан услов ефикасног пословања грађевинског предузећа. Једино што преостаје је да изаберемо метод пројектовања у односу на пројекат и околности које су дате.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1.] Тривунић, М., Матијевић, З.: „Технологија и организација грађења практикум“, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2006.
- [2.] Трбојевић, Б.: „Организација грађевинских радова“, Научна књига, Београд, 1992.
- [3.] Трбојевић, Б.: „Пројектовање организације грађења и програмирање изградње грађевинских објеката“, Грађевинска књига, Београд 1983.
- [4.] فلاшар, А., Вуковић, С., Брана, П. : „Проучавање технолошких процеса у грађевинарству“, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 1985.

Кратка биографија:



Јован Попов рођен је у Новом Саду 1986. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства- Организација и технологија грађења одбранио је 2013. год.



ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА ЗОНА САНИТАРНЕ ЗАШТИТЕ ИЗВОРИШТА ВОДЕ „ШТРАНД“ У НОВОМ САДУ

HYDRAULIC ANALYSIS OF SANITARY PROTECTION ZONES FOR WATER SUPPLYING SOURCE „STRAND“ IN NOVI SAD

Марија Сантрач, Матија Стипић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У оквиру овог рада је извршено дефинисање и хидрауличка анализа зона санитарне заштите изворишта воде „Штранд“ у Новом Саду. У уводном делу је описана проблематика и методологија решавања предметног проблема. Дефинисање зона санитарне заштите изворишта воде „Штранд“ је извршено применом софтвера *IGW 3.5.8.* Извршена је анализа добијених резултата, и дат је предлог мера санитарне заштите изворишта у складу с „Правилником о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања“. Дата је препорука пројектовања канализационих система у водозахватним зонама у складу с *ATW – DVWK* стандардима.

Abstract – This paper presents hydraulic analysis of sanitary protection zones for water supplying source “Strand” in Novi Sad. In introduction, there have been described the existing problem and methodology for solving it. Software *IGW 3.5.8.* was used for defining sanitary protection zones of water supplying source “Strand”. The following results have been analyzed, and the measures for protection of water supplying source have been given, in order with Rules of defining and maintenance of sanitary protection zones of watersupplying sources and with recommendation of using *ATW – DVWK* standard for sewer system of waste waters.

Кључне речи: зоне санитарне заштите, извориште воде, бунари са хоризонталним дреновима, *IGW*, канализациона мрежа, подземна вода

1. УВОД

Подземне воде представљају око 90% светских резерви доступне питке воде. Глобално гледано, с једне стране расте потреба за експлоатацијом воде, а с друге испуштањем све већих количина отпадних вода расте њихова загађеност.

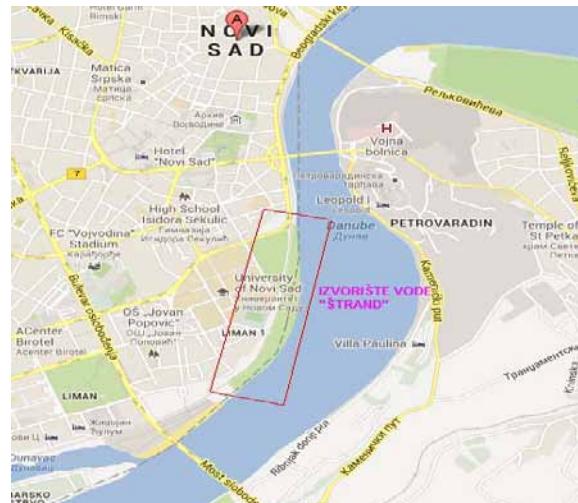
Загађење подземних воде могу бити директна (концентрисана) и индиректна (хемикалије коришћене у пољопривреди). Зоне у којима се водоносне средине налазе на малим дубинама или нису зештићене непропусним материјалима, су изузетно угрожене од загађења било које врсте.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Матија Стипић, дипл. инж. грађ.

Извориште воде „Штранд“ (Слика 1), прво извориште за јавно водоснабдевање Новог Сада, пуштено је у рад 1965. године, након чега су отворена још два изворишта: Петроварадинска ада 1984. и Ратно острво 1992. године. Налази се на $45^{\circ} 15' 18''$ СГШ и $19^{\circ} 50' 41''$ ИГД, на граници Бачке и Срема. Истражно подручје се налази на подручју Новог Сада, у инундацији на левој обали Дунава. Линија од шест бунара са хоризонталним дреновима се протеже паралелно са током Дунава, у дужини од око 1500 m, између стационарних km 1255+500 до km 1257+000. Само извориште „Штранд“ се налази у непосредној близини истоименог постројења за пречишћање воде за пиће, на које се доводи на третман вода са сва три изворишта новосадског водовода.

На истражном подручју изворишта „Штранд“, подина је благо заталасана са благим нагибом од југа ка северу, односно, од Дунава према залеђу.



Слика 1: Географски положај изворишта воде „Штранд“

Извориште воде „Штранд“ је 2008. године затворено због микробиолошког загађења воде, насталог услед оштећења канализационе мреже у градском кварту Лиман I. Канализациона мрежа на овом подручју, грађена још 50-их година прошлог века, је била веома дотрајала, те је дошло до оштећења и процуривања. Становници Новог Сада се од тад, па све до данас, водом снабдевају с преостала два изворишта.

Главни циљ овог рада је да се применом софтвера *IGW 3.5.8.* (Interactive Groundwater), а у складу са *Правилником о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања,*

дефинишу зоне санитарне заштите изворишта „Штранд“, и на основу тога дефинишу мере заштите.

2. ПОДЗЕМНА ВОДА

Подземна вода настаје од воде које понире са површине терена, из површинских базена воде, или кроз пукотине у стенама. Вода кроз земљиште понире све док не нађе на непропусни слој на ком формира издан. Издан подземне воде се могу формирати у порозним срединама, и могу бити:

- са слободним огледалом, на ком влада атмосферски притисак (случај изворишта „Штранд“), и
- под притиском.

Од постојања или непостојања дебелих ситнозрних слојева над слојевима који садрже резерве подземне воде, зависи сигурност од загађења воде у издани путем непосредне и брзе везе подземне и површинске воде.

Код струјања подземне воде са слободном површином – она тада представља пијезометарску линију. Са инжењерске тачке гледишта, од значаја су следеће карактеристике струјања подземне воде:

- филтрациони протицај,
- ниво подземне воде,
- притисак дуж контура објекта који осигурава његову стабилност,
- сile којима вода утиче на порозну средину.

Струјање подземне воде подлеже Дарсијевом закону. Дарсијева брзина није стварна брзина кретања воде у земљишту, јер је она добијена занемаривањем површине протицајног профила коју заузимају честице материјала, као и шупљина у којима је вода везана капиларним силама. Дарсијева (фiktivna) брзина се добија дељењем протицаја са оријентисаном површином:

$$v_D = dQ/dA$$

Стварна брзина се добија дељењем фiktivne брзине са запреминском порозношћу:

$$v = \frac{v_D}{n_e}$$

За услове ламинарног струјања је везан Дарсијев закон филтрације, па Дарсијева једначина филтрације за струјање у порозним срединама гласи:

$$v_D = K \times J = K \times \frac{d\pi}{ds}$$

Где је: K – коефицијент филтрације, J – пад пијезометарске линије, ds – растојање на ком пијезометарска линја опадне за $d\pi$.

3. ТРАНСПОРТ ЗАГАЂИВАЧА

Загађење подземне воде се тешко открива, а обично то буде тек кад се недозвољене материје појаве у води која се користи за водоснабдевање. Квалитет воде се исказује преко количина материја које вода садржи. Количина материја се изражава концентрацијом, најчешће као маса те материје по јединици запремине. Када концентрација одређене материје пређе одређене

границе, говори се о загађењу. Најчешће материје које загађују подземне воде су: нитрати (у подземље долазе преко фекалне и кишне канализације, депонија смећа, вештачких ѡубрива, аерозагађења, итд.), патогени организми, вируси и бактерије, тешки метали, органска једињења.

Извори загађења могу бити:

- природни,
- домаћинства,
- индустрија,
- пољопривреда.

Када загађење доспе у водни ток, не остаје на једном месту, него се шири. Главни механизми транспорта загађења су:

- конвекција,
- молекуларна дифузија,
- механичка дисперзија,
- размена између чврсте и течне фазе,
- хемијске реакције и распадање.

Растворене материје у подземној води не утичу на струјно поље и не задржавају се на скелету порозне средине, и такве материје се називају идеални трасери. Разлог због којег се трасери крећу је кретање саме воде, а онај део транспорта трасера који се тиме дешава се зове конвекција. У овом случају се не посматра Дарсијева брзина, него средња брзина кретања воде:

$$\bar{v} = \frac{v}{n_e}$$

где је n_e – ефективна порозност.

Концентрација неке материје у воде је означена са C , и дефинисана је као маса по јединици запремине раствора. Маса по јединици запремине порозне средине је једнака $n_e C$.

4. ВОДОЗАХВАТНИ ОБЈЕКТИ

Бунари са хоризонталним дреновима су лоцирани на самој обали Дунава. Врх бунарских шахти се налази око 4 – 5 м изнад површине терена. На врх шахти су постављене бунарске кућице у оквиру којих је смештена хидромашинска и електро опрема. Просечне су дубине око 16 м, унутрашњег пречника шахта 4 м. Из шахта је у једној лепези радијално утиснуто 8 хоризонталних дреноа, дужине од 41 до 45 м и пречника Ø 200 mm. С обзиром на повољан механички састав седимената, утисивање хоризонталних дреноа је извршено по Рени поступку.

Шест вертикалних бунара је изведено у низу низводно од последњег бунара са хоризонталним дреновима РБ-5. Бунари су дубине 30 м, бушени пречником Ø 1300/1100/820 mm. У бунаре је уградњена филтарска конструкција пречника Ø 600 mm, дужине 4 – 6 м.

Путем потисног цевовода се захваћене подземне воде на изворишту одводе до постројења за прераду воде „Штранд“ које се налази у залеђу самог изворишта.

4. ПРОРАЧУН СТРУЈАЊА ПОДЗЕМНИХ ВОДА ПРИМЕНОМ СОФТВЕРА IGW

Како би се дефинисало струјање подземних вода и зоне санитарне заштите изворишта „Штранд“, применљен је софтверски пакет IGW (Interactive Groundwater) 2D, ver 3.5.8.

Професор др Шу Гуанг Ли (Shu – Guang Li) и његови сарадници са универзитета у Мичигену, САД, су развили интерактиван и софтверски систем који у реалном времену обједињава детерминистичко и стохастичко моделовање воде. Предвиђа се да овај систем симулира неусталено течење и реактиван транспорт у општим формацијама подземне воде, које су под утицајем и систематски и „случајно“ променљивих притисака, као и геолошке и хемијске хетерогености. Ова верзија софтвера, која је потпуно интерактивна, има уграђен анимирани визуелни преглед у реалном времену. Овај практичан и једноставан софтверски систем драстично поједностављује процес моделовања подземне воде, и омогућава тренутну анализу са визуелним приказом решења.

Дефинисање просторног положаја водоносне средине и повлатних полупропусних наслага на подручју Штранда је извршено на основу резултата геолошких и хидрогеолошких истраживања на овом подручју.

За потребе постављања модела у IGW софтверу,узето је у обзор шире подручје изворишта воде „Штранд“ димензија $2200 \times 2100\text{m}$.

Одређене су границе зоне у моделу, као и положај моделираних водотокова: Дунава и залеђа (које је за потребе постављања модела дефинисано као водоток). Такође су дефинисане основне карактеристике зоне у софтверу, где је усвојен осредњени коефицијент филтрације $K=0,05\text{ cm/s}$, као и осредњене коте издани:

- кота терена = 79 m,
- кота врха издани = 72.8 m,
- кота дна = 59 m.

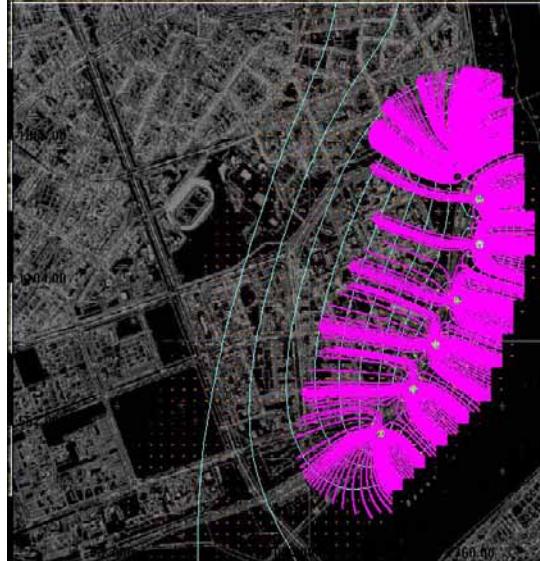
Доминантну улогу у прихрањивању издани у ширем подручју изворишта има залеђе. Због велике количине присутног муља у реци, створена је водонепропусна баријера, која смањује струјање воде из Дунава у водоносне слојеве, тако да су количине воде које бунари добијају из реке знатно умањене. Због тога је усвојено да је ниво залеђа 77 m, а ниво Дунава 75 m.

У зону модела је постављено шест бунара са хоризонталним дреновима (Рени бунари) са вредношћу константног протицаја од 60 l/s . Иако нису тренутно у функцији, у модел је унето и шест вертикалних цевастих бунара са константним протицајем од 10 l/s .

Да би се одредила зона прихрањивања бунара, а у овом случају и зоне санитарне заштите изворишта „Штранд“, користи се поступак праћења честица уназад. Око бунара се додају трасери, и прати се њихово кретање „уназад“, и бележи се положај трасера који пређу за 5, 50 и 200 дана (Слика 2), јер је према Правилнику о зонама санитарне заштите:

- I зона простор са кога вода дотиче до водозахвата за 5 дана,

- II зона, зона која обухвата простор са кога вода дотиче до водозахвата за најмање 50 дана, и
- III зона, зона која обухвата простор са кога вода дотиче до водозахвата за најмање 200 дана.



Слика 2: Праћење трасера уназад: 200 дана

Честице се доминантно крећу према залеђу. Како су бунари распоређени ближе полилинији Дунава, честице су већ после 50 дана стигле до границе зоне, и даље не могу да се крећу. Честице које се крећу у смеру залеђа су неометано праћене 200 дана. Оне ће после одређеног временског интервала такође бити заустављене границом зоне.

Како би се утврдило колико времена треба потенцијалном загађивачу да стигне до граница зона санитарне заштите, додате су групе честица у широј зони изворишта, који симулирају загађење настало процуривањем канализационе мреже. Праћено је кретање честица 5, 50 и 200 дана (Слика 3). Праћење честица је изузетно битно, да би се сагледало колико времена треба потенцијалном загађивачу да стигне до зоне водозахвата бунара, и да би се благовремено реаговало како би се заштитила издан.



Слика 3: Праћење честица: 200 дана

5. ЗАКЉУЧАК

Дефинисање зона санитарне заштите новосадског изворишта „Штранд“ је само први корак у заштити изворишта подземних вода. У циљу систематског решавања проблема заштите изворишта, односно смањења ризика од угрожавања квалитетивних и квантитативних карактеристика од стране различитих корисника простора са кога вода гравитира изворишту, неопходно је да се првенствено испуштују све законске процедуре за добијање дозволе за изградњу и коришћење објекта.

Чињеница је да је велики број изворишта, па и извориште „Штранд“ већ изграђено и да се налазе у окружењу објекта који по својој намени угланом нису компатibilни са егзистенцијом изворишта, упућује на значај анализе утицаја ових објекта на извориште и важност рестриктивних мера које је неопходно приписати и примењивати.

За сваки објекат који се налази у ширем подручју изворишта се мора урадити Студија процене утицаја на животну средину. Процена утицаја јесте превентивна мера заштите животне средине. Студија о процени утицаја је саставни део документације за прибављање дозволе или одобрења за изградњу. Студија мора да сагледа и утицај објекта на подземне воде, односно извориште.

Од великог је значаја применити ATW – DVWK стандард, који даје препоруке на који начин се канализациони системи морају поставити и употребљавати, да би се избегло загађење или било која друга неповољна промена земљишта или површинских вода. Стандард се нарочито односи на канализационе системе у водозахватним подручјима са којих се становништво снабдева водом за пиће. Он садржи захтеве и услове који треба да се, на основу претходних искустава, узму у обзир приликом грађења и управљања канализационим системима у водозахватним подручјима. Стандард такође садржи и правила о заштити подземних и површинских вода.

Град Нови Сад има изграђен општи систем канализања којим се евакуишу атмосферске и отпадне воде из домаћинстава и индустрије. Ради лакшег одржавања и контроле рада канализационе мреже, значајно би било у II зони санитарне заштите изворишта, раздвојити је на атмосферску и канализациону мрежу отпадних вода. На тај начин би се лакше пратио рад мреже, и правовремено спречило потенцијално загађење изворишта воде „Штранд“.

Такође је неопходно у широј зони изворишта воде „Штранд“, поставити осматрачуку линију пијезометара, преко којих би се пратио квалитет подземних вода. Редовним и темељним анализама воде са осматрачке линије се може на време утврдити долазак потенцијалног загађења и на време спречити већа контаминација воде и земљишта.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ - Елаборат о зонама санитарне заштите изворишта и комплекса прераде „Штранд“ у Новом Саду – иновација, Београд 2010.
2. Душан Бабац – Бунари са хоризонталним дреновима, Београд 1993.
3. Младен Борели – Хидраулика, Београд 1976.
4. Проф. др Срђан Колаковић, Славиша Трајковић – Хидротехничке мелиорације: одводњавање, ФТН Издаваштво, Нови Сад – Грађевинско – архитектонски факултет, Ниш 2006.
5. Доц. др Матија Стипић, проф. др Срђан Колаковић - IGW кориснички приручник, Универзитет у Новом Саду, ФТН, Департман за грађевинарство
6. Проф. др Душко Ђурић – Снабдевање водом за пиће, ФТН Издаваштво, Нови Сад 2006.
7. http://www.egr.msu.edu/igw/igw_download.html

Кратка биографија:



Марија Сан轨迹 рођена је у Новом Саду 1982. године. Дипломски – мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарство – Хидротехника одбранила је 2013. године.

Матија Стипић рођен је у Сомбору 1964. Године. Докторирао је на Факултету техничких наука 2009. год. а од 2011. Има звање доцента. Област интересовања су хидраулика и комунална хидротехника.

PROJEKTOVANJE, GRAĐENJE I ODRŽAVANJE puteva sa malim obimom saobraćaja – PRIMER PRISTUPNOG puta manastiru Velika Remeta

DESIGNING, BUILDING AND MAINTENANCE LOW VOLUME ROADS – EXAMPLE OF MAINTENANCE OF ACCESS ROAD TO MONASTERY VELIKA REMETA

Nemanja Ristanović, Nebojša Radović, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast - GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazane faze projektovanja i izgradnje puteva, kao i njihovo održavanje odnosno rehabilitacija. Radom je objašnjeno kako da se poboljšaju i pojačaju postojeći putevi sa malim obimom saobraćaja. Prikazan je primer idejno-inženjerskog rešenja pojačanog održavanja pristupnog puta manastiru Velika Remeta i data je njegova analiza.

Abstract – The paper presents the phases of designing and building roads, and their maintenance and rehabilitation. The paper explains how improve and strengthen the existing low volume roads. Here is an example of conceptual – engineering solution strengthen maintenance of access road to Monastery Velika Remeta and includes its analysis.

Ključne reči: održavanje puteva, kolovozna površina, analiza rešenja

1. UVOD

U ovom radu su prikazane osnove za projektovanje, građenje i održavanje puteva sa malim obimom sadržaja. Radom je obuhvaćen teorijski kao i praktični deo. U teorijskom delu rada su opisane teoretske osnove projektovanja, građenja i održavanja puteva sa malim obimom saobraćaja kao i osvrt na postojeću zakonsku regulativu. U praktičnom delu je prikazan primer pojačanog održavanja pristupnog puta Manastiru Velika Remeta i data je analiza odabranog rešenja.

2. TEORIJSKI DEO

2.1 METODOLOGIJA PROJEKTOVANJA, GRAĐENJA I ODRŽAVANJA PUTEVA

Metodologija projektovanja i održavanja puteva predstavlja zahvate koji iziskuju veoma značajna investiciona ulaganja, što je dovelo do zahteva da se postupci planiranja i projektovanja, kao i svi drugi postupci, jednoznačno definisu i urede, odnosno da se utvrdi optimalna metodologija i uspostave obavezujuće procedure svih aktivnosti, od inicijative za izgradnju ili rekonstrukciju jednog putnog poteza do puštanja izvedenog puta u saobraćaj i njegovog funkcionalnog i građevinskog održavanja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Nebojša Radović, dipl. inž. grad.

2.1.1 Tehnička i zakonska regulativa

Administrativna kategorizacija javnih puteva (prema Zakonu o javnim putevima) obuhvata puteve van naselja i puteve u naselju saglasno njihovom položaju u realnom prostoru. Putevi van naselja su dalje podeljeni u dve kategorije:

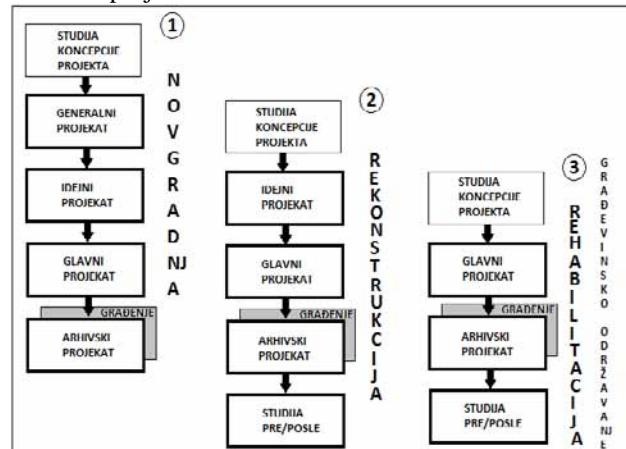
- državni putevi 1. i 2. reda (u nadležnosti Republike Srbije);

- opštinski putevi (u nadležnosti lokalne samouprave).

Kada su u pitanju putevi u naseljenim mestima, podela je izvršena na primarnu i sekundarnu putnu mrežu.

Tehnička dokumentacija:

Generalni projekat, Idejni Projekat, Glavni projekat, Arhivski projekat



Slika 1 – Koraci u planiranju i projektovanju puteva u zavisnosti od vrste zahvata i nivoa intervencije

2.1.2 Projektovanje i izgradnja puteva

Projektovanje puteva odvija se kroz nekoliko faza:

- Definisanje buduće trase puta sa pripadajućim elementima;

- Kreiranje uzdužnog profila trase sa definisanjem nivеле puta;

- Definisanje karakterističnih poprečnih profila puta;

- Definisanje koridora puta;

- Definisanje granica građenja;

- Crtanje poprečnih profila puta;

- Obračun zapremina.

Realizacija projekta puta podrazumeva izvođenje građevinskih i drugih radova na izgradnji puta.

2.1.3 Održavanje puteva

Održavanje puteva se generalno može podeliti na dve kategorije:

- funkcionalno održavanje (zimsko i letnje);
- građevinsko održavanje (rehabilitacija).



Slika 2 – Sistematisacija pojmove u putnom inženjerstvu

Građevinsko održavanje, odnosno rehabilitacija je svrstano u tri nivoa koja obuhvataju:

- presvlačenje (ojačanje) kolovoza;
- obnovu kolovozne konstrukcije;
- obnovu puta u granicama putnog zemljišta.

Održavanje javnih puteva uključuje operacije redovnog, periodičnog i interventnog održavanja.

2.2 PROJEKTOVANJE, GRAĐENJE I ODRŽAVANJE PUTEVA SA MALIM OBIMOM SAOBRAĆAJA

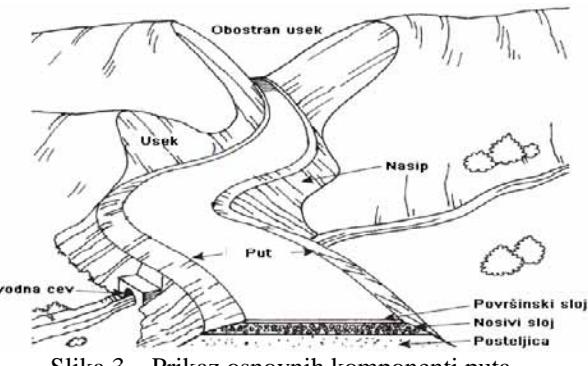
Loše pozicionirani, projektovani ili pojačani putevi su izloženi visokom riziku propadanja u odnosu na one koji su dobro projektovani i pojačani. Ispravno i dobro odvodnjavanje kolovoza i adekvatna veličina cevastih propusta za odvođenje vode su osnovni elementi za pouzdanost putne mreže.

2.2.1 Komponente puta

Idealno bi bilo da se put sastoji iz tri sloja (posteljica, noseći sloj, površinski sloj). Posteljica je najniži sloj i na njega se nadograđuje nosivi sloj. Nosivi sloj je glavni nosilac saobraćajnog opterećenja i uglavnom se sastoji iz tucanika, šljunka i šljunkovite zemlje, sa peskom i/ili peskovitom glinom. Površinski sloj se može sastojati iz prirodnih materijala, drobljenog kamena ili asfalta. Ovaj sloj se postavlja na vrh nosivog sloja i poboljšava komfor kod vozača i otpornost na padavine.

Svi putevi moraju da obuhvataju elemente za odvod vode sa površine kolovoza. **Odvodnjavanje puta je ključ uspeha puta.** U odvodne kanale mogu biti smeštene metalne, betonske ili plastične cevi postavljene ispod površine puta da odvode svu atmosfersku vodu sa puta. Sakupljena voda iz rigola se prihvata cevastim propustima, nakon čega se odvodi van puta u kanale.

Putevi mogu biti projektovani sa poprečnim nagibom takvim da se odvođenje vode vrši direktno sa površine puta bez korišćenja bilo kakvih elemenata za odvodnjavanje, kao što su cevasti propusti.



Slika 3 – Prikaz osnovnih komponenti puta

2.2.2 Principi projektovanja puta

Izgradnja:

- smanjiti broj i dužinu puteva u slivnom području;
- smanjiti podužni nagib puta; nagib bi trebao da iznosi 12% ili manje;
- koristiti balansiran zasek za blage nagibe terena;
- izbegavati izgradnju na strminama iznad 60%; koristiti konstrukcije sa iskopom u punom profilu (full-bench) na terenima gde se ne može izbeći strmina preko 60%;
- smanjiti iskope, nasipanja i sečenje šiblja.

Vodeni tokovi:

- težiti što većoj udaljenosti od potoka i smanjenju broja prelaza preko njih;
- konstruisati efikasne prelaze;
- zaštititi prelazne prilaze redovnim kontrolnim merenjima erozije.

Odvodnjavanje:

- obezbediti adekvatno odvodenje vode sa površine puta;
- putevi sa jednostranim padom kolovoza ka kosini nasipa su uvek praktični; poprečni nagib puta bi trebao da se kreće od 3 do 5% za uzdužni pad od 10% i manje;
- putevi sa jednostranim padom kolovoza ka useku treba da imaju poprečni nagib takođe između 3-5%; za odvođenje vode sa kolovoza ugrađuju se cevasti propusti;
- putevi sa obostranim poprečnim padom kolovoza sa blagim nagibima se koriste u cilju sprečavanja zadržavanja vode na površini puta;
- izbegavati vlažne površine.

2.2.3 Održavanje puteva

Mere održavanja:

- redovna kontrola puteva, naročito pre zimske sezone i dolazećih obimnih padavina;
- redovno vršiti čišćenje mulja iz jarkova i cevastih propusta;
- ukloniti sav materijal sa puteva ili jarkova koji na bilo kakav način blokira ili otežava pravilno oticanje vode sa kolovoza;
- oblikovati nagib i površinu puta radi zadržavanja pravilnog odvođenja vode sa površine kolovoza;
- oblikovati površinu i poprečni pad kolovoza u nasipu;
- izbegavati rast šiblja u odvodnim jarkovima;
- održavati površinu puta otpornom na eroziju;
- zatvoriti puteve tokom vlažnih sezona.

Različita teška mehanizacija može biti korišćena pri konstruisanju i održavanju puteva. A to su: buldozeri, bageri, grejderi, kamioni kiperi, valjci...

3. PRAKTIČNI DEO

3.1 UVOD

Na osnovu iznetih podataka u teorijskom delu ovog rada, praktični deo je prikazao primer pojačanog održavanja pristupnog puta manastiru Velika Remeta.

3.2 PREDMETNI ZADATAK

Predmetni zadatak se odnosi na izradu Idejnog inženjerskog rešenja pojačanog održavanja predmetne trase u dužini od 1618.43 m. Ovaj pristupni put je deo saobraćajnog sistema naselja Velika Remeta

3.3 OSNOVE ZA PROJEKTOVANJE

Podloge za izradu projektne dokumentacije su obezbeđene uz saglasnost AD "Sremputa":

- Situacioni plan postojećeg stanja;
- Geodetski elaborat;
- Geomehanički elaborat.

Predmet ovog Master rada je rekonstrukcija pristupnog puta manastiru Velika Remeta od njegove nulte stacionaže i sve do platoa na ulasku u sami manastir.

3.4 ANALIZA SAOBRAĆAJA I PROJEKTNIH ELEMENATA

Projektni parametri puta su :

- put V razreda;
- PGDS = do 1000 voz/dan.

Pomoću datih projektnih parametara računaju se projektni elementi puta : kategorija puta, računska i prethodna brzina, širina saobraćajnih traka, širina bankina i rigola.

Pošto ne postoje podaci o brojanju vozila za ovaj put V razreda, PGDS je predviđen približno na osnovu procene, pa je tako i merodavno saobraćajno opterećenje za jednu saobraćajnu traku usvojeno i ono iznosi : **ESO = 2×10^5** .

3.5 GEOMEHANIČKE KARAKTERISTIKE TERENA

Granulometrijski sastav je sledeći :

- glina 9 %
- glinoviti peskovi 16 %
- pesak 62 %
- šljunkoviti pesak 13 %

Kalifornijski indeks nosivosti posteljice je određen i iznosi : **CBR = 8.0%** .

3.6 ELEMENTI PROJEKTNE GEOMETRIJE

3.6.1 Normalni poprečni profil

- usvojena širina kolovoza je 3.5 m, sa ivičnim trakama $t_i = 0.20$ m
- nagib kolovoza je jednostran i iznosi 2.5 %
- širina bankine $b = 1.00$ m, sa nagibom od 4 %
- širina rigole $r = 0.50$ m, sa nagibom od 10 %
- nagib kosina iznosi 1 : 2

3.6.2 Elementi situacionog plana

U odnosu na računsku brzinu koja iznosi $V_r = 40$ km/h i u zavisnosti od terenskih uslova projektovana je širina kolovoznog zastora od 3.5 m. U krivinama je izvršeno proširenje kolovoza gde god su to uslovi na terenu dozvoljavali, a prema SRPS U.C4.303. Na predmetnoj trasi su izvršena 4 proširenja kolovoza radi bezbednog mimoilaženja gde god je bilo moguće uskladiti na najbolji način, a prema standardu SRPS U.C4.307.

Odvodnjavanje kolovoza je rešeno kombinacijom postojećih i novoizrađenih upojnih kanala pored puta i trouglastim rigolama u kolovozu sa montažnim betonskim ivičnjacima 18/24. Širina asfaltne rigole iznosi 0.50m. Asfaltna rigola je postavljena na 2 mesta duž trase.

3.6.3 Elementi nivucionog plana

- nagibi nivelete
- vertikalne krivine
- vitoperenje – poprečni nagibi kolovoza

Na dатој deonici projektovano je 17 vertikalnih krivina, te s tim u vezi imamo mnogobrojne prelome nivelete, čiji se nagibi kreću od 0.33 do čak 15.23%.

U ovom projektu vitoperenje je izvršeno oko osovine kolovoza.

3.6.4 Elementi poprečnih profila

Postojeći poprečni pad kolovoza je jednostran i iznosi 2.5%. Takav se i zadržava gotovo celom trasom, izuzev deonice između stacionaža 0+876.38 i 0+895.93 gde prelazi u nagib od 1.0%.

Bankina ima nagib od 4%, a kosine su projektovane sa nagibom 1:2.

3.7. DIMENZIONISANJE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE

Dimenzionisanje kolovozne konstrukcije vrši se prema važećim standardima SRPS.U.C4.12

Prilikom dimenzionisanja određena je saobraćajna grupa opterećenja koja se koristi pri izboru vrste i kvaliteta materijala za pojedine slojeve.

Tabela 1. Kategorija saobraćajnog opterećenja

Grupa saobraćajnog opterećenja	Ukupno ekvivalentno osovinsko opterećenje od 82 KN (Tu) u projektnom periodu
Vrlo teško	$>7 \times 10^6$
Teško	$2 \times 10^6 - 7 \times 10^6$
Srednje	$7 \times 10^5 - 2 \times 10^6$
Lako	$2 \times 10^5 - 7 \times 10^5$
Vrlo lako	$<2 \times 10^5$

Usvojena grupa saobraćajnog opterećenja je; **Vrlo lako** **$2 \times 10^5 ESO 82 KN$** .

Analiza perspektivnog saobraćajnog opterećenja izvršena je u cilju određivanja akumulacije standardnih osovina od 82 KN, u projektnom eksploracionom periodu od 20 godina, prema SRPS.U. C4. 010.

Nakon provere kolovozne konstrukcije na štetno dejstvo mraza zaključeno je da je kolovozna konstrukcija u zoni gde se javlja opasnost od štetnog dejstva mraza, te je

stoga potrebno izvršiti zamenu podtlaka slojem peska debljine 20 cm.

Nakon proračuna kolovozne konstrukcije prema važećim standardima usvojena je sledeća struktura kolovozne konstrukcije:

- AB 11 4 cm
- BNS 22 6 cm
- DK 0/31.5 20 cm
- Šljunkoviti pesak 20 cm (zbog štetnog dejstva mraza)
- Posteljica sa CBR = 8.0%



Slika 4. Struktura usvojene kolovozne konstrukcije

3.6 PREDMER I PREDRAČUN RADOVA

Vrednost izvedenih radova na građevinskom delu izračunata je na 30.327.254,22 dinara.

3.7 ANALIZA POJAČANOG ODRŽAVANJA-REHABILITACIJE PRISTUPNOG puta MANASTIRU VELIKA REMETA

Nakon izvršenih analiza strukture kolovozne konstrukcije kao rešenje za poboljšanje stanja kolovoza odabrana je rehabilitacija kolovoza. Odluka je doneta na osnovu sveobuhvatnih analiza na nivou generalnog plana putne mreže, odnosno srednjoročnih planova potreba i raspoloživih finansijskih resursa.

Projekat rehabilitacije kolovoza ima za cilj povećanje kapaciteta postojećeg puta pošto je on pri kraju svog projektnog veka. Radovi obuhvataju povećanje nivoa usluge, kao što su mere za izbegavanje zagrušenja saobraćaja (izgradnjom proširenja za mimoilaženje vozila), bezbednost, prohodnost puta (celom svojom dužinom postojeći put se proširuje) itd.

U ovom projektu je detaljno urađena analiza rešenja pojačanog održavanja pristupnog puta manastiru Velika Remeta sa aspekta:

- studije opravdanosti;
- životne sredine;
- uticaja na lokalni i urbani razvoj;
- građevinsko-tehničkog aspekta;
- društvene prihvatljivosti.

3.7 ZAKLJUČAK

Osnovni cilj ovog rada bio je da se ukaže na značaj metodologije projektovanja, građenja i rehabilitacije vangradskih puteva, odnosno puteva samim obimom saobraćaja. U okviru završnog rada urađeno je idejno rešenje pojačanog održavanja jednog seoskog puta sa malim obimom saobraćaja. U pitanju je pristupni put manastiru Velika Remeta u dužini od 1+618.43 km. Detaljno je izvršena i analiza rešenja pojačanog održavanja predmetne deonice, te se odluka o pojačanom održavanju pokazala kao opravdana a i na taj način će se sačuvati i poboljšati pristupni put velelepnom fruškogorskom manastiru Velika Remeta, koji predstavlja jednu od veoma bitnih kulturno istorijskih baština na ovim prostorima.

4. LITERATURA

- [1] Anduš V. - "Metodologija projektovanja rekonstrukcije puteva", Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2001
- [2] Anduš V. - "Metodologija projektovanja rehabilitacije vangradskih puteva", Fakultet Tehničkih Nauka Univerziteta u Novom Sadu, 2004
- [3] Maletin M., Anduš V. - "Metodologija projektovanja Puteva" Građevinski Fakultet Univerziteta u Beogradu, 1993
- [4] Radović N. - "Odabrana poglavља iz planiranja i projektovanja gradskih saobraćajnica", Fakultet Tehničkih Nauka Univerziteta u Novom Sadu, 2009
- [5] Kuzović Lj., Bogdanović V. - „Teorija saobraćajnog toka“, Fakultet Tehničkih Nauka Univerziteta u Novom Sadu, 2004
- [6] Cvetačić A., Banić B. - "Kolovozne konstrukcije", Akademска misao, Beograd 2007

Kratka biografija



Nemanja Ristanović rođen je 1987 godine. Diplomski-Master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka, iz oblasti Gradjevinarstva – Putevi i saobraćajnice, odbranio je 2013 godine.



Nebojša Radović rođen je u Beogradu, 1962. god. Doktorirao je na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu 2006.godine, a od 2010. god. je docent na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu. Oblast interesovanja su putevi i saobraćajnice.



РЕТЕНЗИОНИ БАЗЕНИ СА РАСТЕРЕТНИМ ПРЕЛИВИМА У КОМБИНОВАНИМ СИСТЕМИМА КАНАЛИЗАЦИЈЕ (ЦСС)

RETENTION BASINS WITH RELIEF OVERFLOW FOR COMBINED SEWAGE SYSTEMS (CSS)

Миленко Туленчић, Матија Стипић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У комбинованим (општим) системима канализације неопходно је претходно задржавање и пречишћавање вишке атмосферске воде које не може да се обави на постројењу за пречишћавање отпадних вода, а пре испуштања у реципијент. Такав вид пречишћавања се састоји од ретензионог базена, за таложење суспендованих и пливајућих материја, и растеретног прелива. Применом ретензионог базена са растеретним преливом се дефинише меродавни проток за постројење за пречишћавање отпадних вода а истовремено се путем растеретног прелива регулише дозвољени проток површинског преливања у реципијент. Утврђивање параметара за димензионисање и пројектовање ових објеката је предложено и кроз немачки стандард ATV-A 128. Применом ATV-A 128 одређени су хидраулички параметри ретензионог базена и прелива за слив комбиноване канализације Новог Сада и извршиено је испитивање добијених резултата у хидрауличком моделу урађеном у софтверу EPA SWMM 5.0.

Abstract – With combined sewage systems (communal + storm water) retention and clarification of excess storm water is mandatory, since waste water treatment plants (WWTP) can't treat these water quantities in a proper way. Retention and clarification should be done before discharge to recipient. This waste water clarification system is composed of retention basin, whose purpose is removal of suspended and floating substance, and relief overflow. With application of retention basin with relief overflow, competent flow for dimensioning of the WWTP can be defined. In the same time, waste water discharge to recipient is also regulated with retention basin with relief overflow. Criteria for dimensioning of these objects are presented in German standard ATV-A 128. With application of German ATV-A 128 standard, hydraulic parameters for retention basin and relief overflow for Novi Sad are defined and tested in hydraulic model made with EPA SWMM 5.0 software. These parameters are valid only for combined sewage systems.

Кључне речи: комбинована канализација, ретензиони базен, прелив, EPA SWMM 5.0

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Матија Стипић, дипл. инж. грађ.

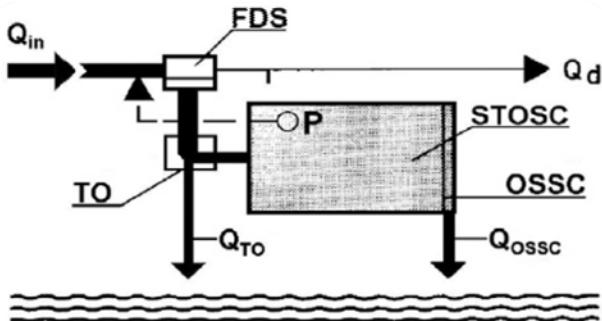
1. УВОД

Изградња комбинованих канализационих система у Србији започета је средином прошлог века. Концепт канализања у мањим градовима је развијан као полусепартни систем. У питању је комбиновани систем - ЦСС за одвођење употребљених вода индустрије, становништва и атмосферских вода из централних урбаних подручја. Овакав случај канализања имамо у Сомбору, Суботици, Зрењанину, Новом Саду. Отпадна вода, заједно са делом атмосферских вода се одводи на ППОВ. Одвођење атмосферских вода са осталих урбаних подручја (ван центра града) се одвија одвојеним канализационим системом за атмосферске воде са директним испуштањем у реципијент (без третмана).

Заједнички третман отпадних и атмосферских вода је проблематичан за рад ППОВ-а, чак и при умереним падавинама (Сомбор). Објекти ППОВ-а постају преоптерећени разблаженом отпадном водом, чиме се изазива нестабилан рада ППОВ-а на дуже време. Нека подручја градова трпе пречеста плављења услед преоптерећености канализационих система.

У случају већих градова у Србији отпадна вода, помешана са атмосферском водом, испушта се директно у реципијент, без претходног третмана. Овакав случај имамо на пример у Београду и у Новом Саду. Квалитет воде у природним водотоцима се нарушава испуштањем нетретиране отпадне воде. У данашње време, будући развој канализационих система градова у Србији је на прекретници. Основни проблеми су како обезбедити квалитетно решење комбиновањем постојећих објеката старог система са новим објектима, урбанистичка ограничења и захтеви за повећану поузданост система уз умањење перманентног утицаја на животну средину. Исправан концепт редизајнирања постојећих канализационих система градова треба да узме у обзир оријентацију Србије ка чланству у ЕУ а самим тим треба да уважи политику управљања водним ресурсима.

Примарни циљ овог рада је разматрање додатних објеката у склопу комбинованих система канализања насеља, конкретно растеретних прелива и ретензионих базена, у циљу стабилизовавања рада ППОВ-а и канализационих система са узимањем у обзир потребног нивоа заштите реципијента. Претходни наведени циљеви треба да буду испуњени у складу са ЕУ директивама за канализационе системе. Ретензиони базени су објекти у склопу канализационих система, који служе за прихват вршних протока.



Слика 1: Шематски приказ начина функционисања таложног ретензионог базена са растеретним преливом

Постоје више типова ретензионих базена који се користе у системима општег канализирања насеља (тада канализациони систем прелази из ЦСС у ЦСО) у зависности од тога дали се отпадна вода уз разблашење испушта у реципјент или се у потпуности задржава до престанка кишне епизоде (или је у питању комбинација оба типа). Применом ретензионих базена у склопу комбинованих система канализирања - ЦСС, отклања се могућност појаве непожељних ефеката на ППОВ.

Растеретним преливима на ретензионим базенима у оквиру комбинованих система се бави немачка смерница за пројектовање ATB-A128, а која ће бити примењена у овом раду.

2. РЕЗУЛТАТИ

Улазни подаци за прорачун су преузети из ревизије развојног програма канализационог система града Новог Сада и преузети су следећи подаци:

- средња дневна продукција отпадне воде износи 93.347,00 м³/дан, што чини средњи дневни проток од 1080,00 л/с (2030. г.).
- максимална дневна продукција отпадне воде износи 126.157,00 м³/дан, што чини максимални дневни проток од 1460,00 л/с (2030. г.).
- укупна дневна количина органског оптерећења износи 24.000 kg БПК₅/дан, однос ХПК/БПК₅ је 1,7 док средња дневна количина отпадне за крај пројектног периода (2030. г.) износи 93347 м³, па концентрација ХПК за крај пројектног периода износи: $\frac{24.000,00 \text{kg} \text{BPK}_5 / \text{дан} \cdot 1,7}{93.347,00 \text{m}^3 / \text{дан}} = 0,437 \text{kg} \text{HPK} / \text{m}^3 = 437 \text{mg} \text{HPK} / \text{l}$ усваја се 440 mg ХПК/l.
- концентрација ХПК у кишном отицају са сливних површина је усвојена на основу препорука смернице ATB-A 128E и износи 107 mg ХПК/l.
- просечна годишња висина падавина за подручје Новог Сада је преузета са кишомерне станице "Римски Шанчеви" и за временски период од 1951. г. до 2005. г. износи 600 mm.

- просечни сумарни годишњи атмосферски отицај је 4.200.000,00 м³/год.
- за коефицијент отицаја са непропусних површина сливног подручја је према препорукама смернице ATB-A 128E усвојено 1 (услед недостатка података мерења).
- најдужи пут воде до ретензионог базена је измерен са ситуације канализационе мреже градског слива и износи 7.500,00 m.
- брзина воде у цевоводима у току падавина је 0,80 m/s.
- средња група пада терена према смерници ATB-A 118 је SG1, пошто је у питању равничарски предео.

2.1. Резултати димензионисања ретензионог базена за градски слив канализације Новог Сада

Потребно је издвојити параметре који ће се користити за хидраулички модел канализационог система градског подручја Новог Сада а тичу се начина функционисања и димензија таложног ретензионог базена.

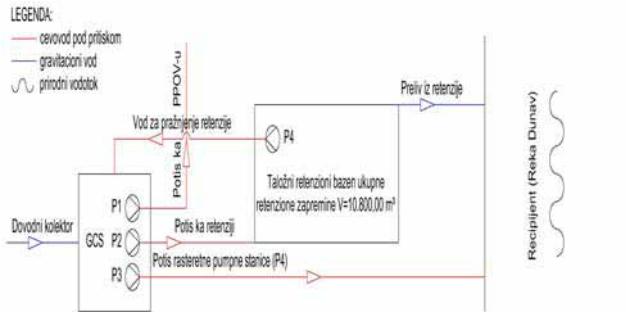
- укупна потребна запремина ретензионог базена износи 10.595,50 м³, (усвојено 10.800,00 м³).
- проток на који се димензионише ППОВ је 2.100,00 л/с.
- проток кроз ретензиони базен је 5.641,09 л/с – 2.100,00 л/с = 3.541,09 л/с, усвојено 3.600,00 л/с.
- проток при којем се активирају рестеретне пумпе 5.641,06 л/с, усвојено 5.700,00 л/с.
- концентрација органског загађења у протоку при сувом времену уз узимање у обзир талога у канализационим проводницима је 464,05 mg ХПК/l.
- концентрација ХПК у атмосферској води (загађење које атмосферска вода спира са сливних површина) је 107 mg ХПК/l.

У случају Новог Сада, расподела протока ће се вршити путем пумпних станица. У моделу су симулиране три пумпне станице са заједничким црним базеном чији ће рад бити регулисан нивоом воде у црном базену и то на следећи начин:

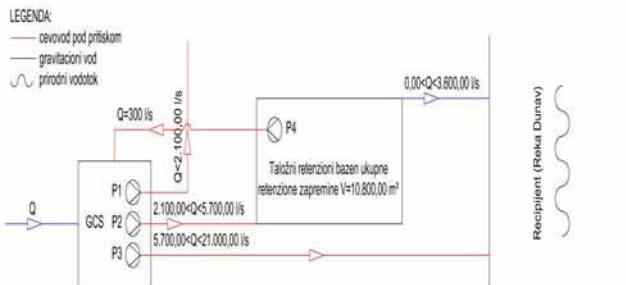
- проток у доводном колектору до црног базена од 0,00 до 2.100,00 л/с, ради пумпне станице П1, максимални капацитет пумпне станице П1 је 2.100,00 л/с.
- проток у доводном колектору до црног базена од 2.100,00 до 5.700,00 л/с, ради пумпне станице П1+П2, максимални капацитет пумпне станице П1 је 2.100,00 л/с а П2 је 3.600,00 л/с. Максимални капацитет П1+П2 износи 5.700,00 л/с.
- проток у доводном колектору до црног базена је преко 5.700,00 л/с, ради пумпне станице П1+П2+П3, максимални капацитет пумпне станице П1 је 2.100,00 л/с, пумпне станице П2 је 3.600,00 л/с, док максимални капацитет пумпне станице П3 износи 15.300,00 л/с. Максимални капацитет П1+П2+П3 износи 21.000,00 л/с.

Пумна станица П1 одводи комбиновану отпадну воду на ППОВ, пумпна станица П2 одводи комбиновану отпадну воду на таложни ретензиони базен док пумпна станица П3 одводи отпадну воду директно у реципијент и она има улогу растеретне пумпне станице.

На наредном сликама налази се схематски приказ начина функционисања ретензионог базена за предметни случај (градски слив канализације Новог Сада), где се може видети начин расподеле протицаја.



Слика 2: Схематски приказ начина функционисања ГЦС и таложног ретензионог базена



Слика 31: Начин функционисања елемената система у односу на долазни протицај

Након дефинисања димензија и начина функционисања ретензионог базена са растеретним прливом, приступило се провери димензионисаног ретензионог базена у хидрауличком моделу израђеном у софтверском пакету EPA SWMM 5.0, где је праћено хидрауличко и органско оптерећење отпадне воде.

Урађен је хидраулички модел канализације градског слива Новог Сада (према планираној верзији преузетој из ревизије развојног програма канализације Новог Сада), којем је додат ретензиони базен и задат је проток по сувом времену са пратећим коефицијентима неравномерности и такав систем је изложен различитим сценаријима киша и то:

- комбинација кише повратног периода 5 година (централно градско подручје) и кише повратног периода 3 године (стамбено градско подручје) трајања 30 минута и
 - киша повратног периода од 30 година, трајања 20 минута, укупне висине од 34.8 mm.
- Поред претходно наведених киша, утврђена је:
- гранична киша при којој не ради пумпна станица за пуњење ретензије (нема пуњења ретензије),
 - киша при којој се напуни ретензија али нема преливања и

- киша при којој има преливања из ретензионог базена али растеретна пумпна станица не функционише.

На основу података са кишомера (добијених од ЈКП "Водовод и Канализација" Нови Сад) извршен је сценарио прорачуна са годишњом симулацијом за период од 01.06.2010. – 01.06.2011. године. Укупна годишња висина падавина је била цца 800 mm.

3. ЗАКЉУЧАК

У последњем поглављу ће се ради боље прегледности изнети главна запажања до којих се дошло током анализе понашања редизајнираног канализационог система градског слива Новог Сада са додатим таложним ретензионим базеном са растеретном пумпном станицом:

1. Канализациони систем градског слива Новог Сада ефикасно и без појаве успора и изливања на површину терена одводи комбиновану кишу повратног периода од 5 година (централно градско подручје) и 3 године (стамбено градско подручје) времена трајања 30 минута на коју је систем и димензионисан.
2. За сценарио комбиноване кише повратних периода од 5 година (централно градско подручје) и 3 године (стамбено градско подручје) времена трајања 30 минута, таложни ретензиони базен са растеретном пумпном станицом функционише у складу са важећом уредбом (Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање, "Сл. гласник РС", бр. 67/2011 и 48/2012), тачније концентрација ХПК у разблаженој отпадној води која се директно излива у реципијент (реку Дунав) не прелази 250 mgХПК/l, што чини дозвољену концентрацију приликом изванредних околности које се могу јавити до 25 пута годишње (200% од дозвољених 125 mgХПК/l при нормалним околностима).
3. Приликом тестирања система у хидрауличком моделу на сценарију са кишом повратног периода од 30 година, утврђено је да долази до изливања комбиноване отпадне воде из канализационих колектора одређених деоница, тј да је систем канализационих колектора преоптерећен. Битно је напоменути да се и у току овог сценарија ретензиони базен понашао у складу са важећом уредбом, тј концентрација ХПК у директно изливеној разблаженој отпадној води не прелази 250 mgХПК/l ни када је сама канализациона мрежа преоптерећена.
4. Утврђена је киша при којој не долази до пуњења ретензионог базена и њена укупна висина је 2.7 mm за време трајања од 20 минута.
5. Утврђена је киша при којој долази до пуњења ретензионог базена, али не долази до изливања из истог и њена укупна висина износи 5.3 mm за време трајања од 20 минута.

6. Утврђена је киша при којој долази до преливања из таложног ретензионог базена, али не долази до рада растеретне пумпне станице и њена укупна висина износи 9 mm за време трајања од 20 минута.
7. Утврђене су проблематичне кише које се су таквог итензитета и временена трајања да изазивају преливање из ретензионог базена али не изазивају активацију растеретне пумпне станице. За ове проблематичне кише се не може узимати у обзир само степен разблажења већ се мора узети у обзир и ефекат умањења концентрације ХПК путем таложења, које се одвија за проток кроз предметни ретензиони базен мањи од 2.000,00 л/с.
8. Систем је изложен сценарију годишњих падавина (указни подаци су добијени од ЈКП "Водовод и Канализација" Нови Сад, са кишомерне станице на сливу ГЦ2), са надпросечном висином падавина, која је за предметни период износила цца 800 mm (док је просек 600 mm/год). На основу резултата анализе за годишњи сценариј добијен је укупан број изливаша комбиноване отпадне воде директно у реципијент и он износи 15.
9. Из сценарија са годишњим падавинама, добијена је и концентрација ХПК у директно изливеној отпадној води у реципијент и узимањем у обзир ефекта таложења, концентрација ХПК у изливеној отпадној води не прелази 250 mgХПК/l.
10. Заједнички закључак који се може донети из тачака 8 и 9, јесте да ретензиони базен функционише у складу са важећом уредбом (Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање, "Сл. гласник РС", бр. 67/2011 и 48/2012), пошто имамо 15 изливаша у току годину дана, што је мање од дозвољених 25, са концентрацијом ХПК мањом од 250 mgХПК/l, колико је и дозвољено у изванредним околностима којих, како је раније напоменуто има мање од 25 за годину дана.

4. ЛИТЕРАТУРА

1. ATV-A 128 (1992): Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Rerententlastungsanlagen in Mischwasserkanälen. Hennef: GFA, Germany
2. Brombach H., Weiss G., Pisano W.C., (2008). Clarifier-type CSO Tanks: Hydraulic Design for Optimized Sedimentation Efficiency, International Conference of Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK
3. Matija S. et all. (2011). Novi Sad sewerage system development programme revision, Novi Sad, Serbia
4. Matija S., Rihard Š., Dušan P., Radojica S., Srđan K., (2012) Redesign of the Existing Combined Sewer System (CSS) of Novi Sad, 9th International Conference on Urban Drainage Modelling, Beograd, Serbia
5. Матија С., Срђан К., Миленко Т., Горан Ј., (2012) Растеретни преливи у комбинованим системима канализације (ЦСС), 16. научно саветовање Српског друштва за хидрауличка истраживања (СДХИ)
6. SRPS EN Serbien Standards 752-4:2007, (2007). Drain and sewer system outside byildinr: Part 4.Hydrylic design and environmental considerations, Instityt za standardizaciju Srbije, Beograd
7. Valentin G., Jean-Luc B.K., Mohammad M., Wolfranr R. (2011). Implications of long-term stormwater quality modelling for design of combined sewer infrastructure. Urban Water Joynral, 8(3), 155-166
8. European Parliament and the Coyncil (2000). [Directive 2000/60/EC - integrated river basin manarement for Europe](#) (EU Water Framework Directive WFD)
9. Др Матија С., Рихард Ш., Данило Т., Мара У., Мр Мирослав Т., Мр Цинклер Р., Игор Р., Мр Љубица П. Е., Тања И., Милан М., Зоран С., Ревизија развојног програма канализационог система града Новог Сада, АД "ВОЈВОДИНАПРОЈЕКТ", Нови Сад
10. АД"ВОЈВОДИНАПРОЈЕКТ" Нови Сад, 2013, Студија развоја основних објеката канализационог система на локацији ГЦ2 града Новог Сада

Кратка биографија:

Миленко Туленчић је рођен у Новом Саду 1983. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарство – Хидротехника одбранио је 2013. године.

Матија Стипић рођен је у Сомбору 1964. Године. Докторирао је на Факултету техничких наука 2009. год. а од 2011. Има звање доцента. Област интересовања су хидраулика и комунална хидротехника.



ПРИМЕНА МКЕ И ТЕЛЕМАК-2Д У НЕУСТАЉЕНОМ ТЕЧЕЊУ ОТВОРЕНИХ ТОКОВА

APPLICATION OF FEM AND TELEMAC-2D AT UNSTEADY FLOWING IN OPEN FLOWS

Бела Варга, Матија Стипић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У мастер раду описан је принцип нумеричког моделирања раванских отворених токова. Приказане су две нумеричке методе за решавање диференцијалних једначина и посматрана је метода коначних елемената (МКЕ) као погоднија за случај отворених токова. Прорачуни су рађени помоћу програмског пакета Телемак 2Д, који је заснован на методи коначних елемената и користи методу етапног решавања, што му даје предност у односу на остале моделе у погледу стабилности прорачуна у тачности резултата.

Циљ рада је да на конкретном примеру (Студија случаја-Барачка-ЦС Бездан 2) покажу перформанце програмских пакета Блуе Кенеу и Телемак-2Д.

Abstract – The master thesis describes the principle of numerical modeling of open planar flows. Two numerical methods for solving differential equations are presented and explained, and the finite element method (FEM) is suggested as more suitable for the case of planar open flows. The calculations were done by using the Telemac 2D software, which is based on the finite element method and uses the fractional-step method, which has an advantage over the other models in terms of calculation stability and the accuracy of the results.

The aim of this thesis is to show on a particular example (Case Study-CS-Baraćka Bezdan 2) the performance of the Blue Kenue and the Telemac-2D software.

Кључне речи: Телемак 2Д, хидрауличко моделирање отворених токова, Блуе Кенеу, Бездан, Барачка

1. УВОД

Нумеричко моделирање раванских токова је од великог значаја за хидротехничку праксу. Сложена природа турбулентног течења у отвореним токовима захтева примену комплексних рачунских поступака у моделирању ових токова. Многи токови се не могу описати линијским моделима због специфичних морфолошких услова који намећу равански карактер течења. Поред тога, решавање неких проблема захтева ниво детаљности који се не може постићи без примене раванских и просторних модела.

Метода коначних елемената (МКЕ), као и Метода коначних разлика (МКР), омогућава приближно решавање граничних и/или почетних проблема који се срећу у областима хидротехнике.

НАПОМЕНА:Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је др Матија Стипић, доцент.

МКР се базира на математичкој дискретизацији диференцијалних једначина превођењем на једначине са коначним разликама. Ефикасност методе се смањује са сложеношћу унутрашњих веза посматраног система.

Код течења у отвореним токовима МКЕ има предност због лакшег и тачнијег обухватања геометријски сложених рачунских области, као и могућности лаког локалног повећања густине рачунске мреже у зонама од интереса.

Пројектантима данас су на располагању разни комерцијални или слободни софтверски пакети за прорачун раванских (2Д) отворених токова. Један од таквих система је Телемак-2Д, заснован на методи коначних елемената, чији је развој започет пре тридесет година у окриљу Француске електропривреде, а данас је проширен и на друге истраживачке и академске центре широм света. Модел Телемак-2Д је специфичан и по томе што користи методу етапног решавања (енг. Фрекшонал степ метод), што му даје предности у односу на друге моделе у погледу стабилности прорачуна и тачности резултата.

Циљ рада је да на конкретном примеру (Студија случаја-Барачка-ЦС Бездан2) покажу перформанце програмских пакета Блу Кену и Телемак-2Д. Потом узимајући у обзир не слагање вредности мерених на терену са резултатима прорачуна, помоћу програмског пакета Т2Д предложити три могућа решења за побољшање рада ЦС Бездан 2.

2. ЈЕДНАЧИНЕ РАВАНСКОГ ТОКА

Течење воде у природном кориту је турбулентно и просторно (геометријски тродимензионо). Међутим, ако се пође од претпоставке да је вертикална димензија много мања од хоризонталних димензија („плитке области струјања“), просторни проблем се може разматрати као равански (геометријски дводимензиони, у хоризонталној равни). Како су ефекти просторног струјања у плитким областима само локално изражени (оштре речне кривине, зоне око објеката, итд.), а турбулентија тока, која настаје као последица рапавости корита, смањује просторну неравномерност брзине, хипотеза раванског тока се у целини може сматрати прихватљивом.

Подсетимо се Навијер-Стокс-ових једначина које су изведене под претпоставком хомогеног, изотропног, нестишљивог, њутновског флуида:

Једначина одржавања масе, или „једначина континуитета”, исказује услов непрекидности флуидног континуума:
где је u_i -компонента локалне брзине у

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \quad (i = 1, 2, 3), \quad (1.1)$$

координатном правцу x_i . Понастављање индекса у једначини (1.1) значи, по конвенцији, сабирање:

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + \frac{\partial u_3}{\partial x_3}. \quad (1.2)$$

Једначине одржавања количине кретања, или „динамичке једначине”, исказују услов да је промена количине кретања у јединици времена једнака збиру запреминских и површинских сила по јединици масе:

$$\frac{\partial u_j}{\partial t} + u_i \frac{\partial u_j}{\partial x_i} = f_j - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_j} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\mu \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$$

$$(i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3). \quad (1.3)$$

Све три једначине се односе на флуидни делић. Независно променљиве су просторна координата x_i и време t , а зависно променљиве, локална брзина u_i и притисак p . Кофицијент динамичке вискозности /и и густина ρ су физичке „константе”, које се могу објединити кофицијентом кинематске вискозности μ/ρ .

У изразу (1.3) индекс „ j “ је „главни“ јер показује за који правац кретања ше пише једначина. Први члан на левој страни представља локалну промену, а други, промену услед конвекције (или адвекције). Збир ових чланова чини материјални извод брзине, који се означава Du_j / Dt и представља убрзање флуидних делића.

Први члан на десној страни исте једначине представља запреминску силу по јединици масе, други, градијент притиска, а последњи, дифузију количине кретања услед вискозности флуида („молекуларна дифузија“).

Од запреминских сила по јединици масе f_j , претпоставља се да делује само тежина:

$$f_3 = -g \quad (f_1 = f_2 = 0), \quad (1.4)$$

где је g - гравитационо убрзање.

3. НУМЕРИЧКИ МОДЕЛИ ЗА РЕШАВАЊЕ ДИФЕРЕНЦИЈАЛНИХ ЈЕДНАЧИНА

МЕТОДА КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНТА:

Приступ Методе коначних разлика (МКР) је базиран на дискретизацији непрекидне области, тако да се вредности зависно променљивих разматрају само у низу дискретних тачака. Апроксимацијом извода коначним разликама, парцијалне диференцијалне

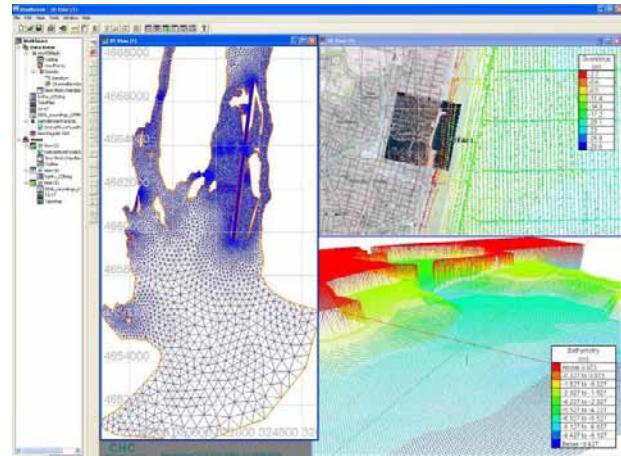
једначине се своде на алгебарске, а проблем диференцијалног рачуна постаје алгебарски проблем. Замена извода коначним разликама се може обавити на разне начине, од којих сваки представља једну „нумеричку шему“. Квалитет нумеричке схеме зависи од тога у којој мери приближно (нумерично) решење добро апроксимира тачно (аналитично) решење диференцијалне једначине. У овој глави се најпре даје преглед неких основних појмова у вези са МКР, разматрају се фактори који утичу на квалитет нумеричких решења и даје се приказ неких рачунских поступака за моделирање раванских токова који су се потврдили у пракси.

МЕТОДА КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНТА:

Метода коначних елемената (МКЕ), као и Метода коначних разлика (МКР), омогућава приближно решавање граничних и/или почетних проблема који се срећу у физици и техничким дисциплинама.

Суштина ове методе је у подели континуума на велики број елемената једноставног облика (у раванским проблемима најчешће троугаоног и четвороугаоног), тако да се постигне добро поклапање граница физичког и рачунског домена. Зависно променљива диференцијалне једначине се изражава у облику линеарне комбинације изабраних интерполационих функција и вредности те променљиве или њених извода у одредјеном броју чворова елемента. Интерполационе функције су најчешће полиноми. Користећи методу тежинског резидуума, или принципе варијационог рачуна, основне диференцијалне једначине се трансформишу у интегралне једначине појединачних елемената. Сабирањем доприноса свих елемената, формира се глобални систем алгебарских једначина, које при томе обухватају и задате граничне и/или почетне услове. Вредности зависно променљивих у чворовима добијају се као решење овог система једначина.

4. БЛУ КЕНУ

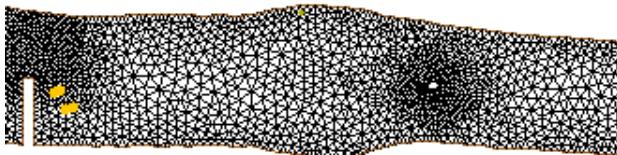


Слика 1: Припрема података у Блу Кену-у

Блу Кену је апликација изграђена на ЕнСим технологији која обезбеђује алате за припрему и анализу нумеричких модела података посебно у области хидраулике. Она је првобитно замишљен као

пост-процесор (алат за накнадну обраду) за ТЕЛЕМАК породицу модела развијених од стране националне лабораторије за хидраулику Француске Електропривреде. Блу Кену такође обезбеђује импорт/ехпорт (увоз / извоз) интерфејса за податке из АДЦИРЦ, СМС, ИНРС Еау ХидроСим и ТриГрид Мешер-а.

5. ТЕЛЕМАК-2Д



Слика 2: Приказ триангулације терена

Т2Д решава једначине отворених токова осредњење по дубини које су прво настале од Бери Де Сент Венант-а 1871. Главни резултати на сваком чврсу рачунарске мреже су дубина воде и компоненте осредњењих брзина по дубини. Главна примена пакета Т2Д је у хидраулици отворених токова (поморских или речних).

ТЕЛЕМАК-2Д је развијен од стране националне лабораторије за хидраулику и за животну средину (ЛНХЕ) са стране дирекције за истраживање и развој француског електричног одбора (ЕДФ-Р&Д) у сарадњи са другим истраживачким институтима. Као претходне верзије програма, верзија 6.0 је у складу са процедуром осигурања квалитета (од сад у тексту "ПОК") ЕДФ-а за научне и техничке програме. Ово поставља правила за развој и проверу квалитета производа у свим фазама. Конкретно, програм покривен ПОК-ом праћен је валидационим документима који описују област коришћења софтвера и низом тест-случајева. Овај документ може да се користи за одређивање перформанси и ограничења софтвера и дефинисања области примене. Тест случајеви се такође користе за развој софтвера и проверавају се сваки пут кад је нова верзија произведена.

6. ИЗВЕШТАЈ О РАДУ ЦС БЕЗДАН 2 ЗА ВРЕМЕ МАЛЕ ВОДЕ НА ДУНАВУ

У другој половини августа и почетком септембра 2003. године, као последица незапамћене суше, на Дунаву су се појавили изузетно ниски водостаји. Тако је 1. септембра 2003. г., на водомерној станици Бездан, у поподневним сатима измерено -87 цм ("0" водомера 80.64 мм), што представља апсолутни минимални водостај који је икада до сада забележен. Кота од -87 цм је очитана на лимнографу Републичког хидрометеоролошког завода. Као контрола, у исто време и на истом месту, геодетским мерењем је добијена кота нивоа воде Дунава од 79.79 мм. У том периоду канал Врбас-Бездан се снабдева помоћу црпне станице Бездан 2.

Истовремено са геодетским мерењем нивоа воде урађено је и хидрометријско мерење протицаја воде, како би се утврдио капацитет пумпе при

најнеповољнијим условима рада. Један пумпни агрегат је радио при следећим условима:

- кота нивоа на водомеру Бездан -87 цм (ниво Дунава 79.77 мм),
- кота нивоа воде у Барачком Дунаву испред црпне станице је 79.57 мм,
- При овим условима измерен је протицај од 3.72 м³/с.

7. ЗАДАТAK

Прорачуном помоћу ТД2 софтвера су потвђене мерење вредности:

При протицају од 3.72 м³/с на ЦС-и, средња вредност коте слободне површине воденог огледала у рачунатим тачкама испред црне станице је 79.58 мм. У односу на мерење податке на терену (79.57 мм), видимо да је осредњена грешка у границама од ±1 цм.

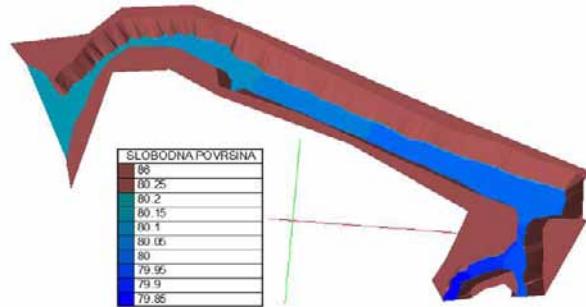
Урађеним анализама и прорачунима је понуђено три решења за побољшање рада ЦС Бездан 2:

1. Измуњење доводног канала до ЦС Бездан 2 са понуђеним режимима рада ЦС при разним стањима нивоа Дунава:

— 1 агрегат може да функционише ако је кота Дунава код улива у Барачку изнад 79.73 мм и Барачке испред ЦС изнад 79.55 мм,

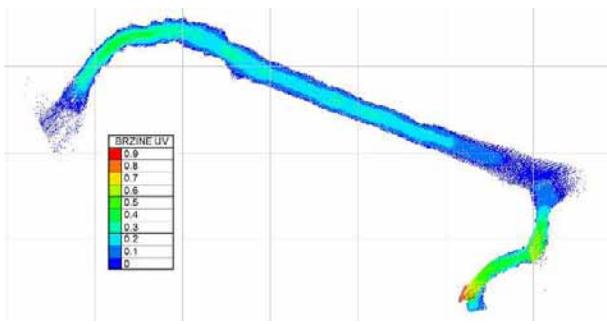
— 2 агрегата могу да функционишу ако је кота Дунава код улива у Барачку изнад 79.98 мм и Барачке испред ЦС изнад 79.73 мм,

— 3 агрегата могу да функционишу ако је кота Дунава код улива у Барачку изнад 80.19 мм и Барачке испред ЦС изнад 79.88 мм.



Слика 3: Приказ Слободне површине водног огледала при протицају од 12.0 м³/с и коти Дунава пред Барачку од 80.19 мм

Помоћу програмског пакета Блу Кену је установљено да у основном доводном каналу до ЦС постоји јака турбуленција са рециркулацијом воде због облика канала (које из птичје перспективе личи на обрнуто латинично слово С). У анализама приказаних примера ископа канала је примећено да доводни канал до ЦС има већу пропусну моћ ако су струјнице које су усмерене ка ЦС паралелне.

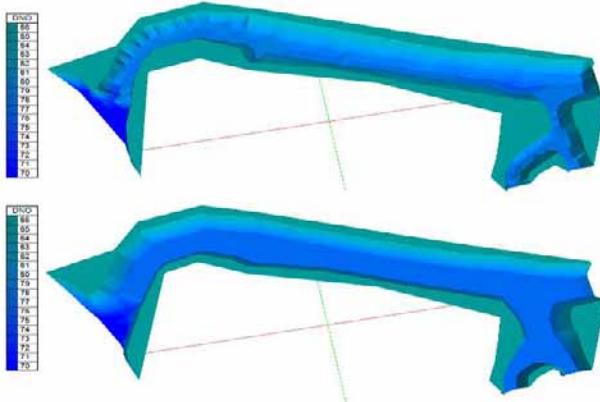


Слика 4: Приказ вектора брзина при протицају од 12.0 м³/с и коти Дунава пред Барачку од 80.19мм

2.Ископ доводног канала, да може да пропусти црпљење од 15м³/с на црпној станици Бездан 2: Барачку треба проширити од око 18% у сегментима где се Дунав улива у њу, а доводни канал до црпне станице треба проширити од око 50%, док дно канала треба спустити на коту од 77.70мм са бочним нагибима корита од 1:3 у Барачкој и 1:1 у доводном каналу до ЦС.

3.Ископа доводног канала, да може да пропусти црпљење од 20м³/с на црпној станици Бездан ИИ и 15м³/с на црпној станици Бездан И:

Барачку треба проширити од око 60% у сегментима где се Дунав улива у њу, а доводни канал до црпне станице треба проширити од око 150% његове тренутне ширине да би могао да пропусти црпљење од 35м³/с. Коту дна канала спустити на 77.50мм са бочним нагибима корита од 1:3 у Барачкој и 1:1 у доводном каналу до ЦС.



Слика 5: Приказ дна корита пре и после извршења преуређења

8. ЗАКЉУЧАК

МКР се базира на дискретизацији непрекидне области, тако да се вредности зависно променљивих разматрају само у низу дискретних тачака, док МКЕ на дељењу континуума на велики број елемената једноставног облика. Ова друга постиже боље поклапање граница физичког и рачунског домена кад је реч о дигитализовању дна речног корита.

Нумерички модел раванског (2Д) течења представља моћно оруђе за анализу хидродинамике речних токова. Гледајући разлику између вредности мерених на терену и резултата прорачуна, осредњена грешка је у границама од $\pm 1\text{cm}$ (поглавље 10.1.1). Добро слагање резултата у тест примеру потврђује ваљаност методологије уградјене у систем Телемак-2Д и препоручује га за коришћење у пракси.

Нумеричке симулације, обављене помоћу одговарајућег и добро калибрисаног модела, за низ одабраних почетних и граничних услова, омогућавају проверу проектних решења.

Приказани резултати добро илуструју како се ефикасно могу проверити и упоредити проектна решења (облик попречног пресека, ширина и дубина ископаног канала, бочни нагиби корита, итд.), у циљу постизања жељених хидрауличко-морфолошких ефеката уз најмање трошкове изградње.

9. ЛИТЕРАРУРА

- 1.Миодраг Б. Јовановић - Основе Нумеричког Моделирања Раванских Отворених Токова
- 2.Канадиан Хидраулик Центар (КХЦ) – Блу Кену Референс Мануал
- 3.Национал Рисерч Каунсил Канада
4. http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/solutions/advisory/blue_kennel_index.html
- 5.Телемак систем за моделирање (Аутор: Пиер Ланг) – ТЕЛЕМАК-2Д / Референс мануал
- 6.Телемак систем за моделирање (Аутор: Пиер Ланг) – ТЕЛЕМАЦ-2Д / Јузер мануал
7. <http://www.opentelemac.org/>
- 8.Саветовање СДХИ И СДХ – Доњи Милановац, Србија (Миодраг Јовановић - Нумеричка хидраулика у пројектовању регулационих градевина: напери са крилима)
- 9.КХЦ - Хидродинамички модел Ст. Клер Реке са Телемак-2Д рипорт 2. фазе
- 10.Утицај Промене Нивоа Дунава На Могућност Захватања Воде У ОКМ ХС ДТД - Др Радован Савић, Атила Бездан
- 11.Интернет Страница Јавног Привредног Предузећа “Воде Војводине” Нови Сад [хттп://www.vodevojvodine.pc/](http://www.vodevojvodine.pc/)
- 12.Доводни канал За Црпну Станицу Бездан 2 (Елаборат) – Рајић Душан, Буза Корнелију

Кратка биографија:



Бела Варга је рођен у Новом Саду 1984. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарство – Хидротехника одбранio је 2013. године.

Матија Степић рођен је у Сомбору 1964. Године. Докторирао је на Факултету техничких наука 2009. год. а од 2011. Има звање доцента. Област интересовања су хидраулика и комунална хидротехника.



ANALIZA I UNAPREĐENJE ORGANIZACIJE RADA U PREDUZEĆU AD „SREMPUT“ RUMA

ANALYSIS AND IMPROVEMENTS OF ORGANISATION IN COMPANY AD „SREMPUT“ RUMA

Jelena Rašković, Pavle Gladović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

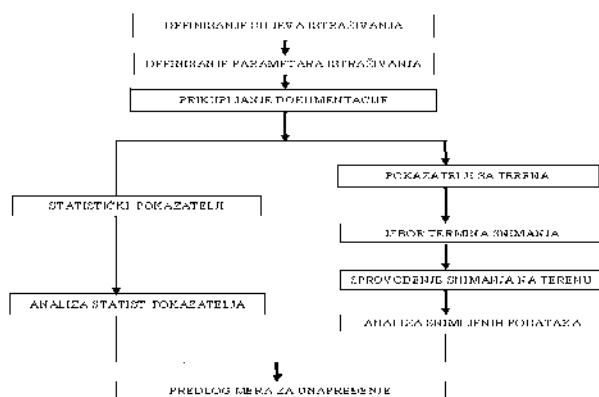
Kratak sadržaj: U ovom radu prikazana je organizaciona struktura i finansijsko poslovanje preduzeća AD „Sremput“ iz Rume, analiza transporta u periodu jedne godine i upoređivanje prednosti i mana između šlepera Rabe i kamiona Volvo, kao i predlog mera za unapređenje organizacije i tehnologije transporta.

Abstract – This paper presents organizational structure and financial performance of company AD „Sremput“ Ruma, analysis of transport for a period of one year and comparison of the advantages and disadvantages between truck Rabe and tow Volvo, and suggestions for improvement of organization and technology of transport.

Ključne reči: Transport tereta, organizaciona struktura, analiza, unapređenje, sleper Rabe, kamion Volvo.

1. UVOD

Pod transportom se uopšteno podrazumeva skup ili kompleks aktivnosti na premeštanju (prevozu) putnika i robe uz pomoć transportnih sredstava od "izvora" do "cilja" putovanja. U tom procesu, putnici i roba predstavljaju predmet rada, a transportna sredstva, sredstva rada. Transportu važna uloga u procesu proizvodnje, jer se pojavljuje kao prevoz sirovina, materijala, polufabrikata i gotovih proizvoda. Bez kvalitetnog transporta nema ni kvalitetnog životnog standarda. Metodologija izrade ovog rada zasniva se na algoritmu prikazanom na slici 1.



Slika 1. Algoritam izrade diplomskog-master rada

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Pavle Gladović, red.prof.

Osnovni cilj izrade studije jeste iznalaženje rešenja transportnog sistema koji će racionalno, funkcionalno i vremenski biti uskladeno sa prostornim društveno – ekonomskim razvojem područja.

Potrebito je izvršiti analizu dosadašnjeg razvoja i poslovanja preduzeća AD „Sremput“ Ruma i prikazati kretanje voznog parka kao i rezultate rada vozila. Na ovom primeru biće prikazana organizaciona struktura u samoj firmi, struktura zaposlenih kadrova, transportni kapaciteti kao i strukture troškova prevoza robe.

Metode po kojima je izvršeno istraživanje t.j. analiza prevoza teretnog voznog parka preduzeća AD „Sremput“ su statistički podaci pokazatelja efikasnosti i efektivnosti rada voznog parka tj. tehničko-eksploatacioni pokazatelji.

2. OSNOVNI PODACI O PREDUZEĆU

Pre Drugog svetskog rata na teritoriji sreza Sremska Mitrovica, postojala je sekcija za puteve, a od 1962. godine, osnovano je preduzeće za puteve „Srem“ sa sedištem u Rumi.

AD „Sremput“ Ruma je danas moderan kolektiv sa bogatom istorijom i tradicijom na teritoriji Srema

Delatnost preduzeća:

- Opravka i održavanje drumskih motornih vozila
- Izgradnja saobraćajnica,aerodromskih pista i sportskih terena
- Vađenje sljunka i peska
- Projektovanje građevinskih i drugih objekata
- Prevoz putnika,robe i druge usluge u drumskom saobraćaju
- Proizvodnja gotove betonske smeše
- Prostorno planiranje
- Iznajmljivanje opreme i mašina za građevinarstvo
- Uklanjanje snega i leda na autoputevima,aerodromskim pistama kao i posipanje soli i peska
- Trgovina na veliko i malo

AD „Sremput“ Ruma je vlasnik šljunkare i vrši eksploraciju prirodnog šljunka.

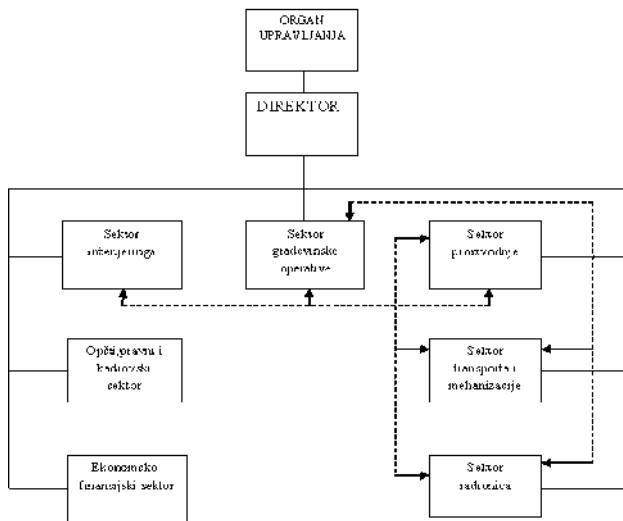
Osim održavanja puteva,AD „Sremput“ Ruma se bavi izgradnjom puteva i putnih objekata.

Od poslovnih objekata, AD „Sremput“ Ruma ima :

- Upravnu zgradu direkcije
- Industrijski kolosek
- Projektni biro

Ovo preduzeće ima dve asfaltne baze koje proizvode sve vrste asfaltnih mešavina.

Organizaciona struktura preduzeća data je na slici 2.



Slika 2. Organizaciona struktura preduzeća

Na čelu preduzeća nalazi se generalni direktor.

Kontrolu njegovog rada i poslovanja preduzeća ima organ upravljanja.

Ekonomsko-finansijski sektor se bavi poslovima vezanim za finansiranje, komercijalnim poslovima i obradom podataka.

Opšti, pravni i kadrovski sektor je zadužen za opšte, pravne i kadrovske poslove u preduzeću, a bavi se i obezbeđenjem i zaštitom na radu.

Sektor inženjeringu se bavi projektovanjem i tehničkom pripremom dokumentacije za izvođenje radova na terenu. Sektor građevinske operative se bavi izvođenjem radova na terenu koji su prethodno pripremljeni u sektoru inženjeringu.

Sektor proizvodnje se bavi proizvodnjom asfalta i betona, kao i ispitivanjem kvaliteta asfalta i betona u laboratoriji. Sektor transporta i mehanizacije se bavi organizovanjem prevoza, održavanjem vozognog parka, kao i poslovima unutrašnje kontrole bezbednosti.

Sektor radionica je zadužen za sve vrste održavanja vozognog parka. Ovde se vrši: tekuće, investiciono održavanje i nabavka rezervnih delova.

Preduzeće ima ukupno 445 radnika.

Od građevinske mehanizacije raspolaže sa 7 buldožera, 6 bagera, 5 skipova, 8 grejdera, 16 utovarivača, 5 finišera, 35 valjaka (različitih tipova), 4 unimoga, 1 "FAUN" auto dizalica nosivosti 60t, 1 glodalica, 10 kompresora, dve mašine za bojenje asfalta "HOFFMAN" H18 i H8, 4 koherice. Od vozila poseduje 58 kamiona (kiperi, tegljači...), 22 priključna vozila, 11 traktora, 6 cisterni, 26 TAM vozila (prevoz radnika i tereta), 7 kombibusa, 1 autobus i 23 putnička vozila (20 terenskih i 3 putnička). Za zimsko održavanje puteva koristi se 35 posipača soli uključujući i bazen za slanu tečnost.

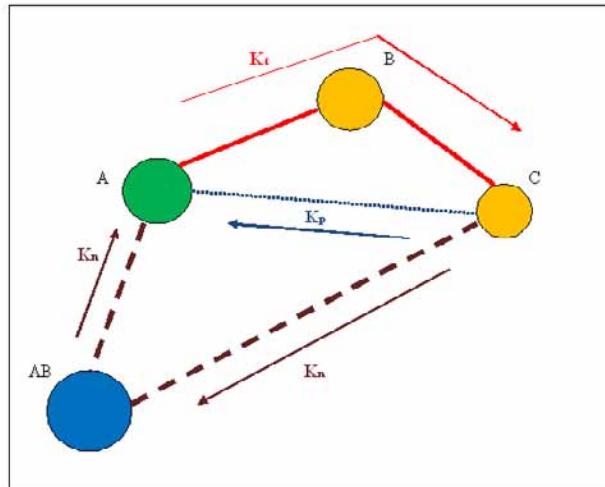
3. TRANSPORTNI PROCES I ELEMENTI TRANSPORTNOG PROCESA

Transportni proces predstavlja proces premeštanja - prevoženja robe i uključuje:

- upućivanje vozila na mesto utovara

- prijem i utovar robe
- prevoz robe
- istovar i predaju robe

Na slici 3. prikazan je prevozni put vozila:



Slika 3. Prevozni put vozila

Legenda:

- AB-autobaza
- A-mesto utovara
- B-mesto istovara
- C-mesto istovara
- Kn-nulti put
- Kt-produktivni put
- Kp-neproduktivni put

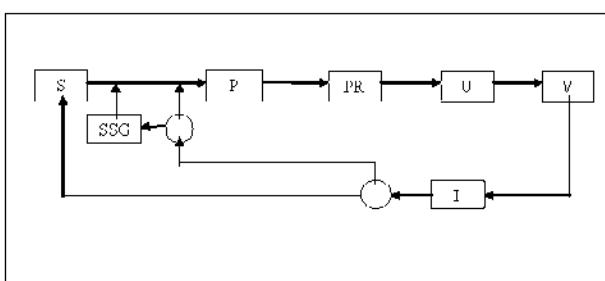
Osnovni pokazatelji predstavljaju obeležje jedinice statističkog skupa, a to su:

- Broj vožnji
- Ukupno dnevno radno vreme
- Ukupan dnevni pređeni put
- Ukupna masa prevezenog tereta
- Potrošeno gorivo

Promena jednog obeležja nužno dovodi do promene ostalih, zbog međusobne povezanosti. Pokazateli koji se još prate su časovi zastoja, časovi rada, vreme angažovanja.

4. OPERATIVNI PROCES IZVRŠENJA TRANSPORTNIH ZADATAKA

Transportni proces se odvija u više koraka i faza koje se mogu predstaviti preko odgovarajućih blok-dijagrama osnovnog procesa. Na slici 4. prikazana je šema operativnog procesa:



Slika 4. Tehnološka šema operativnog procesa

U cilju planiranja, analize i ocene efikasnosti rada vozila u drumskom saobraćaju uveden je sistem izmeritelja i koeficijenata, a to su:

- izmeritelje i koeficijente vremenskog bilansiranja rada vozila u danima i časovima
- izmeritelje i koeficijente iskorišćenja pređenog puta
- izmeritelje uslova pri izvršenju transportnih procesa
- izmeritelje iskorišćenja kapaciteta vozila i prevozne sposobnosti vozognog parka
- rezultativne izmeritelje rada vozila i vozognog parka

Analizirali su se podaci za 2011. god. i to za kamion Volvo snage 279kw, nosivosti 24.3 t i kamion tegljač Raba snage 206 kW, nosivosti 23.4 t. Pokušalo se dokazati da je isplativije posedovati i raditi sa kamionom Volvo nego sa Rabom.

Kamion Volvo je nov, a Raba stara.

Volvo poseduje modern opremu tj. računar koji prati neke pokazatelje kao npr. potrošnju goriva.

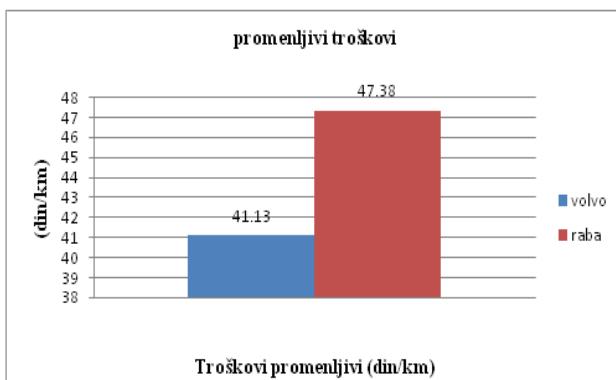
Praćenjem i upoređivanjem osnovnih pokazatelja u 2010. i 2011. god. Došlo se do zaključka da je ukupna potrošnja goriva smanjena 2011. god. u odnosu na 2010. ali i da su kamioni Volvo potrošili manje goriva u odnosu na šlepere Raba pa da je samim tim proizvodnost Volva veća od proizvodnosti Rabe kao i da su troškovi za kamion Volvo manji od troškova Rabe.

5. PRAĆENJE TROŠKOVA

Stalno praćenje troškova omogućava pravovremeno uočavanje nedostataka i njihovo uklanjanje.

Cena transporta predstavlja jedan od najvažnijih ekonomskih pokazatelja za ocenjivanje rada. Troškovi se po proizvodnom obeležju dele na:

- promenljive (varijabilne)
- stalne (fiksne)



Slika 5. Promenljivi troškovi za Volvo I Rabu

Sa slike 5. se vidi da su promenljivi troškovi za Volvo manji za 4.76 din/km od promenljivih troškova za Rabu. Procentualno to je smanjenje od 14,8 % što je još jedan dokaz teze o isplativosti zamene starih kamiona Rabe sa novim kamionima Volva.

6. MERE ZA UNAPREĐENJE RADA I POSLOVANJA AD "SREMPUT" RUMA

Prvi predlog je produženje radnog vremena iz razloga što je uočeno nedovoljno iskorišćenje radnog vremena, tj. mali broj časova provedenih u vožnji. Na ovaj način povećao bi se broj obrta, a samim tim bi se povećala i proizvodnost. Po zakonu vozači smeju da voze 8 sati, a često se dešava da voze samo 5 sati. Produžavanjem radnog vremena mogla bi se napraviti bar još jedna tura. Bolja koordinacija sektora jer je do sada ova koordinacija veoma slabo razvijena. Rukovodilac sektora transporta treba da ima stalnu koordinaciju sa rukovodiocima drugih sektora, naročito sa sektorom građevinske operative, proizvodnje i radionice. Ovi sektori su u tesnoj vezi. Cilj ove koordinacije je kvalitetnije iskorišćenje rada vozognog parka i kvalitetnije održavanje vozognog parka. Sve ovo za posledicu ima povećanje nivoa usluga i smanjenje troškova preduzeća.

Ne postoje nikakvi planovi za duži period, a trebali bi postojati i oni bi umnogome povećali produktivnost preduzeća. Svi rukovodioci sektora bi trebali predavati nedeljne i mesečne izveštaje o planovima i realizaciji ostvarenih planova i uzrocima za neostvarenje istih. Da se predaju nedeljni i mesečni izveštaji i operativni planovi o količinama materijala za gradnju i održavanje moglo bi se unapred planirati koliko treba vozila. Na taj način vozila bi bila mnogo bolje iskorištena, npr. vozila koja ne trebaju trenutno, mogla bi otići na servis i održavanje. Svakako bi se povećao nivo usluge i radnika i vozila.

Obnova vozognog parka novim vozilima je neophodna čime se smanjuju troškovi. Ovo ima niz prednosti, a jedna od njih je što se povećava proizvodnost. Ova vozila imaju kompjuter koji vodi evidenciju o potrošnji goriva. Smanjena je potrošnja. Kao i sva nova vozila uglavnom se ne kvara, te zato imaju veliki broj radnih dana i rade gotovo cele godine. Kamion Volvo se može koristiti i u zimskoj službi zimi, tako da je i to jedna od prednosti. Možda je jedino prvi par godina malo veći trošak kod redovnog servisiranja u ovlaštenom servisu zbog uslova ugovora, garancije i sl.

Kasnije se održavaju u okviru preduzeća tako da su troškovi mnogo manji. Ovi troškovi (troškovi servisiranja u ovlaštenom servisu u toku garantnog roka) se zato kompenzuju time što se vozila ne moraju interventno održavati, ne moraju se nabavljati rezervni delovi i sl. Такode vozilo dok je u kvaru ne radi svoj posao te se smanjuje dobit (mana starih vozila).

Kupovinom novih vozila povećavali bi homogenizaciju vozognog parka, a homogena vozila su jeftinija za održavanje.

Obuka kadrova za vozače kamiona nema neke posebne obuke, njihovo znanje i veština testiraju se prilikom konkursa za posao. Vozači prolaze osnovne provere npr. vožnja kamiona sa prikolicom u rikverc i sl. Veći je problem kod mašinista gde rade dosta stari vozači i trebalo bi razmišljati o postepenom uvođenju mlađih. Mladi bi se obučavali uz starije.

Ukoliko ovde bude bilo problema, recimo ako će raditi neodgovarajući radnici ceo sistem oko transporta bi trpeo. Pod tim se pre svega misli na kašnjenja.

Disciplinske mere i nagradivanje - potrebno je uvesti kažnjavanje i nagrađivanje nesavesnih i savesnih vozača u pogledu održavanja i pravilnog korišćenja poverenog mu vozila, kao i pravilnog popunjavanja putnih naloga. Potrebno je naučiti radnike kako se pravilno popunjava papirologijajer je uočeno dosta nepravilnosti koje kasnije otežavaju obradu. Protiv onih koji neće da popunjavaju papire kako treba, trebalo bi sprovesti odgovarajuće kaznene mere. Takođe vozači koji se loše ophode prema svom vozilu moraju biti sankcionisani. Prvo se naravno moraju upozoriti, zatim sledi oduzimanje vozila i davanje drugog lošijeg. Jedna od mera je i oduzimanje vozila i to bi bila neka vrsta suspenzije uz naravno odgovarajuće smanjenje plate. Takođe predlog je da se savesni i dobri vozači nagrade. Oni treba da voze najbolje kamione, a treba da postoje još neke nagrade u vidu bonusa plate i sl. Uvođenje novijeg i savremenijeg informacionog sistema - u firmi postoje određene evidencije i praćenje određenih podataka ali to treba podići na jedan viši nivo. Potrebno je napraviti baze podataka koje bi bile jednostavne, pregledne, jedinstvene za ceo vozni park. Odgovarajući softver bi vršio analizu unetih podataka i prikazivao bi sve podatke potrebne za jednu kompletну analizu. Uz ovakav softver rad bi bio mnogo lakši. Do sada su se podaci čuvali na mnogo različitih mesta pa nisu bili kompletni. Tako razbacani podaci često nisu ni upotrebljivi. Ovakav jedan softver i kompletna analiza umnogome bi doprineo podizanju nivoa usluga i smanjenje troškova preduzeća.

7. ZAKLJUČAK

U okviru ovog diplomskog-master rada, predstavljeno je preduzeće AD "Sremput" Ruma, odnosno snimljen je operativni proces izvršenja transportnih zadataka na poslovima prevoza asfalta u 2011. godini i obavljena analiza poslovanja ovog preduzeća u 2011. god. kao i snimanje i analiza elemenata transportnih zadataka u trajanju od mesec dana u mesecu julu 2012. god., nakon čega su date mere za unapređenje poslovanja ovog preduzeća. Iz analiziranih pokazatelja se može prikazati kako posluje sektor transporta u okviru preduzeća. Uspešnost i rentabilnost poslovanja u tekućem periodu možemo smatrati zadovoljavajućim. Iz analize kamiona Volvo i Raba vidi se da kamion Volvo ima veću proizvodnost, a manje troškove i ima još neke prednosti u odnosu na Rabu. Poslednjih godina krenulo se sa obnovom voznog parka. Ovaj trend bi se trebao nastaviti i samim tim to bi trebalo pozitivno da utiče na poslovanje preduzeća. Kvalifikaciona struktura zaposlenih bi mogla biti bolja.

Preduzeće bi trebalo zapošljavati visoko obrazovane kadrove koji bi "išli u korak sa vremenom" kao i samo preduzeće, koje bi trebalo takođe da prati nove tehnologije rada i razvoja i podiže ukupan nivo usluga.

Prodajom i rashodovanjem starih vozila i kupovinom novih vozila i mašina teži se homogenizaciji voznog parka koja dalje utiče na jednostavnije i jeftinije održavanje i popravku jedinica voznog parka. Na kraju rada dat je predlog mera koje bi trebalo da poboljšaju poslovanje preduzeća.

8. LITERATURA

- [1] Prof. dr Gladović Pavle, "Tehnologija drumskog saobraćaja", Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka (odsek za saobraćaj), Novi Sad, 2003. god.
- [2] Stevanović Branislav, diplomski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka (odsek za saobraćaj), Novi Sad, 2004. god.
- [3] Božović Snežana, diplomski - master rad, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka (odsek za saobraćaj), Novi Sad, 2008. god.
- [4] Sajt, www.sremput.co.rs
- [5] Sajt, www.wikipedia.org
- [6] Prof. Dr Gladović Pavle, "Zbirka rešenih zadataka iz tehnologije drumskog transporta", PC Program, Beograd, 2000. god.
- [7] Prof. Dr Inić Milan, "Bezbednost drumskog saobraćaja" Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka (odsek za saobraćaj), Novi Sad, 2001. god.
- [8] Prof. Dr Gladović Pavle, Mr Simeunović Milan, "Sistemi javnog autotransporta robe" , Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka (odsek za saobraćaj), Novi Sad, 2004. god.
- [9] Interna dokumentacija preduzeća AD "Sremput" Ruma

Kratka biografija:



Jelena Rašković rođena je u Sremskoj Mitrovici 1979. god. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti tehnologije drumskog saobraćaja, odbranila je 2013. godine.

Profesor dr Pavle Gladović je rođen u Beogradu 1951. godine. Doktorirao je na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1994. godine. Dobitnik je Oktobarske nagrade Privredne komore Beograda za najbolju magistarsku tezu u školskoj 1985./86. godini u Beogradu. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka - Saobraćajni odsek u Novom Sadu od 2000. godine u zvanju redovnog profesora za predmete: Tehnologija drumskog saobraćaja i Organizacija drumskog saobraćaja.



ПРИМЕНА АУТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМА ЗА ПРАЋЕЊЕ ПОНАШАЊА УЧЕСНИКА У САОБРАЋАЈУ

THE APPLICATION OF AUTOMATED SYSTEMS FOR MONITORING THE BEHAVIOR OF ROAD USERS

Бојан Јовановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Понашање учесника у саобраћају има највећи потенцијал за унапређење безбедности на путевима. На глобалном нивоу се чине значајни напори на разоју и примени мера које за циљ имају промену понашања појединачних учесника у саобраћају. У раду су анализирани аутоматски системи за праћење понашања учесника у саобраћају.

Abstract – Behavior of road users has the greatest potential for improving road safety. At the global level to make a considerable effort to development needs and the implementation of measures aimed at changing the behavior of individual participants. The paper analyzes the automated systems for monitoring behavior of road users.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, понашање, аутоматизовани системи.

1. УВОД

Успешно планирање, пројектовање и управљање саобраћајним системом је немогуће без знања како саобраћајно окружење утиче на понашање учесника у саобраћају и који је однос између понашања и главних квалитета саобраћајног система тј. његова безбедност, ефикасност и комфор. Одговори на ова питања памажу да се разуме шта је пожељно понашање и како се може унапредити.

Понашање појединачног учесника у саобраћају је основна јединица податка у збирци података од доле ка горе.

На пример, укупну емисију на раскрсници чине емисије о сваком возилу, што зауврват зависи од типа возила и типа регулисања раскрснице, али и од тога како је возило прошло раскрсницу, односно да ли је стало, сачекало, померило се унапред или возило без промене брзине. Појединачне интеракције могу много да кажу о функционисању раскрснице јер дају податке за израчунавање укупних параметара као што је просечан број заустављања, кашњења, радова на путу и излагања.

Прикупљање података о понашању у саобраћају није једноставан задатак. Да дје се елиминисали евидентни проблеми код примене људског фактора све више се ради на успостављању аутоматизованих система за праћење понашања учесника у саобраћају.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. ПОЈАМ ВИДЕО-АНАЛИЗЕ

Дигитално видео снимање саобраћајног окружења садржи пуно информација. Може се видети где се крећу аутомобили, а где пешаци, где се њишу гране на дрвету, где лете птице или само празан асфалт где се уопште ништа не дешава. Јудски ум нема проблема да прави разлику између информација везаних за саобраћај од свега осталог и да се концентрише на то. Међутим, де се програмира рачунар да ради то исто уопште није тривијално. Дигитални видео записи се сastoје од многих непокретних слика снимљених једна за другом, а свака од њих се сastoји од много пиксела односно малих јединица за које се претпоставља да имају исту боју и интезитет. Тако, сирови видео подаци представљају само скуп вредности које описују сваки пикセル са одређеном временском фреквенцијом. Уз такву огромну количину података, изазов је да се пронађе опис учесника у саобраћају и да се пренесу подаци који се лакше могу употребити, типа путање, брзине, величине и орјентације, итд.

Обрада дигиталног видео записа обично комбинује две врсте алгоритама-анализу структуре сваке слике и анализу промена у низу слика. Овде је врло корисно имати неко предзнање о учесницима у саобраћају. Пре свега, учесници у саобраћају се крећу, долазе на сцену, пролазе кроз њу (не нужно без заустављања), а затим је напуштају.

Уочавање оних који се не померају током веома дугог времена (нпр. паркирана возила) често није веома нужно и такви објекти се једноставно могу сматрати као део статичког окружења пута (међутим иако немају никакву интеракцију могу да утичу на начин на који други учесници у саобраћају имају интеракцију).

Упркос разноврсности у облицима возила и стално променљивих облика бициклиста и пешака и даље можемо да имамо представу о величини предмета којима се бавимо. Веома често, величина је, такође, добар показатељ типа уоченог учесника у саобраћају. Возила се најчешће јављају на путевима, а пешаци на тротоарима или пешачким прелазима. Увек се крећу по површини земље која се најчешће може апроксимирати као авион.

Постоји неколико добро познатих проблема који отежавају откривање и праћење учесника у саобраћају:

- Због промене у светлу амбијента чак и статичко окружење изгледа другачије и може да пројектује

лажно уочавање (нпр. облак који се приближава се уочава као предмет који се креће по асфалту).

- Ако се не уклоне, сенке учесника у саобраћају које следе своје путање, испада да учесници у саобраћају заузимају више простора на слици него што је заиста тако. Овим се праве грешке у проценама положаја и величине. Сенке такође могу да искомпликују одвајање појединачних учесника у саобраћају јер могу да „слепе“ неколико њих у један велики предмет

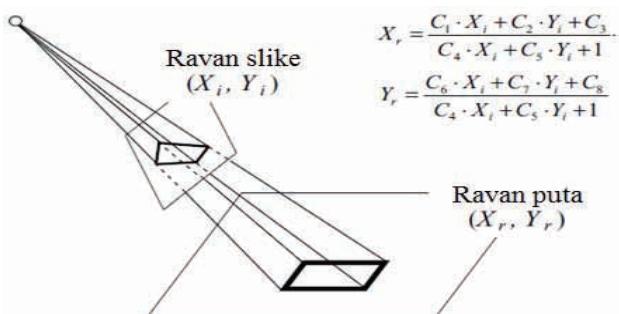
- Гледано са стране, учесници у саобраћају могу да препрече једни друге када се налазе у близини. Овим се компликује одвајање појединачних учесника у саобраћају и то доводи до могућих неуспеха у уочавању (ако се учесник у саобраћају не види због већег испред) и „замене“ индетитета учесника у саобраћају када дође до праћења после препречавања

- Коловоз се ретко може видети у густом саобраћају. Стога, модел у позадини који описује „типичну“ боју пута када нема учесника у саобраћају, постаје мање поуздан

- Слика је дводимензионална пројекција тродимензионалне стварности и неке информације које су од значаја за обнову правих облика учесника у саобраћају (да се процени њихов прави положај) недостају.

3. ПРИМЕНА ВИДЕО АНАЛИЗЕ У САОБРАЋАЈУ

Први покушаји да се користе рачунари код обраде видео записа су били полуаутоматизовани системи. На пример, немачки систем VIVATraffic (Rudolph, 1996) даје погодан интерфејс за навигацију кроз видео фајлове, кадар по кадар, а могуће је и да корисник преузме интерактивна мерења положаја и брзине учесника у саобраћају као и удаљеност између учесника у саобраћају и других предмета тако што ће „клиknuti“ на њих помоћу миша. Тачке на које се може „клиknuti“ морају бити на равни пута (нпр. тачка контакта између управљача возила и пута или положај ноге пешака), чиме се омогућава промена координата „слике“ у координате „пута“ уз помоћ веома једноставне функције трансформације (слика бр. 1).



Слика 1. Пресликавање координата слике на координате пута.

Остали полуаутоматизовани системи типа VIDARTS (van der Horst, 1990), Trajex (Andersson, 2000) и SAVA (Archer, 2005), иако су се неки од њих касније направили помоћу савременијих програмских компоненти. Главни проблем ових система је веома интензиван ручни рад који је неопходан за извлачење

података (на пример, Archer, 2005). Помиње да је потребно 10 сати да се обради 1 сат оригиналног видео снимка). Са друге стране, подаци који су прикупљени, великом су квалитета и веома су релевантни, пошто корисник ради као почетни филтер и бира само ситуације које су од интереса. Упркос недостајима, неретко се могу видети полуаутоматизовани системи који се користе чак и у релативно скорањим истраживањима (Aronsson, 2005; Räsänen, 2005).

Најједноставнији потпуно аутоматизовани системи су осмишљени за задатке као што су откривање присуства и заснивају се на концепту „виртуалне петље“ (Yung & Lai, 2001), односно, извесно ручно дефинисане области на слици се прате на промену боје/интезитета. Када возило прође ову област, изгледа сасвим другачије од нормалног изгледа пута, а ако је разлика изнад одређеног прага, уочавање се активира. Неколико таквих „петљи“ се може пратити истовремено. Ови алгоритми су релативно једноставни, брзи а може се њима управљати чак и са малог процесора који је уградијен у камеру, због чега су веома згодни као варијанта конвенционалних детектора у возилима. Међутим, поље примене је ограничено на услове где су могући положаји возила јасно дефинисани и без упитања других учесника у саобраћају што пролазе кроз исто поље, али у другом смеру.

Праћење возила се успешно изводи у простим условима у саобраћају, на пример, на аутопутевима. Ови системи користе различите приступе као што су уочавање карактеристика возила, модел возила, асоцијација података, ланци Маркова, Монте Карло симулације, модел рама од жице и упаривање одељка правца (Zhang et al., 2008; Song & Nevatia, 2007). Постоје и класична решења којима се могу пратити пешаци у окружењима уз присуство само пешака, као што су паркови и стазе за пешаке (Berclaz et al., 2006). Обрада окружења уз различите типове учесника у саобраћају је компликованија јер је неопходно и да се одреди тип сваког учесника у саобраћају. Већина система треба да буде конфигурисана за сваки тип учесника у саобраћају обично уз ручно навођење велике групе параметара неког модела жичаног оквира или оспособљавањем система на велику количину ручно класификованих примера обуке (Leibe et al., 2008; Berclaz et al., 2006). Друге методе рада код крупнијих модела, где је довољно да наведете неку приближну величину учесника у саобраћају (Song & Nevatia, 2007).

Откривање и праћење бициклиста и пешака је мало другачије од возила у томе да они немају потпуно исти облик када се крећу. Тренутно најмодерније праћење пешака користи технике као што су модел „вреће речи“ (Leibe et al., 2008; Moosmann et al., 2008). Мање посла је урађено на откривању бициклиста, а за многе приступе резултати се добијају само за тест слике које нису добијене из типичног угла надзорне камере већ из посматрања одозго (Moosmann et al., 2008; Agarwal & Triggs, 2006).

Учињени су напори да се анализирају видео снимци снимљени из возила (Corneliu & Nedevschi, 2008) или камере близу тла (Parkhurst, 2006; Xu et al., 2005), авиона (Reinartz et al., 2006; Zhao & Nevatia, 2003), инфрацрвене камере (Kirchhof & Stilla, 2006) и комплетирају видео снимке подацима из других сензора (Wender & Dietmayer, 2007).

Излазни резултати од алгоритама видео анализе у облику путање, итд. даје опис појединачног учесника у саобраћају на микронивоу, што је кључни инпут за многе апликације, типа процена безбедности и ефикасности саобраћајних система, евалуација различитих решења путева, калибрација модела понашања, итд. Међутим, пријављени покушаји коришћења видео анализе у софистицирање сврхе него за пуха бројања и откривања једноставних незгода (загушење или покрети у забрањеним подручјима или правцима) су прилично ограничени. Parkhurst, 2006, покушава да анализира облике профила брзина, на пример, разлика између учесника у саобраћају који се потпуно зауставе и оних који се не зауставе, испред знака „стоп“ на раскрсници. Atev et al., (2005) описују метод за предвиђање могућих незгода искоришћавањем путања учесника у саобраћају, који се може користити за системе благовременог упозорења на незгоду. Messelodi & Modena, 2005, предлажу обједињени индекс ризика од незгоде који се обрачунава коришћењем информација о временским и специјалним односима између појединачних учесника у саобраћају. Раније су се потврђивале технике саобраћајног конфликта помоћу полуаутоматизованих видео система (Astmussen, 1984; Grayson, 1984). Saunier & Sayed, 2007, проширују традиционални приступ бројања саобраћајних конфликтака и предлажу методу за процену вероватноће било које интеракције између учесника у саобраћају која доводи до конфликта. Zhang et al., 2007, Archer, 2005, Hoogendoorn et al., 2003., неки су од примера коришћења видео података за обрачунавање модела понашања на микронивоу, док Ervin et al., 2000, праве базу података путање возила које представљају природно окружење за вожњу и могу се користити, на пример, за процену потенцијалног утицаја нових технологија за помоћ возачу.

4. СТУДИЈЕ ПОНАШАЊА И ПРОЦЕНА БЕЗБЕДНОСТИ НА ОСНОВУ ВИДЕО ПОДАТАКА

Коришћење видео анализе да се добију подаци има многе предности у односу на друге конвенционалне инструменте. Видео снимак сам по себи је веома илустративан, а подаци који се извуку могу да покрију велики број учесника у саобраћају и разне типове ситуација.

Друге предности су просторно и временско повезивање измерених променљивих и висока временска резолуција података који пружају готово непрекидан опис кретања у саобраћају. Овим се омогућава напреднија анализа увођењем сложених показатеља (на пример, „низ вредности“, уместо показатеља „појединачне вредности“) и коришћење метода које могу искористити континуитет података.

До сада, многи конвенционални инструменти који омогућавају „једну вредност“ мерења су били супериорнији над видео анализом по питању тачности и једноставности прикупљања података (нпр. радарски пиштолј даје вредности брзине директно и не захтева посебно монтирање). Код секвенцијалних података, који се добијају видео анализом, могу се теже прикупити, али дозвољавају анализу процеса у саобраћају уместо стања у одређеним тренуцима. Мењање конвенционалних инструмената за прикупљање секвенцијалних података није увек једноставно, а у неким случајевима је и немогуће (на пример, људски посматрач има врло ограничене капацитете када је у питању узимање секвенце мерења у кратком временском периоду).

Међутим, треба опрезно увести нове показатеље. Показатеље не треба тек тако преузети јер је „сад тако лако да се прикупи“, већ се прво треба истестирасти његова исправност. Питање исправности показатеља добија веома мало пажње у публикацијама које се користе у студијама у литератури и, осим веома ретких темељно простудираних показатеља (ово се односи на озбиљне конфликте и брзине и њихов однос на број регистрованих повреда и незгода са смртним исходом), однос између показатеља и описаног квалитета се исувише често заснива на претпоставкама и здравом разуму. Постављање исправности је поприличан изазов, јер захтева велике узорке података који представљају различите локације и услове. У том смислу, видео анализа може да допринесе тако што ће бити ефикасно средство које може да прикупи исцрпан број података, чак и за студије које иначе нису изводљиве због високих трошкова прикупљања података са конвенционалним алаткама (на пример, на локацијама са ниским саобраћајним интензитетом где периоди посматрања морају да буду веома дуги).

С друге стране, приликом доношења одлуке о томе које показатеље треба користити, неопходно је да се размотре који показатељи су се користили у другим сличним студијама. До сада, појединачне студије понашања у саобраћају су ограничене на неколико локација и кратким периодима посматрања и ретко су се спроводиле на вишем нивоу. Дакле, постоји потреба да се упореде резултати или чак обједине подаци из различитих студија, што је могуће само ако су показатељи који се користе у свакој студији дефинисани и примењени на исти начин. Примена показатеља у систему видео анализе захтева веома строге и објективне дефиниције и оперативне процедуре за њихово израчунавање. Нежељено дејство овде може бити да пре него што се показатељ спроведе, поставља се питање његове исправности и стандарда и опет се о томе расправља.

Шира употреба индиректних показатеља безбедности саобраћаја је такође ограничена проблемима успостављања њихове исправности, што захтева прикупљање великих скупова података и за индиректне показатеље и незгоде. На пример, иако су много чешћи него незгоде, озбиљни саобраћајни конфликти још увек су сувише ретки да би се могли прикупљати велики узорци коришћењем људских посматрача. Иако је познато (Hydén, 1987) да је однос

између озбиљних конфликтата и повреда и незгода са смртним исходом зависи од врсте сукоба (нпр. угао приступа и врсте укључених учесника у саобраћају), није увек могуће поделити расположиве конфликтне податке, а код многих подкатегорија би број конфликтата (и незгода) у свакој групи био исувише мали. Могући начин да се продужи скуп података у незгоди је да се укључе благе повреде и незгоде где је оштећена само имовина која се обично не пријављују у званичним статистикама. Највероватније је да су и ове незгоде у узајамном односу са озбиљним сукобима, али ову хипотезу никада није било могуће тестирати јер нема доступних података о таквим незгодама. Из ове перспективе, видео анализа има велики потенцијал да допринесе провери разних показатеља безбедности, јер посматрања која се спроводе током дужег периода ће дати велики узорак мерења показатеља и стварних незгода, укључујући и мање незгоде. Цео процес развоја незгода може се проучавати и поредити са процесима где се за мало избегла незгода и са нормалним сусретима. Међутим, да би се направиле такве студије, периоди посматрања морају бити значајно проширени (редослед месеци и година у поређењу са садашњим периодима од неколико дана).

Изградња хијерархије тежине захтева дефинисање неких универзалних мера тежине. Ово није ни мало једноставно, јер ова мера треба да се одражава како на ризик од незгоде тако и на озбиљност могућих последица, и да направљени облик хијерархије буде што ближи „правом“ облику хијерархије и да буде довољно оперативан да може да се примени на све могуће врсте сусрета (са сударом или без њега, смера кретања, различитих укључених типова учесника у саобраћају, итд.).

Постоје неки наговештаји да људски посматрачи интуитивно користе неку субјективну меру озбиљности која би одговарала овим условима. Један од закључака из студије међународне калибрације техника конфликтата у саобраћају из различитих земаља (Grayson, 1984) је да „су чак и посматрачи добили упуте да користе посебне знакове као што су TTC или PET, они ће укључити и друге аспекте ситуације. Иако је одређивање размере озбиљности повезано са објективним мерама, такође укључује субјективну димензију. Овим се долази до заједничког разумевања тежине конфликта, барем кад се ради о „обученим посматрачима“. Svensson, 1992, каже да озбиљни сукоби које посматрач сврста субјективно су у бољој вези са незгодама него са конфликтима који су строго дефинисани према дефиницији Шведске технике саобраћајних конфликтата. Међутим, изазов је пронаћи објективну и оперативну меру која одговара судовима субјективне тежине и потврдити је.

Дефиниција многих предложених показатеља безбедности заснива се на концепту „истих путања и брзине“, односно, кретање учесника у саобраћају мора да се пројектује у будућности. Људски посматрач може (у већини случајева) да направи такве пројекције релативно лако, али је тешко објаснити тачно како се то ради.

5. ЗАКЉУЧАК

Аутоматизована технологија видео анализе има велики потенцијал код студија о понашању у саобраћају. Већина показатеља понашања на микронивоу се може извући из видео података. Показатељ које је тешко добити из видео снимка описују квалитете учесника у саобраћају као што је годиште, пол и радње типа неформални сигнали, контакт очима, итд. и морају да се прикупе уз помоћ других метода (нпр. људски посматрач). У поређењу са осталим конвенционалним алаткама, видео анализа дозвољава опширенје прикупљање података у односу на дужине периода посматрања и ниво детаља (нпр. непрестано описивање саобраћајног процеса, а не статичних стања у неким тренуцима). Видео анализа такође дозвољава стандардизацију студија понашања и по питању прикупљања података и анализе. Детаљан опис процеса у саобраћају доприноси бољем разумевању механизама који се налазе иза развоја нормалних и критичних ситуација (укључујући и незгоде) у саобраћају. Организацијом основних услова у саобраћају у хијерархији озбиљности се добија боља илустрација ситуације безбедности, и дозвољава нам да проучимо разлику између безбедности и осталих квалитета које оцењују учесници у саобраћају, на пример, удобност, ефикасност и покретљивост.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Archer, J. (2005). Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in microsimulation modelling: a study of urban and suburban intersections. Royal Institute of Technology, Stockholm, Department of Infrastructure.
- [2] Berclaz, J., F. Fleuret, P. Fua (2006). Robust people tracking with global trajectory optimization. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, New York, USA.
- [3] Ervin, R., C. MacAdam, J. Walker, S. Bogard, M. Hagan, A. Vayda, E. Anderson (2000). System for Assessment of the Vehicle Motion Environment (SAVME), vol. I. National Highway Traffic Safety Administration. Report No. UMTRI-2000-21-1.
- [4] Hoogendoorn, S. P., W. Daamen, P. H. L. Bovy (2003). Extracting microscopic pedestrian characteristics from video data. Transportation Research Board (TRB), 82nd annual meeting, Washington, D. C.
- [5] Svensson, Å. (1998). A method for analysing the traffic process in a safety perspective. University of Lund, Lund Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering.
- [6] Traficon (2008). Video for traffic data acquisition, automatic udes and presence detection.

Кратка биографија:



Бојан Јовановић рођен је у Зрењанину 1981. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранio је 2013. год.

ANALIZA PROSTORNO-VREMENSKE RASPODELE PUTOVANJA NA MEĐUMESNIM LINIJAMA GRAVITACIONOG PODRUČJA NOVOG SADA

ANALYSIS OF SPACE AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF TRAVEL ON INTERCITY LINES WITHIN GRAVITATIONAL AREAS OF NOVI SAD

Vesna Trivunović, Milomir Veselinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj - U radu se razmatra mogućnost povećanja saobraćajne pristupačnosti kroz integrисани систем javnog prevoza na koridoru Novi Sad-Sombor.

Abstract – In this paper the potential increase of the traffic accessibility through integrated system of public transport on Novi Sad-Sombor corridor is examined

Ključne reči: saobraćajna pristupačnost, tarifni sistem, kvalitet prevozne usluge

1. UVOD

Na prigradskim koridorima Novog Sada prigradski prevoz, međugradski prevoz i železnica deluju odvojeno, a korisnici ne mogu zbog nejedinstvenog tarifnog sistema koristiti ukupnu ponudu. Zbog toga je cilj ovog istraživanja ispitivanje mogućnosti organizovanja efikasnog, racionalnog, pouzdanog, kvalitetnog, atraktivno organizovanog sistema sa koordiniranom saobraćajnom spregom prevoznih sredstava, redova vožnji, mreža linija, tarifnih sistema linijskog transporta putnika.

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA KORIDOR NOVI SAD-SOMBOR

Za istraživanje odabran je koridor Novi Sad-Sombor i njegovo okruženje zbog dosadašnjeg procesa urbanizacije i njegovog mogućeg uticaja na ravnomeran razvoj ovog područja.

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

3.1. Pokazatelji urbanog prostora

Karakteristike stanovništva i putovanja su elementarni pokazatelji urbanog prostora preko kojih se sagledavaju interakcije sistema JPP-a i potencijalnih prevoznih zahteva. Planskim aktivnostima vrši se strateško delovanje na urbano područje čime se stvaraju preduslovi za sinhronizovano delovanje za unapređenje JPP-a. Raspored stanovništva na koridoru Novi Sad-Sombor karakteriše:

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Milomir Veselinović.

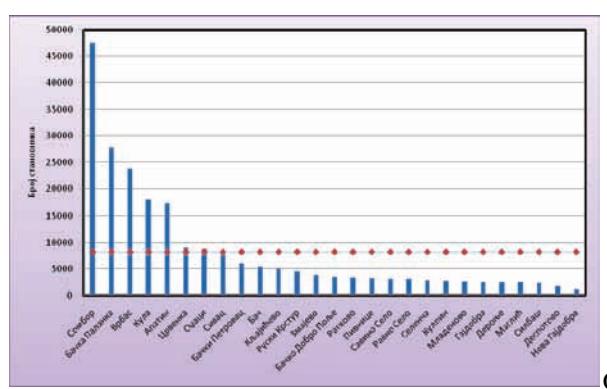
- Veći broj stanovnika duž magistralnih pravaca i mnogo manji broj stanovnika u unutrašnjosti koridora,
 - Uticaj centara gravitacije putovanja na naseljenost mesta.

Novi Sad je po broju stanovnika daleko iznad svih ostalih mesta na koridoru. Šta više, u Novom Sadu živi gotovo 50% ukupnog broja stanovnika na posmatranom koridoru.



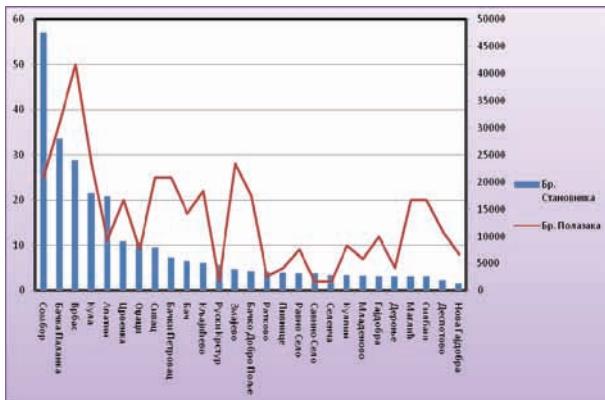
rafik 1.: Broj stanovnika Novog Sada prema broju stanovnika ostalih mesta na koridoru

Na sledećem grafiku prikazan je broj stanovnika po mestima na koridoru, izuzev Novog Sada, kako bi se video odnos broja stanovnika po mestima na koridoru.



rafik 2.: Broj stanovnika po mestima na koridoru

Na osnovu grafika na kom je prikazan broj stanovnika po mestima na koridoru dat u opadajućem redosledu, moguće je mesta svrstati u više grupa, posmatrano u odnosu na srednju vrednost broja stanovnika.

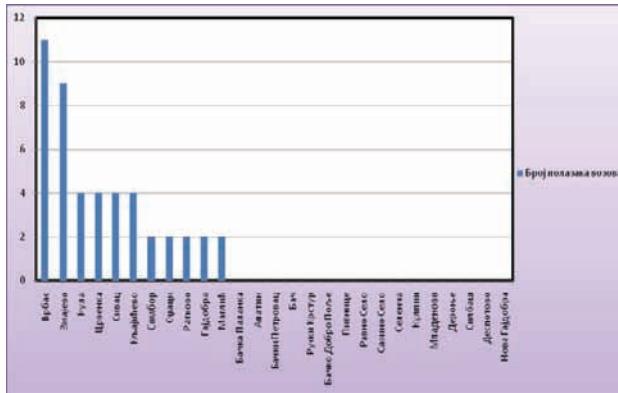


Grafik 4.: *Odnos broja stanovnika mesta na koridoru i saobraćajne pristupačnosti prema broju polazaka iz Novog Sada*

Na grafiku je prikazan broj stanovnika svih mesta na koridoru u opadajućem redosledu. Brojem polazaka vozila JPP-a prikazana je saobraćajna pristupačnost svakog mesta, za njihove stanovnike, koji mogu da koriste broj polazaka prema postojećem redu vožnje.

4. POKRIVENOST KORIDORA NOVI SAD-SOMBOR JAVNIM PREVOZOM PUTNIKA

Na posmatranom koridoru nalazi se 27 mesta i ovaj koridor predstavlja jednu od šest prirodnih celina Vojvodine, tačnije ovaj koridor je veza južnobačkog okruga i zapadnobačkog okruga. Šarolikost linija obogaćuju i dva vida prevoza koja učestvuju u prevozu putnika duž koridora.



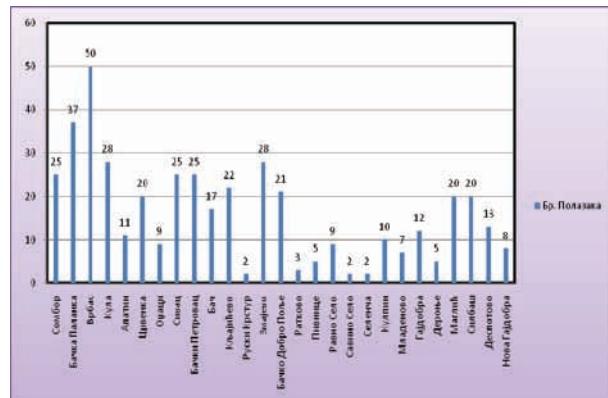
Grafik 5.: Broj polazaka vozova u toku dana po mestima na koridoru

Mrežom pruga pokriveno je u trenutnom stanju jedanaest mesta na koridoru, s tim što na delu između Odžaka i Sombora preko Stapara, Gajdobre i Bačke Palanke, Odžaka i Bača, Apatina i Sente nema putničkog saobraćaja.

Na sledećem grafiku prikazan je broj polazaka sa autobuske stanice Novi Sad ka mestima na koridoru.

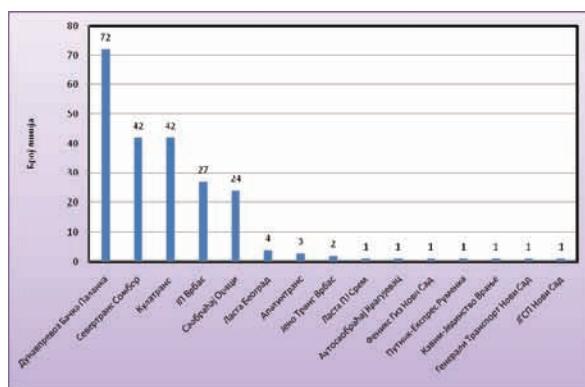
Najveći broj polazaka na koridoru imaju mesta Vrbas, Bačka Palanka, Kula, Sombor. Sličan je odnos broja stanovnika prema polascima, što je prikazano na jednom od grafika, a što nedvosmisleno pokazuje da je uticaj JPP-a na razvoj gradova i ravnomernu regionalnu urbanizaciju ogroman i da se pravilnom i kontrolisanom strategijom

razvoja JPP-a u velikoj meri može uticati na postizanje željenih ciljeva.



Grafik 6.: Broj polazaka iz Novog Sada ka mestima na koridoru

Na sledećem grafiku biće prikazan broj linija po prevoznicima koji saobraćaju na posmatranom koridoru u smeru od Novog Sada.



Grafik 7.: Broj linija po prevoznicima u smeru od Novog Sada

Sa grafika uočljivo je da najveći broj linija na posmatranom koridoru ima Dunavprevoz iz Bačke Palanke, zatim Severtrans, Kulatrans, JP Vrbas i Saobraćaj Odžaci.

Ostali prevoznici su zastupljeni sa mnogo manje linija od navedenih i većina tih linija je takvog karaktera da im je početna tačka van koridora, a krajnja unutar posmatranog koridora.

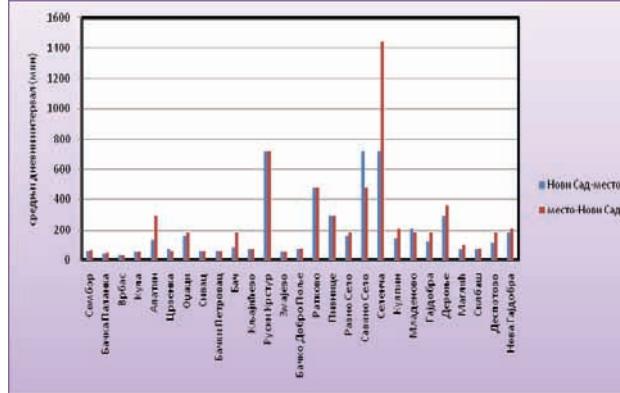
5. KVALITET TRANSPORTNOG SISTEMA

Korisnik transportnog sistema je zainteresovan za kvalitet koji doživljava u obliku transportne usluge. Time sam korisnik vrši transformaciju kvaliteta sistema u kvalitet usluge. Ova transformacija je subjektivnog karaktera, ali se ona mora tretirati kao objektivna osnova realnog ponašanja korisnika.

Najmanje srednje dnevne intervale sleđenja vozila na liniji imaju Vrbas, Bačka Palanka, Zmajevac, Kula, Bački Petrovac i Sombor.

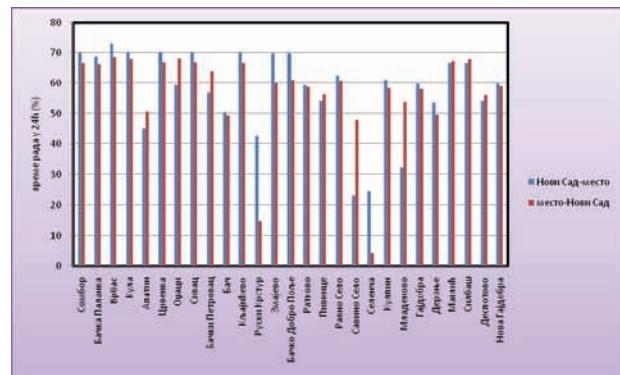
Srednji dnevni intervali sleđenja kreću se čak i do 720 minuta za Savino Selo koje ima dakle samo 2 polaska u toku dana iz Novog Sada što je poražavajuće.

Grafički prikaz intervala sleđenja u oba smera dat je na sledećem grafiku.



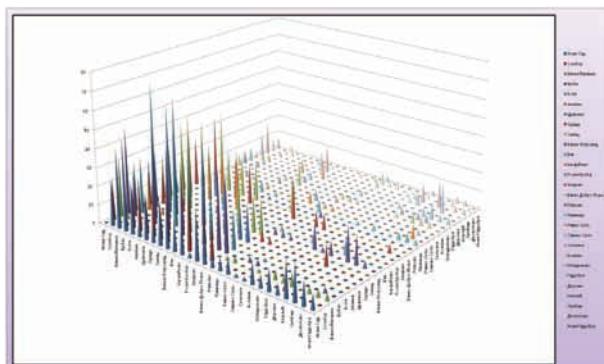
Grafik 9.: Pristupačnost u odnosu na srednji dnevni interval sleđenja vozila

Kvalitet javnog prevoza ogleda se i u njegovoj dostupnosti potencijalnim korisnicima od 0 do 24 časa. Danas je vrlo čest slučaj da vreme rada linije obuhvata neophodno vreme trajanja vezano za odlazak i povratak radnika na posao. Zbog toga se u prvom i poslednjem periodu rada linije interval određuje bez obzira na broj putnika.



Grafik 10.: Prikaz vremena opsluživanja mesta u 24h (izvor MAS)

6. ELEMENTI LINIJA I NJIHOV UTICAJ NA KVALITET PREVOZNE USLUGE



Grafik 11.: Matrični prikaz svih polazaka/dan JPP-a između mesta na posmatranom koridoru

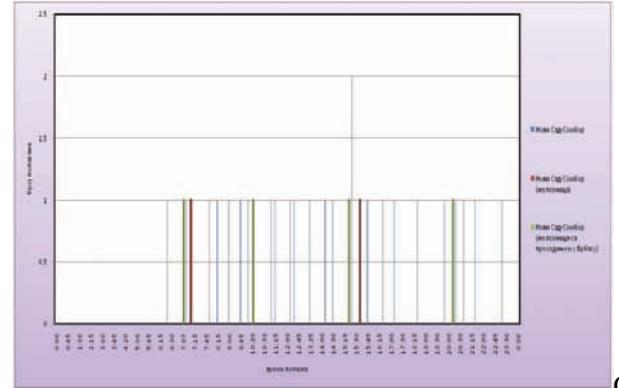
Iz priloženog grafika može se videti da pri postojećoj organizaciji sistema JPP-a imamo izražene neravnomernosti broja polazaka između mesta na koridoru.

Grafik jasno pokazuje da razvijenija mesta imaju veći broj polazaka kako iz Novog Sada, tako i između njih samih. Mesta u unutrašnjosti koridora imaju svega par polazaka iz Novog Sada, a veza između njih i drugih mesta u središtu koridora nema uopšte.

Između kvaliteta sistema javnog prevoza i kvaliteta prevozne usluge postoji uzajamna međuzavisnost koja se zahteva kroz objedinjavanje interesa korisnika, prevoznika i strategije razvoja grada odnosno celokupnog saobraćajnog sistema.

7. STANJE JAVNOG PREVOZA NA POSMATRANOM KORIDORU I NJEGOVA INTEGRACIJA U JEDINSTVEN SISTEM

Redom vožnje se, znači, usklađuju prevozni kapaciteti sa prevoznim zahtevima u prostoru i vremenu. Imajući u vidu da se merodavni prevozni zahtevi pojavljuju na određenim - najčešće opterećenim deonicama linije, to prilikom usklađivanja treba voditi računa da se polazak vozila sa terminusa podesi tako, da se obezbedi sticanje vozila na karakterističnu stanicu u tačno određeno vreme. Na sledećem grafiku biće prikazan postojeći red vožnje JPP-om i železnicom na relaciji Novi Sad-Sombor. Na ovoj relaciji saobraća i železnica, doduše sa malim brojem direktnih polazaka, a takođe postoji veza železnicom između Novog Sada i Sombora sa presedanjem u Vrbasu. Vremena dolaska u Vrbas i polaska za Sombor nisu uskladjeni, pa se čeka i do sat vremena na presedanje, što značajno utiče na smanjenje broja putnika koji bi se prevozili na ovaj način.

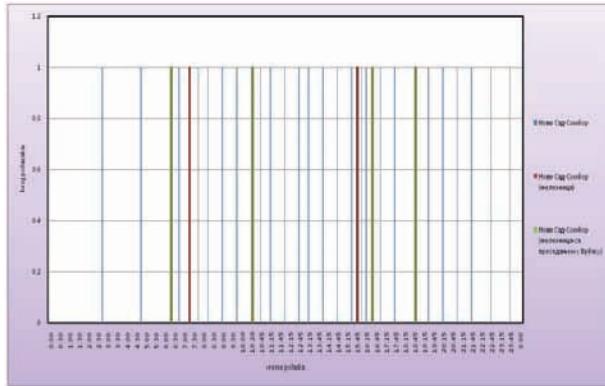


Grafik 13.: Postojeći red vožnje JPP-a i železnice na relaciji Novi Sad-Sombor

Na relaciji Novi Sad-Sombor saobraćaju dve direktnе železničke linije i četiri linije sa presedanjem u Vrbasu.

Kao što se iz priloženog grafika može videti, postojeći polasci na relaciji Novi Sad-Sombor su izmenjeni na način da intervali sleđenja vozila na liniji budu ravnomerni i da pored dnevnih postoji i par noćnih polazaka.

Na ovoj relaciji saobraća i železnica, tako što jedan voz obrće na relaciji Novi Sad-Maglić-Gajdobra-Ratkovo-Odžaci-Sombor, a drugi na relaciji Vrbas-Kula-Crvenka-Sivac-Kljajićevo-Sombor. Železnica bi na ovom koridoru mogla svojim razvojem dati izuzetan doprinos ravnomernoj urbanizaciji i razvoju područja. Umesto postojećeg načina, mogla bi se napraviti kružna linija, pa bi voz saobraćao oko celog koridora.



Grafik 14.: Izmenjeni red vožnje JPP-a i železnice na relaciji Novi Sad-Sombor

8. SAVREMENE TEHNOLOGIJE NAPLATE

Elektronski tarifni sistem

- Moćno sredstvo za automatsko upravljanje saobraćajem,
- Obezbeđuje pouzdane informacije o putovanju putnika pojedinim linijama,
- Mogućnost integracije većeg broja različitih sistema u jedinstven sistem.

9. ZAKLJUČAK

Integracija javnog prigradskog i javnog međugradskog prevoza ne košta ništa, a efekti su nemerljivi. Ono što je na nama jeste da shvatimo suštinu ovakvog pristupa i da pristupimo realizaciji i projektovanju ovakvih mera. Mere razvoja javnog gradskog prevoza treba definisati i sprovoditi iz sagledive perspektive unazad (koja će se desiti sa nama i bez nas), a nikako prema dosadašnjim trendovima, jer je to jedini način da dostignemo razvijene zemlje.

10. LITERATURA

- [1]. Doktorski rad, prof. dr. Milomir Veselinović, Beograd 1995.
- [2]. Banković R., 1994., Organizacija i tehnologija javnog gradskog putničkog prevoza, Beograd, Saobraćajni fakultet, Beograd
- [3]. Filipović, S., Sistemi javnog prevoza putnika u gradovima, Saobraćaj u gradovima 3/95, Beograd, 1995.

[4]. Studija Saobraćajnog fakulteta i Fakulteta prometnih znanosti, iz 1987. godine, pod rukovodstvom Prof. dr. Radovana Banković

[5]. Vukan R. Vučić. Javni gradski prevoz, Sistemi i tehnika, Naučna knjiga, Beograd, 1987

[6]. Jović J. Jadranka, Uticaj ponašanja korisnika na planiranje raspodele po načinu prevoza, Doktorska disertacija, Saobraćajni fakultet u Beogradu, Beograd 1992.

[7]. Bodolo, I., Istraživanje zahteva korisnika usluge prema kvalitetu u javnom prevozu, Doktorska disertacija, Novi Sad 1999.

[8]. Sistemi kvaliteta u drumskom transportu, prof. dr. Milomir Veselinović, Novi Sad 2008.

[9]. Projekat odvijanja javnog gradskog i prigradskog prevoza putnika u Novom Sadu, JP „Urbanizam“, 2004.

[10]. Studija o javnom linijskom prevozu putnika opštine Laktaši, prof. dr. Milomir Veselinović ,dipl.inž. Dario Cerovac, Novi Sad 2010.

[11]. Opštinski godišnjaci. Republički zavod za statistiku 2002.,2003.,2004.,2005.

[12]. Diplomski-master rad Andrija Cvijović 2008.

[13]. Diplomski-master rad Dario Cerovac 2008.

Internet

<http://www.eu-portal.net>

<http://www UITP.com/About/comdiv/euc/pdf/Encart-EN.pdf>

Kratka biografija:



Vesna Trivunović rođena je 1984. godine u Novom Sadu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja-Drumskog i gradskog javnog saobraćaja odbranila je 2013. godine.



ZNAČAJ SISTEMA ZA UPRAVLJANJE TRANSPORTOM U REALIZACIJI LOGISTIČKIH PROCESA

SIGNIFICANT TRANSPORTATION MANAGEMENT SYSTEMS IN REALIZATION OF LOGISTIC PROCESSES

Branko Dejanović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazan značaj sistema za upravljanje transportom u realizaciji logističkih procesa. Kroz rad je izvršena analiza trenutnog stanja po pitanju korišćenja informacionih tehnologija i sistema u auto-transportnim preduzećima u našoj zemlji. Nakon toga, opisana su dva sistema za upravljanje transportom, kroz njihov način rada i prednosti koje se postižu njihovom primenom, kako bi se uvideo njihov značaj u organizaciji transporta.

Abstract – This paper presented the significance of transportation management systems in realization of logistic processes. The paper is an analysis of present situation of information technology and systems in the transport companies in our country. Then the paper describes two systems for transport management, the way they work and the benefits to be gained from applying them in order to show their importance in the transport organization.

Ključne reči: Sistemi za upravljanje transportom, auto-transportno preduzeće (ATP), Informacioni sistem (IS), Transportni informacioni sistem (TIS).

1. UVOD

Transport putnika i robe predstavlja sastavni deo današnjeg načina života u svakom pogledu. Transport je jedan od najznačajnijih aktivatora lanaca snabdevanja, stoga je njegova optimizacija od posebnog značaja, za kvalitetno izvršenje logističkih procesa. Postojanje i dostupnost savremenih računarskih tehnologija i tehnika (hardvera i širok opseg raznih softvera), procesu planiranja i vođenja transporta daju nov nivo. Danas se pred saobraćajne inženjere postavljaju veliki zahtevi koji oni sami nisu u mogućnosti da realizuju, zbog čega je neophodno uvođenje savremenih informacionih tehnologija i sistema.

Drumski transport je najrazvijenij vid transporta u našoj zemlji. Primena savremenih informacionih tehnologija (IT) u većini naših preduzeća se svodi na korišćenje samo osnovnih IT bez kojih danas nije moguće uopšte poslovati, dok napredne IT koje se mogu koristiti kako bi se poboljšalo poslovanje auto-transportnih preduzeća (ATP), kod nas se tek sada pomalo primenjuju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. Dragan Simić.

Srazmerno mogućnostima korišćenja određenih IT i IS, neki se iskorišćavaju u potpunosti, a neki od njih delimično. Upotreba savremenih sistema za upravljanje transportom (eng. *Transport Management Systems-TMS*), danas postaje neminovna, mada se u našoj zemlji kompletni i efikasni transportni informacioni sistemi tek ponegde primenjuju. Čemu sve doprinose ovi sistemi, na koji način i kakve funkcije obavljaju predstavlja glavni predmet ovog istraživanja.

Upotreba TMS-a u mnogome doprinosi uspešnijem poslovanju auto-transportnih preduzeća. Pomoću ovih sistema se optimizuju transportni procesi, poboljšava kvalitet transportne usluge, a time i povećava profit ATP-a. Kakav je rezultat rada ovih sistema i koliko oni mogu stvarno da doprinesu poslovanju ATP-a, predstavlja osnovni cilj ovog istraživanja.

2. SISTEMI, TEHNOLOGIJE I SERVISI KOJI SE KORISTE U UPRAVLJANJU TRANSPORTOM

Sistem za upravljanje transportom predstavlja deo upravljanja lancem snabdevanja koji je vezan za operacije prevoza. TMS u suštini obuhvata realizacije transporta u okviru procesa nabavke i distribucije, a njegovi moduli uglavnom su tu da pruže različita rešenja rutiranja i da odaberu najbolja u zavisnosti od potreba. Pored rutiranja u osnovi generiše elektronske tendere za prevoznike, prati proces samog prevoza, vrši reviziju prevoza i učestvuje u procesima naplate. Bez obzira na odabrano TMS rešenje, ovi sistemi pomažu kompanijama da efikasno i efektivno upravljaju transportom, pogotovo transportom tereta i u okviru intermodalnog transporta [2].

Savremene informacione tehnologije su tokom poslednje dekade transportnom sistemu ponudile veliki broj rešenja koja su podržavala ideju o dinamičkom informisanju i upravljanju saobraćajem u realnom vremenu. Kombinacijom tih tehnologija konstruisan je veliki broj informacionih sistema koji su upotrebljeni u svrhe transporta.

Osnovni cilj informacionih sistema je sakupljanje, čuvanje, snimanje, obrada i prenošenje informacija. IS mogu u velikoj meri da pomognu upravljanje transportom, i to pomoću novih telekomunikacionih sistema (GSM, SMS, GPRS i dr.), satelitskih sistema (GPS, GLONASS, GALILEO i dr.) i savremenih upravljačkih softvera (GIS, VISSIM, TranspotMenager i dr.) [1].

Kako bi što bolje plasirali svoje prozvode, mnogi proizvođači teretnih vozila nude svije informacione sisteme, kao npr., Volvo (Dynafleet),

Mercedes-Benz (FleetBoard) i drugi. Ovi transportni informacioni sistemi su veoma kvalitetni i omogućuju snabdevanje velikim brojem podataka relevantnih za kvalitetno upravljanje transportom.

3. UPOTREBA INFORMACIONIH SISTEMA U NAŠOJ ZEMLJI PRI REALIZACIJI TRANSPORTA

ATP-i u Srbiji, u cilju lakšeg, bržeg, kvalitetnijeg i uspešnijeg poslovanja, uveliko koriste neke od informacionih sistema. Informacione sisteme koriste za međusobnu komunikaciju na relaciji transportni proces-vozač-vozilo-put-okolina, takođe za komunikaciju i razmenu informacija sa poslovnim partnerima, kao i za vođenje evidencije o vozilima, vozačima, i transportnim procesima, zatim sa izradu analiza i td.

Nakon analize upotrebe IS u nekoliko naših ATP-a, dobijena je sledeća klasifikacija IS:

- IS komunikacije: mobilna telefonija, fiksna telefonija + fax, internet sajt + email (elektronska pošta), Skype i ICQ.
- IS elektronskih berzi tereta: Transporeon, Transwide, TimoCom.
- IS elektronske špedicije: TIR-EPD (IRU- elektronska najava špedicije).
- IS evidentiranja naturalnih i finansijskih podataka: TransportManager.
 - IS računovodstva i finansija: Profit soft.
- IS kontrole rada vozila i vozača: Elektronski tahograf, Manuelno merenje prosečne potrošnje goriva.
 - IS praćenja kretanja vozila: Certus Autotracks.
- IS navigacije, vođenja vozila: Navigacioni uređaji koji koriste vozači u vozilima (individualni uređaji vozača, nisu u vlasništvu firme).
 - IS određivanja rute: Microsoft AutoRuter.

3.1. Pregled uspešnosti korišćenih informacionih sistema u ATP-u Srbiji

Komunikacioni IS koji se koriste u našim preduzećima na zadovoljavajućem nivou obezbeđuju potrebe za kontaktiranjem, kako između radnika preduzeća, tako i veza sa klijentima.

Primenjeni sistemi Internet berzi tereta kao što su TRANSPOREON, TIMOCOM, TRANSWIDE, su trenutno vodeći sistemi ovakvog tipa u Evropi, i oni oglašavaju ponudu tereta za prevoz za najozbiljniju evropsku proizvodnu preduzeća.

Sistemi evidentiranja finansijskih i materijalnih resursa, uglavnom raspolažu sa statičkim informacijama, tačnije zavise od unosa podataka u sistem od strane dispečera, što ih i ne čini baš najpogodnjim za kvalitetno poslovanje. Sistemi rutiranja, praćenja i vođenja vozila (navigacije), funkcionišu nezavisno i odvojeno što baš i nije dobro za kvalitetnu organizaciju transpora.

Sistemi za kontrolu rada vozača, elektronski tahograf i manuelno merenje potrošnje goriva, daju određene informacije vezane za kontrolu rada, ali pomoću njih nije moguće uvid u vreme rada i potrošnju goriva svakog trenutka nego tek po završetku transportnog zadatka.

3.2. Kritična mesta u radu preduzeća, mogućnost poboljšanja stanja uvođenjem sistema za upravljanje transportom

Kroz obavljenih par istraživačkih razgovora u nekoliko naših ATP-a, došlo se do zaključka, da postoji nekoliko karakterističnih oblasti rada preduzeća u kojima se može delovati kako bi se došlo do poboljšanja.

Poleđ u kome trenutno ima najviše problema u radu većine ATP-a u Srbiji, a koje je u domenu sistema informisanja, je kontrola rada vozača. Veoma često dolazi do sukoba između vozača i dispečera (ili menadžera prevoza). Najistaknutiji problem su:

- Prekomerna potrošnja goriva, predstavlja jedan od najvećih problema.
- Nepoštovanje vremena vožnje i vremena odmora.
- Loša vožnja kojom se ubrzano skraćuje vek trajanja vozila.

Predhodno navedeni problemi vezani za kontrolu rada vozila i vozača, pripadaju polju u kojem savremeni informacioni sistemi mogu da odigraju ozbiljnu ulogu u rešavanju istog problema. Stoga će se u nastavku rada dati predlozi mera za rešavanje ovog problema.

4. UNAPREĐENJE RADA TRANSPORTNIH PREDUZEĆA PRIMENOM SISTEMA ZA UPRAVLJANJE TRANSPORTOM

Nakon kraćeg istraživanja, identifikovani su različiti informacioni sistemi koji u velikoj meri mogu da reše predhodno navedeni problem. Tu je reč o TMS-ima, koji su proizvod veliki kompanija, koje proizvode drumska transportna vozila. Neki od tih sistema su FleetBoard kompanije Daimler-Mercedes Benz, Dynafleet kompanije Volvo, MAN Support TeleMatics kompanije MAN, ScanTelematics kompanije Skania i dr. Kako i na koji način ovi sistemi mogu pomoći predhodno navedenom problemu, prikazće se kroz rad sistema FleetBoard kompanije Daimler-Mercedes Benz i Dynafleet kompanije Volvo.

4.1. Sistem za upravljanje transportom "FleetBoard"

FleetBoard predstavlja proizvod kompanije Daimler FleetBoard, koji se koristi u svrhe upravljanja transportom.

FleetBoard pomaže u efikasnom razmeštanju voznog parka, i tako omogućava veće konkurenčne prednosti u sektoru logistike. Oblasti u kojima FleetBoard telematski sistem najviše deluje su: automatizacija procesa transporta, smanjenje potrošnje goriva i troškova održavanja, smanjenje emisije CO₂, i u oblasti regulisanja radnog vremena vozača [3].

Na osnovu oblasti u kojima deluje razvijena su i tri osnovna paketa usluga i jedan paket specijalne namene (za vozila hladnjace):

- FleetBoard upravljanje vozilima (eng. Vehicle Management).
- FleetBoard logistički menadžment (eng. Logistics Management).
- FleetBoard vremenski menadžment (eng. Time Management).

FleetBoard temperaturni menadžment (eng. Temperature Management) – za vozila hladnjace.

Servis FleetBoard upravljanje vozilima, vrši analizu i ocenu stila vožnje, kao i analizu snimljenih podataka za celu flotu. Sistem beleži podatke kao što su ukupan predeni put, broj i intezitet kočenja i ubrzanja, zaustavljanja i beleži prosečnu potrošnju goriva. Obradom ovih podataka sistem upozorava vozača na stil vožnje i daje mu preporuke, čime ga dodatno podstiče da izvršava kvalitetno transportni zadatak.

FleetBoard servis logističkog menadžmenta omogućava lakše obavljanje poslova transportnih menadžera i dispečera. Ovaj deo sistema omogućava fleksibilno planiranje porudžbine. Informacije se mogu slati u bilo koje doba, kako vozaču tako i na druge sisteme (npr. skladišne informacione sisteme) gde mogu biti od značaja (za planiranje skladištenja, za sastavljanje faktura, predračuna i sl.).

Servis FleetBoard vremenski menadžment vodi evidenciju o vremenu vožnje i odmora vozača. Uzimajući u obzir složenost logističkih procesa, i teškoće njegovog planiranja velikim delom zbog ograničenog vremena vožnje i vremena odmora, FleetBoard sistem omogućuje planiranje uposlenja vozača u zavisnosti od njihovog iskorišćenog vremena vožnje i odmora tokom dana, nedelje ili dvonедeljnog perioda.

FleetBoard temperaturni menadžment je specijalno namenjen vozilima u čijim tovarnim prostorima mora biti kontrolisana temperatura. Pomoću FleetBoard opreme za prenos podataka o temperaturi unutar tovarnog prostora, može se konstantno kontrolisati vrednost temperature i alarmirati ukoliko dođe do nepredviđenih odstupanja.

Kako bih ovaj sistem što bolje funkcionisao, on je projektovan po SOAP (*Simple Object Access Protocol*) protokolima, što mu dozvoljava jednostavnu integraciju sa velikim brojem informacionih sistema koje koriste transportna preduzeća, skladišta (distributeri) i drugi učesnici logističkih procesa koji koriste savremene informacione i komunikacione tehnologije u logističkim procesima, odnosno e-logistiku [3].

4.2. Sistem za upravljanje transportom "Dynafleet"

Dynafleet sistem za upravljanje transportom je razvijen sa ciljem da koordinatore voznih parkova i menadžere prevoza podmiri tačnim i ažurnim informacijama o njihovim transportnim procesima, uvek kada im zatrebaju [4].

Rešavanje problema vezanih za nedostatak informacija, komunikaciju i planiranje transporta, sistem Dynafleet obavlja kroz svoje četiri usluge ili servisa:

- Gorivo i životna sredina (smanjenje troškova goriva).
- Vreme vožnje (maksimalno iskorišćenje radnih sati).
- Pozicioniranje (kontrola nad vozilima i isporukama).
- Razmena podataka (jednostavna, bezbedna i ekonomična komunikacija).

Usluga za gorivo i životnu sredinu omogućava precizno praćenje učinka kamiona i vozača. Za samo nekoliko sekundi moguće je da generisati izveštaje na osnovu ogromnog broja parametara i pomoću njih znati zašto neki vozač troši više goriva od drugog vozeći isti kamion. Ovaj

servis predstavlja potencijal za značjnu uštedu u transportnim troškovima.

Servis "vreme vožnje" pomaže kod planiranja iskorišćenja dostupnih radnih sati vozača. Lako se može videti koji vozač je najpogodniji za novi zadatak, koji treba da se odmori ili možda da prekine s radom.

Servis "Pozicioniranje" uz pomoć detaljnih mapa koje omogućava GoogleMaps pomaže kontrolu nad upravljanjem vozačima i njihovim vozilima. Podaci o vozaču i vozilu mogu se prezentirani direktno na mapi, kao neposredne informacije o isporuci.

Servis razmene poruka omogućava održavanje bezbedne, brze i ekonomične komunikacije. Pomoću ovog servisa i osoblje u sedištu firme i vozač uvek imaju najsvežije informacije, a samim tim, jednostavno se izbegavaju "skupi" nesporazumi.

4.3. Rezultati koji se mogu postići primenom

FleetBoard i Dynafleet sistema upravljanja transportom i njihovo poređenje

Kako bi se uvidelo zbog čega je značajna primena sistema za upravljanje transportom, neophodno je prikazati potencijalnu dobit koja se ostvaruje njuhovom upotrebotom. Na uzorku jedne transportne kompanije izvršeno je analiziranje potencijalne uštede na troškovima, primenom Fleetboard/Dynafleet sistema za upravljanje transportom. Osnovni podaci o uzorku su sledeći:

- Broj vozila u kompaniji: 80 kamiona + 80 prikolica
- Godišnji broj pređenih kilometara po vozilu: 150000
- Broj radnih dana u godini: 250
- Period posmatranja rada FleetBoard sistema u mesecima: 12.

Kako bi se došlo do rezultata rada predhodno navedenih sistema korišćeni su kalkulatori efikasnosti. Kalkulator efikasnosti FleetBoard sistema vrši proračun uštede koji je u njemu isprogramiran od strane inženjera FleetBoard kompanije, a na osnovu iskustvenih podataka koji su dobijeni praćenjem rada sistema. Nakon obrade podataka dobijeni su rezultati predstavljeni u tabeli 1.

Tabela 1. Potencijalni rezultati rada FleetBoard sistema za navedeni uzorak

FleetBoard servisi	Ušteda (€/god)	Redukcija CO ₂ (kg/god)
FleetBoard upravljanje vozilima	630 000	2 000 000
FleetBoard logistički menadžment	200 000	-
FleetBoard vremenski menadžment	20 000	-
UKUPNO	850 000	2 000 000

Za potrebe uvida u rezultate rada Dynafleet sistema korišćen je Dynafleet kalkulator efikasnosti. Ovaj Kalkulator projektovali su inženjeri kompanije Volvo Trucks i uštede koje on izračunava zasnivaju se na stečenim iskustvima pri praćenjima rada ovog sistema.

Rezultati koji se mogu ostvariti primenom Dynafleet sistema za upravljanje transportom dati su u tabeli 2.

Tabela 2. Potencijalni rezultati rada Dynafleet sistema za navedeni uzorak

	Ušteda (€)	Redukcija CO ₂ (kg)
Rezultati rada Dynafleet sistema	900 000	2 000 000

Ono što je karakteristično i za jedan i za drugi sistem je da dovode do redukcije emisije CO₂, koja je prouzrokovana smanjenjem potrošnje goriva. Potrebno je naglasiti, da bi se predhodni rezultati postigli, neophodan je efikasan i savestan rad svih učesnika u transportnom procesu (vozača, dispečera, menadžera i dr.)

Ono što se može zaključiti, kada se pogledaju rezultati rada, jeste da Dynafleet sistem ostvari uštedu malo veću od Fleetboard sistema (oko 5% od ukupne uštede). U pogledu redukcije CO₂ i jedan i drugi sistem su dali jednakе rezultate. Suština je da oba sistema ostvaruju veliku uštedu za transportnu kompaniju odnosno doprinose povećanju profita, dok su razlike između ova dva telematska sistema male.

5. ZAKLJUČAK

Saobraćaj i transport su danas nezamislivi bez primene savremenih informacionih sistema. Iz dana u dan se stvaraju novi IS koji transportu daju novi nivo, koji doprinosi povećanju efikasnosti i efektivnosti transportnih proces, a time i povećanja konkurentnosti na transportnom tržištu.

Primena Savremenih Informacionih Sistema za svrhe transporta, može u mnogome da poveća profit ATP-u, a samim ti da pospeši i njegov dalji razvoj.

Proizvodači IS FleetBoard i Dynafleet su pratili rad ovih IS na konkretnim primerima, odnosno u transportnim preduzećima, pri čemu je utvrđeno da oni donose uštedu u nekim slučajevima i do 12%, što je u velikim transportnim kompanijama sa velikim brojem vozila koja rade ozbiljna ušteda.

Najveće uštede se ostvaruju na troškovima goriva, i one za vrlo kratak period dostižu nivo od 7%. Smanjenjem potrošnje goriva redukuje se i emisija CO₂ koju proizvode komercijalna vozila, a time se doprinosu očuvanju životne sredine, što je veoma bitno za održivi razvoj. Nema sumnje da ovakvi sistemi, veoma pozitivno utiču na efikasnost transportne usluge, a time i na kvalitetniju realizaciju logističkih procesa.

6. LITERATURA

- [1] Pavle Gladović, „Savremene informacione tehnologije u drumskom saobraćaju“ Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Transportation management system>
- [3] www.fleetboard.uk
- [4] <http://www.volvo-trucks.com/trucks/seria-montenegro-market/sr-sc/services/dynafleet/Pages/Default.aspx>
www.transwide.com

Kratka biografija:



Branko Dejanović rođen je u Loznici 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Saobraćaj i transport odbranio je 2013.god.



ПРИМЕНА TOPSIS МЕТОДЕ ЗА КРЕИРАЊЕ КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

APPLICATION OF TOPSIS METHOD TO CREATING A COMPOSITE INDEX OF TRAFFIC SAFETY

Томислав Недељковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област- САОБРАЋАЈ

Кратак садржај-У овом раду испитана је TOPSIS (Техника рангирања на основу сличности идеалном решењу) метода, као једна од познатих класичних техника вишекритеријумског одлучивања, којом се комбинују индивидуални SPI индикатори у један јединствен индекс за групу европских земаља.

Abstract-In this study, the TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) method, as one of the well known classical multi-criteria decision making techniques, is investigated in combining individual SPIs into an overall index for a set of European countries.

Кључнеречи: Безбедност саобраћаја, композитни индекс, TOPSIS.

1. УВОД

Економски и структурални развој данашњег друштва у великој мери заснован је на успешном унапређењу транспорта. Убрзавањем комуникација и превоза робе и људи, транспортни системи су постали кључне компоненте савремености, уносећи новине у савременим економским и друштвеним односима. Међутим, увођење нових технологија имало је своју цену: загађење животне средине, стресни живот у градовима и погоршање квалитета ваздуха - све је то директно везано за савремене транспортне системе. Превоз се пре свега све више повезује са појачаним негативним утицајем по безбедност, што је осим изгубљеног времена и материјалне штете, важно и са аспекта изгубљених људских живота и претрпљених озбиљних повреда.

Предмет рада су методе одлучивања у безбедности саобраћаја. Основни циљ рада је да се испита изводљивост примене вишекритеријумског оквира за конструисање композитног индекса у контексту безбедности друмског саобраћаја. Примењена је TOPSIS метода, као једна од познатих класичних метода вишекритеријумског одлучивања и као алтернативни начин за креирање композитног индекса безбедности друмског саобраћаја на основу одређеног броја идикатора безбедносних карактеристика који представљају најважније области ризика на путевима.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. ДЕФИНИСАЊЕ ПРОБЛЕМА

У Европској Унији (ЕУ), 88% укупног превоза путника одвија се на путевима, али у том модалитету превоза долази до 100 пута више погибија него у свим осталим модалитетима превоза заједно (FERSI/ECTRI, 2009). Током 2008. године од последица незгода на путевима погинуло је око 39.000 лица. Незгоде са фаталним исходом на милион становника кретале су се од 40 у неким земљама до преко 140 у другим, а на нивоу целе ЕУ та бројка износи око 80 (ETSC, 2009). Осим тога, број озбиљно повређених у ЕУ за 2007. годину износио је преко 240.000 (CARE, 2008). Процењује се да годишња цена повреда из незгода у друмском саобраћају у земљама чланицама ЕУ премашује 180 милијарди евра, што износи око 2% БДП ЕУ (WHO, 2004).

Постоји опасност од губитка замаха у остварењу превенције даљих незгода са последицама погибија и инвалидитета, тако да је потребан нови подстицај. У том циљу, 2009. године је састављен један нови Европски акциони програм за период од 2010. до 2020. и предложени су нови циљеви и мере за период после 2010. ETSC предлаже заједнички циљ од 40% смањења броја погинулих, уз додатни циљ трајног смањења броја повређених у свакој од земаља чланица за 40% (ETSC, 2010). Међутим, питање је у целини много сложеније, а потреба за истраживањима и интервенцијама у области безбедности на путевима представља велики притисак, како за ЕУ, тако и за њене земље чланице.

3. TOPSIS МЕТОДА АНАЛИЗЕ

Као једна од класичних MCDM метода, Хванг и Јун су 1981. године прво развили TOPSIS методу у циљу проналажења најбољег од свих изводљивих решења. TOPSIS метода је заснована на принципу да одабрана алтернатива треба да буде што ближе позитивно-идеалном решењу (PIS), а што даље негативно-идеалном решењу (NIS), при чему је PIS формиран као композит најбољих карактеристика испољених у матрици одлучивања од стране било које алтернативе за сваки од критеријума, док NIS представља композит најгорих карактеристика. Током протеклих деценија, развијене су бројне апликације и побољшања TOPSIS методе, а изводљивост ове методе је проверена у решавању проблема вишекритеријумског одлучивања (Lai et al., 1994; Abo-Sinna and Amer, 2005; Jahanshahloo et al., 2006).

У овом поглављу описан је начин на који се TOPSIS метода може применити за креирање композитног индекса безбедносних карактеристика друмског саобраћаја који се састоји од шест SPI индикатора (тј. индикатора за сваку област ризика, на исти начин као код Херманса (2009)).

3.1. Основна процедура TOPSIS методе

Од ефикасности примене основне процедуре TOPSIS методе зависи ниво квалитета коначног резултата одлучивања.

Основна процедура TOPSIS методе описује се са следећих седам корака (Triantaphyllou, 2000):

Корак 1- Идентификовање матрице одлучивања
Да би се добиле карактеристике једног скупа алтернатива за дати скуп критеријума, конструисана је матрица ослучивања \mathbf{D} , димензија $m \times n$, која се састоји од а) алтернатива $A_i (i=1, 2, \dots, m)$, б) критеријума $C_j (j=1, 2, \dots, n)$, и ц) мерила ефикасности $x_{ij} (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$ алтернатива у односу на критеријуме. Уз информације из матрице одлучивања и методе одлучивања, задатак особе која одлучује јесте да пронађе најбољу алтернативу или да рангира цео сет алтернатива.

Корак 2- Нормализовање матрице одлучивања

У овом кораку потребно је све елементе матрице одлучивања нормализовати на исту јединицу мере, како би се сви могући критеријуми у проблему одлучивања могли размотрити истовремено. У овом раду, конверзија матрице одлучивања у бездимензиону матрицу (\mathbf{D}') извршена је помоћу линеарне трансформације, на следећи начин:

$$r_{ij} = \begin{cases} x_{ij} / x_j^*, & \forall j, x_j \text{ је критеријум који} \\ & \text{користи} \\ x_j^- / x_{ij}, & \forall j, x_j \text{ је критеријум који} \end{cases} \quad (1)$$

где r_{ij} представља нормализоване вредности, x_i^* и x_j^- су максималне, односно минималне вредности колона у матрици одлучивања. Применом једначине 1, матрица одлучивања може се написати на следећи начин:

$$\mathbf{D}' = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1j} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ r_{i1} & \cdots & r_{ij} & \cdots & r_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mj} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Корак 3 -Израчунавање тежинске нормализоване матрице одлучивања

Тежинска нормализована матрица одлучивања сада се може добити множењем нормализоване матрице одлучивања \mathbf{D}' тежинским вектором W . Одавде, елементи тежинске нормализоване матрице V_{ij} се могу изразити на следећи начин:

$$v_{ij} = r_{ij} w_j, \forall j, j \quad (3)$$

При томе је кључно одредити тежински вектор W , или релативну важност сваког од критеријума, а за то постоји више метода. Методе се, наравно, могу класификовати било као субјективне, било као објективне.

Корак 4 - Идентификовање позитивно-идеалног A^* и негативно-идеалног A^- решења.

PIS и NIS су дефинисани на следећи начин:

$$A^* = [v_1^*, \dots, v_n^*] \quad (4)$$

$$A^- = [v_1^-, \dots, v_n^-] \quad (5)$$

где су $v_j^* = \max_i v_{ij}$ и $v_j^- = \min_i v_{ij}$.

Корак 5 -Добијање мерила сепарације S_i^* и S_i^- .

У класичном случају, мерила сепарације су дефинисана на следећи начин:

$$S_i^* = \sum_{j=1}^n D_{ij}^*, \quad i = 1, \dots, n \quad (6)$$

$$S_i^- = \sum_{j=1}^n D_{ij}^-, \quad i = 1, \dots, n \quad (7)$$

где је разлика у Еуклидовој удаљености D_{ij}^* и D_{ij}^- дата као:

$$D_{ij}^* = |v_{ij} - v_j^*| \quad (8)$$

$$D_{ij}^- = |v_{ij} - v_j^-| \quad (9)$$

Корак 6 -Израчунавање релативне близине идеалној вредности

Индекс релативне близине користи се за комбиновање индекса S_i^* и S_i^- , који су израчунати у кораку 4:

$$C_i = S_i^* / (S_i^* + S_i^-) \quad (10)$$

Корак 7-Одређивање приоритета алтернатива

У складу са вредношћу композитног индекса C_i , скуп алтернатива могуће је рангирати од најпожељнијих до најмање пожељних производњивих решења. C_i такође можемо назвати јединственим или композитним скором карактеристика алтернативе A_i .

3.2. Одређивање тежине критеријума

Тежина критеријума одражава његову релативну важност за одлуку, а узима се да је позитивна. Процена тежине критеријума може да буде:

1. Објективним методама где се тежине често одређују помоћу математичких модела који су засновани на објективним информацијама (тј. матрици одлучивања). Оне укључују анализу главних компоненти (Nardo et al., 2005), факторску анализу

(Nardo et al., 2005), методу ентропије (Hwang et al., 1981) и вишеструки објективни модел програмирања (Choo et al., 1985), итд.

2. Субјективним методама где се тежине бирају на основу информација о карактеристикама критеријума које дају они који одлучују. Мада интуиција или субјективност стручњака отежавају процену поузданости резултата, искуство и знање стручњака омогућује сакупљање највреднијих информација и критеријумима који се упоређују. Када о датом проблему одлучује неколико особа, ради се о апликацији групног одлучивања.

У раду се примењује геометријска метода са циљем комбиновања појединачних тежина датих од стране групе доносилаца одлуке у једну јединствену, колективну тежину за сваки индикатор. Геометријска средина добија се помоћу следеће формуле:

$$\text{Геометријска средина} = \sqrt[n]{(w_1 \times w_2 \times \dots \times w_n)} \quad (11)$$

где w_1 представља тежине додељене сваком критеријуму од стране разних доносиоца одлуке.

3.3. Креирање композитног индекса безбедносних карактеристика друмског саобраћаја помоћу TOPSIS методе

Као једна од познатих MSDM метода, TOPSIS метода је у овом делу рада примењена за креирање композитног индекса безбедносних карактеристика друмског саобраћаја путем комбиновања шест појединачних SPI индикатора (по једног из сваке области ризика). Да би се уклониле разлике у величинама и јединицама мере, вредности идикатора треба нормализовати. Том приликом треба направити разлику између критеријума користи, чије веће вредности указују на мањи ризик и критеријума трошкова, чије ниже вредности указују мањи ризик. Надаље, на основу тежина (релативне важности сваког индикатора) додељених од стране осам стручњака из области безбедности друмског саобраћаја из седам европских земаља (узето је да је важност сваког стручњака истоветна), примењена је метода геометријске средине са циљем комбиновања појединачних тежина датих од стране групе доносилаца одлуке у једну јединствену тежину за сваки индикатор. Затим је на основу TOPSIS методе израчунат коначни скор и сачињена је ранг листа за 21 европску земљу.

Добијени резултати су представљени у табели 1, заједно са крајњим исходом безбедности друмског саобраћаја (број погинулих у односу на милион становника).

Видимо да је на основу ранг листе која је добијена TOPSIS методом, земља са најбољим карактеристикама Шведска, док је на последњем месту Естонија. Осим тога, будући да су SPI индикатори узрочно повезани са незгодама или повредама, могуће је упоредити скор композитног индекса безбедносних карактеристика дате земље са њеним крајњим исходом. Ту се ради о броју погинулих на милион становника и врши се анализа корелације која омогућује мерење линеарне

зависности између та два скора. Добијен је релативно висок Пирсонов коефицијент корелације 0.802. Надаље, упоредивши резултате ранг листе добијене TOPSIS методом са онима из крајњег исхода, откривају се знатна неслагања, која углавном постоје код следеће три земље: Естоније, Финске и Португала.

Табела 1: Резултати и ранг листа из TOPSIS-а и крајњег исхода безбедности друмског саобраћаја

Земља	S ⁺	S ⁻	C	Рангирање на основу TOPSIS-а	Број смртних случајева на милион становника	Рангирање на основу броја погинулих
Аустрија	26.104	12.588	0.325	12	115	11
Белгија	22.734	15.958	0.412	9	117	12
Кипар	30.807	7.885	0.204	19	134	17
Чешка	30.193	8.499	0.220	18	142	18
Данска	18.273	20.419	0.528	2	80	6.5
Естонија	34.973	3.719	0.096	21	121	13.5
Финска	25.746	12.946	0.335	11	73	4
Француска	23.333	15.359	0.397	10	101	9
Немачка	20.663	18.029	0.466	7	80	6.5
Грчка	29.564	9.128	0.236	16	146	19
Мађарска	32.300	6.392	0.165	20	131	16
Ирска	20.158	18.534	0.479	6	84	8
Италија	28.408	10.284	0.266	15	105	10
Холандија	18.426	20.266	0.524	3	63	3
Пољска	29.693	8.997	0.233	17	149	21
Португал	26.785	11.907	0.308	13	148	20
Словенија	22.313	16.379	0.423	8	121	13.5
Шпанија	27.482	11.210	0.290	14	130	15
Шведска	15.301	23.391	0.605	1	59	1
Швајцарска	18.476	20.216	0.522	4	74	5
В.Британија	20.070	18.622	0.481	5	61	2

3.4. Поређење и дискусија

Ради даље процене ефективности TOPSIS методе у стварању композитног индекса безбедности друмског саобраћаја, у студији Херманса (2009) примењене су још пет уобичајених метода: факторска анализа (FA), аналитично-хијерархијски процес (AHP), расподела буџета (BA), анализа разграниченih података (DEA) и једнако пондерисање (EW). На основу истог броја индикатора за исте земље, у табели 2 приказани су резултати рангирања добијени на основу ових пет метода, заједно са резултатима TOPSIS методе и бројем погинулих на милион становника, док је у табели 3 приказан степен корелације између ранг листа.

Табела 2: Резултати рангирања земаља на основу шест метода индексирања и броја погинулих

Земља	Рангирање на основу FA методе	Рангирање на основу AHP методе	Рангирање на основу BA методе	Рангирање на основу DEA методе	Рангирање на основу EW методе	Рангирање на основу TOPSIS методе	Рангирање на основу броја погинулих
Аустрија	12	10	11	11	11	12	11
Белгија	13	13	15	16	10	9	12
Кипар	21	21	21	21	21	19	17
Чешка	15	12	12	13	15	18	18
Данска	5	2	2	5	4	2	6.5
Естонија	20	20	20	20	20	21	13.5
Финска	11	11	10	10	13	11	4
Француска	6	9	9	8	8	10	9
Немачка	1	5	5	2	2	7	6.5
Грчка	18	17	16	19	17	16	19
Мађарска	19	19	18	18	19	20	16
Ирска	9	6	7	6	9	6	8
Италија	16	18	19	17	16	15	10
Холандија	2	1	4	7	1	3	3
Пољска	17	15	13	15	18	17	21
Португал	10	14	14	12	12	13	20
Словенија	8	8	8	9	6	8	13.5
Шпанија	14	16	17	14	14	14	15
Шведска	7	7	6	2	7	1	1
Швајцарска	3	4	1	4	3	4	5
В.Британија	4	3	3	2	2	5	2

Из табеле 2, на основу израчунавања просечне удаљености рангирања између TOPSIS методе и осталих пет метода, можемо закључити да се положај већине земаља (15 од 21) на листи разликује за максимум два места. Највеће неслагање између TOPSIS методе и осталих пет метода фокусирано је на четири земље (Белгију, Чешку, Немачку и Шведску), код којих просечна разлика у положају на ранг листи износи четири места. Осим тога, упоредивши рангираност ове четири земље на основу индекса са рангираношћу на основу броја погинулих на милион становника, можемо закључити да су три од њих (Чешка, Немачка и Шведска) рангиране на приближније положаје када је коришћена TOPSIS метода.

Израчунавањем Пирсонових коефицијената корелације, квантитативном анализом добијамо јасан увид у однос линеарне зависности између тих резултата рангирања. Пирсонови коефицијенти корелације између седам ранг листа приказани су у табели 3.

Табела 3.3: Пирсонови коефицијенти корелације између ранг листа земаља

	FA рангирање	AHP рангирање	BA рангирање	DEA рангирање	EW рангирање	TOPSIS рангирање	Рангирање на основу броја погинулих
FA рангирање	1.000	0.943	0.923	0.938	0.979	0.900	0.741
AHP рангирање	0.943	1.000	0.978	0.930	0.955	0.916	0.744
BA рангирање	0.923	0.978	1.000	0.943	0.919	0.890	0.718
DEA рангирање	0.938	0.930	0.943	1.000	0.909	0.891	0.769
EW рангирање	0.979	0.955	0.919	0.909	1.000	0.924	0.745
TOPSIS рангирање	0.900	0.916	0.890	0.891	0.924	1.000	0.804
Рангирање на основу броја погинулих	0.741	0.744	0.718	0.769	0.745	0.804	1.000

Из табеле 3 можемо видети да су резултати рангирања на основу пет метода из Хермансове студије и на основу TOPSIS методе која је примењена у високој међусобној корелацији, што указује на могућност примене ове технике као алтернативног начина стварања композитног индекса безбедносних карактеристика друмског саобраћаја. Рангирање на основу броја погинулих TOPSIS методом (задња колона у табели 2), даје највећи коефицијент корелације (0.804), што показује да је TOPSIS метода рангирања најприближнија рангирању на основу крајњег исхода безбедности друмског саобраћаја.

4. ЗАКЉУЧАК

Због све већег обима саобраћаја у прошлим деценијама, повреде и погибије до којих долази у незгодама на путевима препознате су као један од најважнијих проблема јавног здравља, а који се може избећи. Уз растућу свест о сложености појма безбедности друмског саобраћаја, признаје се да је традиционалан начин процене безбедносне ситуације на путевима једне земље који је заснован на крајњим исходима (као што је број погинулих и повређених) недовољан за објашњење детаљнијих аспеката узрока незгода и превенције повређивања.

У циљу бољег разумевања процеса који доводе до незгоде, идентификовања одговарајућих мера, и напретка у безбедности друмског саобраћаја као коначног циља, непрекидно се развијају све новији и новији индикатори безбедносних карактеристика који се све више користе као додатни инструменти за поређења на националним и суб-националним нивоима.

Класичну TOPSIS методу могуће је применити као ефикасну алтернативу за комбиновање појединачних индикатора безбедносних карактеристика друмског саобраћаја у један јединствен индекс, са циљем упоређивања и рангирања датих алтернатива (земаља).

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Abo-Sinna, M.A. and Amer, A.H., (2005). Extensions of TOPSIS for multi-objective large-scale nonlinear programming problems, Applied Mathematics and Computation, Vol. 162, pp. 243-256.
- [2] Al Haji, G., (2005). Towards a Road Safety Development Index. Department of Science and Technology, PhD Thesis, Campus Norrköping, Linköping University, Norrköping, Sweden.
- [3] Bellman, R. and Zadeh, L., (1970). Decision-making in a fuzzy environment. Management Science, Vol. 17(4), pp. 141-164.
- [4] Chu, T.C. and Lin, Y.C., (2003). A Fuzzy TOPSIS method for robot selection. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Vol. 21, pp. 284-290.
- [5] Choo, E.U. and Wedley, W.C., (1985). Optimal criterion weights in repetitive multicriteria decision-making. Journal of the Operational Research Society, Vol. 36, pp. 983-992.
- [6] Elvik, R. (2005). Speed and road safety: synthesis of evidence from evaluation studies. 84th annual meeting of the Transportation Research Board, Washington, USA.
- [7] Hermans, E., Brijs, T., Wets, G. and Vanhoof, K., (2009). Benchmarking road safety: Lessons to learn from a data envelopment analysis. Accident Analysis and Prevention, Vol. 41(1), pp. 174-182.
- [8] Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A. and Giovannini, E., (2005). Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide, OECD Statistics Working Papers, STD/DOC(2005)3.

Кратка биографија:



Томислав Недељковић рођен је у Крагујевцу 1982. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Превенција саобраћајних незгода одбранио је 2013. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.



IZBOR OPTIMALNOG RJEŠENJA REKONSTRUKCIJE RASKRSNICE MAJEVIČKA – MEŠE SELIMOVIĆA U BIJELJINI

AN OPTIMUM IMPLEMENTATION RECONSTRUCTION OF CROSSROAD MAJEVICKA – MESE SELIMOVICA IN BIJELJINA

Martina Kandić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršena je analiza uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici Majevička-Braće Gavrića i Meše Selimovića u Bijeljini. Nakon izvršene analize, u cilju poboljšanja nivo usluge dat je prijedlog različitih rješenja u skladu sa prostornim mogućnostima lokacije. U cilju izbora optimalnog rešenja izvršeno je funkcionalno i ekonomsko vrijednovanje prema standardnim inženjerskim postupcima u ovoj oblasti.

Abstract – This paper presents traffic analyses at the crossroads Majevicka-Brace Gavrica and Mese Selimovica in Bijeljina. After the analysis, in order to improve the level of service, the proposition of different solutions is given according to the possibilities of given locality. In order to select the optimal solution has been functionally and economically amounts under standard engineering procedures in this area.

Ključne reči: analiza saobraćaja, raskrsnica, prijedlozi rješenja, bezbjedan i efikasan saobraćaj.

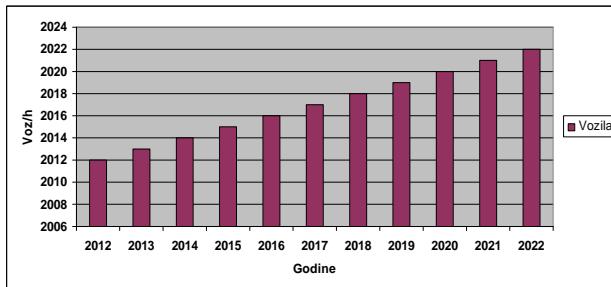
1. UVOD

U periodima kada se na mreži drumskih saobraćajnica javljaju povećani zahtjevi za protokom, obično dolazi do zastoja na površinskim raskrsnicama. Posledice zastoja u saobraćajnim tokovima su povećanje vremena putovanja, pogoršano stanje bezbjednosti, uticaj izduvnih gasova na okolinu i sl. [2]

Zbog toga je veoma bitan način projektovanja i uređivanja mjesta na kojima dolazi do sukobljavanja saobraćajnih tokova. Potrebno je vršiti analize uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnicama da bi se utvrdila mjesta koja predstavljaju kritične tačke na uličnoj mreži. Raskrsnica ulica Majevička-Braće Gavrića i ulica Meše Selimovića je raskrsnica koja se nalazi u centralnoj zoni grada Bijeljine. Radi se o četvorokrakoj asimetričnoj raskrsnici. Ulica Majevička predstavlja sporedni prilaz u odnosu na ulicu Meše Selimovića koja vodi ga centru grada i koja ima jako intezivan tok. S toga, se jako tesko uključiti u saobraćaj sa ovog prilaza.[8]

Nakon prognoze budućeg saobraćajnog opterećenja, došlo je do zaključka da izgrađeni saobraćajni objekat neće moći da zadovolji potrebe za zahtjevanim kapacitetom ili će biti predimensionisan, što je prikazano na slici 1. [5]. S toga, cilj ovog rada je dati prijedloge poboljšanja kapaciteta i nivoa usluge za različite varijante rješenja a zatim odabratи najbolju varijantu kao rješenje datog problema.

NAPOMENA: Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Vuk Bogdanović.



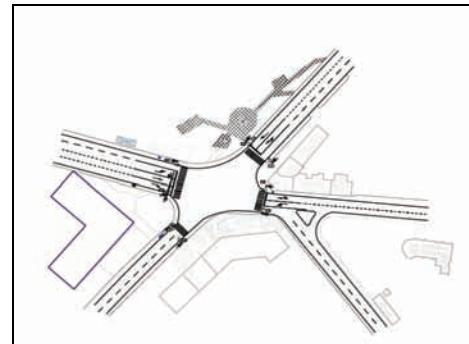
Slika 1: Prognoza budućeg saobraćaja

2. ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA POSTOJEĆOJ MREŽI UZ POMOĆ SIM-TRAFFIC METODE

Za datu analizu uslova odvijanja saobraćaja na postojećoj mreži korišćen je aplikativno softver Sim-Traffic koji je dio Syhchro softvera. Ovaj softver je licenciran i koristi se za edukativne potrebe departmana za saobraćaj na Fakultetu Tehničkih Nauka.

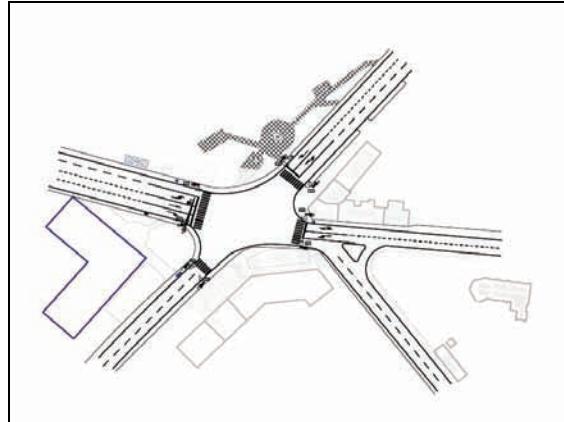
Ovo je softver koji se koristi za mikrosimulacije koji služi za modeliranje, optimizaciju, upravljanje i simulaciju saobraćajnih sistema. [7]

U postojećem stanju raskrsnica ulica Meše Selimovića – Majevička, Braće Gavrića funkcioniše na principu da vozila iz ulice Meša Selimović imaju prvenstvo prolaza u odnosu na ulice Majevička – Braća Gavrić. Prilazi 1, 2, 4 funkcionišu na principu dvosmernog saobraćaja, dok prilaz 4 ima jednosmernu ulicu i samim tim saobraćaj se odvija u jednom smeru, odnosno u prilaz 4 dolaze sva vozila koja se usmjeravaju dalje ka centru grada. Vrlo važna karakteristika ove raskrsnice je i ta što je na svakom prilazu dozvoljeno ulično parkiranje. Horizontalna signalizacija je na raskrsnici postavljena u skladu sa standardima. Vertikalna signalizacija je takođe postavljena u skladu sa propisima i standardima, prikazano na slici 2.



Slika 2: Postojeće stanje raskrsnice Meše Selimovića – Majevička, Braće Gavrića

Nakon analiziranog trenutnog stanja možemo uočiti sledeće; Iskorišćenje kapaciteta na raskrsnici je 102 % prema aplikativnom softveru Sim-Traffic, što ukazuje na postojeću problematiku raskrsnice, na ovakav način stvara se dosta problema vozačima koji dolaze sa bočnih prilaza, gdje postoje značajni saobraćajni tokovi, zbog čega se javlja nepovoljan nivo usluge, što utiče na izvršenja manevra tih vozila pravo, lijevo ili desno. Iz tih razloga se javljaju redovi koji prevazilaze normalne granice čekanja. Povećavanjem redova i čekanja da se izvrši manevar sa bočnog prilaza povećavaju se i vremenski gubici. Na osnovu izvršene analize odvijanja saobraćaja na pomenutoj raskrsnici, možemo doći do zaključka da je na raskrsnici javlja nepovoljan nivo usluge koji utiče na rad raskrsnice, zbog čega će se pristupiti traženju najboljeg rješenja za predstavljeni problem. [1]

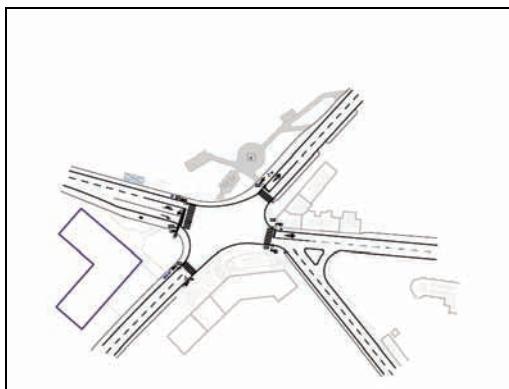


Slika 4: Četvorokraka semaforisana raskrsnica

3. PRIJEDLOG RJEŠENJA

Ključna dio ovog rada je provjera i testiranje varijantnih rješenja. Cilj je da na osnovu postojećih geometrijskih ograničenja i mogućnosti razviju i testiraju varijante u cilju odabira najboljeg rješenja za postojeći problem. [3] U cilju poboljšanja nepovoljnih uslova odvijanja saobraćajna analizirane su četiri moguće varijante rekonstrukcije raskrsnice.

Varijanta 1. Četvorokraka semaforisana raskrsnica: podrazumjeva zadržavanje postojećeg stanja, s tim što se uvodi svjetlosna signalizacija na postojeće geometrijsko stanje raskrsnice, prikazano na slici 3.



Slika 3: Četvorokraka semaforisana raskrsnica

Varijanta 2. Četvorokraka semaforisana raskrsnica, slika 4: mijenja se geometrija raskrsnice. Na prilazu 1 se uvodi još jedna dodatna traka, tako da postoji traka za desno i posebno traka za pravo i lijevo manevriranje vozila i ukinuto je ulično parkiranje.

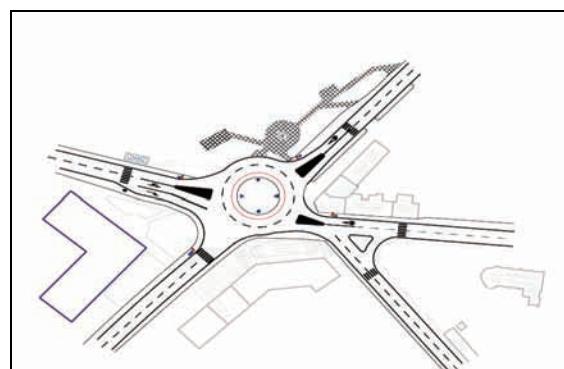
Zatim, na prilazu 2 imamo tri odvojene trake i ukinuto ulično parkiranje.

Prilaz 3 ostaje nepromjenjen sa ukinutim uličnim parkiranjem.

Kod prilaza 4 je dodata još jedna traka i takođe ukinuto ulično parkiranje.

Varijanta 3. Kružna raskrsnica: mijenja se geometrija raskrsnice. Četvorokraka raskrsnica je rekonstruirana i umjesto nje se projektuje kružna.

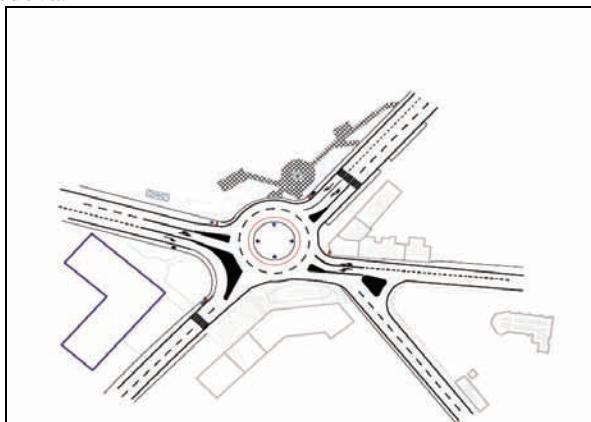
Postavlja se nova horizontalna i vertikalna signalizacija, što se vidi na slici 5.



Slika 5: Kružna raskrsnica

Varijanta 4. Kružna raskrsnica, koju pokazuje slika 6: mijenja se geometrija raskrsnice: isto kao i varijanta tri uz dodatna proširenja traka na prilazima.

Prilikom odlučivanja o tome koja bi varijanta bila napovoljnija za primjenu na datoј raskrsnici, treba voditi računa o tome da li će se primjenom te varijante postići očekivani efekti na poboljšanju uslova odvijanja saobraćaja, prvenstveno na smanjenju ili eliminisanju zastoja u saobraćaju, vremenskih gubitaka kao i dužine redova.



Slika 6: Kružna raskrsnica

Testiranje varijanti raskrsnice sprovedeno je za tri vremenska presjeka: baznu godinu – 2012. godinu i za prognozirane godine 2017. i 2022. godinu. Osnovni rezultat testiranja varijanti jeste utvrđivanje nivoa usluge, kao pokazatelja uslova odvijanja saobraćaja. Rezultati utvrđenog nivoa usluge mogu se analizirati posebno za svaku varijantu u baznoj i pronoziranim godinama, kao i

da se varijante međusobno porede u godinama preseka stanja u cilju traženja najboljeg rešenja.

Varijanta 1 ne može da zadovolji ni postojeće stanje saobraćaja jer je u baznoj godini nivo usluge na raskrsnici F. U prognoziranoj 2017. godini stranje nastavlja da se pogoršava, a u 2022. godini povećan je broj vozila a nivo usluge i dalje ostaje F. Iz tih razloga moraju se tražiti nova rješenja koja će zadovoljiti svojim kapacitetom prognoziran saobraćaj, prikazano na slici 7.



Slika 7: Nivo usluge Varijante 1

Varijanta 2 pokazuje odlične rezultate za trenutno stanje raskrsnice gdje je nivo usluge B! Međutim u 2017. i 2022. godini prognoza ne pokazuje dobre rezultate, pa je tako na prvom presjeku NU – D, a na drugom NU – F, što je neprihvatljivo, prikazano na slici 8.



Slika 8: Nivo usluge Varijante 2

Varijanta 3 ne zadovoljava ni postojeće stanje zbog iskorišćenja kapaciteta raskrsnice koji je 102%, što se vidi na slici 9. Dalja prognoza za buduće stanje pokazuje samo porast broja vozila i sve veće iskorišćenje kapaciteta koje prevazilazi dozvoljeni kapacitet na raskrsnici.



Slika 9: Iskorišćenje kapaciteta Varijante 3

Varijanta 4 u trenutnom stanju pokazuje odlične rezultate i samim tim bi mogla da bude rješene ove raskrsnice. Iiskorišćenje je samo 69,5%, što je jako dobro u odnosu na postojeće stanje, slika 10.



Slika 10: Iskorišćenje kapaciteta Varijante 4 u trenutnom stanju

Prognozom za buduće stanje primjećujemo rast vozila i povećanje iskorišćenja kapacitet koje 2022. godine dostiže nevjerovatnih 112,1%, dato na slici 11. To je dovoljan razlog iz kog zaključujemo da ovu varijantu nije moguće primjenti kao rješenje.



Slika 11: Iskorišćenje kapaciteta Varijante 4

Primarna uloga u cilju traženja najboljeg rješenja za predstavljeni problem je data u održavanju nivoa usluge na što je moguće višem nivou. Iz predloženih varijanti vidimo da je problem ove raskrsnice na širem nivou i da ga treba posmatrati šire, odnosno, problem se može rješiti samo trenuto, ali u budućnosti će se opet javiti problem. S toga, problemu treba pristupiti drugacije.

4. VRIJEDNOVANJE PRIJEDLOGA RJEŠENJA – TROŠKOVI GRADNJE I POTROŠNJA GORIVA I ZAGAĐENJE VAZDUHA OKOLINE

Vrednovanje projekta je veoma važno i koristi se u slučajevima kada se razmatra više varijanti. Može se sprovoditi u različitim fazama projekta. Postupak vrednovanja je najčešće vezan za prethodnu studiju izvodljivosti i studiju izvodljivosti koji su sastavni dio generalnog projekta.

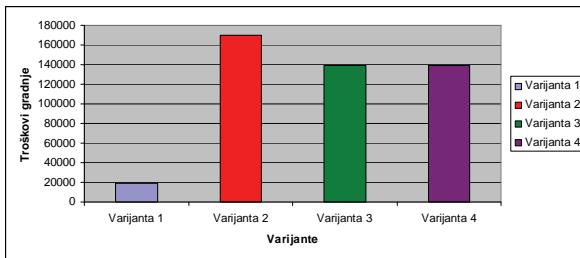
Uloga vrednovanja je da omogući izbor optimalne varijante kod svakog konkretnog projekta po mjeri funkcionalnih zahteva saobraćaja i ekoloških ograničenja sa maksimalnom ekonomskom opravdanošću zasnovanim na realnim materijalnim mogućnostima društva i investitora.

Troškovi gradnje su jako različiti jer isključivo zavise od geometrije raskrsnice., prikazano na slici 12.

U varijanti 1 troškovi gradnje se svode na semaforizaciju raskrsnice. Prema tome, geometrija raskrsnice ostaje ista, kao i horizontalna i vertikalna signalizacija, gdje su izbjegnuti ogromni troškovi. Troškovi za varijantu 1 iznose 19264,40\$. [6]

Varijanta 2 pored semaforizacije ima i malu promjenu geometrije, što podrazumjeva proširenje pojedinih traka

na prilazima. Horizontalna signalizacija se mora ponovo iscritati u odnosu na postojeće stanje pa troškovi gradnje iznose 170319,65\$. Druga varijanta je znatno skuplja od prve jer pored semaforizacije imamo troškove gradnje. [6] *Varijanta 3* u odnosu na varijantu 1 i 2 predstavlja rješenje u kojem se mijenja geometrija raskrsnice. Zbog promjene geometrije raskrsnice ovdje su prisutni troškovi horizontalne i vertikalne signalizacije, jer sada imamo kružnu raskrsnicu, kao i troškovi gradjevinskih i završnih radova, pa je ukupna cijena varijante 3 138728,21\$. [4] *Varijanta 4* je vrlo slična prethodnoj varijanti, samo sa proširenjem pojedinih prilaza, pa je cijena ove varijante 139270,25\$. [4]



Slika 12: Prikaz troškova gradnje

Važan faktor za izbor najoptimalnijeg rešenja je i zagađenje vazduha, s toga, izbor najoptimalnijeg rješenja vršiće se kada se urade i troškovi zagađenja vazduha. Cilj je izbjeći nepotrebne troškove gradnje.

Poznato je da drumski transport značajno utiče na atmosfersko zagađenje. Da bi se procjenili troškovi zagađenja za konkretni putni projekat, analiza obično obuhvata novčane vrednosti sledećih efekata: ljudsko zdravlje, materijalna šteta, šteta na biljkama i šteta naneta ekosistemima.

U projektima vezanim za drumski saobraćaj nivo ovih troškova zavisi od standardne emisije vozila, godine proizvodnje, brzine, vrste goiva, tehnologije sagorevanja, faktora opterećenja, veličine vozila, itd.

Potrošnja goriva varira u zavisnosti od predložene varijante, a time i zagađenje okoline. S toga, nakon proračuna dolazimo do zaključka da *Varijanta 4* ima optimalnu potrošnju goriva, kao i ukupnu vrijednost zagađenja u odnosu na ostale varijante. Ova varijanta daje najbolje rezultate u prvom presjeku 2017. ali 2022. godine iskorišćenje raskrsnice raste, što znači da je ova varijanta najbolja u odnosu na ostale ali samo za privremeno rješenje, do 10. godine, a onda bi trebalo drugim rekonstruktivnim mjerama nakon 10 godina otjerati saobraćaj iz tog dijela grada.

5. ZAKLJUČAK

Analiza koja je urađena u ovom radu treba da da odgovor da li je postojeće stanje funkcionalno i da li postoji bolje rešenje. Nakon obavljenе analize postojećeg stanja predložena su četiri predloga za rješavanje postojećeg stanja. Pored uslova odvijanja saobraćaja urađeni su i troškovi gradnje s ciljem da se pronađe rešenje koje bi bilo izvodljivo i u skladu sa ekonomskim mogućnostima. Da bi se na najbolji mogući način opisali uslovi odvijanja saobraćaja u pojedinim varijantama urađena je analiza

potrošnje goriva i zagađenja vazduha da bi se vremenski gubici mogli iskazati novčano.

Analizom uslova odvijanja saobraćaja u sve četiri varijante i prognozom saobraćaja dolazimo do zaključka da za problem na datoj raskrsnici možemo naći samo privremeno rješenje.

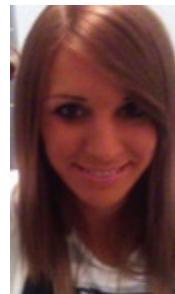
Dakle, za ovu raskrsnicu dugoročnom periodu ne postoji najbolje rješenje nego se mora rješavati nekim drugim mjerama organizacije na čitavoj mreži a ne samo na ovoj raskrsnici.

Varijanta 4 u trenutnom stanju pokazuje odlične rezultate i samim tim bi mogla da bude rješenje ove raskrsnice. Treba uzeti u obzir da je na samo 50m od raskrsnice autobuska stanica, i da se planira njeno izmjешtanje iz centra grada, što znači da će se smanjiti potencijalni broj vozila na tom dijelu, što se može iskoristiti kao jedna od rekonstruktivnih mjeru koja bi rješile stanje raskrsnice u dugoročnom periodu.

6. LITERATURA

- [1] Ljubiša Kuzović, "Kapacitet i nivo usluge drumskih saobraćajnica", Služba za izdavačku delatnost Saobraćajnog fakulteta, Beograd 2000. godine.
- [2] Ljubiša Kuzović, Vuk Bogdanović – „Teorija saobraćajnog toka“, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2004. godine.
- [3] Branimir Stanić, Predrag S. Zdravković, Smiljan Vukanović, Slobodan Milosavljević – „Elementi saobraćajnog projektovanja - horizontalna signalizacija“, Saobraćajni fakultet Beograd, Beograd 1994. godine.
- [4] Dragana Mitić, Smiljan Vukanić – „Kružne raskrsnice“, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994. godina;
- [5] Ljubiša Kuzović – „Vrednovanje u upravljanju razvojem i eksploracijom putne mreže“, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994. godina.
- [6] Tihomir Đorđević – „Regulisanje saobraćajnih tokova svetlosnom signalizacijom“, Institut za puteve, Beograd 1997. godine.
- [7] Highway Capacity Manual 2000, Roundabouts.
- [8] www.sobjeljina.org

Kratka biografija:



Martina Kandić rođena je u Kopru, Slovenija, 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti: Saobraćaj–Saobraćajno projektovanje odbranila je 2013.god.



„ДИЛЕМА ЗОНА“ КАО ФАКТОР БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА НА РАСКРСНИЦАМА

“DILEMMA ZONE” AS INTERSECTION SAFETY FACTOR

Дарко Станковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратаксадржај – „Дилема зона“ представља део коловоза на прилазу сигналисаним раскрснице где возачи имају тешкоће при доношењу одлуке да ли да стану пред раскрсницом или да прођу кроз њу када на семафору сигнал означава промену фазе. У овом раду ће бити приказана досадашња истраживања ове појаве кроз идентификацију ДЗ и понашање возача који се сусретну са истом.

Abstract – The Type-II dilemma zone refers to the segment of roadway approaching an intersection where drivers have difficulty deciding to stop or proceed through at the onset of the circular yellow indication. Signalized intersection safety can be improved when the dilemma zone is correctly identified and steps are taken to reduce the likelihood that vehicles are caught in it.

Кључнеречи: Безбедност саобраћаја, „дилема зона“, сигналисане раскрснице, симулатор вожње, фази логика.

1. УВОД

Многобројни фактори који утичу на безбедну вожњу, односно повећавају угроженост учесника у саобраћају захтевају свеобухватан приступ овом проблему. Због комплексности решавања таквих питања неки елементи који су битни за безбедно учествовање у саобраћају, научно су дosta свестрано објашњени (као што је нпр. утицај алкохола), док су други, такође веома значајни фактори, још у фази истраживања, анализирања и доношења закључака.

Један од проблема са којима се возачи у саобраћају срећу обраћен је и представљен у овом раду, а то је понашање возача на сигналисаним раскрсницама у тренутку промене фазе. Оно што је битно приказати је да се кроз досадашња истраживања ове појаве, али и кроз сопствено истраживање аутора, утврде и прикажу разлике у реаговању возача у тзв. “дилема зони”, као и фактори који утичу на доношење њихових одлука.

У овом раду ће, такође, бити представљен и симулатор вожње као средство које одражава понашање возача и примјена „fuzzy“ логике као помоћ при стварању модела који на основу одређених улазних података описује и предвиђа понашање возача.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био Драган Јовановић, ванр. проф.

2. ДЕФИНИСАЊЕ ПРОБЛЕМА

2.1. Уводна разматрања

„Дилема зона“ (у даљем тексту ДЗ) представља део коловоза на прилазу сигналисаним раскрснице где возачи имају тешкоће при доношењу одлуке да ли да стану пред раскрсницом или да прођу кроз њу када је на семафору укључено жуто светло. Овакав конфлікт, такође познат и као „зона неодлучности“, може имати за исход следеће незгоде: (1) судари са задње стране возила, као резултат наглог кочења, (2) пропусти код незаустављања доводе до бочних судара са десне стране возила, (3) неправилна процена трајања чишћења при левим скретањима доводи до чеоних судара. Док неадекватан фазни план, у погледу трајања сигнала на семафору, или непоступање возача у складу са сигналом на семафору (било да је у питању непослушност или сметња) могу да резултују незгодом, сматра се да „дилема зона“ конфлікти значајно утичу на укупну безбедност на сигналисаним раскрсницама.

Тачна идентификација где „дилема зона“ постоји дозвољава инжењерима да смање број возача који се нађу у „дилема зони“. Бројне технологије развијене су да идентификују када је возило у ДЗ (дефинисаној на један или други начин) и онда да задрже приказивање трептућег жутог сигнала (у даљем тексту ТЖ) док возила не напусте ДЗ. Ови системи заштите ДЗ имају тенденцију да раде са предодређеним описом где ДЗ постоји, а њихов успех зависи од дела тачности места постављања. У вези с тим, постоје многе дефиниције које се користе да опишу где се јавља „дилема зона“. Једна од дефиниција која је најубичајенија је заснована на одлуци возача да се заустави, идентификујући доњу ивицу ДЗ као мјесто где се 10% возача зауставља и горњу ивицу где 10% настави кретање кроз раскрсницу. Следећа битна дефиниција се заснива на временској удаљености возила од раскрснице, у којој се наводи да ДЗ постоји између 2,5 и 5,5 секунди од раскрснице. Међутим, скорошња истраживања показују да ове две дефиниције резултују потенцијалне разлике у локацији ДЗ на истом прилазу раскрсници.

Прешироке дефиниције ДЗ могу ометати сигналне операције, док ускo дефинисана ДЗ може непотребно излагати возила конфліктима што доводи до смањења безбедности саобраћаја. Hurwitz и др., предложују модел који се стриктно заснива на позицији возила који демонстрира потенцијал за унапређење идентификације ДЗ (Hurwitz et al., 2011).

2.2. Дефинијација „дилема зоне“

Суштински је веома значајно тачно дефинисати појам ДЗ. У литератури се појављују два облика ДЗ која возачи могу очекивати када прилазе раскрсници на којој је у функцији ТЖ сигнал.

Типом 1 ДЗ, први се бавио Gazis и др., још 1960. Они су идентификовали могућност да проектни елементи раскрснице (геометрија, план темпирања, распоред детектора) створе немогуће услове за возаче да се безбедно зауставе испред зауставне линије или да безбедно прођу кроз раскрсницу. Ово може бити последица лошег плана темпирања (прекратак интервал жутог светла) и/или неодговарајућег положаја детектора, али и карактеристике као што су ранг прилаза, брзина и видокруг могу такође довести до оваквих грашака.

Тип 2 „дилема зоне“ идентификован је и документован у техничком извештају од стране „Southern Section of ITE“ (Parsonson, 1974). Ова ДЗ односи се на сегмент прилаза сигнализане раскрснице где возачи имају тешкоће при доношењу одлуке зауставити се или наставити кретање кад је укључено ТЖ. Веома је битно ублажити појаву ДЗ јер оне доводе до три могућа сценарија саобраћајних незгода. Многа истраживања су усмерила фокус на раскрснице са великом брзинама јер велике брзине потенцијално резултирају незгодама веће жестине (Zimmerman & Bonneson, 2004).

2.3. Постојеће дефиније граница ДЗ

Уложен је велики труд да се идентификује тачна локација „дилема зоне“ на раскрсници. Један од првих приступа који се користио био је да се идентификује ДЗ са аспекта возачеве одлуке да ли да се заустави или да настави кретање. Користећи радове May-а и Herman-а, Zegeer и Deen дефинисали су горњу границу „дилема зоне“ као мјесто где се 90 % возача заустави и дођују граници ДЗ као мјесто где се само 10 % возача заустави.

Chang и др. (1985), предложили су дефиницију засновану на времену које возило проведе у путу до зауставне линије („travel time to the stop line“-TTSL). Аутори извештавају да се 85 % возача заустави ако су на 5 или више секунди од зауставне линије, а скоро сви возачи настављају кретање кроз раскрсницу ако су на мање од две секунде од зауставне линије, и то све када је на семафору трептуће жуто.

Hurwitz и др. (2011) користе посматрање на терену на преко 1.000 возила како би извршили поређење двије најзаступљеније дефиниције ДЗ. Аутори су установили да постоји статистички значајна разлика у класификацији возила како на горњој тако и на доњој граници ДЗ, када се користе ове две дефиниције. Конкретно, утврђено је да дефиниција заснована на одлуци о заустављању сврстава много више возила у дилема зону него TTSL дефиниција, која опет сврстава много више возила на доњу граници ДЗ. Овај рад илуструје потенцијал за нови модел за прецизнију и доследнију идентификацију ДЗ за свако појединачно возило које се приближава раскрсници. Без обзира која се дефиниција користи, важно је разумети природну тенденцију возача када је изложен појави ТЖ сигнала.

2.4. Унапређена детекција возила

У покушају да се смањи број возила која су суочена са појавом ТЖ док заузимају „дилема зону“, развијени су напредни системи детекције возила. Ови системи детектују долазеће возило, одређују да ли је оно у ДЗ на основу једне од претходних дефиниција и најчешће продужавају трајање зеленог сигнала, омогућавајући на тај начин возилима да прођу кроз ДЗ пре појаве ТЖ. Ови системи продужавају зелено светло за возила која заузимају ДЗ све док се не достигне максимално време трајања зеленог светла када се укључује ТЖ и возачи возила „ухваћених“ у ДЗ су приморани да донесу потенцијално тешку одлуку. Овакав сценариј завршетка фазе, иначе познат као „max-out“, мање је пожељан него „gap-out“ када се фаза завршава након истека времена предвиђеног за дату фазу. Промовисање сигурнијег завршетка фазе тзв. „gap-out“-а, подстиче потребу за прецизном дефиницијом ДЗ, што повећава вероватноћу да што већи број возила напусти раскрсницу.

Многи од ових система користе детекторе који раде у пулском режиму, постављене испод површине коловоза, а испред раскрснице како би открили долазеће возило. Ови системи се разликују у софистицираности. Неки су једноставне израде и пружају заштиту ДЗ засновану једноставно на једно импулсној тачки возила. Комплекснији системи користе петље и алгоритме испод коловоза за процену брзине и удаљености возила, резултирајући унапређеној идентификацији ДЗ конфликта. Примери петљи уградјених у коловоз могу се наћи у радовима Zimmertmana и др. (2012) где се наводи да су петље уградјене у појасу од 1.000 стопа од раскрснице. Овакве петље пружају податке о позицији, брзини, дужини и типу возила. На основу ових информација, софтвер израчунава „динамичку ДЗ“ која је јединствена за свако појединачно прилазеће возило. У случају да је „max-out“ немогуће избећи, систем активира LED светла уградјена у коловоз која упозоравају свако возило у ДЗ на предстојећу промену првенства пролаза.

Релативно нови систем за детекцију возила је „Wavetronix Smart sensor“, који је посебно дизајниран за заштиту ДЗ. Систем користи радар за детекцију прилазећих возила до 500 стопа удаљених од сензора и мери њихову брзину и позицију док прилазе раскрсници. Hurwitz и др. (2012) упоредили су овај радарско-сензорски систем са карактеристичним системом детекције петље. Установљено је да систем заснован на радару смањује број возача који су изложени појави ТЖ док су у ДЗ за 20% и пролазак на црвено светло за око 70%.

2.5. Понашање возача и њихова схваташња

Заједница инжењера ради под претпоставком да возачи разумеју значење трептућег жутог светла, као и других уређаја за регулисање саобраћаја. Тачност претпоставки оцењивао је Hurwitz и др. (2011) на онсову анкетног истраживања заснованог на следећа три питања:

1. Знају ли возачи тачно значење ТЖ сигнала? Резултати приказују опсег од 20% до 69 % тачних одговора зависно од излагања.
2. Да ли возачи знају који сигнал следи након ТЖ сигнала? Преко 80% испитаника је одговорило исправно.
3. Да ли возачи прецизно оцењују трајање ТЖ сигнала? Установљено је да само 57 % возача процени трајање ТЖ сигнала у оквиру *MUTCD* препорука, а то је опсег од 3 до 6 секунди.

Ово истраживање наглашава чињеницу да се многи возачи боре да разумију једноставну поруку која им се саопштава преко ТЖ индикације. Очигледно је да је моменат појављивања сигнала важан, али чак и у најбољим условима, само 69 % возача разуме значење тог сигнала. Чињеница је да само нешто више од пола возача могу допринети идентификацији граница ДЗ.

Rakha и др. (2007) користили су податке из експеримента са тест стазе да би добили боље разумевање понашања возача на појаву ТЖ. Открили су да вероватноћа заустављања варира од 100 % када је *TTSL* 5,5 секунди до 9% када је *TTSL* 1,6 секунди. Осим тога, они су установили да су возачи мушкарци мање вољни да се зауставе, у поређењу са женама возачима, те да је значајно мања вероватноћа да возачи старости преко 65 година одлуче да прођу кроз раскрсницу.

3. „FUZZY“ ЛОГИКА И РАЗВОЈ МОДЕЛА ПОНАШАЊА ВОЗАЧА

Fuzzy логика је концепт који је први описао проф. Задех са Универзитета Калифорнија Беркли. Тад концепт је заснован на идеји да су људи способни на висок ниво прилагодљивости чак и када улазне величине нису увијек прецизно дефинисане. У једном покушају симулације процеса доношења одлуке код људи, фази логика је развијена за доношење одлука на основу непрецизних и нејасних улазних информација. „ФЛ пружа једноставну могућност да се дође до одређеног закључка заснованог на неодређеним, непрецизним, нејасним или информацијама које недостају“ (Kaehler, 1998). *Fuzzy* системи се заснивају на сету IF/THEN правила упарених са функцијама припадности које се користе за опис улазних и излазних промјенљивих. Укратко, *fuzzy* правила раде да „фазификују“ и скупе улазне вредности, конвертују их у облик излазних промјенљивих и коначно, „дефазификује“ вредности излазних функција (Celikyilmaz & Turksen, 2009).

Рад на овом истраживању је усмјерен на коришћење ФЛ за побољшање разумевања понашања возача при њиховој интеракцији са уређајима за контролу саобраћаја, као што су семафори. Када возачи прилазе симулисаној раскрсници, своје поступке морају предузети у складу са брzinom свог возила, могућностима убрзања и успорења, растојања до раскрснице и трајању тренутно приказаног сигнала на семафору. Док прилази раскрсници, возач мора континуирано да прави ове апроксимације.

ФЛ је употребљена као алат за развој прилагодљивог управљачког система за саобраћајну сигнализацију, који се темељи на својој способности да моделује

комплексне системе (Yulianto, 2003). Yulianto је оваквим приступом отишао и корак даље користећи га за управљање саобраћајним операцијама под мјешовитим саобраћајним условима (саобраћајни токови састављени од широког опсега возила са различитим карактеристикама која се најчешће срећу у земљама у развоју). Резултати су показали опште смањење у задржавању под ФЛ контролом у односу на контролу са фиксним временом.

ФЛ је, такође, била предложена и као алат за израчунавање „жутор“ и „све црвено“ интервала код саобраћајне сигнализације. Kuo и др. (1996) сматрали су променљиве као што су ниво саобраћајног загушења, позиција возила, брзина, прилазни ранг и ширина раскрснице, улазним величинама за ФЛ модел. Овај модел је касније искоришћен за утврђивање погодног времена „жутор“ интервала, интервала „све црвено“, као и задршке зеленог сигнала за дату фазу. Аутори предлажу ФЛ јер има много погодности у односу на традиционални приступ темпирања јер обезбеђује динамичке вриједности за „жути“ интервал и интервал „све црвено“.

4. ИСПИТИВАЊЕ СИМУЛАТОРА ВОЖЊЕ

Неколико студија је фокусирано на потврђивање симулатора вожње као средства које прецизно одражава понашање возача у интеракцији са путном околином. Ове студије су искористиле предности симулатора вожње, укључујући побољшану безбедност и ефикасност прикупљања података и контролу ирелевантних променљивих. Студије које се баве потврdom симулатора од посебног су значаја за моделовање ДЗ. Више пута је утврђено да возачи имају тенденцију да возе нешто већим брзинама у симулираним условима, што је допринијело разликама у спознаји ризика (Godley и др., 2002; Bella, 2008). Hurwitz и др. (2007) утврдили су тачност према којој возачи могу спознати брзину којом се крећу како у стварном окружењу, тако и на симулатору вожње. Установљено је да возачи возе 5 mph брже у симулираним условима него у стварном свету, што је доследно закључцима Godley-a (2002) и Bella-e (2008).

Bella je 2005. тестирао веродостојност симулатора *CRISS* који је лоциран у „European Interuniversity Research Center for Road Safety“, тако што је креирао једну постојећу зону Аутопута A1 у Италији. Преко 600 опажања брзина је забележено у поменутој зони и упоређено са мерењима брзина у симулираном окружењу. Студијом је установљено да нема значајних разлика између брзина на терену и оних са симулатора на било којој локацији унутар поменуте зоне. Поред наведеног, Bella је поставио хипотезу да недостатак дјеловања инерцијалних сила на возача, у случају фиксног симулатора, доприноси смањењу вјеродостојности брзине као и да су маневри који се изводе знатно комплекснији.

McAvou и др. (2007), покушали су да испитају валидност симулатора вожње као средства за вредновање понашања возача у ноћним условима вожње.

Процес испитивања валидности је био део већег експеримента, који је укључивао опажања са терена и симулирани експеримент, посматрајући при томе ефективност привремених уређаја за управљање саобраћајем у ноћним условима.

Подаци о брзини добијени снимањем кроз низ радних зона упоређени су са истим подацима о брзини добијеним кроз учешће 127 испитаника на симулатору. Резултати говоре да се перцепција возача о ризику значајно разликује у симулираним условима и да се симулатор вожње не може користити као прикладно средство за испитивање понашања возача у ноћним условима.

Mathur и др. су 2010. развили потенцијални оквир за испитивање валидности симулатора вожње, који је представљен уз коришћење сценарија зоне рада. На сличан начин као и претходно разматрана студија, опажања са терена су реализована у зони на путу I-44 у Мисурију која је касније креирана у симулираном окружењу. Користећи фиксни симулатор, 46 испитаника прошло је кроз симулирану зону при чему су снимани подаци о брзини. Извешена је објективна процјена резултата на основу квалитативног и графичког поређења. Учесници су такође замољени да ураде и пост-експериментални дио у којем они оцењују реалистичност неколико аспекта симулатора, што је резултовало позитивном повратном спрегом.

5. ЗАКЉУЧАК

Појаву ДЗ је веома битно ублажити јер ДЗ резултира конфлктним ситуацијама и потенцијалним саобраћајним незгодама. Многа истраживања су усмерила фокус на раскрснице великих брзина јер велике брзине потенцијално резултирају незгодама веће жестине. Ово, међутим, не значи да проблем ДЗ не треба решавати и на раскрсницама са малим брзинама. Утврђено је, да се у зависности која се од постојећих различитих дефиниција користи, положај ДЗ веома разликује. Овим се дошло до закључка и да ДЗ има и динамички карактер и да се разликује од возила до возила. У покушају да се смањи број возила која су суочена са појавом ТЖ док заузимају „дилема зону“, развијени су напредни системи детекције возила. Ови системи се разликују у софистицираности. Неки су једноставни, а други, опет, комплексни. Резултати из праксе говоре да прецизнији и квалитетнији уређаји показују боље резултате и ефикасно смањују конфлкте у ДЗ, чиме се повећава безбедност саобраћаја на сигналисаним раскрсницама.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bella, F. (2005). Validation of a Driving Simulator for Work Zone Design. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. No. 1937. Washington D.C. 136-144
- [2] Bonneson, J.A., McCoy, P.T., & Moen, B.A. (1994). *Traffic detector design and evaluation guidelines* (Report TRP-02-31-93). Lincoln, Nebraska: Department of Roads.
- [3] Celikyilmaz, A.I., & Turksen, B. (2009). *Modeling Uncertainty with Fuzzy Logic*, ISBN 978-3-540-89923-5
- [4] Chang, M.S., Messer, C.J., & Santiago, A.J. (1985) Timing traffic signal change intervals based on driver behavior. *Transportation Research Record*, 1027, 20-30.
- [5] Gates, T.J., Noyce D. A., & Larauente, L. (2006). Analysis of dilemma zone driver behavior at signalized intersections. Paper presented at the meeting of TRB, Washington, D.C.
- [6] Gazis, D.C., Herman, R., & Maradudin, A. (1960). The problem with the amber signal light in traffic flow. *Operations Research*, 8(1), 112-132.
- [7] Hurwitz, D.S., Knodler, M.A., Nyquist, B. (2011a). Evaluation of Driver Behavior in Type II Dilemma Zones at High-Speed Signalized Intersections. *Journal of Transportation Engineering*. April 2011
- [8] Kaehler, S.D. (1998). Fuzzy Logic Tutorial.
- [9] Kuo, K.Y., Chen, Y.J., and Hwang, R.C. (1996). Calculation of the change and clearance intervals of traffic signal by fuzzy logic system. Paper presented at the meeting of Joint Conference of International Computer Symposium, Kaohsiung, Taiwan.
- [10] Liu, Y., Chang, G., Tao, R., Hicks, T., Tabacek, E. (2006). Empirical Observations of Dynamic Dilemma Zones at Signalized Intersections. *Transportation Research Board*. Washington D.C.
- [11] McAvoy, D.S., Schattler, K.L., & Datta, T.K. (2007). Driving Simulator Validation for Nighttime Construction Work Zone Devices. *Transportation Research Board*. Washington D.C.
- [12] Rakha, H., El-Shawarby, I., & Setti, J.R. (2007). Characterizing driver behavior on signalized intersection approaches at the onset of a yellow-phase trigger. *IEEE*, 8(4), 630-640. doi: 10.1109/TITS.2007.908146
- [13] Tornos, J. (1998) Driving behaviour in a real and a simulated roadtunnel – a validation study. *Accident Analysis and Prevention*. 30 (4), 497-503.
- [14] Yulianto, B. (2003). Application of Fuzzy Logic to Traffic Signal Control Under Mixed Traffic Conditions. *Traffic Engineering and Control*. October 2003, 332-336
- [15] Zeeger, C.V., & Deen, R.C. (1978). Green-extension systems at high-speed intersections. *ITE Journal*, 19 – 24.
- [16] Zimmerman, K., & Bonneson, J. (2004) Intersection Safety at High-Speed Signalized Intersections. *Transportation Research Board*. Washington D.C.
- [17] Zimmerman, K., Tolani, D., Xu, R., Qian, T., & Huang, P. (2012). Detection, Control, and Warning System (DCWS) for Mitigating the Dilemma Zone Problem. *Transportation Research Board*. Washington D.C.
- [18] Moore, D. (2012) Fuzzy Logic for Improved Dilemma Zone Identification: A Simulator Study. Oregon State University

Кратка биографија:

Дарко Станковић рођен је у Бијељини 1988. год. Дипломирао је 2013. год. на Факултету техничких наука, Департману за саобраћај, област безбедност саобраћаја.



КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА СИСТЕМА ОБУКЕ ВОЗАЧА У ЕВРОПИ COMPARATIVE ANALYSIS OF DRIVER TRAINING IN EUROPE

Дијана Стевановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Општи циљ ових истраживања је да се повећа безбедност међу младима и возачима почетницима. Основна идеја је да стручни инструктори ефикасно пренесу знање и вештине које су потребне у вожњи аутомобила и за добијање возачке дозволе. За комплетнију процену система за обуку возача и метода неопходно је да се користе различите врсте критеријума и елемената, који су представљени у раду.

Abstract –The overall objective of this research is to increase safety among youth and young drivers. The basic idea is that professional instructors effectively transfer knowledge and skills needed to drive a car and get a driver's license. For a more complete evaluation system for driver training and methods it is necessary to use different criteria and elements, which are presented in the paper.

Кључне речи: безбедност саобраћаја, обука возача.

1. УВОД

Савремено друштво захтева да возачи буду образовани и добро обучени. Они морају да имају контролу над својим возилом у сваком тренутку, и морају их користити уз добро расуђивање и обазируји се на безбедност. Све ово би требало да представља основу једног друштва у коме људи међусобно сарађују како би остварили безбедност у саобраћају, и на индивидуалном и на колективном нивоу.

На подручју Европске уније (ЕУ) последњих година се чине значајни напори ка усаглашавању процеса система обуке. Реализује се велики број студија и пројекта на различitim нивоима организовања. Општи циљ ових истраживања је да се повећа безбедност међу младима и возачима почетницима.

Предмет рада је систем обуке возача. Специфични циљеви рада су:

- (1) Преглед модела обуке у употреби и у развоју у појединим Европским државама;
- (2) Анализа и процена нових модела обуке (циљеви, садржај, методе);
- (3) Процена ефикасности модела (могућа безбедност и други ефекти) и могуће рестрикције употребе (нпр. ефекти само-избор).

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био Драган Јовановић, ванр. проф.

2. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СИСТЕМА ОБУКЕ

2.1. Практична настава

Типичан систем у Европи захтева обавезну обуку у ауто школама за возача Б категорије. Основна идеја је да стручни инструктори ефикасно пренесу знање и вештине које су потребне у вожњи аутомобила и за добијање возачке дозволе. Теоријска и практична настава су одвојене и обе пружају професионални инструктори. Од професионалних инструктора се очекује да буду у стању да пренесу знање на будуће возаче. Међутим, проблем може настати из чињенице да постоји велика разлика у педагошкој практичној обуци професионалних инструктора. Локални обичаји и услови, као што је густина саобраћаја, утиче на методе коришћене у практичној обуци.

2.2. Лайк обука

Основна идеја која стоји иза обуке је да је вожња вештина која се може научити свакодневним самосталним вежбањем. Улога лайк инструктора није улога наставника, али је усмерена на обезбеђивању сигурности, ауторитета и давања повратне информације. Идеја о „учењу кроз рад“ је рас прострањена и улога теоријских аспеката је секундарна у стицању вештине вожње. То се огледа у чињеници да теоријско образовање није строго контролисано. Улога инструктора може да варира у току обуке.

У почетку улога инструктора је да кандидате науче основним операцијама у управљању возилом, мењајући касније улогу пратеће особе. Лайк обука не постоји као једина опција у било којој земљи у Европи. Међутим, лайк настава је широко рас прострањен део обуке или као алтернативна обука у ауто школама.

2.3. Кратак период обуке

Дужина периода обуке је веома битан елемент у обуци возача. Уколико се обука возача обавља у кратком периоду онда се заснива на идеји да се у том периоду стекну неке основне вештине и знања предвиђена том обуком, а да се остатак (тј. да се постане експерт) научи током вожње у саобраћају на сопственом аутомобилу. При томе се возачка дозвола сматра документом који је неопходан за самостално вежбање. Претпоставља се да се вожња заснива на знању шта и како то треба да се уради. Када се ово зна, возач почетник ће покушати да прати смернице у свом понашању током самосталне вожње.

Дужина периода обуке је повезана са системом обуке. Уколико се као резултат узимају трошкови, професионална обука је обично краћа (курсеви једне или две седмице). Кратак период обуке је предност када је важна доступност лиценце (дозволе).

2.4. Продужени период обуке

Педагошко мишљење је да је вожња задатак који захтева и техничке и мотивационе вештине. То је разлог зашто се период обуке за возача треба одвијати у дуготрајном и заштићеном периоду обуке. Поред контроле возила и савлађивања саобраћајних ситуација, возач треба да буде упознат са ризицима које носи саобраћај и које може он сам створити и бити мотивисан да избегава ове ризике. Продужени период обуке има више користи за лиценцирање возача. Земље као што су Шведска, Норвешка, Француска и Аустрија имају могућност да се обука започне већ са 16 година. Идеја продужења периода обуке је да се повећа искуство возача пре него што добију дозволу. Поред повећања искуства у вожњи сам кандидат може полако да постане возач. Ово такође може имати мотивационих ефеката.

2.5. Комбиновани модели

Нека обука за возача се састоји у комбинацији лаик обуке и професионалног упутства. Овакви системи обуке постоје у Француској и Аустрији, али постоје планови и експерименти и у другим земљама, нпр. Шведска. Професионална обука прати наставни план и циљеве који су усвојени на основна знања и вештине које кандидати треба да савладају. Усавршавање је проширило са стицањем практичног искуства у обуци. Може да постоји обука у ауто школи и за лаик инструкторе. Улога професионалних инструктора је да информације правилно усмерава према кандидатима и да имају правилно дефинисану структуру обуке. Немачка идеја је била да кандидат прође потпуну обуку у ауто школи и након тога није дозвољено да возе под нечијом пратњом до старости од 18 година и тек онда добију возачку дозволу. Ова идеја је спроведена у циљу да кандидати стекну више искуства пре лиценцирања (добијања возачке дозволе).

У пракси, комбиновани модели постоје и у другим земљама, где је систем више либералнији. На пример, у Великој Британији или Шведској огромна већина кандидата користи професионалне услуге. Међутим, износ, време и садржај стручног усавршавања остају отворени.

2.6. Либерални модел

Идеја која стоји иза либералног приступа обуке кандидата ја да заправо нема разлога да се контролише сама обука. Тест се очекује да буде поуздан и положиће га они кандидати који су способни да се понашају на одговарајући начин у саобраћају, а неће га положити они који не испуњавају критеријуме.

Према овом схватању, безбедност возача почетника ће зависити од селекције, а не од обуке. Либерални модели су либерални у погледу обуке, а не у погледу знања и вештина потребних за лиценцирање. Овај

либерални систем је у Холандији, Швајцарској и Великој Британији. Белгија има нешто другачији приступ. Постоје тачне могућности облика обуке, али кандидати имају слободу избора, тј. могуће је да мешају систем у складу са личним жељама. У либералним системима, кандидат има могућност да изабере ауто школу или инструктора.

3. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ КОЈИ УТИЧУ НА ЕФЕКТЕ ОБУКЕ КАНДИДАТА

3.1. Количина обуке

Током првих година после добијања возачке дозволе, код возача почетника, долази до смањења саобраћајних незгода, што је у функцији искуства. Познато је да, током учења вештина и развоја стручности, чак и за једноставне вештине је потребно хиљаде понављања да постану савршене. Већ су стари Римљани рекли "repetitio est mater omnia studiorum" (Понављање је мајка свих учења). Како се искуство повећава очекује се да савлађивање саобраћајних ситуација и контрола возила постану аутоматски. Различити су разлози због којих возачи праве грешке. Повреде и пропусти су грешке које су последица неискоришћавања правила, док су прекршији више намерно кршење правила.

Количина обуке може утицати на коначан исход обуке, али не и на њен садржај. Увек постоји квалитет у количини обуке, али није могуће знати да ли је квалитет висок оним аспектима који се траже. Ипак, пораст у количини обуке представља један метод за унапређење вештина возача почетника. Генерално, количина омогућава неопходно понављање основних вештина и може понудити више могућности да покрије неопходне садржаје обуке.

3.2. Трајање обуке

Трајање обуке може бити повезано са количином. На пример, обука може да се обавља дужи временски период, али неће бити интензивна. Постоје претпоставке да се боља обука може постићи поделом расположивих наставних средстава у дужи временски период (бољи резултат у области моторике, боље одржавање пажње, развој меморијских трагова). Јако битна предност у погледу трајања обуке је да што кандидату омогућава комбиновање различитих педагошких метода. Кандидат може, на пример, да самостално учи између обуке.

3.3. Циљеви и садржај обуке

Идеја процеса постепеног добијања возачке дозволе је да се током обуке кандидат покрије као возач у целини, укључујући релевантне аспекте у распону од основних операција управљања возилом до општих животних вештине.

Задатак возача је описан као функционална хијерархија, где виши ниво даје смисао нижем нивоу. Четири нивоа у хијерархији су, од најнижег ка вишем :

- маневрисање возилом,
- савлађивање саобраћајних ситуација,
- циљеви у вожњи,
- циљеви у животу.

Традиционална обука возача је углавном ограничена на фокусирање на основне вештине и знања о возилу, маневрисање возилом и савлађивање саобраћајних ситуација, а није пажња дата на повећање фактора ризика на осталим нивоима.

Формална обука у САД-у, која се обично састоји од 30 часова теоријске обуке и 6 часова практичне обуке, не даје добре резултате јер таква обука не доприноси довољном савлађивању управљачких вештина и знања која су потребна у реалном свету.

Обука кандидата за управљање моторним возилом мора да има циљеве, али је питање колико су ти циљеви пренети на кандидата, од стране инструктора. Неки инструктори се фокусирају само на савлађивање основних вештина и знања, да би кандидат само положио возачки испит.

3.4. Степен структуре и контроле обуке

Трећи фактор, поред циљева и садржаја обуке је и контрола обуке. Контрола може да се заснива или на резултатима обуке или током саме обуке. Основни циљ контроле је да се утврди да ли су кандидати који су положили стекли довољно потребних вештина и знања. Питање структуре и контроле обуке је питање валидности и поузданости. Поузданост се односи на одржавање квалитета. Ако квалитет обуке варира (ниска поузданост) рок важења такође пати. Проблематичан аспект у обуци возача је тај што је тешко проценити какви су њихови ставови и мотиви. Приликом тестирања, возач ће тежити да покаже шта је способан да уради (максималне перформансе), а не шта ће учинити касније (типичне перформансе). Тако да се може закључити да коначан исход безбедне вожње зависи, поред садржаја и циљева обуке, и од самих кандидата, тј. њихове самопроцене.

Контрола система обуке, директно или путем тестирања, није довољан услов за успех. Потребно је да се посматра оно што је под контролом.

3.5. Количина и квалитет повратне информације

Поред циљева обуке, повратна информација је најважнији аспект који утиче на резултат обуке. Кључно питање је у ком правцу води повратна информација и колико је ефикасна? Повратна информација дата кандидатима истиче се важним аспектима вожње. Ова повратна информација може да се концентрише на нижим нивоима, маневрисање и саобраћајним ситуацијама, али такође може да се фокусира на вишим нивоима вожње. Повратне информације се могу односити и на знање и вештине, или на ризике и самопроцене.

Према финским резултатима (лаик и професионална обука не могу бити комбиноване), професионално обучени кандидати имају знатно већу стопу пролазности и на теоријском и на практичном делу полагања.

Поједини облици обуке и педагошке методе утичу на квалитет и количину повратних информација. Предавања са ниским нивоом интеракције остављају кандидату да сам савлађује градиво, док мале групне дискусије пружају добро окружење за лакше савлађивање градива. Поред тога, индивидуална обука у аутомобилу је веома добра за индивидуалне

повратне информације. Ипак, оно што се преноси може бити погрешно схваћено од стране кандидата. Кандидати добијају идеју овладавања маневрима, али не добијају идеју избегавања ризика. У практичној обуци, поруке које дају инструктори у погледу селекције брзине, посматрање угрожених корисника пута и пропуштање корисника пута који има предност, формира слику о вожњи кандидата.

3.6. Окружење

Окружење има великог утицаја током обуке кандидата. Обука у урбаним срединама чини вожњу касније удобнијом и лакшом и може такође уштедети новац у виду мањих незгода. Наравно, основно маневрисање и савлађивање ситуације у саобраћају су важни предуслови за безбедну и ефикасну вожњу. С друге стране, озбиљне незгоде, дешавају се изван урбаних подручја на руралним путевима и аутопутевима. Вожња на таквим путевима може да се сматра мање опасном уколико се више часова посвети обуци на тим путевима.

3.7. Клима обуке

Клима обуке зависи од ставова самих инструктора, пешака, бициклиста и других возача, као и њихови ставови према безбедности саобраћаја, или чак и њихови мотиви у вези стила вожње. У току обуке кандидата веома је битна култура вожње. Инструктори се више базирају на садржаје који се оцењују на возачком испиту, него на културу вожње. Инструктори могу подржавати културне особине које припадају сопственом репертоару вожње. Да ли је то предност или мана зависи искључиво од вредности, ставова и мотива самих инструктора. Она може бити промовисана на безбедносан начин, али и на брз и агресиван стил вожње.

3.8. Методе обуке

Класичне методе обуке у ауто-школама обухватају теоријску обуку и практичну обуку на путевима. У основи обуке, теоријско знање које је потребно у практичној обуци је стечено учењем путем књига, без предавања. Број часова теоријске обуке доста варира. У неким земљама (Велика Британија) не постоји теоријска обука док је обавезна у другим земљама и може бити до 20 часова (Финска). Низи ниво хијерархијске вожње се научи практичном применом, док је за виши ниво хијерархије неопходно знање са теоријског аспекта. Садржај знања представља почетну тачку за учење практичних задатака. Међутим, за највиши ниво је потребно учење, али не учење у смислу вршења одређених вештина, већ учење нових ствари сходно сопственој личности и навикама.

3.9. Однос између теоријске и практичне обуке

Број часова теоријске обуке није најважнија ствар, али је садржај те обуке веома битан за даљу практичну обуку.

У традиционалној обуци возача у САД сугестија је да треба да постоје 30 часова теоријске обуке и 6 часова практичне обуке. Међутим, по европским програмима, видимо да је практични део све дужи,

док теоријски постаје све краћи. Одржавање теоријске обуке није често примена методе предавања, већ чешће коришћење различитих врста мултимедије, као и дискусије и друге активне методе учења.

3.10. Критеријуми за ефикасност модела за обуку возача

Свака процена ефикасности система обуке возача треба да има критеријуме. Ако је вредност овог критеријума после обуке добра, онда можемо закључити да је метод обуке такође добар. Обично се само један критеријум, саобраћајне незгоде након добијања возачке дозволе, користи у проценама и овај критеријум је коришћен да закључи да ли обука испуњава своје циљеве или не. За комплетнију процену система за обуку возача и метода неопходно је да се користе различите врсте критеријума.

Задовољство кандидата током обуке је важан и користан критеријум. Поготово ако се ове информације прикупљају након неког возачког искуства, могуће је да нови возач процени како се обука прилагођава захтевима саобраћаја. У Финској таква евалуација упитника се шаље четири пута годишње. У упутнику учествују до 1.000 нових возача који имају возачко искуство од једне године. Друге врсте података могу бити прикупљене одмах након завршетка обуке у ауто школи и ти подаци могу да пруже неке идеје за даљи развој обуке.

Добијањем возачке дозволе, не значи како ће добар возач управљати у саобраћају већ да је тај кандидат стекао довољне вештине да управља возилом и савлада неке ситуације у саобраћају. Оно што је непознато након добијања возачке дозволе, како ће се тај кандидат сутра понашати у саобраћају. Ставови кандидата су тесно повезани са стилом вожње.

Један од крајњих циљева током обуке возача је наравно безбедност, што се мери бројем саобраћајних незгода. За сврху процене је важно да се узме у обзир квалитет незгоде (колико су озбиљне незгоде). Незгоде се дешавају и у самом процесу обуке, у средњој фази или након добијања возачке дозволе. Раније, тај проблем је био мали у традиционалном систему обуке: период обуке је био кратак и било је дуплих команда да би се контролисао аутомобил. Међутим, у Шведској дупле команде нису обавезне, али су у Финској биле обавезне дуже време.

4. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Интегрисани и комбиновани модели су чести. Комбинација професионалне и лаик обуке је најтипичнији начин спровођења обуке.

У оним земљама где је професионална обука била једина могућа, идеја је сада продужити период обуке и повећати искуство са инструктором обуке, али не смањити количину стручног усавршавања (Аустрија, Немачка). Стручно усавршавање је и даље суштински елемент који обезбеђује основне вештине за самостално вежбање. Најновији тренд у интегрисаним/комбинованим моделима је да се почне са ауто школама, да постоји теоријска настава и практична обука.

Дуги периоди учења су све чешћи. Шведски и Норвешки систем је организован тако да кандидати почну рано са обуком, док је Аустријски и Немачки систем такав да треба почети са стручним усавршавањем на структуриран начин. Лаик обука је заправо ретка у пракси. Најтипичнији кандидат комбинује професионалну и лаик обуку.

Потпуни либерални модели су заправо ретки. Велика Британија је једини прави пример таквог система. Чак и у Холандији, где се методе и обуке не контролишу, лаик обука није дозвољена. Модели засновани само на стручном усавршавању постају реткост, и лаик обука се користи да се повећа искуство.

Вишефазни системи постају све популарнији. Циљ вишефазног система је да се укључи мотивациони аспект вожње, поред побољшања вештине вожње. Аустрија је увела вишефазни образовни систем, Швајцарска планира 2005. године. Разлика између једне фазе и вишефазних система постаје нејасна. Вишефазни системи комбинују лаик и професионалну обуку. Чини се да нема будућности за краће периоде обуке. Међутим, задатак компактне професионалне обуке је да припреми кандидата да положи возачки испит и да након положеног испита буде спреман да реагује у одређеним опасним ситуацијама.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Advanced (2002). The EU ADVANCED project: Description and Analysis of Post licence Driver and Rider Training. Final Report. Cieca.
- [2] Andrea (2002). EU-Project "Andrea". Analysis of Driver Rehabilitation Programmes. Austrian Road safety Board (KfV), Wien, Austria
- [3] Ajzen, I., Fishbein, T. (1977). Attitude-Behavior Relations: A theoretical analysis and review of empirical research. Psychological Bulletin, 84 (5), 888-918.
- [4] Bartl, G. (ed.) (2000). DAN-Report. Results of EU-project: description and analysis of post licensing measures for novice drivers. Austrian Road safety Board (KfV), Wien, Austria.
- [5] Bartl, G., Assailly, J.-P., Chatenet, F., Hatakka, M., Keskinen, E., Willmes-Lenz, G. (2002). EU-Project "Andrea". Analysis of driver rehabilitation programmes. Austrian Road safety Board (KfV), Wien, Austria.
- [6] Baughan, C.J., Sexton, B., Maycock, G., Simpson, H., Chinn, L., Quimby, A. (in press). Novice driver safety and the British practical driving test. TRL Limited, Crowthorne, UK.
- [7] Boase, P., Tasca, L. (1998). Graduated licence evaluation: interim report 98. Safety Policy Branch, Ministry of transport, Toronto, Ontario

Кратка биографија:



Джордана Стевановић рођена је у Крушевцу 1984. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранила је 2013. год.



KVALITET POVEZIVANJA KNJIŽNOG BLOKA ŠIVENOG KONCEM

QUALITY TESTING OF BOOK BLOCKS SEWN WITH THREAD

Silvia Siladi, Dragoljub Novaković, Magdolna Pal, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su prikazana istraživanja kvaliteta povezivanja knjižnog bloka šivenog koncem, koji podrazumeva ispitivanje materijala za šivenje, konca, kao i ispitivanje papira za izradu knjižnih blokova. Vizuelnom kontrolom su analizirani faktori koji utiču na kvalitet povezivanja knjižnog bloka.

Ključne reči: Papir, Konac, Šivenje, Povežnjak, Lepilo
Abstract- Following paper analyzes the quality of the book blocks sewn with tread, which involves examination of sewing material, i.e. fabric thread, and paper testing for book blocks manufacturing. Factors affecting the quality of book block binding were analyzed by visual control.

Key words: Paper, Thread, Sewing, Block spine ,Glue

1. UVOD

Knjižni blok se sastoji od sakupljenih knjigovezačkih tabaka, logova ili listova koji su međusobno spojeni u kompaktnu celinu najčešće koncem, termokoncem ili bešavnim povezom. Šivenje koncem je postupak povezivanja pojedinačnih knjižnih tabaka ili listova, koncem u knjižni blok, pri čemu se stvara jaka veza između sašivenih tabaka ili logova, ali ta veza još uvek nije dovoljno jaka.

Čvrsta i jaka veza između tabaka se postiže pomoću lepila, čime se premazuje povežnjak knjižnog bloka i na taj način se stabilizuje isti. Primarna svrha šivenja pojedinačnih tabaka leži u proizvodnji visokokvalitetnih i dugotrajnih knjiga. Šivenje koncem obuhvata razne tehnike ručnog i mašinskog šivenja za izradu knjižnog bloka. Ručno šivenje ima dugu tradiciju u izradi knjiga, i danas se prvenstveno primenjuje za izradu unikatnih knjiga, za restauraciju i za konzervaciju knjižnih blokova. Za razliku od ručnog šivenja, mašinsko šivenje koncem se primenjuje za veće tiraže knjiga i brošura [1,2].

Razvojem primenjenih mašina stvorili su se uslovi za automatizaciju proizvodnog procesa tako da su izbegnuti raniji problemi sa manuelnim operacijama i međuodlaganjem i tako je šivenje koncem postalo ponovo vrlo atraktivna tehnika spajanja knjižnih blokova. Savremene mašine za šivenje su konstruisane tako da mogu da se povežu sa drugim mašinama u proizvodnu liniju, npr. sa jedinicom za ulaganje, da bi obezbedile adekvatan prolaz materijala ka proizvodnom sistemu [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

Kvalitet grafičkog proizvoda ocenjuje se prema unapred određenim parametrima, koje grafički proizvod treba da ispuni kroz konstantnu kontrolu u toku izrade [4].

Kriterijumi koji određuju kvalitet šivenja su [2]:

- 1) jačina poveza šivenja koncem, kod kojeg faktori koji utiču na jačinu poveza su sledeći:
 - a) Vrsta i kvalitet papira. Sa povećanjem zatezne čvrstoće papira, povećava se čvrstoća celog poveza. Smer vlakanaca tabaka znatno utiče na kvalitet poveza, jer smer vlakanca tabaka koji je paralelan sa poslednjim prevojem tabaka osigurava odgovarajući kvalitet savijanja a time i kvalitet knjige.
 - b) Karakteristike konca. Sila kidanja konca mora biti veća od sile kidanja jednog lista, ali niža od sile kidanja celog tabaka.
 - c) Broj stranica pojedinih tabaka. Što je više listova u jednom logu/tabaku, veća je čvrstoća poveza knjižnog bloka.
 - d) Dužina uboda. Preporučena dužina uboda treba da iznosi između 7 i 20 mm. Manja ili veća dužina uboda smanjuje jačinu poveza knjižnog bloka.
 - e) Broj uboda. Sa povećanjem broja boda povećava se jačina poveza, ali dupliranje broja uboda neće dovesti do dupliranja jačine poveza.
- 2) Ulaz lepila u knjižni blok prilikom premzivanja lepilom. Knjižni blokovi se posle šivenja premazuju lepilom u tankom sloju, tako da popunjavajući sve rupice na prevoju će međusobno slepiti tabake, dajući knjižnom bloku odgovarajuću čvrstoću. Iz estetskog i funkcionalog razloga za kvalitetnu izradu knjižnog bloka bitno je da tabaci ne budu ulepljeni sa unutrašnje strane prevoja. Radi smanjenja ulaska lepila u knjižni blok treba obratiti pažnju na: smer vlakanaca kod poslednjeg prevoja tabaka, viskozitet lepila za premazivanje povežnjaka, presovanje knjižnog bloka pre premazivanja lepilom, itd. [2].

2. METODA RADA

Osnovni cilj istraživanja je ispitivanje kvaliteta koncem šivenog knjižnog bloka kroz odabir parametara kvaliteta poveza, među koje spadaju:

- čvrstoća poveza,
- podebljanje povežnjaka usled šivenja i premazivanja povežnjaka lepilom,
- izgled šivenog povežnjaka.

Tako, ispitivanje kvaliteta obuhvata:

- a) merenje zatezne čvrstoće papira prema standardu (uzdužni i poprečni smer), odnosno zatezne čvrstoće šivenih i savijenih epruveta (u poprečnom smeru), koji imaju direktni uticaj na čvrstoću poveza koncem šivenog knjižnog bloka. Ispitivanje zatezne čvrstoće papira se vrši po standardu SRPS EN ISO 1924-2:2011, kojim se

utvrđuje metoda za merenje zatezne čvrstoće pri kidanju. Kod ispitivanja zatezne čvrstoće pri kidanju, od svake vrste papira je uzeto i izmereno: 4 x 10 epruveta u uzdužnom smeru, u poprečnom smeru, u poprečnom smeru posle savijanja knjižnog bloka, u poprečnom smeru posle šivenja knjižnog bloka.

Dimenzija epruvete za ispitivanje prema standardu iznosi 180 x 15 mm. Za merenje zatezne čvrstoće potrebno je izmeriti debljine papira standardizovanim metodom JUS H.N8.205.

b) merenje sile kidanja i izduženja konca, jer oni utiču na jačinu poveza, ali i delimično na vizuelne greške koji mogu da se javljaju usled šivenja. Prekidna sila i prekidno izduženje konca određeno je standardizovanom metodom prema JUS.ISO.2062:2002. Za ispitivanje sile kidanja i istezanje konca je uzeto 10 epruveta, čije su dužine bile 200 mm.

c) ispitivanje debljine povežnjaka knjižnog bloka, jer je poznato da prilikom šivenja i premazivanja povežnjaka lepilom dolazi do porasta visine i debljine povežnjaka, koji je poželjno izbegavati. Merenjem i analizom utvrđujemo za koliko će se povećavati povežnjak.

Za merenje debljine povežnjaka neophodno je izmeriti debljinu papira, jer na taj način se može utvrditi teoriska idealna debljina povežnjaka u odnosu na podebljani povežnjak posle šivenja.

Za merenje debljine povežnjaka je uzeto šest knjižnih blokova od pet tabaka proizvedenih od različitih papira i različitih gramatura. Povežnjak gotovog knjižnog bloka, dimenzija 230 x 165 mm, je podeljen na 22 podeoka i izmeren na rastojanju od 10 mm.

d) vizuelnu analizu, jer postoje faktori koji utiču na kvalitet knjižnog bloka i koje nije moguće izmeriti uređajima i merilima, oni se analiziraju vizuelnim metodom. Vizuelna kontrola se zasniva na subjektivnoj proceni i ne može biti zamena za objektivne i tačne metode, koji zahtevaju rešavanje ozbiljnih grešaka. Vizuelna analiza zahteva dobro poznavanje uticajnih faktora na izradu knjižnog bloka u svim fazama izrade od savijanja preko šivenja do premazivanja povežnjaka lepilom. Sprovedeno ispitivanje je obuhvatilo vizuelno analiziranje površine unutrašnjeg prevoja tabaka i površine povežnjaka, posmatrajući omče na koncu, ulazak lepila u knjižni blok kroz rupice formirane u toku šivenja kao i analizu veličine i deformacije rupica.

2.1. Korišćeni materijali

Za analizu odabranih parametara kvaliteta koncem šivenih knjižnih blokova korišćeni su sledeći papiri: ofsetni papir gramature 80 g/m² i 140 g/m², voluminozni papir gramature 80 g/m², mat premazni papir gramature 90 g/m² i 130 g/m² i sjajno premazni papiri gramature 130 g/m². Ofsetni i premazni papiri su bili od proizvođača Sappi, dok je voluminozni papir bio iz fabrike Arcticpaper.

Za analizu odabranih parametara kvaliteta koncem šivenih knjižnih blokova je bio izabran poliesterski konac Tex 40/Tkt 70/60 od proizvođača konca Coats, sa tipom upredanja "Z" i tri upredene niti.

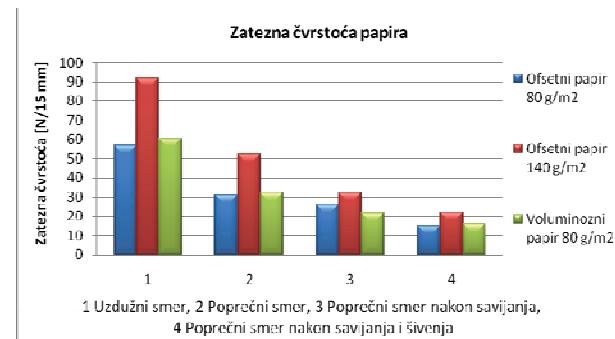
2.2. Korišćeni uredaji

Za ispitivanje zatezne čvrstoće i istezanja svih uzoraka papira i konca je korišćen kidalica Lorentzen & Wettre Code SE 060/94153 (razmak između hvataljki za konac i za papir: 100 mm; povećana osetljivost glave za merenje sile kod konca: 4x; brzina razmicanja kod konca: 5mm/min, kod papira: 12 mm/min). Za određivanje debljine papira je korišćen mikrometar Lorentzen & Wettre Micrometer Code SE 051 D2 sa kružnom skalom tačnosti do 0.001 mm. Za merenje debljine povežnjaka je korišćeno kljunasto pomicno merilo, tačnosti 0.01 mm. Za potrebe vizuelne analize sa površine povežnjaka šivenih knjižnih blokova su formirane slike u digitalnom zapisu pomoću ručnog digitalnog mikroskopa proizvođača Sibress, sa digitalnim uvećanjem snimljene slike do 400%, koji je omogućio uočavanje greški na povežnjaku knjižnog bloka i na prevoju pojedinačnih tabaka kako sa spoljašnje, tako i sa unutrašnje strane.

3. PRIKAZ I ANALIZA REZULTATA

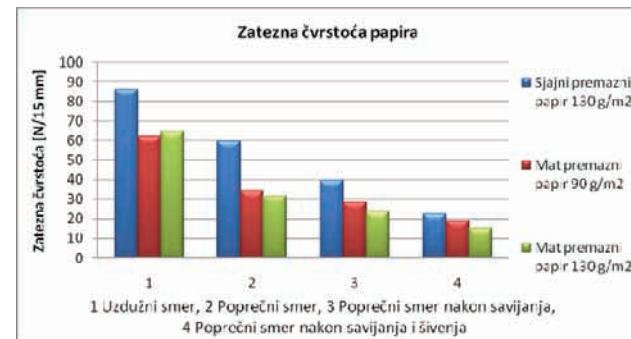
3.1. Zatezna čvrstoća pri kidanju papira

U nastavku su prikazane izmerene vrednosti zatezne čvrstoće papira u uzdužnom i poprečnom smeru, odnosno u poprečnom smeru nakon savijanja kao i nakon savijanja i šivenja u poprečnom smeru kod svih papira. Na slici 1 je predstavljen grafički prikaz zatezne čvrstoće ofsetnog i voluminoznog papira.



Slika 1. Grafički prikaz zatezne čvrstoće ofsetnih i voluminoznih papira

Na slici 2 je predstavljen grafički prikaz zatezne čvrstoće premaznih papira.



Slika 2. Grafički prikaz zatezne čvrstoće premaznih papira

Uporedjivanjem dva različita papira iste gramature, ofsetnog papira 80 g/m² i voluminoznog papira 80 g/m² ustanovili smo da su vrednosti zatezne čvrstoće

voluminoznog papira veće, što je suprotno od očekivanja, jer zbog vazdušaste strukture voluminoznog papira bile su očekivane manje vrednosti zatezne čvrstoće. Mat i sjajni premazni papir od 130 g/m^2 iako su iste gramature i pripadaju istoj vrsti papira, pokazuju veliko odstupanje u rezultatima. Sjajni premazni papir ima znatno veću zateznu čvrstoću u odnosu na mat premazni papir iste gramature.

Srednje vrednosti zatezne čvrstoće voluminoznog papira 80 g/m^2 kod svih uzoraka su zadovoljavajuće bez obzira na strukturu epruveta, mada bi se mogle očekivati manje vrednosti zatezne čvrstoće kod epruvete. Kao što je prikazano kod svih vrsta papira, epruvete sa uzdužnim smerom imaju najveću zateznu čvrstoću, dok uzorci posle šivenja tj. uzorci koji su najviše oslabljeni, imaju najmanju zateznu čvrstoću. Srednje vrednosti mat premaznog papira 90 g/m^2 poprečnog smera pre i nakon savijanja su približno jednake. Srednja vrednost epruvete mat premaznog papira 130 g/m^2 sa uzdužnim smerom odstupa od ostalih epruveta i pokazuje visoku vrednost zatezne čvrstoće.

U tabeli 1 su predstavljene granice tolerancije zatezne čvrstoće nakon savijanja i šivenja za papire gramature veće od 72 g/m^2 .

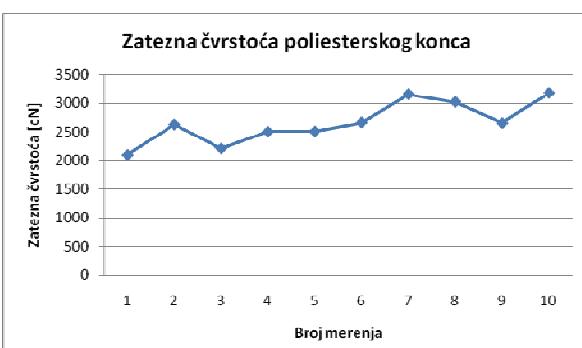
Tabela 1. Zatezna čvrstoća za papire $> 72 \text{ g/m}^2$

Oblasti zatezne čvrstoće za papire $> 72 \text{ g/m}^2$	
Kritična oblast	$> 10\text{N}/15 \text{ mm}$
Srednja oblast	$10 \text{ N}/15 \text{ mm} - 15 \text{ N}/15 \text{ mm}$
Nekritična oblast	$< N/15 \text{ mm}$

Analizirajući rezultate srednjih vrednosti iz tabele, može se zaključiti da je zatezna čvrstoća svih papira daleko iznad kritičnih vrednosti zatezne čvrstoće. Ofsetni papir gramature 80 g/m^2 je na granici nekritične oblasti sa svojih $15.045 \text{ N}/15 \text{ mm}$, kao i mat premazni papir 130 g/m^2 sa vrednostima od $15.043 \text{ N}/15 \text{ mm}$, dok se voluminozni papir 80 g/m^2 nalazi malo iznad granice sa svojih $15.998 \text{ N}/15 \text{ mm}$.

3.2. Sile kidanja i izduženje pri kidanju konca

Na slici 3 je dat grafički prikaz pojedinačnih merenja sile kidanja pri kidanju poliesterskog konca.



Slika 3. Zatezna čvrstoća (sila kidanja) poliesterskog konca

Vrednosti sile kidanja konca pokazuju velika odstupanja u merenjima. Najmanja vrednost sile kidanja iznosi 2094

cN, a najveća 3184 cN. Srednja vrednost sile kidanja izmerenog konca iznosi 2664 cN, koja je zadovoljavajuća, jer izmerena srednja vrednost poklapa se sa vrednostima sile kidanja date od strane proizvodača a koja iznosi 2622 cN.

Na slici 4 je dat grafički prikaz prekidnog izduženja poliesterskog konca.

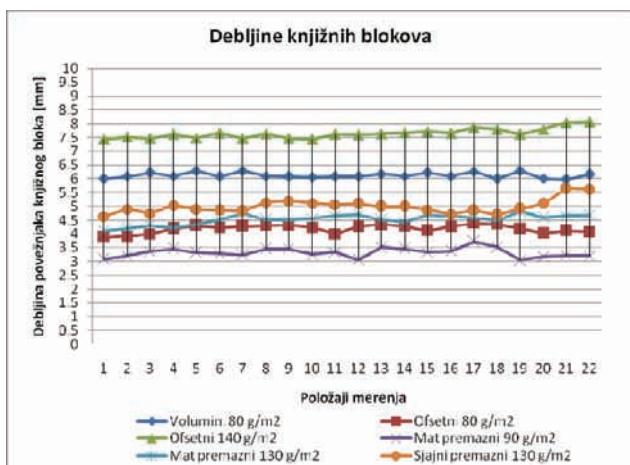


Slika 4. Izduženje pri kidanju poliesterskog konca

Vrednosti izduženja konca kreću se u rasponu od 13.53 do 18.83%, sa većim odstupanjima u merenjima. Srednja vrednost izduženja izmerenog konca iznosi 16.17% koja je na donjoj granici od vrednosti zadatih od strane proizvodača 16-22%. Dakle srednja vrednosti izduženja konca zadovoljava kriterijume.

3.3. Debljina povežnjaka knjižnog bloka

Slika 5 prikazuje izmerene vrednosti debljine povežnjaka po položajima merenja na knjižnim blokovima.



Slika 5. Vrednosti debljine povežnjaka po položajima merenja na knjižnom bloku

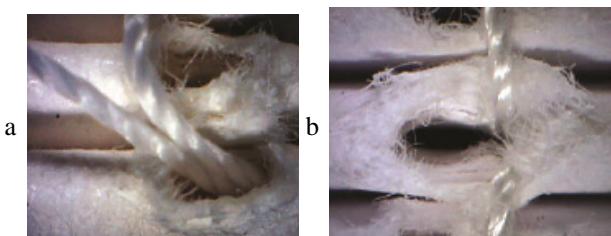
Debljina povežnjaka ofsetnog papira 80 g/m^2 pokazuje variranje debljine povežnjaka. Voluminozni papir 80 g/m^2 pokazuje skoro ravnomerne debljine duž povežnjaka bez znatnih odstupanja, jer u nedostatku materijala, korišćeni su četvrtine knjigovezačkog tabaka, sakupljeni tabak u tabak. Kod ofsetnog papira 140 g/m^2 i mat premaznog papira 130 g/m^2 se uočava mala razlika u izmerenim debljinama, i rezultati pokazuju blag porast prema gornjoj strani (glavi) knjižnog bloka što može biti uzrok savijanja u gornjoj strani knjižnog bloka. Mat premazni papir 90 g/m^2 i sjajni premazni papir 130 g/m^2 pokazuju najveći

stepen neravnomernosti i odstupanja. Uzrok variranja debljine povežnjaka mat premaznog papira 90 g/m^2 tanak papir i konac, pri čemu u predelu šivenja dolazi do podebljanja povežnjaka.

Kod ispitivanja debljine povežnjaka se može zaključiti da knjižni blokovi izrađeni od debljih papira imaju ravnomerniju debljinu povežnjaka od knjižnih blokova koji su izrađeni od tanjih papira zbog debljine konca, jer debljina konca kod tih papira je manja od debljine papira.

3.4. Vizuelna analiza uticaja alata na šiveni materijal

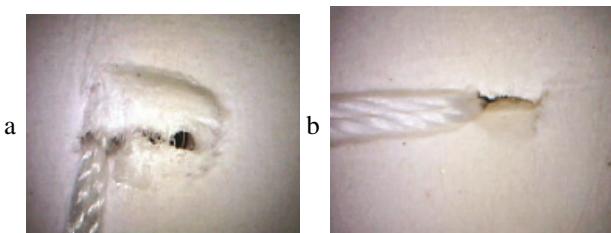
Na prvi pogled su uočene veće rupe na povežnjaku kod nekih papira, koji su u direktnoj zavisnosti sa veličinom igle za šivenje i debljinom papira. Deblji papiri kao voluminozni papir većeg volumena (Slika 6a) i offsetni papir gramature 140 g/m^2 , (Slika 6b) pokazuju stvaranje većih rupa nakon šivenja, sa oštećenjima vlaknana na papiru.



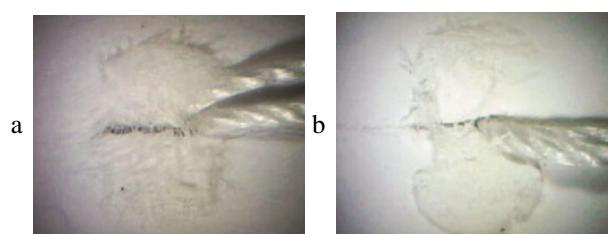
Slika 6. Prekomerne rupe od bušenja pod na povežnjaku (uvećanje $300\times$)

a) voluminozni papir 80 g/m^2 , b) offsetni papir 140 g/m^2

Na nekim uzorcima su primećene veće rupe vidljive čak i golin okom (Slike 7a i b.). Uzrok osim veličine igle može biti i prevelika zategnutost konca.



Slika 7. Rupe na unutrašnjem prevoju
a) offsetnog papira 80 g/m^2 , b) voluminoznog papira 80 g/m^2



Slika 8. Vidljivo kidanje gornjeg sloja papira
a) offsetni papir 80 g/m^2 , b) mat premazni papir 130 g/m^2

Posmatrajući gornji sloj papira sa unutrašnje strane prevoja sašivenog tabaka javljaju se vidljiva oštećenja na gornjem sloju papira usled ulaska lepila, što se može javiti zbog veličine igle ili zbog neadekvatnog presovanja knjižnog bloka.

Slike 8a i b pokazuju oštećenja na gornjem sloju papira. Uočene greške tj. veće rupe na povežnjaku su rezultat debljih igli. Velike rupe su prisutnije kod debljih papira kao što su voluminozni papir 80 g/m^2 i offsetni papir 140 g/m^2 . Upotreba tanjih igli bi možda sprečila nastanak velikih rupa. Ulazak lepila u knjižni blok se rezultuje skidanjem gornjeg sloja papira na unutrašnjem prevoju tabaka. Mogući uzroci su: neadekvatno presovanje knjižnog bloka prilikom premazivanja lepilom i veličina rupe izazvanom debljom iglom.

4. ZAKLJUČAK

Knjige predstavljaju grupu grafičkih proizvoda sa kojima se svakodnevno susrećemo. Pored atraktivnog izgleda knjige moraju da poseduju i odgovarajući kvalitet, koji zavisi od različitih faktora. Na izradu kvalitetnog knjižnog bloka tokom šivenja utiču karakteristike papira i konca, debljina igle, presovanje knjižnog bloka, lepilo, itd. Danas treba posebno obratiti pažnju na stalnu kontrolu grafičkih proizvoda, kako bi se obezbedio ugovoren nivo kvaliteta proizvoda bez poteškoća i zastoja u proizvodnji. Kontrolisanje i analiziranje kvaliteta ulaznih materijala radi se na osnovu standarda ili usvojenih merila za određivanje kvalitete.

U toku ispitivanja može se ustanoviti da su sve epruvete nakon savijanja i šivenja pogodne za izradu knjižnog bloka na osnovu rezultata zatezne čvrstoće. Takođe se može reći da je poliesterski konac, koji pokazuje veća odstupanja u merenjima prekidnog izduženja ali čija se srednja vrednost izduženja poklapa sa zadatim vrednostima izduženja, pogodan za šivenje knjižnih blokova. Ravnomernost debljine šivenih knjižnih blokova je varirala od zavisnosti od papira. Debljina knjižnih blokova premaznih papira je pokazivala veća odstupanja, što može predstavljati problem kod spajanja knjižnih blokova sa kartonskim koricama.

5. LITERATURA

- [1] V. Konstantinović, „Tehnologija grafičke dorade“, Beograd, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 2004.
- [2] D. Liebau, I. Heinze, „Industrielle Buchbinderei“, Paderborn, Media-Print, 2001.
- [3] S. Szalai, „Nagyüzemi könyvgyártás“, Budapest, Nyomdász kiadó, 2001
- [4] V. Konstantinović, „Tehnologija grafičke dorade II“, Beograd, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 1997.

Adresa autora za kontakt:

MSc Silvia Siladi
szilagysilvie@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

MSc Magdolna Pál
apro@uns.ac.rs



ISTRAŽIVANJE KARAKTERISTIKA OTISKA U DIGITALNOJ ŠTAMPI NA TEKSTILU RESEARCH OF THE CHARACTERISTICS OF THE PRINT IN DIGITAL PRINTING ON TEXTILE

Mara Babić, Dragoljub Novaković, Nemanja Kašković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu su predstavljena istraživanja opsega boje, razlike u boji i promene površinske hrapavosti otiska dobijenih na različitim tekstilnim materijalima. Proces štampe je izvršen tehnikom digitalne Ink Jet štampe, korišćenjem grafičkog sistema XTR 4880C A2, koji pri procesu štampe koristi Duopnt Artistry 700 pigmentne boje. Istraživanju je podvrgnuto 6 uzoraka tekstilnog materijala, različitog sastava. Za svaki uzorak odštampana je test karta pomoću koje su, spektrofotometrijskim merenjima, određivane razlike u boji (ΔE) i opseg boja. Dobijeni podaci obrađeni su specijalizovanim programskim jezicima „ColorThink 2.1.2“ i „Profile Maker Measure Tool“. Takođe merena je površinska hrapavost pomoću uređaja „TR 200 Portable Testers USA“, i na kraju je svaki uzorak sniman elektronskim mikroskopom „JSM 6460 LV“.

Ključne reči: Ink Jet štampa, površinska hrapavost, tekstilni materijali, opseg boja, razlika boje.

Abstract – This paper presents the research of the color range, the color differences and the change of the surface roughness before and after printing, for different textile materials. The printing process was done with the technique of digital ink jet printing, on the machine XTR 4880C A2, which uses Duopnt Artistry 700 pigment colors. The research was carried out with 6 samples of textile materials, of varying composition. Each pattern sample was printed with a test map that was used for spectrophotometric measurements to determine the color difference (ΔE) and the color range. The obtained data were analyzed using specialized software "ColorThink 2.1.2" and "Profile Maker Measure Tool". Also the surface roughness was measured using an "TR 200 Portable Testers USA", and at the end of each sample was scanned electron microscope "JSM 6460 LV."

Key words: Ink Jet printing, surface roughness, textile materials, color range, color difference.

1. UVOD

Štampa tekstila se može opisati kao industrijska umetnost koja ima dugu istoriju i zagarantovanu budućnost. Vremenom je postala više zavisna od nauke nego što je to bilo ranije. Uspešno štampanje ne zavisi samo od upotrebe odgovarajućih materijala i tehnike štampe, već i od prepoznavanja unapred potencijalnih problema kao i

NAPOMENA:

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

ponašanje različitih materijala u različitim uslovima štampanja[1].

Trenutno najdominantniji metod štampanja tkanina je sito štampa. Globalna digitalizacija dovela je do novih tehnologija kako u svakom aspektu života tako i u samoj tekstilnoj i štamparskoj industriji. Digitalna tehnologija štampanja tekstila ima nekoliko prednosti u odnosu na tradicionalnu štampu tekstila. Naime, manji su troškovi pripreme štampe, moguće je štampanje za samo nekoliko sati u različitim bojama, a sa gledišta zaštite životne sredine, pravi se manje toksičnog otpada [2].

Pojava digitalne štampe uslovila je nove potrebe naučnih istraživanja kako bi se u budućnosti dovelo do najoptimálnijih štamparskih rešenja.

2. MATERIJALI I METOD RADA

Eksperimentalna merenja su imala za cilj upoređivanje otiska dobijenih na šest vrsta tkanina različitog sastava, pri čemu je kod svih tkanina osnovni sastojak pamuk. Uporedna analiza otiska izvršena je kako bi se odredili opsezi boje, razlike u boji, kao i promene površinske hrapavosti, pre i nakon štampanja. Na osnovu dobijenih rezultata izvršeno je međusobno poređenje svih šest uzoraka, a sve u cilju analize svojstava tekstila u digitalnoj štampi.

U eksperimentalnom delu, uzorci su dobijeni štampom na grafičkom sistemu kineskog proizvođača XTR, koji koristi Epson štamparsku glavu. Model mašine je XTR 4880C A2, 8 boja (C; M; Y; K; LK; LC; LM; PK; LLK).

Uređaji koji su korišćeni za merenje u eksperimentalnom delu su: X-rite I1 spektrofotometar, pomoću kojeg je određen opseg boje, zatim uređaj za merenje površinske hrapavosti TR 200 Portable Testers USA i mikroskop JEOL 6460 LV. Merenje spektrofotometrom je rađeno na sledeći način: nakon štampanja 6 uzoraka različitih vrsta tkanina, pomoću Eye-one spektrofotometra mereno je svako polje sa test karte. Korišćenjem odgovarajućeg programskog jezika za svaki od materijala određeni su opsezi boje. Koliko se otisci na materijalima razlikuju, utvrđeno je određivanjem razlike boje.

Uzorci materijala koji su korišćeni u ovom eksperimentu dobijeni su u fabriči tekstilne industrije Nitex u Nišu (<http://nistextil.com>). Nazivi uzoraka su lokalnog karaktera i razlikuju se po načinu predenja kao i po sastavu. Kod svih šest materijala u osnovi sastava je pamuk. Nazivi uzoraka i njihove karakteristike su date u tabeli 1.

Tabela 1. Karakteristike tekstilnih materijala

Vrste tekstilnih materijala	Sastav	Površinska masa
Frotir	Pamuk/akril (50%/50%) = 80% PES = 20%	212 g/m ²
Futer	Pamuk/akril (50%/50%) = 55% Pamuk = 45%	245 g/m ²
Singl	Pamuk 100% češljani	116 g/m ²
Interlok	Pamuk = 88% PES = 12%	212 g/m ²
Interlok V	Pamuk 100% češljani	190 g/m ²
Render	Pamuk = 97% Likra = 3%	212 g/m ²

Parametri koji su podešeni pri određivanju razlike boje važe za svaki uzorak: ugao gledanja 2°, osvetljenje D50 i CIEΔE2000 formula koja obezbeđuje poboljšan postupak za izračunavanje razlike boja [5]. Proračun razlike boja dat je formulom (1):

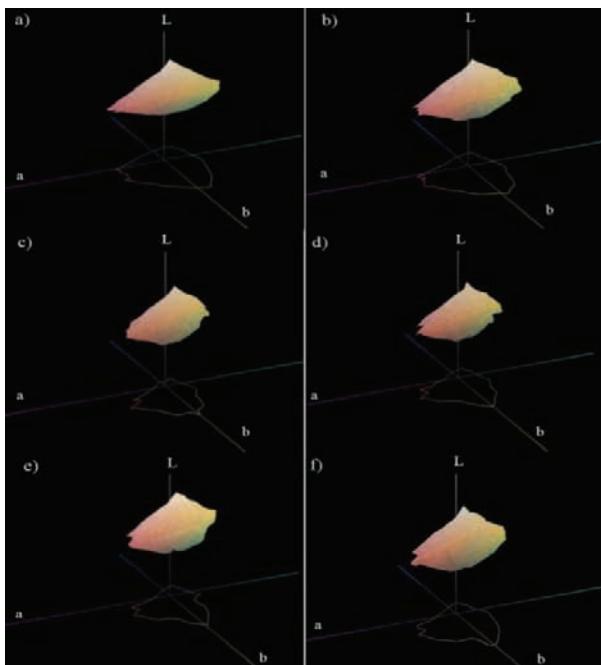
$$\Delta E_{00}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{S_c}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{S_h}\right)^2 + R_t \frac{\Delta C'}{S_c} \frac{\Delta H'}{S_h}} \quad (1)[3]$$

3. REZULTATI MERENJA

Nakon štampanja test karte ECI 2002, izvršena je analiza odštampanih uzoraka. Analiza je obuhvatila određivanje opsega boje i razlike boje i parametara površinske hrapavosti.

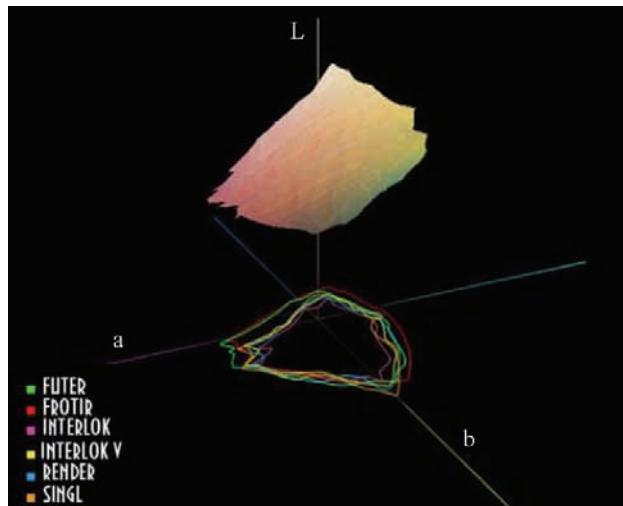
3.1. Opseg boja i razlike u boji

Na slici 1 prikazani su dobijeni profili boja za svaki uzorak, u „Color Think“ programu.



Slika 1. Profili boja; a) frotir; b) futer; c) Interlok; d) Interlok V (100% pamuk); e) Singl; f) Render

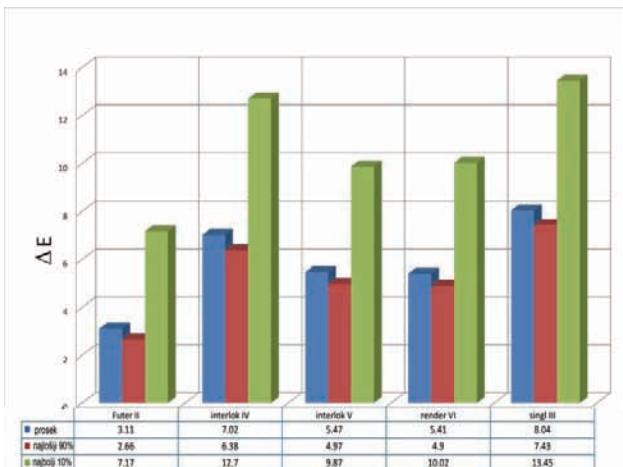
Nakon dobijanja profila boja svakog uzorka, izvršeno je poređenje uzoraka. Poređenje je predstavljeno na slici 2.



Slika 2. Međusobno poređenje svih profila

Kada se uporede profili svih materijala (slika 2), može se zaključiti da *Interlok* (12% poliester) ima najmanji opseg boje. Iako su korišćene pigmentne boje koje su namenjene za pamuk i mešavine pamuka sa poliesterom, pokazalo se da su neznatno bolje za štampanje čisto pamučnih materijala. Materijali kao što su *frotir* i *futer*, koji u svom sastavu imaju neki procenat akrila, pokazali su najveći opseg boja u odnosu na druge analizirane uzorke

Nakon određivanja profila boje, merene su međusobne razlike u boji. Softver koji je korišćen za analizu rezultata i dobijanja razlike u boji je „Profile Maker Measure Tool“. Na slici 3, prikazan je odnos razlika u boji, gde je 5 uzorka upoređeno sa uzorkom *Fotrirom*.

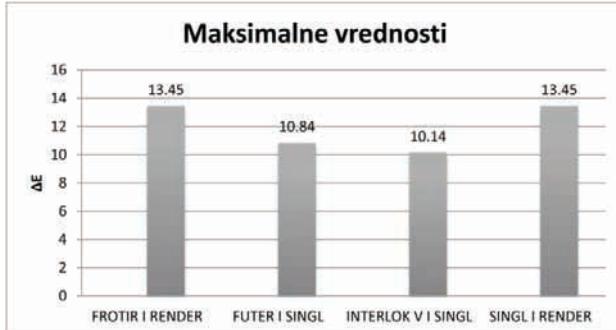


Slika 3. Prosek rezultata merenja razlike u boji gde je referenca Foter

Kada se uporedi opseg boja i rezultati razlike u boji, može se uočiti da je najmanja razlika u boji između *fotira* i *futera* (najmanja vrednost je ΔE= 2.66), najveće razlike su u poređenju sa *singl-om* (najveća vrednost ΔE= 13.45) i *interlok-om* (najveća vrednost ΔE= 12.7). S obzirom da *futer* i *fotir* u svom sastavu imaju akrila, njihova svojstva prihvatanja boja su najsličnija.

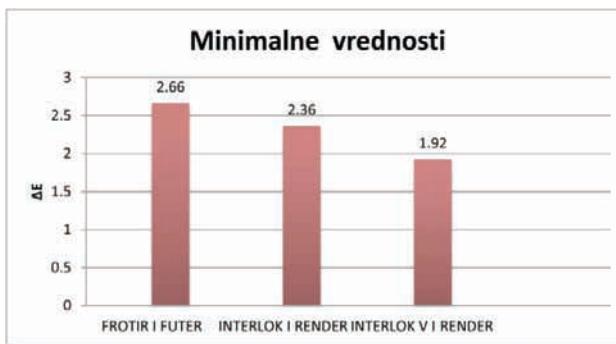
Kada se sumiraju svi rezultati i izdvoje najveće razlike u boji, prikazane na slici 4, može se uočiti da razlika između *fotir-a* i *render-a* i između *singl-a* i *render-a*

potpuno identična i najveća prosečna vrednost je $\Delta E = 13.45$.



Slika 4. Izdvojene najveće razlike u boji

Najmanja vrednost razlike u boji u celom eksperimentu dobijena je u odnosu između *interlok V* (100% pamuk) i *render-a* i iznosu $\Delta E = 1.92$ (slika 5).

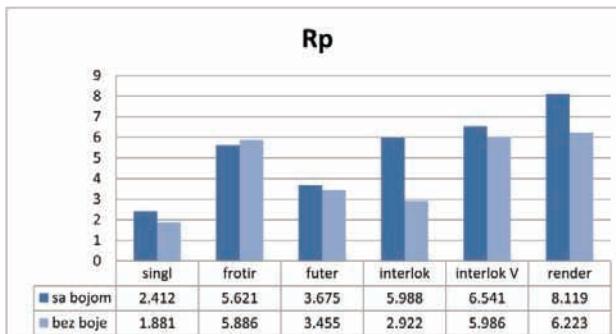


Slika 5. Izdvojene minimalne razlike u boji

Najmanje vrednosti razlike u boji su između materijala sličnog sastava. *Frotir* i *futer* imaju u svom sastavu akrila, *interlok* i *render* poliester i likru u sličnim količinskim odnosima. Izuzetak je dobijeni rezultat za *interlok* i *render* koji imaju najmanju razliku u boji, a različitog su sastava.

3.2. Površinska hrapavost materijala

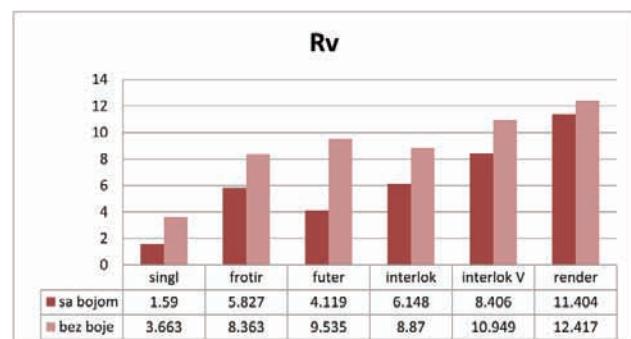
Svakom uzorku je izmerena hrapavost površine pre i posle procesa štampe. Merene su tri tačke površine bez štampe i tri tačke površine sa štampom. U daljoj obradi rezultata analizirane su tri vrednosti hrapavosti površina, R_p (najveća visina vrha profila), R_v (najveća dubina udubljenja profila), R_a (srednje aritmetičko odstupanje profila) [4]. Pri analiziranju su uzete srednje vrednostih dobijenih rezultata. Na slici 6 prikazane su promene vrednosti najveće visine profila materijala pre i posle štampanja.



Slika 6. Vrednosti R_p za sve uzorke pre i posle štampanja

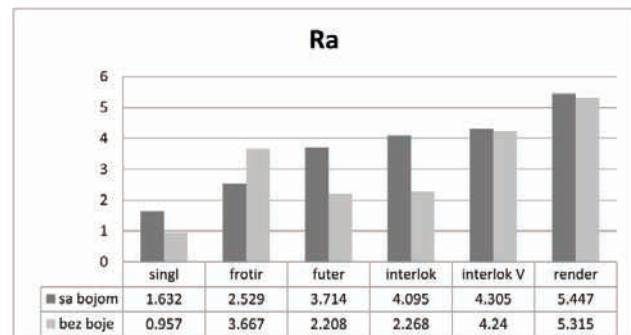
Najveće promene hrapavosti parametra R_p se javljaju kod *interlok-a*, gde je pre štampanja $R_p = 2.922$, a nakon štampanja $R_p = 5.988$. Najmanje promene parametra R_p se primećuju kod *futer-a*, gde je vrednost R_p pre štampanja iznosila 3.455, a nakon štampanja zanemarljivo malo porasla na 3.675. Izuzetak promene parametra R_p je *frotir*, kod koga je nakon štampanja hrapavost (R_p) manja ($R_p = 5.621$) nego pre štampanja ($R_p = 5.886$).

Slika 7 prikazuje vrednosti najvećih dubina udubljenja profila (R_v) svakog uzorka, pre i nakon štampanja.



Slika 7. Vrednosti R_v za sve uzorke pre i posle štampanja

Slike 7 se vidi da su vrednosti R_v manje nakon štampanja nego pre štampanja. To ukazuje na popunjavanje udubljenja bojom i samim tim smanjivanje najvećih dubina udubljenja nakon štampanja. Srednje aritmetičko odstupanje profila (R_a) je prikazano na slici 8.



Slika 8. Vrednosti R_a za sve uzorke pre i posle štampanja

Srednje aritmetičko odstupanje (R_a), pokazuje kod većine materijala povećanje hrapavosti nakon štampanja. Najveća razlika je kod *interlok-a* gde je pre štampanja $R_a = 2.268$, a nakon štampanja $R_a = 4.095$. Izuzetak je *frotir*, koji ima smanjenje površinske hrapavosti nakon štampanja ($R_a = 2.529$).

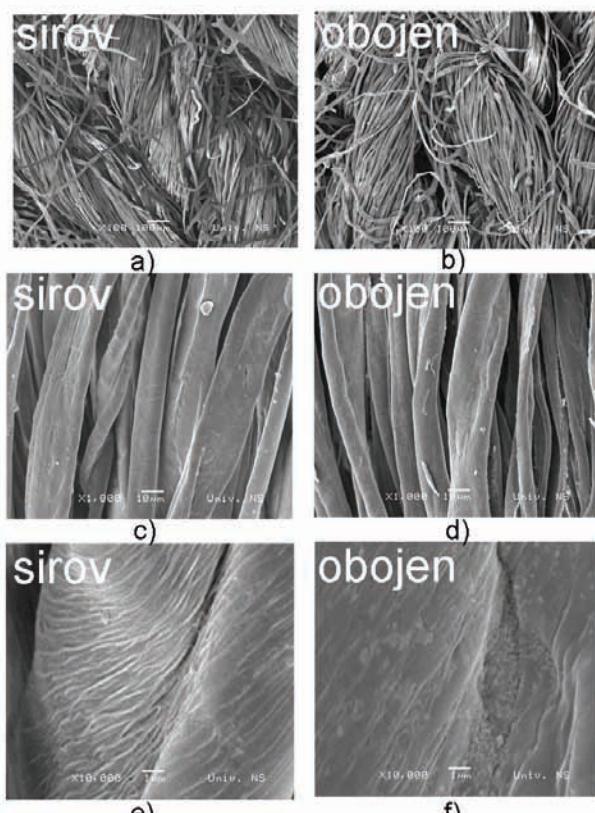
Tabela 2. Srednje vrednosti R_a i procenat povećanja i smanjena vrednosti R_a pre i nakon štampanja

	Pre štampanja (R_a)	Posle štampanja (R_a)	% uvećanja R_a	% smanjenja R_a
<i>Singl</i>	0.957	1.632	70.53	-
<i>Frotir</i>	3.667	2.529	-	31.03
<i>Futer</i>	2.208	3.714	68.4	-
<i>Interlok</i>	2.268	4.095	80.55	-
<i>Interlok V</i>	4.240	4.305	1.53	-
<i>Render</i>	5.315	5.447	2.48	-

U tabeli 2 može se videti koliko je procenat povećanja površinske hrapavosti ili smanjenja nakon štampanja. *Frotir* je jedini koji je pokazao smanjenje hrapavosti čak za 80.55%, zatim *singl* sa 70.53% uvećanja hrapavosti i *futer* sa 68.4%. *Interlok V* ima zanemarljivo malo uvećanje hrapavosti od 1.53% kao i *render* sa 2.48% uvećanja površinske hrapavosti.

3.2. Mikroskopska analiza

Za mikroskopsku analizu su uzeta dva pojedinačna stanja materijala, to jest stanje materijala pre štampanja i stanje materijala nakon štampanja. Na slici 9 prikazani su mikroskopski snimci materijala *render* (slika 9), sa uvećanjima od 100, 1.000 i 10.000 hiljada puta za karakteristična stanja materijala.



Slika 9. *Render* pod elektronskim mikroskopom pre i posle štampanja: a) uvećanje x100 u sirovom stanju; b) uvećanje x100 nakon štampanja; c) uvećanje x1000 u sirovom stanju; d) uvećanje x1000 nakon štampanja; e) uvećanje x10000 u sirovom stanju f) uvećanje x10000 nakon štampanja

Na uvećanju od 10000 hiljada puta (slika 9 e) i f), primećuje se promena u teksturi vlakna pre štampanja i nakon štampanja. Na slici 9 f mogu se primetiti brazde koje su nakon štampanja popunjene bojom. Mikroskopska analiza je uradena za sve materijale korišćene u ovom eksperimentu i kod svih uzoraka je uočljivo da se nakon procesa štampe mogu videti ostaci boje na površini podloge, kao i da dolazi do spajanja vlakana materijala sa bojom.

4. ZAKLJUČAK

Analize uticaja digitalne štampe na tekstil je proces koji pre svega zahteva veliko teorijsko znanje o karakteristikama, sastavu i vrsti tekstila koji se štampa.

Zatim, od velike važnosti je određivanje odgovarajuće boje koja će biti najoptimalnija za dati tekstil. Dakle, pre vršenja eksperimenta bilo je neophodno upoznati se sa samom izradom tekstila, kao podloge za štampu i njihovih svojstava u različitim uslovima štampanja.

Analiza podataka je pokazala da materijali sličnijih sastava imaju slične opsege boja. Naročito se to vidi u poređenju *futer-a* i *frotir-a*, koji imaju mali procenat akrila u svom sastavu, i imaju najsličniji opseg boja, a pored toga i najveći opseg boja u odnosu na druge uzorke. Što se tiče razlike u boji pokazalo se da su najmanje razlike između tekstila sličnog sastava, ali pojavio se i jedan izuzetak gde je najmanja razlika u boji, u celom eksperimentu, između *interloka V* (100% pamuk) i *render-a* $\Delta E = 1.92$.

Dalje u eksperimentu je određivana promena površinske hrapavosti pre i posle štampanja. Analize su pokazale da jedino *frotir* ima smanjenu hrapavost (R_a) posle štampanja u odnosu na druge materijale i iznosi 31.3%. Najmanju promenu hrapavosti (R_a) ima *interlok V* (1.53%) i *render* (2.48%). Iz ovih analiza se može zaključiti da *interlok V* i *render* imaju najsličnije osobine iako se razlikuju po sastavu i gustini predenja.

S obzirom da je eksperiment rađen na sirovim, neobrađenim materijalima, za buduća istraživanja bilo bi poželjno uraditi nastavak eksperimenta na istim samo obrađenim, pripremljenim za štampu, materijalima. Upoređivanjem dobijenih analiza dobiće se jasna slika ponašanja dotičnih tekstilnih materijala u digitalnoj štampi.

5. LITERATURA

- [1] H. Ujiie, "Digital printing of textile", 1994.
- [2] Leslie W C Milies, "Textile printing", Society of Dyers and Colorists, 2003.
- [3] Lao M.R., Cui G., Rigg B.: "Development of the CIE2000 color difference formula", CIEDE2000.
- [4] Karlović I., "Karakterizacija kolorimetrijskih i geometrijskih površina u štampi", Doktorska disertacija, 2010.
- [5] CIE: Technical Report: Industrial Color-difference Evaluation, CIE Publication No.116, Central Bureau of the CIE, Vienna, Austria, 1995.

Adrese autora za kontakt:

Mara Babić, mara@doktorfried.com

Prof. dr Dragoljub Novaković, novakd@uns.ac.rs

Doc. Dr Nemanja Kašković, knemanja@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

LAKO ISPARLJIVA ORGANSKA JEDINJENJA U SITO ŠTAMPI VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN SCREEN PRINTING

Biljana Jovicki, Jelena Kiurski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *U radu su praćeni koncentracioni nivoi VOC-ova u sito štamparijama na teritoriji Novog Sada. Utvrđena je korelacija između detektovanih VOC-ova i intenziteta osvetljenosti tokom procesa sito štampe. Takođe, ukazano je na štetno dejstvo VOC-ova i način njihove redukcije kroz primenu alternativnih, manje toksičnih hemikalija, u cilju zaštite zdravlja zaposlenih i sprečavanja zagadenja radne sredine.*

Abstract – *The goal of this study was to evaluate the concentration levels of VOCs in screen printing facilities on the territory of Novi Sad as well as to identify the possible correlations between the detected VOCs and light intensity during the screen printing. It also pointed to the harmful effects of VOCs and the way of reduction through the usage of alternative less toxic chemicals in order to protect workers health and to prevent contamination of the work environment.*

Ključne reči: Lako isparljiva organska jedinjenja, izopropil alkohol, metiletik keton, aceton, sito štampa

1. UVOD

Svaka aktivnost u prostoru treba da, u okviru planiranih delatnosti, ima svoje konkretnе programe za praćenje i poboljšanje kvaliteta životne sredine. Uspostavljanje lokalnog monitoringa i kontrole kvaliteta životne sredine, uključujući i praćenje efekata mera za njeno poboljšanje i inspekcijski nadzor je obaveza lokalne samouprave, čije bi ostvarenje dodatno doprinelo očuvanju kvaliteta životne sredine uopšte.

Upotreboom boja na bazi rastvarača dolazi do emisije lako isparljivih jedinjenja u ambijentalni prostor, VOC-ova, koji imaju negativan uticaj na životnu sredinu [1].

Naročito je utvrđena velika koncentracija VOC-ova u pogonima sito štampe.

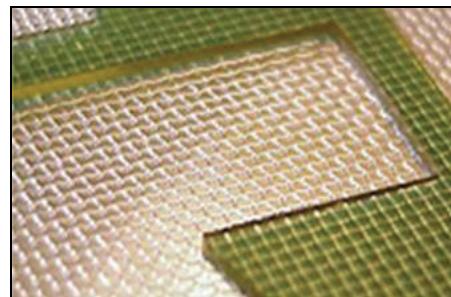
Sito štampa omogućuje štampanje na različitim podlogama, uključujući papir, karton, plastiku, staklo, metale, tkanine, kao i mnoge druge materijale. Zbog jednostavnosti procesa štampanja, dostupan je širi spektar boja nego u drugim tehnikama štampe [2, 3]. Gustina boje za sito štampu zavisi od podloge na koju se boja nanosi, a opseg gustina je širok [4].

U procesu sito štampe važnu ulogu ima sitasti šablon ili šablon maska. Sitasti šablon (slika 1) se sastoji od rama na koji se postavlja zategnuto sito (slika 2). Slika se formira na fotoosetljivoj emulziji kojom je prekriveno sito tokom osvetljavanja UV svetlošću.

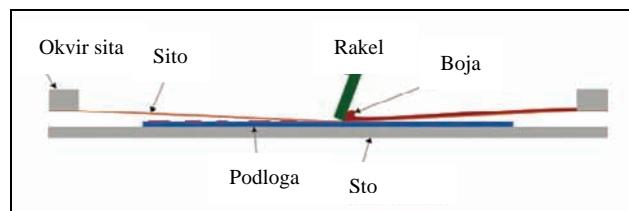
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jelena Kiurski, red.prof.

Osvetljeno područje očvršćava, a neosvetljeno se ispira vodom i stvara se slika koja omogućava prolaz boje kroz mrežaste otvore na podlogu uz pomoć rakela koji potiskuje boju.



Slika 1. Sitasti šablon



Slika 2. Osnovni elementi nosioca štamparske forme sito štampe

2. NAČINI REDUKCIJE VOC-ova

Postoji više načina za smanjenje emisije VOC-ova u grafičkoj industriji, ali zbog različite prirode procesa pripreme, štampe, završne obrade i korišćenih materijala ne postoji savršen odgovor kako izvršiti redukciju. Najčešće korišćeni procesi redukcije VOC-ova su: direktna, indirektna i parijalna supstitucija, mehanička zamena i apsorpcija emisije VOC-ova.

Da bi se smanjila upotreba proizvoda sa velikim sadržajem VOC-ova, koriste se sredstva za čišćenje na bazi biljnih ulja i vode kao ekološki povoljnija zamena. Ova zamena utiče na smanjenje zagađenosti radnog prostora i omogućava finansijsku uštedu u materijalu.

2.1. Direktna supstitucija

U procesu direktnе supstitucije supstance na bazi nafte su zamenjene supstancama biljnog porekla, dok im je molekularna struktura identična. Na primer, fenol koji se koristi kod štampe tekstila i plastike može nastati kao derivat nafte i kao biljni derivat, ali je zagađenje okoline bio-fenolom 80% manje nego kada se proizvede od nafte.

2.2. Indirektna supstitucija

Indirektna supstitucija nastaje kada funkcionalno slične, ali hemijski različite, supstance biljnog porekla, zamenjuju supstance na bazi nafte. Odlična zamena za naftu su supstance proizvedene od agruma na bazi

rastvarača. Toliko su bezbedne da se koriste za pranje ruku.

2.3 Parcijalna supsticija

Kao što samo ime sugerira, neki VOC-ovi se još uvek koriste u smeši boja, ali u manjem sadržaju. Često se supstance biljnog porekla koriste u kombinaciji sa supstancama koje su derivati nafte. Ovi hibridni proizvodi mogu i dalje imati značajan efekat na smanjenje VOC emisije, uz zadržavanje performansi mašina [5].

2.4 Mehanička zamena

Mehanička zamena podrazumeva da se pranje odnosno čišćenje hemikalijama zamjenjuje mehaničkom metodom. Primer je sistem mikročistača na valjcima koji se inače čiste rastvaračima. Sistem mikročistača prenosi hiljade mikroskopskih polimera na površinu valjka, skidajući stvrduće čestice boje, koje se zatim izbacuju sistemom za čišćenje vazduha. Polimeri su ponovo upotrebljivi još za sledećih 100 čišćenja. Ovaj metod je veoma efikasan za čišćenje i valjci duže traju.

2.5 Apsorpcija emisije VOC-ova

Apsorpcija emisije VOC-ova je metod kojim se vrši ekstrahovanje emisije VOC-ova pre ispuštanja u atmosferu. Vazduh je prečišćen od para rastvarača i ponovo se koristi [5].

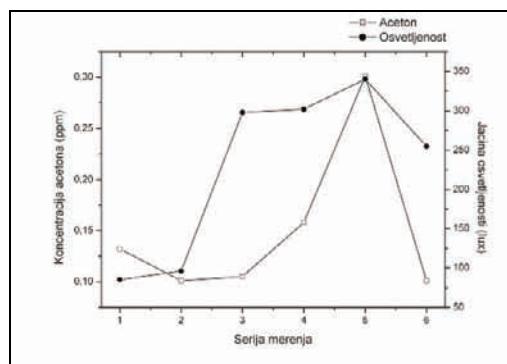
3. EKSPERIMENTALNI DEO

Dve sito štamparije (A i B) sa manuelnim procesom sito štampe su odabранe za ispitivanje VOC jedinjenja u ambijentalnom vazduhu. Merenja su vršena pre i tokom procesa štampe.

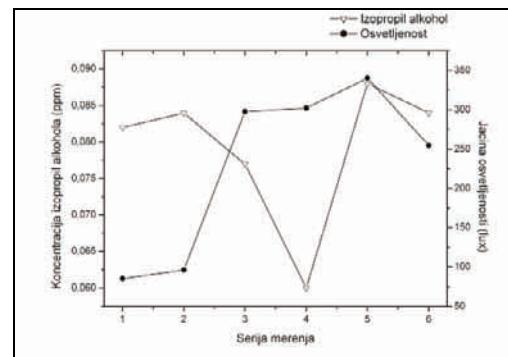
Za određivanje koncentracije VOC-ova korišćen je mobilni gasni hromatograf, Voyager, PerkinElmer Photovac Inc. Granica detekcije GC uređaja je 5 - 50 ppb. Mikroklimatski parametri (temperatura, relativna vlažnost i osvetljenost) su određeni uredajem Mannix DLAF-8000 u 6 serija merenja [6].

4. REZULTATI I DISKUSIJA

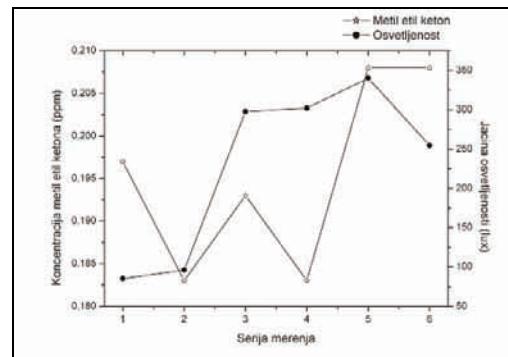
Rezultati merenja VOC-ova u ambijentalnom okruženju štamparije A, ukazuju na nizak nivo koncentracije lako isparljivih jedinjenja. Rezultati su prikazani na slikama 3-5 i predstavljaju zavisnost koncentracije acetona, IPA (izopropil alkohol) i MEK (metiletil keton) od intenziteta osvetljenosti u štampariji A gde je uočen primetan rast koncentracija pomenutih VOC-ova. Uzrok je povećanje toplotnog efekta usled osvetljavanja i povećanog isparavanja u ambijentalnom prostoru.



Slika 3. Zavisnost koncentracije acetona od intenziteta osvetljenosti u štampariji A



Slika 4. Zavisnost koncentracije IPA od intenziteta osvetljenosti u štampariji A

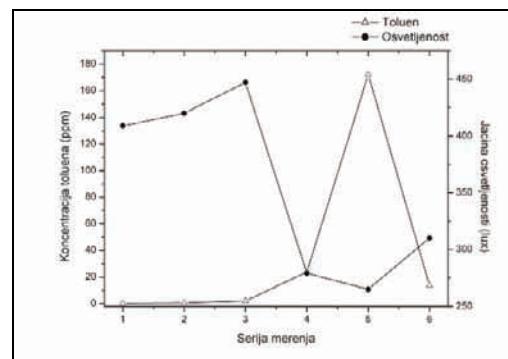


Slika 5. Zavisnost koncentracije MEK od intenziteta osvetljenosti u štampariji A

Kao rezultat korišćenja boja i rastvarača na bazi vode, nivo VOC-ova u štampariji A je nizak. Prisustvo benzena kao najštetnijeg polutanta u posmatranoj grupi jedinjenja, nije detektovano. Međutim, tokom sprovedenih merenja detektovano je prisustvo acetona, IPA, toluena, ksilena i MEK [6]. Koncentracije ovih jedinjenja su ispod vrednosti propisanih preporukom Američkog nacionalnog instituta za bezbednost i zdravlje (NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health) [7], kao standarda koji je usvojen u celom svetu.

Prisustvo niske koncentracije toluena u ambijentalnom vazduhu štamparskog objekta A je rezultat upotrebe sredstva za ispiranje sita na bazi mineralnih ulja. Koncentracije toluena i o-ksilena su bile daleko ispod propisane granice od 100 ppm [6].

Analiza rezultata merenja VOC-ova u štampariji B ukazuje na dominantno prisustvo toluena uslovljeno korišćenjem boja i rastvarača na bazi mineralnih ulja u procesu štampe (slika 6).



Slika 6. Zavisnost koncentracije toluena od intenziteta osvetljenosti u štampariji B

Pored toluena, prisustvo benzena je takođe detektovano u ambijentalnom vazduhu štamparije B, ali koncentracije benzena su bile daleko ispod propisanih vrednosti Američkog nacionalnog instituta za bezbednost i zdravlje, te nisu predstavljale veći rizik za zaposlene [8]. Koncentracije toluena su bile u rasponu od 0,7-172,1 ppm, što je znatno više od propisane vrednosti (100 ppm).

5. ZAKLJUČAK

Koncentracije isparljivih organskih jedinjenja su izmerene u dve sito štamparije na teritoriji Novog Sada u cilju kvantifikacije hazardnih (emerging) polutanata.

U ambijentalnom okruženju štamparije A je utvrđen nizak nivo koncentracije VOC-ova kao rezultat korišćenja boja i rastvarača na bazi vode. Detektovano je prisustvo acetona, IPA i MEK čije su vrednosti ispod vrednosti propisanih preporukom NIOSH. Prisustvo benzena, kao najštetnijeg polutanta u posmatranoj grupi jedinjenja, nije detektovano u ambijentalnom vazduhu štamparije A.

Rezultati merenja koncentracije VOC-ova u štampariji B ukazuju na visok nivo, jer su korišćene boje i rastvarači na bazi mineralnih ulja u procesu štampe. Koncentracija toluena je bila u rasponu od 0,7 ppm do 172,1 ppm, što je mnogo više od propisane vrednosti NIOSH (100 ppm). Pored visoke koncentracije toluena, uočeno je i prisustvo benzena od 0,130 ppm. Stalno prisustvo opasnih jedinjenja u ambijentalnom vazduhu štamparije B, pogotovo benzena i toluena, predstavljaju opasnost po zdravlje zaposlenih.

Sprovedena istraživanja su ukazala da koncentracije VOC-ova zavise od materijala koji se koriste u procesu štampe (boje i rastvarači) i povećavaju se sa povećanjem obima proizvodnje. Upotrebu konvencionalnih boja i rastvarača, koji u svom sastavu sadrže značajne količine lako isparljivih organskih jedinjenja, bi trebalo zameniti bojama i rastvaračima na bazi vode i mineralnih ulja, iako je njihova zastupljenost na tržištu manja a cena veća. Samim tim je neophodno odgovornije pristupiti izboru boja i rastvarača koji su manje toksični, i ujedno zaštитiti zaposlene kao i radnu i životnu sredinu.

Rezultati dobijeni ovim istraživanjem doprinose boljem razumevanju značaja emisije i uticaja mikroklimatskih parametara na ambijentalnu koncentraciju lako isparljivih organskih jedinjenja u okruženju sito štampe.

6. LITERATURA

- [1] Popović A., Priručnik za upravljanje opasnim otpadom, Regulatorni centar za životnu sredinu, Beograd, (2004) str. 50-51.
- [2] Yu-Tang Yen, Te-HuaFang, Yu-ChengLin, Optimization of screen printing parameters of SN9000 ink for pinholes using Taguchi method in chip on film packaging, Robot. Comput. Integr. Manuf., (2011), 27 (3): 531-537.
- [3] El-Molla M. M., Synthesis of polyurethane acrylate oligomers as aqueous UV-curable binder for inks of ink jet in textile printing and pigment dyeing, Dyes Pigments, (2007), 74 (2): 371-379.
- [4] Print Training & Print Consultancy, PDS International Limited, UK, (2013)
www.pdsinternational.com/printing_information/processes/screen_printing.php
- [5] Printing Industries Association of Australia, Reducing VOC solvent use in the printing industry, (1999) pp. 2-6.
- [6] Adamović D., Kiurski J., Milovanović D., Kovačević S., Đogo M., Mihailović A., Grujić S., VOCs in Screen Printing Facilities, The Int. Conf. Engineering of Environmental Protection, Bratislava, 2011, pp. 15-20.
- [7] National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), IDLH Documentation, (1996)
www.cdc.gov
- [8] Reichhardt C., Solvents and solvent effects in organic chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, Germany, (2011) pp. 1785-1790.

Kratka biografija:



Biljana Jovicki je rođena u Novom Sadu 1987. god. Odbranila je master rad na Fakultetu tehničkih nauka na Departmanu za grafičko inženjerstvo i dizajn 2013. godine.



Jelena Kiurski je rođena u Kikindi. Obrazovanje do doktora tehničkih nauka stekla je na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu. Danas je redovni profesor na Fakultetu tehničkih nauka, Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn.



INTEGRACIJA HTML5 U JOOMLA CMS

INTEGRATION OF HTML5 IN JOOMLA CMS

Maja Bjeletić, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *Ovaj rad predstavlja integraciju HTML5 elemenata i CSS3 svojstava unutar JOOMLA CMS šablonu. Shodno tome, kreirana je web stranica koristeći JOOMLA 3.0 CMS. Izvršena je analiza HTML5 podrške web pretraživača i dati su pravci daljem razvoju.*

Abstract – *This work presents an integration of HTML5 elements and CSS3 features in the JOOMLA CMS template. For that purpose, a website has been created using JOOMLA 3.0 CMS. HTML5 support in web browsers has also been tested, and further development directions have been given.*

Ključne reči: JOOMLA 3.0 CMS, HTML5, CSS3, podrška web pretraživača

1. UVOD

Razvoj modernih web sajtova se bazira na unapredenu interaktivnosti, a to se postiže uključivanjem elemenata animacije, vizuelni efekti, video i audio fajlovi i slično. Do sada je postojala mogućnost njihovog integriranja uz pomoć različitih dodataka, koji su se intalirali u web pretraživač. To može da utiče na kompleksnost web aplikacije odnosno prezentacije, kao i na vreme potrebno za njihovo pokretanje. Uz pomoć HTML5 standarda, moguće je prikazati velik broj navedenih elemenata bez potrebnih dodataka, jer se sve obavlja unutar web pretraživača. JOOMLA CMS, kao jedan od trenutno najpopularnijih softvera na Internetu, bazira se na HTML- u, CSS- u, Javascript- u i DOM- u, a integracijom HTML5 elemenata i CSS3 svojstava, JOOMLA dobija potpuno novu, inovativnu i atraktivnu dimenziju.

2. JOOMLA CMS

2.1. Šta je CMS?

CMS (eng. Content Managing System) je sistem za upravljanje web sadržajem, koji omogućava kreiranje, podešavanje i dizajniranje elemenata stranice kao što su tekst, slike, audio i video podaci, bez potrebe naprednog informatičkog znanja [1]. Tipični predstavnici CMS sistema su ujedno i tri najčešće korišćena CMS sistema – JOOMLA, WordPress i Drupal.

S obzirom da se za izradu web stranica može koristiti više programa koji zahtevaju različit nivo HTML i CSS znanja, pomenuta olakšica u vidu mogućnosti podešavanja izgleda web stranice bez izmene koda jeste

NAPOMENA:

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

jedna od glavnih prednosti CMS sistema. Ipak, ako se korisniku ne dopada dizajn web stranice koji je trenutno primenjen na nju, on mora da poznaje osnove HTML- a i CSS- a kako bi mogao da edituje kod i time mogao da izmeni željene elemente na web stranici.

Druga prednost ovih sistema je mogućnost unosa dodataka različitih vrsta i svrha. To su moduli i priključci koje korisnik može da preuzme sa Interneta i instalira u CMS-u, bez potrebe za naprednim znanjem, osim razumevanja uloga datih priključaka i modula koje instalira. Tu spadaju razni dodaci vezani za mape, jezike, komunikaciju, multimedije, igrice, navigaciju i slično. CMS sistemi imaju onlajn podršku u vidu foruma korisnika gotovo svakog CMS-a, a kao još jedna prednost se može navesti korišćenje baze podataka, čime se svi podaci čuvaju u njoj i time se obezbeđuje njihova sigurnost i lakša pretraživost. CMS sistemi mogu da se koriste na velikom broju operativnih sistema, što je njihova bitna dobra karakteristika. Takođe, stranice CMS sistema mogu da se posećuju i upotrebom mobilnih pretraživača, pa se neke promene mogu obaviti čak i preko mobilnog telefona.

2.2. Prednosti i mane CMS-a

Ukoliko se radi o CMS-u otvorenog koda, može se reći da je njegova generalno najslabija tačka sigurnost. Činjenica da su otvorenog koda, olakšava mogućnost obaranja takvih web stranica. Ipak, taj problem može da se reši u velikoj meri, redovnim ažuriranjem sistema. Ukoliko web strana nije često ažurirana, lako se mogu pronaći propusti u sistemu i time je olakšan put do nezakonitog upada u administratorski deo web sajta. Često nepotpuna i neažurirana dokumentacija može biti problem, zbog čega se lako može desiti da se traži rešenje preko onlajn zajednice što može biti komplikovano, jer često kupcima rešenje treba odmah [2].

2.3. JOOMLA CMS

JOOMLA je predstavnik CMS sistema otvorenog koda. To je generalno najpopularniji CMS - višestruko nagrađivani sistem za upravljanje sadržajem koji omogućava izradu web stranica i moćnih onlajn aplikacija. JOOMLA koristi šablove - višestruke ekstenzije odgovorne za izgled, dizajn i strukturu JOOMLA web stranice. Šablon upravlja izgledom stranice i ako se kaže da korisnik može da izmeni kod kako bi uticao na izgled stranice, misli se na editovanje koda šablonu [3].

2.4. JOOMLA CMS ADMINISTRACIJA

Administracija predstavlja definisanje prava pristupa dokumentima, kontrola toka dokumenta, kao i obezbeđivanje njihove sigurnosti. Korisniku je olakšano upravljanje posredstvom dva osnovna dela ovog sistema:

- ⇒ administrativni deo - upravljanje sadržajem i
- ⇒ javni deo - vidljiv posetiocima web stranice.

Administrativni deo upravljanja se odnosi na uređivanje stranice od strane osoba sa određenim nivoima pristupa, kako bi se onemogućilo uređivanje određenih delova stranice od strane korisnika od kojih se to ne očekuje. U tu svrhu, u verziji JOOMLA 3.0 CMS, postoje različiti nivoi pristupa korisnika, gde svaki od njih osim glavnog korisnika (privilegije *Super User*), mogu da se uloguju na stranicu i/ili korisnički panel, čime zavisno od dodeljenih dozvola od strane glavnog korisnika, mogu da vrše upravljanje sadržajem. Javnom delu sistema – web stranicama, može pristupiti svaki posetilac, bez mogućnosti izmene sadržaja stranice.

2.5. JOOMLA šabloni

JOOMLA šabloni predstavljaju najvažniji dodatak u procesu izrade JOOMLA web stranice. Celokupan sadržaj stranice je zasnovan na organizaciji i podešavanju parametara šablona koji se koristi. Često korisnik može da primeti da nakon instalacije šablona, i postavljanjem istog kao podrazumevani šablon za prikaz web stranice, ne postoji mnogo mogućnosti za njegovu izmenu.

Ograničene mogućnosti šablona sprečavaju korisnika da unosi inovacije u njegov izgled - vidljivost nekih elemenata, primena boje i drugo. U tom slučaju, ako se korisnik odluči da koristi takav šablon, opredeljuje se za editovanje njegovog HTML i CSS koda.

Korisnik može da sam kreira šablon koristeći određeni softver koji se bavi izradom CMS šablona - Artisteer, koji pruža mogućnost kreiranja različitih šablona izmenom gotovo svakog Artisteer šablona.

Ukoliko se radi o dizajnu šablona za JOOMLA 3.0 CMS, najbolje rešenje je koristiti najnoviju verziju programa: Artisteer 4.1. Ova verzija je bolja u odnosu na prethodnu jer osim toga što nudi više opcija za dizajn i organizaciju elemenata šablona, postoji i opcija editovanja njegovog HTML-a.

3. HTML5

HTML5 predstavlja zbirku standarda za izradu i razvoj web stranica, a baziran je na HTML-u, CSS-u, Javascript-u i DOM-u. To je nova verzija HTML-a, jezika koji služi za struktuiranje i predstavljanje sadržaja na web stranici. Njegove mogućnosti se mogu videti u gotovo svim kako web, tako i mobilnim i tablet pretraživačima.

Trenutno vodeći pretraživač koji može da prikaže najveći broj HTML5 mogućnosti je Google Chrome, a posle njega, Mozilla Firefox i Safari.

Pored novih HTML5 elemenata, novi standard je uveden i za CSS, naziva CSS3. U kombinaciji sa njim, HTML5 predstavlja budući standard naročito zahvaljujući osobini da je nezavistan od uređaja na kojem se koristi. Osnovne HTML5 osobine su:

- ⇒ jednostavno definisanje elemenata,
- ⇒ poboljšana semantika,
- ⇒ lokalno skladištenje i oflajn aplikacije,
- ⇒ smanjena upotreba Flash dodataka,
- ⇒ novi tipovi unosa za forme i
- ⇒ geolokacija. [4]

HTML5 standard obuhvata oko trideset novih elemenata koji se mogu koristiti za struktuiranje web stranice. U radu nisu integrirani svi, već je uspešno integrisano dvadeset sedam HTML5 elemenata, uključujući i novi način deklaracije tipa dokumenta koji se koristi i koji ne zahteva DTD. Tabela 1 govori o uporednim karakteristikama web pretraživača vezano za podršku HTML5 elemenata.

Tabela 1. Komparativna analiza podrške HTML5 elemenata u web pretraživačima

	CHROME	J	FIREFOX	J	SAFARI	J	OPERA	J
<address>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<article>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<aside>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<bdi>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<button>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<cite>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<data>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<datalist>	✓	✓	✓	✓	/	/	✓	✓
<details>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<dfn>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<figcaption>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<figure>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<footer>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<header>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<hgroup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<mark>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<meter>	✓	✓	✓	✓	/	/	✓	✓
<progress>	✓	✓	✓	✓	✓	/	✓	✓
<ruby>	✓	/	✓	✓	✓	/	/	✓
<rp>	✓	/	✓	✓	✓	/	/	✓
<rt>	✓	/	✓	✓	✓	/	/	✓
<section>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<summary>	✓	✓	/	/	/	/	/	/
<sub>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<time>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<wbr>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

S obzirom da se radi o najnovijim verzijama web pretraživača, očekivano pružaju dobru HTML5 podršku. Generalno, najviše problema postoji podrške za <ruby>, <rt>, <rp> i <summary> elemente. Neki web pretraživači generalno podržavaju pojedine elemente, ali ne u JOOMLA 3.0 CMS. Treba istaći da element <summary> je trenutno podržan samo u Google Chrome web pretraživaču.

Najbolju HTML5 podršku pružaju jednako kako Google Chrome, tako i Mozilla Firefox, dok se Apple Safari pokazao kao najlošiji u odnosu na druge analizirane web pretraživače. Internet Explorer se nije koristio u analizi.

4. CSS3

CSS predstavlja jezik za opis izgleda i formatiranje HTML dokumenta. Kako bi se ostvarila CSS3 podrška u web pretraživačima, potrebno je pre svakog atributa postaviti odgovarajuće prefikse – za Mozilla Firefox prefiks *-moz-*, za Google Chrome i Apple Safari prefiks *-webkit*, a za Operu prefiks *-o-*.

U radu nisu korišćena sva CSS3 svojstva, već osam odabranih, koji su prikazani u narednoj tabeli.

Tabela 2 govori o uporednim karakteristikama web pretraživača vezano za podršku CSS3 svojstava integrisanih u radu.

Tabela 2. Komparativna analiza CSS3 podrške u web pretraživačima

	CHROME	J	FIREFOX	J	SAFARI	J	OPERA	J
border-radius	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
box-shadow	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
text-shadow	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
linear-gradient	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
transform: rotate	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
transform: skew	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
columns	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
column-rule	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Podrška CSS3 atributa zasnovana je na dodavanju odgovarajućih prefiksa. Dobijeni su očekivano dobri rezultati kako u JOOMLA okruženju, tako i van njega. Prikaz kolona kao i linija između njih (CSS3 atribut *column:rule*) u Operi je delimično podržan, jer se ne prikazuju korektno kao kod drugih web pretraživača (kolona i linija ima više, a tekst izlazi iz okvira *<div>* elementa).

5. INTEGRACIJA HTML5 U JOOMLA CMS

Kako bi se izvršila integracija HTML5, napravljena je web stranica u JOOMLA 3.0 CMS, teme: izmišljeni japski restoran "Da - Xia". Za njegovu izradu korišćen je besplatni JOOMLA 3.0 CMS šablon *Ice Future*. Nakon instaliranog šablona, instalirane su sve potrebne komponente za funkcionisanje web stranice, čiji se instalacioni folderi nalaze u okviru foldera instaliranog šablona. U okviru web stranice, kreirano je pet stavki glavnog menija: *Home*, *About Us*, *Menu*, *Location* i *Contact Us*.

5.1. Proces HTML5 integracije: naslovna strana

Na naslovnoj strani je napravljen članak u kom su integrirani HTML5 elementi. Najpre je korišćen *<bdi>* element, kako bi se obuhvatilo arapski naziv za konsultanta hrane (Abu Shimani), koji ima smer pisanja sa desna na levo. *<wbr>* element je iskorisćen kako bi spojio reči za naziv kursa kuvanja. Da bi se prikazala rečenica koja je u vezi sa člankom u kom se nalazi, a istovremeno ima i samostalno značenje, korišćen je HTML5 element *<aside>*. Postavljene su fotografije restorana, a kako bi se prikazalo šta je na njima, kao i vreme kada su fotografije napravljene, kombinovana su tri elementa: *<figure>* (koji obuhvata i slike i tekst), *<figcaption>* (koji prikazuje naziv slike) i *<time>* (koji prikazuje vreme fotografisanja unutrašnjosti restorana).

5.2. Proces HTML5 integracije: strana About Us

Najpre je prvi *<div>* element rotiran za -90 stepeni u smeru suprotnom od kazaljke na satu, CSS3 atributom *transform:rotate*. Zatim, na element je primenjena senka koristeći CSS3 atribut *box-shadow*. Za podršku različitim web pretraživačima, dodati su odgovarajući prefiksi na imena CSS svojstava. Na element je primenjena ivica boje *crimson*. Kako bi se zaoblili uglovi, korišćeno je CSS3 svojstvo zaobljavanja uglova *border-radius*. Najpre je za arapsko ime *Nadia Muruj* korišćen već pomenuti *<bdi>* element, s obzirom da se radi o arapskom pismu. Nakon toga, korišćena su tri elementa za formatiranje teksta: *<ruby>*, *<rp>* i *<rt>*, s obzirom da se radi o kineskom imenu *Hanan Zinen*.

U drugom *<div>* elementu, primenjena su CSS3 svojstva za formiranje tri kolone datog teksta, gde je svaka kolona širine 70px. Pored toga, postavljene su linije između njih (separatori), CSS3 atributom *column: rule*. U ovom

slučaju, debljina linija je 2 px, tačkaste su, a koristila se *koralna* boja. Treće CSS3 svojstvo koje je integrisano jeste senka primenjena na naslov teksta, atributom *text-shadow*, vrednosti 2px za horizontalni i vertikalni offset, kao i za vrednost zamućenja senke. Na *<div>* element, primenjena je interesantna dvostruka ivica. Integrirana su dva CSS3 svojstva transformacije teksta (u ovom slučaju "Da - Xia"): rotacija teksta (atribut *transform:rotate*) i iskošenje teksta (atribut *transform: skew*).

Na treći *<div>* element je primenjeno najpre CSS3 svojstvo zaobljenja uglova, atributom *border-radius*. Da bi grupisali naslove "Da - Xia" i "japanese restaurant" (respektivno formatirane uz pomoć *<h2>* i *<h3>* elemenata), integriran je HTML5 element *<hgroup>*. Kako bi se prikazala definicija dobre kuhinje, iskorisćen je element *<dfn>*. Da bi prikazali citat arapskog konsultanta, koristio se HTML5 element *<cite>*. U okviru elementa, u atributu *title*, dat je opis autora citata (our Arabic consultant), dok je naziv autora citata dat kao sadržaj elementa - Abu Shimani. Kako bi se prikazala informacija o autoru prethodnog teksta, upotrebljen je HTML5 element *<address>*, gde sadržaj elementa predstavlja tražene informacije.

U četvrtom *<div>* elementu je najpre primenjen pomenuti CSS3 atribut zaobljenja ivica. Kako bi se integrisali *<sub>* i *<sup>* elementi, koristili su se za nazive ulica nekadašnjih prostorija restorana, i njegove trenutne lokacije. Ako posetilac web stranice želi da proveri da li se njegova ulica nalazi u blizini pomenutih ulica, može to da uradi unosom naziva svoje ulice u formu. Prethodno, ukazivanje na mogućnost provere adrese, je prikazano pomoću *<mark>* elementa (tekst je uokviren žutom bojom). Nakon markiranog teksta, potrebno je da se u odgovarajuće polje unese željena ulica za proveru adrese. U tu svrhu, korišćen je element *<datalist>*, gde se klikom u polje za unos pojavljuje ponuđena lista ulica.

Integracija preostalih HTML5 elemenata na stranici *About Us* je izvršena u petom *<div>* elementu. Najpre je primenjeno već spomenuto CSS3 svojstvo zaobljenja ivica. Kako bi se integrisao element *<meter>*, ideja je bila prikazati procenat zauzetosti mesta restorana tokom radnih dana i vikendom, čime bi se vizuelno mogla prikazati njegova popunjenošć pomoću navedenog elementa. Koristila su se dva *<meter>* elementa. Kod prvog, u sadržaju elementa treba upisati "1/6 of items", kako bi se popunila jedna šestina od sto procentne maksimalne vrednosti bara. Kod drugog *<meter>* elementa, kao atribut je navedena vrednost 0.6, što predstavlja 60% od celokupne vrednosti bara. Time se u sadržaju elementa upisuje procenat popunjenošć bara, koji u ovom slučaju iznosi 60%. S obzirom da često postoji potreba sakrivanja određenih informacija od posetilaca, korišćenje elementa *<data>* je bilo dobro rešenje. U tu svrhu, prikazani su brojevi telefona koje posetoci mogu da pozovu kako bi zakazali dolazak u restoran, a pomenutim elementom se sakrivaju podaci o brojevima telefona. S obzirom da se radi o podacima o lokaciji korisnika, bilo je poželjno prikazati proces učitavanja tih podataka (progress bar), s obzirom da takva mogućnost postoji kod geolokacije. Postavljen je element *<progress>*, koji prikazuje proces učitavanja podataka lokacije, do trenutka kad trenutna vrednost ne postane maksimalna. U tom trenutku prestaje proces učitavanja,

dok se web stranica ne osveži, kada iznova počinje učitavanje. Za potrebe dinamičnosti elemenata, potrebno je koristiti Javascript. Skripta je integrisana u kodu JOOMLA 3.0 CMS šablona, unutar `<body>` elementa, ispod sekcije `<header>`.

5.3. Proces HTML5 integracije: linija trenutne navigacije

Kod linije trenutne navigacije (*eng. breadscrums*), najpre je primenjeno CSS3 svojstvo zaobljenja ivica za vrednost od 15px. Kod je integrisan u CSS kodu JOOMLA 3.0 CMS šablona, unutar klase `.breadcrumb`. Kako bi se prikazao linearни tonski prelaz prilikom prelaska miša preko navigacije, unutar klase `.breadcrumb:hover` integriran je kod za linearni gradijent.

5.4. Proces HTML5 integracije: polje za pretragu

Unutar ID za pretragu, imena `#search form.btn`, integriran je kod kojim je definisano zaobljenje uglova od 5px, sa prefiksima za potrebne web pretraživače.

6. ZAKLJUČAK

U radu je u JOOMLA 3.0 CMS integrisano dvadeset sedam HTML5 elemenata uključujući novi način deklaracije tipa dokumenta, kao i osam CSS3 svojstava. Analizom je utvrđeno da JOOMLA 3.0 CMS u velikoj meri podržava gotovo sve korišćene elemente, a kao najpogodniji pretraživač za HTML5 prikaz se pokazao web pretraživač Google Chrome, zahvaljujući svojim sjajnim mogućnostima. Takođe, integracija CSS3 svojstava se pokazala uspešnom, jer zahvaljujući korišćenju odgovarajućih prefiksa, gotovo svi integrirani atributi su podržani u analiziranim web pretraživačima.

Sledi predlog rešenja maksimalne HTML5 podrške:

- ⇒ korišćenje pravilne sintakse HTML5 elemenata,
- ⇒ (ne)korišćenje editora teksta (preporuka: unositi tekst bez editora),
- ⇒ korišćenje više web pretraživača (preporuka: koristiti Google Chrome) i
- ⇒ praćenje svežih informacija o podržanosti analiziranih web pretraživača.

Postizanje maksimalne CSS3 podrške, ogleda se u:

- ⇒ korišćenju pravilne sintakse CSS3 svojstava,
- ⇒ korišćenju odgovarajućih prefiksa za web pretraživače,
- ⇒ korišćenju većeg broja web pretraživača,
- ⇒ korišćenju atributa bez prefiksa i
- ⇒ praćenju svežih informacija o CSS3 podrški analiziranih web pretraživača.

Dati predlozi mogu da eliminišu ili ublaže problem HTML5 i CSS3 podrške ukoliko postoji, odnosno mogu da dovedu do mnogo kvalitetnijeg, interaktivnijeg sadržaja.

6.1. Pravci daljeg razvoja

Integracija kako HTML5 elemenata, tako i CSS3 svojstava, omogućavaju jednaku ili čak i bolju funkcionalnost elemenata web stranice, u odnosu na iste ili slične elemente napravljene na osnovu prethodnog (ipak u manjoj meri kompatibilnog) standarda. Time se takođe pospešuje i bolja prodaja različitih mobilnih aplikacija u kojim je HTML5 integriran. Upotreboru novog HTML5 standarda, sa svim novim karakteristikama i mogućnostima koje on obuhvata, moguće je dati novu dimenziju web dizajnu u JOOMLA 3.0 CMS, čime se garantuje mnogo bolji kvalitet web stranice, kao i sadržaja koji ona time pruža posetiocu. Očekujući još bolju HTML5 podršku u analiziranim web pretraživačima, kao i u onim koji nisu bili analizirani, uvodom u CSS4 svojstva koja su trenutno u nacrtima i novijim verzijama JOOMLA CMS, obezbediće se njihova dobra međusobna kompatibilnost, a na web programerima je da to omoguće kako u JOOMLA CMS, tako i u drugim popularnim CMS sistemima.

7. LITERATURA

- [1] <http://www.blogdoksirekoblog.com/sta-je-cms-content-managementsystem>
- [2] NetPlanet: Prednosti i mane open source CMS, <http://www.netplanet.rs/index.php/learning/web/25-prednosti-i-mane-open-source-cms>
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/Joomla>
- [4] HTML5 arena: 10 Major Advantages of HTML5 <http://www.html5arena.com/blog/html5/10-major-advantages-of-html5/>

Kratka biografija:



Maja Bjeletić rođena je u Vrbasu 1987. Godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna, odbranila je 2013.godine.



Milan Vidaković je rođen u Novom Sadu 1971. godine. Doktorirao je 2003. godine na Fakultetu tehničkih nauka, a 2009. godine izabran je za vanrednog profesora iz oblasti *Primjene računarske nauke i informatika* na Fakultetu tehničkih nauka.



ISPITIVANJE TAKTILNIH OTISAKA SA BRAJEVIM PISMOM REPRODUKOVANIH UV INK JET TEHNOLOGIJOM ŠTAMPE

TESTING OF TACTILE BRAILLE PRINTS REPRODUCED WITH UV INK JET PRINTING TECHNOLOGY

Vesna Klisarić, Dragoljub Novaković, Neda Milić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su predstavljena istraživanja upotrebljivosti Ink Jet tehnologije štampe za realizaciju Brajevog pisma i taktilnih slika, odnosno ispitivanje mogućnosti formiranja adekvatnog reljefa taktilnog otiska pomoću različitog broja (debljine) nanosa UV laka. Dodatni ciljevi tiču se izvođenja zaključaka o kvalitetu i upotreboj vrednosti reproducovanih uzoraka na osnovu rezultata testiranja sprovedenih među slepim i slabovidim osobama. Na osnovu toga su definisane preporučene vrednosti nanosa laka u proizvodnji taktilnih otisaka.

Ključne reči: Ink Jet štampa, UV lak, Brajevo pismo, taktilni otisci

Abstract – This paper describes the usability research Ink Jet printing technology for the production of Braille text and tactile images - the possibility of forming an adequate relief using different number (thickness) of UV varnish layers. Additional objectives relate to drawing conclusions about the quality and value of reproduced impressions based on the results of the assaying conducted among blind and visually impaired subjects. Based on that, the recommended number of UV varnish layers is defined for the production of tactile impressions in order to obtain optimum results.

Key-words: Ink Jet print, UV varnish, Braille, tactile impressions

1. UVOD

Taktilni otisci predstavljaju površine sa reljefnom strukturom čija se percepcija ostvaruje čulom dodira. U taktilne otiske se ubrajaju otisci sa Brajevim pismom i taktilne slike.

1.1. Brajevo pismo

Brajevo pismo (Louis Braille, 1809-1852) predstavlja međunarodni standardizovani reljefni sistem znakova namenjen za komunikaciju populacije oštećenog vida. Kombinacijom šest tačaka obeležavaju se slova, znakovi interpunkcije, brojevi, kao i specijalni karakteri.

Brajevo pismo se čita kao struktura, a ne kao pojedinačan oblik. Od izuzetne je važnosti pravilna reproducija standardom propisanih rastojanja između tačaka jednog karaktera, rastojanja između dva susedna karaktera, zatim rastojanje između dva prva karaktera susednih reči, kao i propisanih proreda redova [4].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

1.2. Taktilne slike

Taktilne slike predstavljaju reljefne slike linija, površina i tačaka predviđene za taktilnu percepciju. Poštujući pravila za izvođenje specifične taktilne percepcije, mogu se reproducovati reljefne slike i karte veoma visokog kvaliteta i nivoa detaljnosti [1].

1.3. Piezo Ink Jet tehnologija

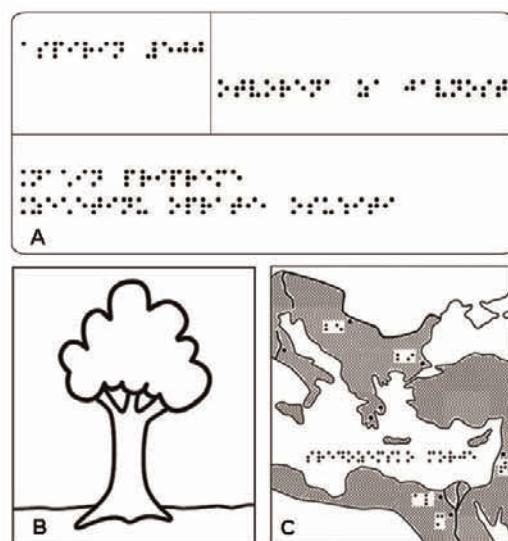
Piezo Ink Jet tehnologija štampe predstavlja Drop on Demand sistem, gde se kapi boje formiraju u skladu sa dobijenom informacijom koja se štampa.

Danas se većina Ink Jet mašina zasniva na piezo tehnologiji, kod koje je piezoelektrični element smešten u samoj glavi štampača i pri promeni polariteta elemenata se prenosi sitna kapljica boje na papir [3].

2. METODE I TOK ISPITIVANJA

2.1. Uzorci

Za ispitivanje su korišćeni uzorci sa tekstualnim sadržajem (A), uzorak sa ilustracijom (B) i kombinacija teksta i ilustracije (C) (Slika 1.) na osnovu odabranih referentnih uzoraka iste sadržine, reproducovanih drugim tehnikama.



Slika 1. Grupa uzoraka

Sadržaj tekstualnih uzoraka je preuzet sa ambalaže za lekove "Aspirin 500" i iz kulinarske knjige dobijeni tehnikom utiskivanja. Smisao i poruka rečenica nisu relevantne za tok istraživanja. Sledeći uzorak je jednostavna ilustracija drveta. Uzorak mešovitog sadržaja predstavlja deo geografske karte Evrope.

Svi uzorci su reprodukovani u tri različite varijante: sa osam, sa deset i sa dvanaest nanosa (slojeva) laka.

2.2. Priprema i reprodukcija uzorka

Priprema uzorka sa taktilnim slikama (ilustrovano drvo i deo karte Evrope) sastojala se iz jednostavnih operacija skeniranja i reprodukovanja skenirane slike u softveru Adobe Illustrator vodeći računa o specifičnosti Ink Jet tehnologije. Tekstualni elementi na uzorcima su realizovani u softveru euBraille, dok su potrebne korekcije u smislu rastojanja između tačaka, karaktera, dve reči, kao i susednih rečenica izvršene u Illustrator-u. Uzorci su reprodukovani Ink Jet tehnikom štampe, mašinom VersaUV LEC-300 na Grafičkom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu, gde je reljefnost otiska postignuta različitim nanosom laka. Prema nanosu laka, uzorci su podeljeni u 3 grupe: 1) sa osam, 2) sa deset i 3) sa dvanaest nanosa (slojeva) laka.

Za postizanje reljefnog otiska korišćen je tečni UV lak, koji se distribuira direktno na papir, a potom fiksira za podlogu pomoću UV svetlosti. Formirane kapi laka imaju malu veličinu (6 pl), koje se pod uticajem LED izvora svetlosti očvršćavaju (eng. *curing*), što omogućava štampanje na neupojne podloge (očvršćavanje je trenutno što sprečava mrljanje otiska). Osnovne komponente UV laka su: 25–35% rastvarača (heksametilen-diakrilat-hekanediol-diakrilat), 10-20% veziva (sinergetski akrilat amin), 30-40% akrilni estri, 10-20% fotoosetljivi monomeri, 5-15% fosfin oksid derivat i 0-1% aditivi. Prilikom izbora UV laka vodilo se računa o kompatibilnosti laka, odnosno da lak ne bude takvog viskoziteta koji bi uzrokovao blokiranje mlaznica [2].

Kao podloga je korišćen Core Silk papir 300 g/m², Robert Horne Group, namenjen za primenu kod digitalne tehnike štampe. Kvalitet reprodukovanih otisaka, odnosno formiranog reljefa zadovoljava tehničke zahteve što je potvrđeno objektivnim merenjima, dok je za potrebe subjektivnog ispitivanja kvaliteta otisaka izrađena anketa.

2.3. Ispitanici

Anketa je sprovedena među slepim i slabovidim licima u Gradskoj organizaciji slepih Novi Sad, Zavodu za slepu i slabovidu lici "Budućnost" i u Savezu invalida rada opštine Derventa. U anketi je učestvovalo 15 ispitanika, različite starosne dobi i polne pripadnosti, različitog stepena oštećena vida i perceptivnih sposobnosti, kao i različitog iskustva u korišćenju taktilnih otisaka.

2.4. Procedura

Anketa je organizovana tako da su ispitanici odgovarali na pitanja bez prisustva ostalih ispitanika i bez znanja o tome koliko nanosa laka ima ocenjivani uzorak.

Tabela 1. Skala procene

	Dublji reljef	-	-	-	-	0	1	2	3	4	Plići reljef
1.	-	4	3	2	1	0	1	2	3	4	Plići reljef
2.	Manje rastojanje	-	4	3	2	1	0	1	2	3	Veće rastojanje
3.	Manje rastojanje	-	4	3	2	1	0	1	2	3	Veće rastojanje
4.	Veće	-	4	3	2	1	0	1	2	3	4
5.	Nečitljivije	-	4	3	2	1	0	1	2	3	4
6.	Neprijatnije	-	4	3	2	1	0	1	2	3	4

Anketa je obuhvatala šest pitanja: dubina reljefa (1); rastojanje između tačka jednog karaktera (2); rastojanje karaktera (3); veličina tačke (4); čitljivost/razumljivost (5); prijatnost otiska (6), sa ponudrenom skalom procene. Ispitanici su poredili svaki test uzorak tehnikom štampe sa korespondirajućim referentnim uzorkom u skladu sa postavljenim pitanjima i skalom procene (Tabela 1.).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Za ispitivanje statističke značajnosti dobijenih rezultata ankete korišćen je test jednofaktorne analize ponovljenih merenja (eng. One-way ANOVA with repeated measures) sa pragom značajnosti od $p=0.01$ kako bi se ustanovio efekat tretmana (broja nanosa laka) na ocene ispitanika.

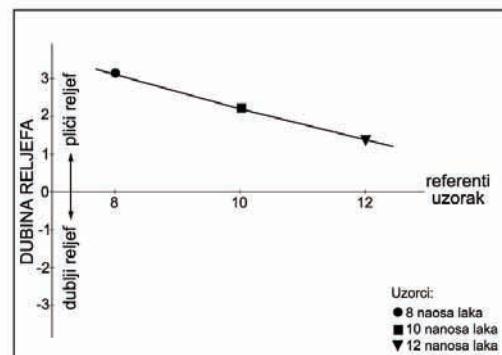
3.1. Dubina reljefa

3.1.1. Tekstualni uzorci

Postoji značajan efekat tretmana (broja nanosa laka) na ocenu debljine reljefa, Wilks' Lambda = 0,21, $F(2,13) = 24.5$, $p < 0.001$, partial eta squared 0.79 (veliki efekat). Bonferroni post test je pokazao da se značajno razlikuju ocene sve tri vrste uzorka međusobno. U Tabeli 1 predstavljeni su srednje vrednosti i standardna devijacija ocena dubine reljefa za sva tri nanosa laka. Rezultati su grafički prikazani na Grafiku 1.

Tabela 1. Ocene dubine reljefa tekstualnog uzorka

Tretman	Srednja vrednost	Standardna devijacija	Broj ispitanika
Nanos 8	3.13	1.060	15
Nanos 10	2.20	1.082	15
Nanos 12	1.40	.910	15



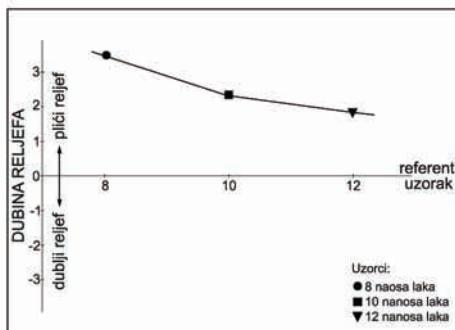
Grafik 1. Ocene dubine reljefa teksta

3.1.2. Ilustrovani uzorci

Postoji značajan efekat tretmana (broja nanosa laka) na ocenu debljine reljefa, Wilks' Lambda = 0,184, $F(2,13) = 28.92$, $p < 0.001$, partial eta squared 0.82 (veliki efekat). Bonferroni post test je pokazao da se značajno razlikuju ocene uzorka sa 8 nanosa laka od ocene uzorka sa 10 i 12 nanosa laka, dok se ocene uzorka sa 10 i 12 nanosa laka ne razlikuju značajno. U Tabeli 2 predstavljeni su srednje vrednosti i standardna devijacija ocena dubine reljefa za sva tri nanosa laka. Rezultati su grafički prikazani na Grafiku 2.

Tabela 2. Ocene dubine reljefa ilustrovanog uzorka

Tretman	Srednja vrednost	Standardna devijacija	Broj ispitanika
Nanos 8	3.53	.743	15
Nanos 10	2.33	1.047	15
Nanos 12	1.87	.915	15



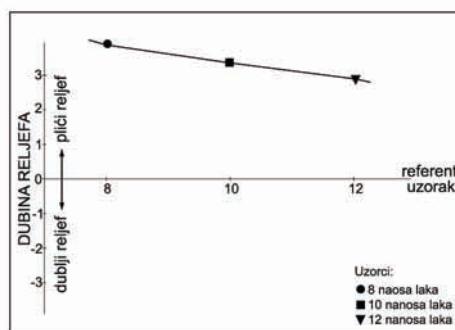
Grafik 2. Ocene dubine reljefa ilustracije

3.1.3. Uzorci mešovitog sadržaja

Postoji granično značajan efekat tretmana (broja nanosa laka) na ocenu debljine reljefa, Wilks' Lambda= 0,574, F (2,13) = 4.83, p=0.027, partial eta squared 0.42 (veliki efekat). Bonferroni post test je pokazao da se značajno razlikuju ocene uzoraka sa 8 nanosa laka od ocene uzoraka sa 10 i 12 nanosa laka, dok se ocene uzoraka sa 10 i 12 nanosa laka ne razlikuju značajno. U Tabeli 3 predstavljeni su srednje vrednosti i standardna devijacija ocena dubine reljefa za sva tri nanosa laka. Rezultati su grafički prikazani na Grafiku 3.

Tabela 3. Ocene dubine reljefa mešovitog uzorka

Tretman	Srednja vrednost	Standardna devijacija	Broj ispitanika
Nanos 8	3.87	.352	15
Nanos 10	3.40	.910	15
Nanos 12	2.93	1.280	15



Grafik 3. Ocene dubine reljefa mešovitog sadržaja

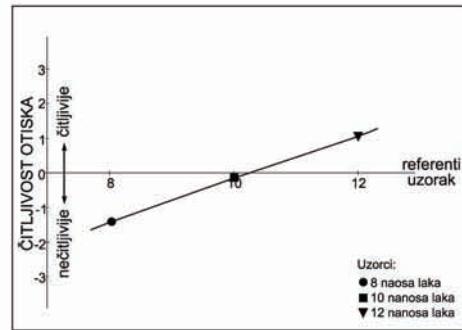
3.2. Čitljivost otiska

3.2.1. Tekstualni uzorci

Postoji značajan efekat tretmana (broja nanosa laka) na ocenu čitljivosti uzorka, Wilks' Lambda= 0.273, F(2,13)=17.3, p<0.001, partial eta squared 0.73 (veliki efekat). Bonferroni post test je pokazao da se značajno razlikuju ocene sve tri vrste uzoraka međusobno. U Tabeli 4 predstavljeni su srednje vrednosti i standardna devijacija ocena čitljivosti uzorka za sva tri nanosa laka. Rezultati su grafički prikazani na Grafiku 4.

Tabela 4. Ocene čitljivosti teksta

Tretman	Srednja vrednost	Standardna devijacija	Broj ispitanika
Nanos 8	-1.40	2.324	15
Nanos 10	-0.13	2.503	15
Nanos 12	1.07	2.187	15



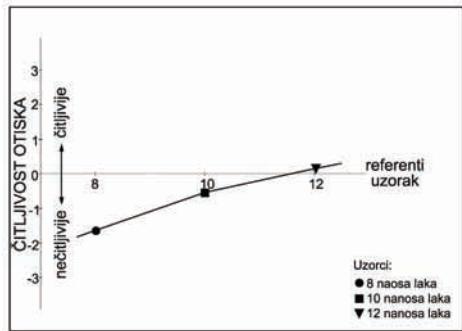
Grafik 4. Ocene čitljivosti teksta

3.2.2. Ilustrovani uzorci

Postoji značajan efekat tretmana (broja nanosa laka) na ocenu razumljivosti uzorka, Wilks' Lambda= 0,32, F (2,13) = 13.78, p=0.001, partial eta squared. 0.68 (veliki efekat). Bonferroni post test je pokazao da se značajno razlikuju ocene uzoraka sa 8 nanosa laka od ocene uzoraka sa 10 i 12 nanosa laka, dok se ocene uzoraka sa 10 i 12 nanosa laka ne razlikuju značajno. U Tabeli 5 predstavljeni su srednje vrednosti i standardna devijacija ocena razumljivosti uzorka za sva tri nanosa laka. Rezultati su grafički prikazani na Grafiku 5.

Tabela 5. Ocene razumljivosti ilustracije

Tretman	Srednja vrednost	Standardna devijacija	Broj ispitanika
Nanos 8	-1.67	2.093	15
Nanos 10	-0.53	1.727	15
Nanos 12	0.13	1.552	15



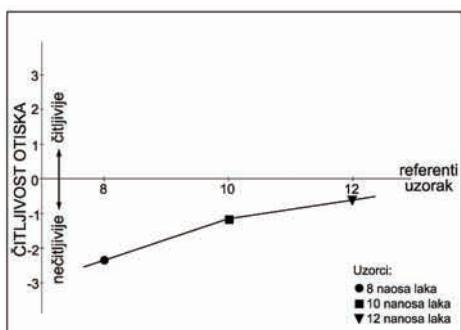
Grafik 5. Ocene razumljivosti ilustracije

3.2.3. Uzorci mešovitog sadržaja

Postoji značajan efekat tretmana (broja nanosa laka) na ocenu razumljivosti i čitljivosti otiska, Wilks' Lambda= 0,259, F (2,13) = 18.61, p<0.001, partial eta squared. 0.74 (veliki efekat). Bonferroni post test je pokazao da se značajno razlikuju ocene sve tri vrste uzoraka međusobno. U Tabeli 6 predstavljeni su srednje vrednosti i standardna devijacija ocena čitljivosti/razumljivosti uzorka za sva tri nanosa laka. Rezultati su grafički prikazani na Grafiku 6.

Tabela 6. Ocene čitljivosti/razumljivosti mešovitog sadržaja

Tretman	Srednja vrednost	Standardna devijacija	Broj ispitanika
Nanos 8	-2.33	1.047	15
Nanos 10	-1.13	1.407	15
Nanos 12	-0.53	1.598	15



Grafik 6. Ocene čitljivosti/razumljivosti mešovitog sadržaja

Rezultati sprovedene ankete pokazuju da se reljef uzorka sa 12 slojeva laka opaža kao najpričiniji referentnim uzorcima i ocjenjeni su kao najčitljiviji/razumljiviji. Uzorci sa 10 slojeva laka su dobili približne ocene, posebno u slučaju ilustrativnog sadržaja. Ocene dubine reljefa i čitljivosti uzorka sa 8 nanosa laka se značajno razlikuju od ocena uzorka sa 10 i 12 nanosa, mada slaba izražajnost reljefa ovih uzorka nije bila problematična za iskusnije čitaocu Brajevog pisma.

Veličina tačaka, rastojanje između tačaka jednog karaktera, kao i rastojanje između dva karaktera je ekvivalentno referentnim uzorcima, po mišljenju većine ispitanika.

Sve tri grupe uzorka dobole su pozitivne komentare na pitanje o prijatnosti otiska na dodir, jer tekstura referentnih uzorka, posebno tekstualnih dobivenih tehnikom utiskivanja na specijalnom Brajevom papiru, izazivaju neprijatan bol u vrhovima prstiju usled trenja.

Jedna od mana ispitivanih uzorka jeste izabrana podloga, papir *Core Silk*, čija izuzetno glatka površina remeti prepoznavanje kontura slike, što indikuje preporuku korišćenja mat podloga u produkciji taktilnih otisaka.

4. ZAKLJUČAK

Uprkos konstantnom razvoju čitača ekrana i ekrana osetljivih na dodir, taktilni otisci u određenim situacijama čine neophodno sredstvo za komunikaciju sa populacijom oštećenog vida i nude mogućnost za većom samostalnošću ovih osoba.

Nakon sumiranja rezultata sprovedene ankete, dolazi se do zaključka da Ink Jet ima lepu budućnost na polju reprodukcije taktilnih slika i Brajevog pisma. Afirmativne ocene od strane ispitanika daju doprinos razvijanju novog postupka dobijanja taktilnih otisaka koji karakterišu jednostavnost, minimalno vreme pripreme i mogućnost reprodukcije različite "slike" od otiska do otiska.

Reljef postignut sa nanosom laka od 12 slojeva ocjenjen je od strane i mlađih i iskusnijih čitalaca Brajevog pisma kao najčitljiviji, odnosno najrazumljiviji, za sve vrste sadržaja. Uzorci sa 10 slojeva laka kao ekonomsko isplativiji i vremenski manje zahtevni, takođe mogu naći primenu za tekstualne publikacije i ilustracije jer su zadovoljavajuće čitljivi/razumljivi. Nanos od 8 slojeva laka, na osnovu dobijenih rezulata, ne predstavlja odgovarajuće rešenje u opštem smislu.

Uključenost ispitanika iz populacije oštećenog vida u realizaciju istraživačkog dela rada je od suštinske važnosti za verodostojnost ispitivanja kvaliteta reproducovanih taktilnih otisaka.

5. LITERATURA

- [1] Eriksson, Y.: How to make tactile pictures understandable to the blind reader, The Swedish Library of Talking Books and Braille
- [2] Majnarić, I., Bolanča M., I., Golubović, K.: Utjecaj nanosa laka koji suši UVcuring na površinska svojstva papira, Zagreb
- [3] Novaković, D.: Tehnike štampe, Novaković, D. Tehnike štampe, skripta FTN, GRID, Novi Sad
- [4] www.duxburysystems.com

Adrese autora za kontakt:

MSc Vesna Klisarić, klisaric.v@gmail.com
Prof. dr Dragoljub Novaković, novakd@uns.ac.rs
MSc Neda Milić, milicn@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad



ISPITIVANJE UTICAJA OBLIKA AMBALAŽE NA DOŽIVLJAJ OSOBINA PAKOVANOG PROIZVODA

THE ASSESSMENT OF INFLUENCE THAT THE SHAPE OF PACKAGING HAS ON THE PERCEPTION OF THE WHOLE PRODUCT

Mirjana Suvajdžić, Gojko Vladić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste da se istraži koliko oblik kao element dizajna ambalaže utiče na doživljaj potrošača o osobinama proizvoda pakovanog u ambalažu. U eksperimentu je korišćen preparat za negu kose kao primer. Sprovedeno je istraživanje u vidu ankete i statistička obrada dobijenih rezultata. Dobijeni podaci ukazuju da oblik ambalaže samostalno ne utiče značajno na doživljaj osobina proizvoda, te da je neophodno poruku upotpuniti i drugim elementima dizajna. Na osnovu rezultata izrađena su dva idejna rešenja boce za šampon.

Kratak sadržaj – The aim of this research is to investigate the influence that shape, as a design element of packaging, has on the perception of the product itself in consumers. In this experiment shampoo was used as an example. All the participants in this scientific research have filled in questionnaires and then all the results were statistically processed. The results indicate that the shape alone has no relevant influence on the perception of the whole product, therefore that can be achieved with other elements of design. As a confirmation of these results, two preliminary designs of shampoo bottles were made.

Ključne reči: oblik, doživljaj proizvoda, ambalaža šampona, dizajn ambalaže

1. UVOD

Ambalaža proizvoda u današnje vreme ima sve veći značaj na tržištu. Ona je posrednik između potrošača i proizvođača, predstavlja reklamu proizvoda, tj. osnovni vid promocije na mestu prodaje, jer prvi kontakt između potrošača i proizvoda upravo je vizuelne prirode. Ključni je element imidža proizvoda. Njome se skreće pažnja potrošača, identificuje proizvod, stvara interes i ističu korisna svojstva proizvoda [1].

Ambalaža je u stanju da prenese određeni status i stav na svog korisnika. Tako npr. osoba koja koristi parfem iz zlatne ambalaže, koja je veoma ekskluzivnog i jedinstvenog izgleda, i sama se oseća tako [2].

Takođe, ukoliko je životni stil potrošača da živi zdravu i koristi prirodne proizvode, ambalaža koja će ispratiti ovakav stav će mu omogućiti da se on oseća dosledno svojim željama.

Razvijanje efikasne ambalaže zahteva nekoliko odluka. Prvi zadatak je utvrđivanje koncepta ambalaže, što znači da je važno definisati šta bi ambalaža trebalo da

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je Dragoljub Novaković, red. prof.

predstavlja: da pruži superiornu zaštitu proizvoda, da doneše nove prilike za distribuciju, da predstavi određeni kvalitet proizvoda. Nakon što se definiše koncept ambalaže, potrebno je da se doneše odluka o elementima poput veličine, oblika, materijala, boje, teksta i oznake marke [3].

Sve što je u čovekovom okruženju zauzima određeni prostor i definisano je svojim oblikom. Oblik određenog pojma jasno određuje ono što on jeste i deli ga od onog što nije i što je oko njega [4].

Jedna od mnogobrojnih podela oblika jeste na prirodne i geometrijske. Može se uopšteno reći da svi oblici u prirodi, osim kristala, nastaju u šemi krive linije i krive površi, i da im je konačan izgled obao u šemi kruga i elipse. Prirodni oblici su meki, nežni, i mogu biti nepravilni. Za razliku od njih, geometrijski oblici su okarakterisani pravim linijama, pravim uglovima, ravnim površinama i odaju utisak veoma organizovanog prostora [5].

Pretpostavljena je hipoteza da sam oblik ambalaže nagoveštava osobine proizvoda. Sugerije na njegov kvalitet, poreklo, pouzdanost. On izaziva određene emocije kod potrošača. Samim tim, oblik je veoma bitan element u dizajnu ambalaže. Ispitana je mogućnost definisanja osobina proizvoda za negu kose na relaciji prirodnih-hemijski korišćenjem isključivo oblika.

2. METODE I TOK ISPITIVANJA

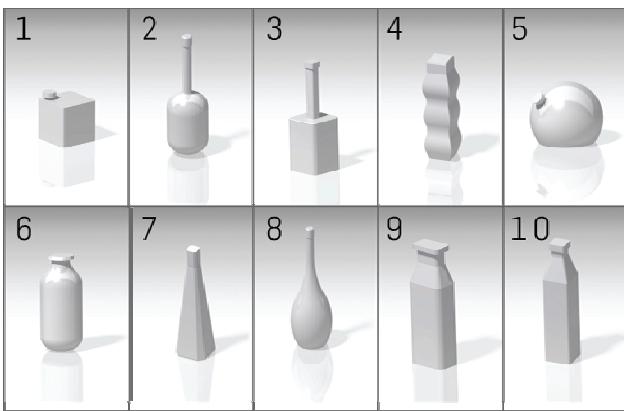
2.1. Ispitanici

U anketi je učestvovalo 33 ispitanika. Odgovori 3 ispitanika su eliminisani iz analize zbog nezainteresovanosti za popunjavanje ankete ili zbog nerazumevanja načina na koji se anketa popunjava. Prema tome, za krajnji broj anketiranih osoba se uzima 30. Ispitanici su birani nasumično. Svi ispitanici su ženskog pola, starosne dobi između 23 i 35 godina.

2.2. Stimuli

Ispitanicima su predstavljene dve grupe stimulusa. Prvu grupu čini 5 boca za šampon koje imaju formu koja prati prirodne oblike, a drugu grupu čine 5 boca koje imaju formu koja prati geometrijske oblike (*Slika 1*). U anketi boce nisu bile odvojene prema grupi oblika kojoj pripadaju, već je njihov raspored bio nasumičan.

Svi stimuli su predstavljeni kao trodimenzionalni prikazi. Svi su iste boje i razmere. Okruženje boca je kod svake isto, boja pozadine i svetlo su identični. Takođe je materijal stimulusa nepromenljiv u svim primerima. Na ovaj način je izbegнутa mogućnost da na odgovore ispitanika utiče bilo koji drugi faktor do samog oblika.



Slika 1. Prikaz stimulusa

2.3. Procedura

Ispitanje se odvijalo na način da je ispitanicima dat instrument istraživanja na kome su prikazani oblici ambalaže i skale za ocenu prema određenom kriterijumu. Ispitanici su davali ocene prema svojim ličnim afinitetima bez instrukcija ili mogućnosti međusobnog dogovaranja. Anketa se sastojala iz dva dela.



Slika 2. Izgled stimulus ponuđenog u anketi

U prvom delu ispitanicima su prikazani stimulusi i ispod svakog se nalazila skala od -3 do 3. Svaku od boca su ocenili koliko ona prema svom obliku odgovara za pakovanje šampona na biljnoj bazi. U drugom delu, su za iste stimulusse i na istoj skali trebali da ocene koliko je oblik boce odgovarajući za pakovanje šampona na hemijskoj bazi. Ocena -3 predstavlja apsolutno nepogodan oblik za navedenu namenu, ocena 0 znači da ispitanik nema posebno mišljene o pogodnosti oblika i ocena 3 predstavlja apsolutno pogodan oblik za navedenu namenu. Na Slici 2 je prikazan tipičan izgled stimulusa sa skalom za ocenjivanje.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Podaci prikupljeni anketom postavljeni su u matrice pogodne za statističku obradu. Sprovedena je analiza varijanse ANOVA kako bi se utvrdilo eventualno postojanje statistički značajnih razlika za slučaj pogodnosti proizvoda za prirodne oblike, odnosno za slučaj pogodnosti proizvoda za geometrijske oblike. Analizom varijanse T-testom utvrđeno je da li postoje statistički značajne razlike u slučaju pojedinačnih boca, po pitanju prirodnih i hemijskih proizvoda.

ANOVA analizom dobili smo rezultate koji ukazuju da postoje značajne razlike unutar grupe. Ove razlike se definišu p-vrednošću koja se dobija iz testa i govori nam koliki je nivo pouzdanosti. Nivo pouzdanosti koji je korišćen u ovom ispitivanju je $p < 0,05$. Analiza varijanse ANOVA pokazala je statistički značajne rezultate o podobnosti boca različitog oblika za pakovanje šampona na prirodnoj bazi, gde je $p < 0,01$, kao i statistički značajne rezultate o podobnosti boca različitog oblika za pakovanje šampona na hemijskoj bazi, gde je takođe $p < 0,01$.

U ANOVA analizi gde su obrađivani odgovori dati na pitanje o pogodnosti boca za pakovanje prirodnih šampona, najveće razlike su uočene između boce br.1 ($M = -0,87$, $st.dev = 2,18$) i boca br.4 ($p = 0,020$, $M = 1,47$, $st.dev = 1,81$) i br.8 ($p = 0,00$, $M = 2,1$, $st.dev = 1,24$).

Boca br.1 je izrazito geometrijske i savremene forme, linije su oštре i jasne i ocenjena je kao najmanje pogodna za prirodni šampon, dok su druge dve boce u skladu sa prirodnim formama i doobile su najviše ocene. Zatim su značajne razlike primećene između boce br.2 ($M = -0,83$, $st.dev = 2,15$) i boce br.4 ($p = 0,024$) i br.8 ($p = 0,00$).

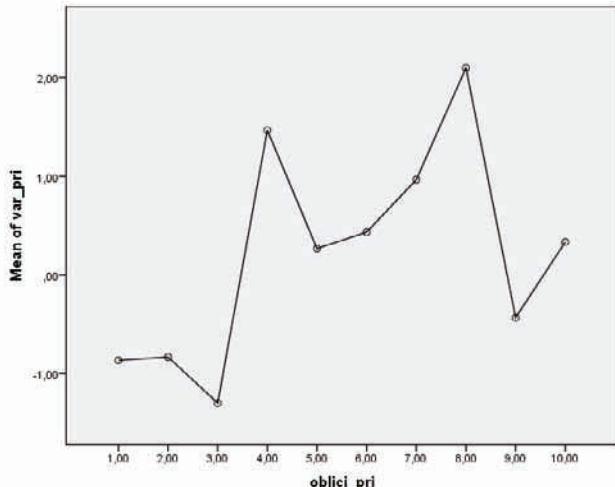
Boca br.2 je obla, pripada grupi boca koje prate prirodne oblike, ali je ovde ocenjena kao manje pogodna za pakovanje prirodnih šampona u odnosu na druge dve boce koje takođe pripadaju prirodnoj grupi. Dalje se može videti da se boca br.3 ($M = -1,3$, $st.dev = 2,1$) najviše razlikuje po ocenama od boca br.4 ($p = 0,001$), br.7 ($p = 0,028$, $M = 0,97$, $st.dev = 1,8$) i br.8.

Boca br.3 pripada grupi boca dizajnirane po pravilima koje važe za geometrijske forme, kao i boca br.7 koja je ipak ocenjena kao pogodna za pakovanje prirodnih šampona. Uočena je još i bitna razlika između br.9 ($M = -0,43$, $st.dev = 2,01$), koja po svom obliku spada u grupu geometrijskih formi i ocenjena kao najnepogodnija u odnosu na bocu br.8 ($p = 0,006$).

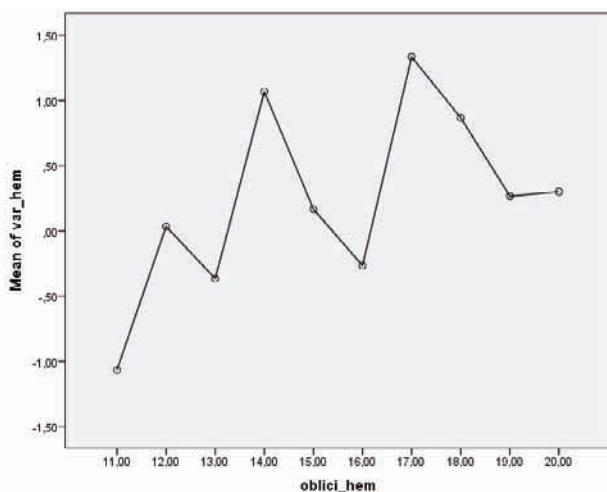
U ANOVA analizi gde su obrađivani odgovori dati na pitanje o pogodnosti boca za pakovanje šampona na hemijskoj bazi, najveća razlika je uočena između ocena date za bocu br.1 ($M = -1,07$, $st.dev = 2,1$) i boce br.7 ($p = 0,020$, $M = 1,33$, $st.dev = 1,44$). Obe ove boce spadaju u grupu boca koje prate geometrijske i savremene forme.

T-testom utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike u slučaju pojedinačnih boca, po pitanju prirodnih i hemijskih proizvoda. Ovi rezultati govore da nijedna boca nije okarakterisana da je pogodna samo za šampon na prirodnoj bazi ili samo za šampon na hemijskoj bazi, već je svaka boca dobila približno iste ocene za oba proizvoda.

Predstavljeni su grafički prikazi srednjih vrednosti ocena. Iz Grafika br.1 se može videti da su boce pod rednim brojem 1, 2 i 3 ocenjene kao najmanje pogodne za pakovanje prirodnih šampona. Zatim da su boce pod rednim brojevima 5, 6, 9 i 10 srednje pogodne, dok je srednja ocena boca pod rednim brojevima 4, 7 i 8 najviša, te su one najpogodnije za ovakvu vrstu proizvoda.



Grafik 1. Rezultati odgovora za prirodne šampone



Grafik 2. Rezultati odgovora za hemijske šampone

Iz Grafika br.2, koji predstavlja visinu srednje vrednosti ocena na pitanje koliko određen oblik boce pogodan za pakovanje šampona na hemijskoj bazi, vidi se da su kao najmanje pogodne ocenjene boce pod brojem 1 i 3.

Kao srednje pogodne ocenjene su boce pod rednim brojevima 2,5,6,9 i 10.

Kao najpogodnije boce za hemijski šampon odabrane su boce br.4, br.7 i br.8.

Iz svih ovih rezultata može se uvideti da boce pod rednim brojem 4, 7 i 8 su ocenjene kao pogodne za pakovanje kako šampona na prirodnoj bazi, tako i za šamponе на hemijskoj bazi, bez obzira kojoj grupi prema svom obliku pripadaju.

Boce br.2 i br.3 su nepogodne za prirodne šamponе, od kojih boca br.2 pripada po svom obliku grupi prirodnih formi.

Ocene ostalih boca takođe govore da nisu usko specijalizovane za pakovanje određene vrste šampona.

3.1. Predlog vizuelnog rešenja

Na osnovu ovih saznanja, dobijenih istraživanjem, dat je predlog izgleda boca za šamponе upotpunjeno ostalim elementima dizajna. Za različitu vrstu šampona uzet je isti oblik, koji je dobio najvišu ocenu, a osobnost proizvoda je istaknuta drugim elementima dizajna (Slika 3 i 4).



Slika 3. Predlog vizuelnog rešenja boce za prirodni šampon

Na slici 3. predstavljeno je vizuelno rešenje za ambalažu za pakovanje šampona na prirodnoj bazi. Kako je već objašnjeno, sam oblik ne objašnjava karakterističnu osobinu šampona, nego je to postignuto drugim elementima dizajna.

Boja koja preovladava je zelena. Izbor boje je napravljen prema saznanjima o psihologiji boje [6], gde je zaključeno da zelena boja najviše asocira na prirodu. Boja korišćena za tipografiju na etiketi je braon, boja koja se takođe vezuje za prirodu. Kako bi potrošaču na prvi pogled bilo jasno o kakvom šamponu je reč, nacrtana je ilustracija listova koprive, koji se uz lijanu, protežu kao ponovljena šara preko cele boce.

Kretanje lijana je nepravilno, što podseća na kretanje stvari u prirodi. Etiketa je takođe zaobljena, i urađena je po uzoru na etikete koje su korišćene ranije, u periodu kada nauka i tehnologija nisu bile razvijene na današnjem nivou i kada su više korišćeni prirodni sastojci. Takođe, na boci se nalazi zakačen dodatak u obliku lista koprive na kome su ispisani podaci o sadržaju šampona. Celokupni izgled ambalaže jasno poručuje potrošaču o kakvom šamponu je reč.



Slika 4. Predlog vizuelnog rešenja boce za hemijski šampon

Na slici 4. dat je prikaz vizuelnog rešenja ambalaže za šampon na hemijskoj bazi. Iako je sam oblik boce ostao isti, svi ostali elementi dizajna se menjaju, i tako je postignut sasvim drugačiji izgled i doživljaj boce. Korišćenjem zlatne boje, kao osnovne boje boce, stiče se utisak koliko je i sam šampon visokog kvaliteta. Etiketa je pravougaonog oblika, izveden samo kao okvir. Tipografija je jednostavna, izabrana su slova bez serifa. I na ovoj boci se nalazi zakačen dodatak, ali u obliku pravougaonika crne boje na kome se nalaze potrebni podaci o sastavu šampona. Svi korišćeni elementi dizajna su svedeni na osnovne oblike, savremeni su i veoma precizno uklopljeni, što čini i ukupan izgled boce takvim. Doživljaj koji ova ambalaža izaziva kod potrošača je da je i sam šampon veoma kvalitetno proizведен i da garantuje visok nivo pouzdanosti prilikom korišćenja.

4. ZAKLJUČAK

Sprovođenjem ovog istraživanja i analiziranjem dobijenih rezultata dolazi se do podataka o tome koliko oblik ambalaže, tj. boce utiče na doživljaj kupca o samom proizvodu. Kako su boce koje po svom obliku pripadaju grupi prirodnih formi kao i boce koje po svom obliku pripadaju grupi geometrijskih formi, istovremeno ocenjene kao pogodne ili nepogodne za pakovanje šampona na prirodnoj i na hemijskoj bazi, vidimo da sam oblik ambalaže ne utiče na zaključivanje potrošača o samom proizvodu.

Ovo saznanje otvara šire mogućnosti, u smislu da se bez ograničenja u ovom pogledu može dizajnirati oblik flaše. Nije nužno da prirodni šampon bude upakovani u bocu koja prati prirodne forme, niti da šampon na hemijskoj bazi bude upakovani u bocu čiji oblik je po modelu geometrijskih formi. Ovo umnogome utiče i na smanjenje troškova, na način da se u standardizovan oblik boce može pakovati šamponi različitih karakteristika.

U ovom istraživanju je ispitana oblik samo u okviru kategorije prirodni i geometrijski i dobijeni rezultati se odnose samo na ove osobine. Bilo bi korisno ispitati kako oblik ambalaže, menjajući se kroz ostale svoje osobine, utiče na doživljaj potrošača o samom proizvodu.

Kako iz ovog rada proizilazi da oblik kao element dizajna, u okviru podele na prirodni i geometrijski, neće sugerisati potrošačev doživljaj o samom proizvodu i bliže odrediti njegovo poreklo, tako da pažnju treba posvetiti drugim elementima kao što su boja, ilustracije, fotografija, izbor fonta itd. i pomoću njih kreirati izgled ambalaže koji će vizuelnim putem približiti i objasniti sam proizvod.

5. LITERATURA

- [1] D.Cvetković, D. Marković " Dizajn pakovanja", Univerzitet Singidunum,Beograd, 2010.
- [2] G. Caler "What is packaging design?", RotoVision, 2004
- [3] M. Milisavljević "Marketing", Poslovna škola, "Megatrend", Beograd, 1998.
- [4] K. Bogdanović, B. Burić "Teorija forme", Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004.
- [5] K. Bogdanović "Poetika vizuelnog", Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2005.
- [6] S. Nedeljković, M. Nedeljković: Grafičko oblikovanje i pismo, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2006.

Kratka biografija:



Mirjana Suvajdžić rođena je u Novom Sadu 1988 godine. Završila gimnaziju „Svetozar Marković“ u Novom Sadu. Diplomski-bechelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranila je septembra 2011 godine.
e-mail: mirjanasuvajdzic@yahoo.com



Msc Gojko Vladić
e-mail: vladicg@uns.ac.rs



ČITLJIVOST BAR KODOVA BRZOG ODZIVA READABILITY OF QUICK RESPONSE BAR CODES

Žarka Vučetić, Dragoljub Novaković, Magdolna Pál, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Koncept bar koda najavljuje revoluciju u svetu novih komunikacija. Danas se 2D bar kodovi mogu naći na različitim reklamnim proizvodima koji zahtevaju adekvatnu tehniku štampe. Cilj ovog istraživanja je utvrđivanje uticaja odabranih parametara na čitljivost QR kodova (Quick Response - brzi odziv) preko "stope očitavanja" (FRR – First Read Rate). Posebna pažnja je posvećena karakteristikama koje utiču na očitavanje QR kodova, kao i na uslove očitavanja.

Ključne reči: 2D bar kodovi, QR kodovi, stopa očitavanja (FRR)

Abstract – The concept of bar code announces a revolution in the world of new communication. Today, 2D bar codes can be found on a variety of advertising products that require proper technique of the press. The purpose of this research was to determine the influence of a few selected parameters on readability QR codes (Quick Response) by "first reading rate" (FRR - First Read Rate). Special attention is dedicated to the characteristics that affect the reading QR codes, as well as the conditions of reading.

Keywords: 2D bar codes, QR codes, first reading rate (FRR)

1. UVOD

Identifikacija proizvoda pomoću bar kodova istražuje se decenijama i u velikoj meri se primenjuje u praksi. Sa uvođenjem dvodimenzionalnih bar kodova (2D bar kodova ili 2D kodova), kapacitet za kodiranje podataka se drastično povećao, a sa njim i mogućnost za skladištenje više podataka u samom kodu bez ugrožavanja njihove praktične efikasnosti. 2D bar kodovi su postali popularni zbog svoje brzine čitanja, preciznosti i funkcionalnih karakteristika [1].

U svetu ima više od 30 različitih 2D kodova. Svaki dvodimenzionalni kod ima posebno istaknute karakteristike koje su specifične za svrhu njihove upotrebe za koju su predviđeni. QR kodovi se uglavnom koriste u marketinške svrhe, Data Matrix bar kodovi su najzastupljeniji u medicini, na farmaceutskim proizvodima, dok se Aztec kodovi koriste najčešće na kartama ili ulaznicama. U ovom radu će se istraživati samo QR (Quick Response) bar kodovi [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red. prof.

QR kod se može prepoznati po 3 velika kvadrata u uglovima, koji predstavljaju registracijske oznake. Primer QR koda dat je na slici 1. Crni i beli kvadrati (moduli) u području između registracijskih oznaka su kodirani podaci, a u tim područjima kodirani su i algoritmi za proveru grešaka i njihovu korekciju [2].



Slika 1. Primer izgleda QR koda

QR kod ima sposobnost korekcije za vraćanje izvornih podataka ako bar kod postane prljav ili oštećen. Najviše 30% kodnih reči može biti obnovljeno. QR kod može kodirati sve vrste podataka uključujući simbole, binarne podatke, kontrolne oznake i multimedijalne podatke [2]. U poslednjih nekoliko godina, kombinacija mobilnih tehnologija sa 2D bar kodovima dobija na popularnosti kao obećavajući sveprisutni računarski alat. Uz integraciju ugrađenih kamera, mobilni uređaji mogu raditi kao skeneri, bar kod čitači i prenosnici podataka [3].

2. MOBILNO TAGOVANJE

Pojam mobilnog tagovanja podrazumeva upotrebu kamere na mobilnom telefonu za očitavanje ili skeniranje i dekodiranje podataka kodiranih u 2D bar kodu, pre svega upotrebom posebnog softvera za dekodiranje koda. 2D kod u mobilnom tagovanju ima istu funkciju kao i hiperlink u internet pretraživanju. Ovaj proces omogućava očitavanje simbola štampanih na različitim vrstama podoga, pa tako QR kodovi se mogu štampati na reklamnim materijalima, kao što su upaljači, olovke, privesci i slično, različitim tehnikama štampe pružajući korisnicima informacije na dohvat ruke [4].

3. KONTROLA OČITAVANJA 2D BAR KODOVA I UTICAJNI PARAMETRI

Stopa očitavanja (FRR - First Read Rate) je pouzdana mera za ispitivanje čitljivosti 2D bar kodova. Da bi se za bar kod reklo da ima dobru stopu očitavanja uspešnost očitavanja mora biti veća od 85% iz prvog pokušaja i 95% iz drugog pokušaja. Stopa čitljivosti se određuje iz sledeće relacije [3]:

FRR= broj uspešnih očitavanja/ukupan broj pokušaja (1)

Na čitljivost 2D kodova utiču mnogi faktori, a najznačajniji uticajni faktori su: veličina bar koda, gustina podataka, udaljenost sa koje se vrši očitavanje, podloga na kojoj se nalazi kod i vrsta osvetljenja [3, 5].

3.1. Veličina koda

Izbor veličine bar koda zavisi od uslova štampe ali i od okruženja u kojem će se on skenirati, kao i dizajna grafičkog proizvoda ili ambalaže na kojem se kod nalazi. Minimalne dimenzije QR koda zavise od rezolucije kamere koje se koriste za skeniranje koda. Najnoviji modeli kamera mogu da skeniraju QR kodove koji su manji od 10 mm (0.4 inča) [3].

3.2. Gustina podataka

Gustina koda se zasniva na broju redova i kolona modula. Kako se veličina modula smanjuje kodovi postaju teži za skeniranje, tako sam QR kod mora biti veći kako bi se obezbedilo sigurno skeniranje. Prilikom štampanja bar kodovi sa manjom gustinom su pouzdaniji za štampu i dosledniji pri očitavanju, nego oni sa većom gustom. Gustina podataka igra važnu ulogu u pouzdanosti očitavanja 2D bar kodova. Pod istim uslovima, stopa očitavanja simbola sa većom gustom podataka je uvek manja nego kod onih sa manjom gustom podataka [3].

3.3. Udaljenost sa koje se vrši očitavanje

Sa povećanjem udaljenosti između kamere i QR koda treba da se povećava i veličina QR koda. Za većinu pametnih telefona odnos između udaljenosti sa koje se vrši očitavanje i minimalne QR kod veličine je oko 10:1. Istraživanja su pokazala da ako udaljenost kamere za očitavanje poveća dva puta i veličinu koda bi trebali povećati dva puta [3, 5].

3.4. Podloga

Različiti materijali različito reflektuju svetlost sa površina što utiče na sposobnost skeniranja koda. S obzirom da se QR kodovi slikaju pomoću kamera mobilnih telefona i tako skeniraju i dekodiraju, značajan uticaj na njihovu čitljivost ima kontrast između pozadinske boje i boje štampe, kao i refleksija podloge. QR kodovi se ne mogu očitavati sa vrlo reflektujućih ili vrlo zakriviljenih površina [3].

3.5. Vrsta osvetljenja

Na pouzdano skeniranje utiče kombinacija osvetljenja koje pada na kod i podloge na kojoj se on nalazi. Ambijentalno osvetljenje može smanjiti sposobnost uređaja za skeniranje da prepozna reflektovano svetlo sa bar kodova i samim tim otežati skeniranje. Takođe, previše svetla može ometati uređaj da skenira kod, kao i premala količina osvetljenja koja može stvarati poteškoće prilikom prepoznavanja koda. Varijacije ova dva parametra drastično mogu promeniti ukupan kvalitet skeniranja, tj. očitavanje koda [6].

4. METOD RADA I KORIŠĆENI MATERIJALI

U istraživanju su ispitivani uticajni parametri čitljivosti QR koda štampanih tampon štampom, putem analize stope očitavanja (FRR) svakog od uzoraka. Kao osnovni uticajni parametri čitljivosti QR koda izdvojeni su: veličina QR koda, nivo korekcije, tip podloge, zakriviljenost podloge tj. kodova materijalnim i na virtuelnim uzorcima. Generisana su četiri QR koda sa istom URL adresom (<http://www.grid.uns.ac.rs/>) ali sa četiri nivoa korekcije (L - nizak, ML - srednje-nizak, MH - srednje-visok, H - visok). Svaki uzorak je podešen u pet veličina simbola: od 1.3cm^2 do 2.5cm^2 sa korakom od 0.3cm^2 . Na ovaj način omogućeno je ispitivanje uticaja veličine simbola i nivoa korekcije kodirane informacije na čitljivost QR kodova dobijenih tehnikom tampon štampe.

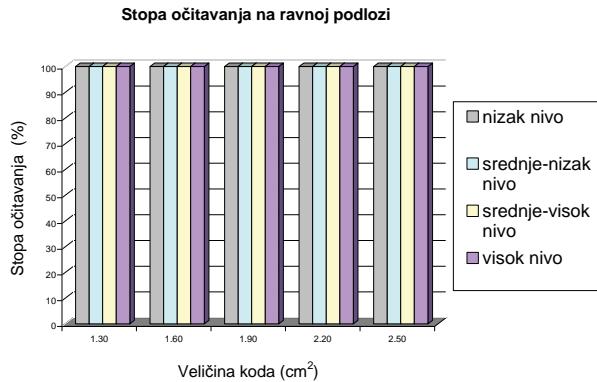
Materijalni uzorci su štampani na sjajnom premažnom papiru, lakiranom drvetu, plastici i keramici radi analize tipa podloge. Uzorci su odštampani crnom bojom pomoću jednobojne mašine za tampon štampu, TSH print swiss 1-1010.

Za ispitivanje uticaja zakriviljenosti površine izrađeni su kalupi u osam veličina, prečnika: $\varnothing 10\text{mm}$, $\varnothing 15\text{mm}$, $\varnothing 22\text{mm}$, $\varnothing 30\text{mm}$, $\varnothing 38\text{mm}$, $\varnothing 46\text{mm}$, $\varnothing 54\text{mm}$, $\varnothing 62\text{mm}$. Kao najmanji prečnik odabran je $\varnothing 10\text{ mm}$, što predstavlja približnu veličinu hemijske olovke na kojoj se može naći QR kod, dok je kao najveći prečnik odabran $\varnothing 62\text{ mm}$ što je približna veličina limenke na kojoj se može naći QR kod. Uzorci štampani na premažnom papiru, pre testiranja su bili lepljeni na pripremljene materijalne kalupe. Za očitavanje uzoraka je korišćena kamera mobilnog telefona marke LG, tipa E510 Optimus Hub, sa i-nigma softverom za generisanje i dekodiranje QR kodova. Da bi se dobilo konstantno osvetljenje prilikom očitavanja, svi uzorci su izloženi dnevnom svetlu 1 u kabini za posmatranje, Agile Radiant CVC5-2E. Udaljenost uređaja za očitavanje je bila približno 10 cm i za određivanje stope očitavanja (FRR) svaki uzorak je skeniran 50 puta.

Nakon određivanja kritičnih prečnika zakriviljenosti pomoću materijalnih kalupa, pristupilo se testiranju pomoću virtuelnih uzoraka na kalupima formiranim u softveru 3D Studio Max. Kalupi su imali prečnik $\varnothing 21\text{ mm}$ do $\varnothing 30\text{ mm}$ u koraku od 1 mm. Za svaki valjak je prethodno u Adobe Illustratoru formirana slika sa QR kodom, koja odgovara dimenzijama zahtevanog kalupa. Korišćena veličina koda je 2.5 cm^2 i sva četiri nivoa korekcije. Svaki valjak je obmotan odgovarajućom slikom, zatim renderovan i sačuvan kao bmp da bi kasnije slike mogle biti upotrebljene. Ova faza rada predstavljava je simuliranje uticaja veličine simbola i zakriviljenosti površine na virtuelnim uzorcima da bi se preciznije odredila donja granica zakriviljenosti kod koje se još može uspešno očitavati kod. Očitavanje je vršeno na prirodnom dnevnom svetlu, sa udaljenosti od 20 cm. Nakon pozicioniranja renderovane slike vršena su očitavanja za sva četiri nivoa korekcije i deset veličina kalupa. Prilikom očitavanja fizičkih i virtuelnih uzoraka svako očitavanje ispod 5 sekundi je odbačeno kao neuspešno očitavanje.

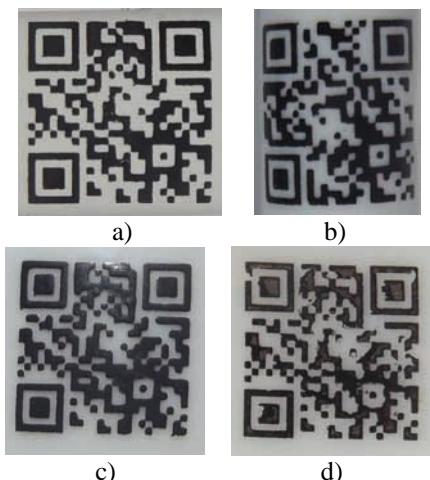
5. REZULTATI

Radi provere čitljivosti kodova različitih veličina i nivoa korekcije očitani su svi kodovi na ravnoj površini. Stopa očitavanja je bila 100% što je grafički prikazano na slici 2.



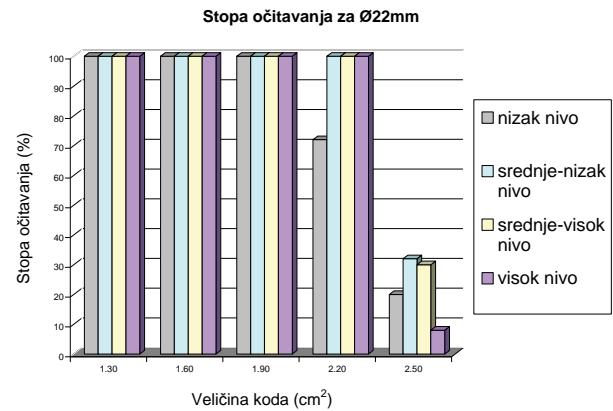
Slika 2. Grafički prikaz stope očitavanja na ravnim podlogama

Prilikom provere čitljivosti na različitim podlogama kod konkretnih proizvoda nije bilo problema u očitavanju. Posebna pažnja se posvetila ponašanju boje i podloge, tj. da li razливanje boje utiče na čitljivost QR koda. Kod uzorak na keramici dobijeni otisak je zadovoljavajući, dok je na plastici štampa bila lošija. Prilikom štampe na lakiranom drvetu otisak je bio zadovoljavajući i očitavanja su uspešna 100%, dok je na plastičnoj olovci očitavanje bilo otežano zbog zakrivljenosti površine i gubitka podataka te je stopa očitavanja 0%. Na slikama 3a-d su predstavljeni dobijeni uzorci na konkretnim proizvodima.



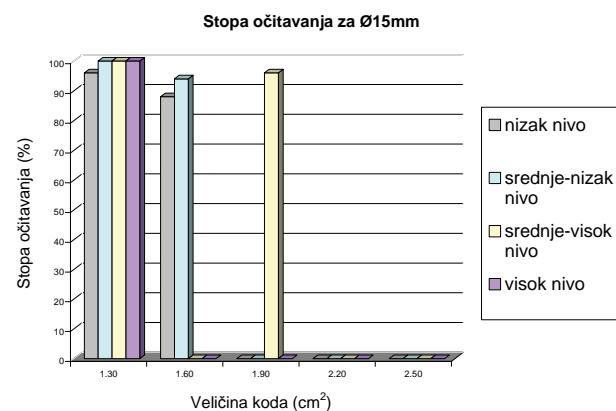
Slika 3. Uvećan prikaz odštampanih kodova na konkretnim proizvodima: a) građevinska olovka; b) hemijska olovka; c) šolja; d) plastična kutija

Kod očitavanja fizičkih kalupa svi prečnici su bili čitljivi do Ø22 mm kada su se počele javljati greške očitavanja. Na slici 4 grafički je predstavljena stopa očitavanja za prečnik Ø22 mm gde se može videti da su se problemi javili kod veličine koda 2.5 cm^2 gde je uspešnost bila ispod 30% skoro za svaki nivo korekcije.

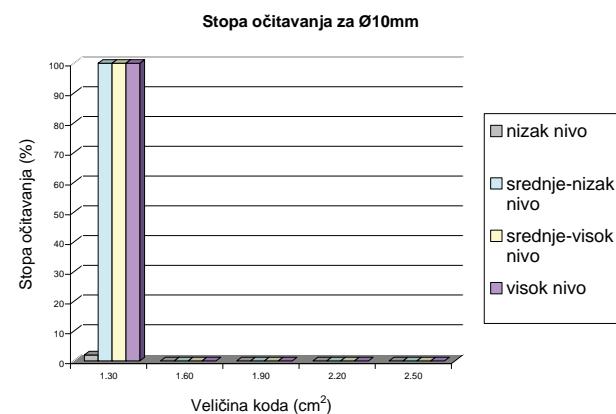


Slika 4. Grafički prikaz stope očitavanja za prečnik Ø22 mm

Kodovi manjih dimenzija su uspešno očitani i na manjim prečnicima, pri čemu su za prečnik Ø15 mm uspešno očitani samo kodovi veličina 1.3 cm^2 , 1.6 cm^2 i srednje visoki nivo korekcije kod 1.9 cm^2 , što se može videti sa grafičkog prikaza na slici 5. Za prečnik Ø10 mm uspešno očitana samo veličina 1.3 cm^2 izuzev niskog nivoa korekcije, što je prikazano na slici 6.



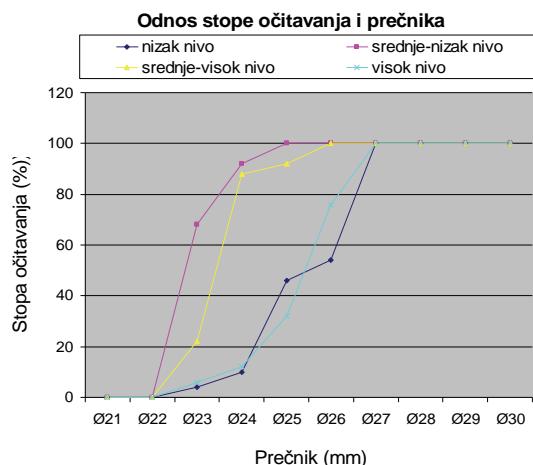
Slika 5. Grafički prikaz stope očitavanja za prečnik Ø15 mm



Slika 6. Grafički prikaz stope očitavanja za prečnik Ø10 mm

Kako se i moglo očekivati stopa očitavanja QR kodova na zakriviljenim površinama zavisi od veličine koda i centralnog ugla kružnice, tj. veličine zakriviljenosti. Što su dimenzije koda veće centralni ugao kružnice, tj. veličina zakriviljenosti mora bit manja.

Prilikom provere čitljivosti QR kodova na zakriviljenim površinama, na virtuelnim uzorcima utvrđen je minimalni prečnik na kome kod može biti očitan. Na slici 7 grafički je prikazan odnos stope očitavanja i prečnika.



Slika 7. Grafički prikaz odnosa stope očitavanja na virtuelnim uzorcima kod svih nivoa korekcije

Iz dobijenih rezultata prikazanih na slici 7, lako je uočiti da su najvišu stopu očitavanja imali srednje-nizak i srednje-visok nivo korekcije. Kod niskog nivoa korekcije već kod prečnika od Ø25 mm, stopa očitavanja je manja od 50%. Takođe, treba napomenuti da je prilikom očitavanja QR kodova na prečniku od Ø25 mm i Ø26 mm, proces očitavanja trajao je nešto duže jer je kamери trebalo više vremena za fokusiranje i detekciju koda. Za srednje-nizak nivo korekcije stopa očitavanja je znatno uspešnija. Svi prečnici do Ø25 mm su očitani 100%, kod Ø24 mm bilo je svega nekoliko bezuspešnih očitavanja pa je stoga i stopa očitavanja velika i iznosi 92%. Kod prečnika Ø23 mm stopa očitavanja je i dalje iznad 50% ali je trebalo više vremena za očitavanje. Nagli pad stope očitavanja se može uočiti kod Ø22 mm. Kod srednje-visokog nivoa korekcije, stopa očitavanja počinje da opada već kod Ø25 mm. Za Ø23 mm stopa očitavanja iznosi 22%, što je jako malo i neprihvatljivo da bi se moglo koristiti u realnim uslovima. Kod prečnika od Ø22 mm i Ø21 mm nema uspešnih očitavanja ni za jedan nivo korekcije. Prilikom očitavanja kodova sa visokim nivoom korekcije 100% stopu očitavanja ima samo do prečnika Ø27 mm, nakon čega ona opada. Za Ø26 mm je i dalje prihvatljiva i iznosi 76% dok je već kod prečnika Ø25 mm stopa očitavanja 32%, što je nedovoljno. Za prečnike Ø24 mm i Ø23 mm srednja stopa očitavanja je ispod 15% i to je u potpunosti neprihvatljiv rezultat, a kod prečnika Ø21 mm i Ø22 mm nema uspešnih očitavanja. Može se zaključiti da je stopa očitavanja najbolja kod srednjekorekcijskih nivoa, kao i da se u obzir može uzeti i srednje-visoki nivo, dok niski i visoki nivo korekcije treba izbegavati.

6. ZAKLJUČAK

Danas, koncept bar koda najavljuje revoluciju u svetu novih komunikacija gde zajedno sa fenomenom mobilnih komunikacija otvara novu dimenziju interakcije između korisnika, realnog sveta i digitalnih sadržaja i servisa. Nakon analize rezultata dobijenih kod uzoraka štampanih na različitim podlogama može se zaključiti da sama tehnika tampon štampe i podloga na koju se štampa nema uticaja na čitljivstvo QR kodova zbog visokog nivoa korekcije greške. Analiziranjem vrednosti stope očitavanja može se doći do zaključka da se QR kodovi mogu očitavati na zakriviljenim površinama u zavisnosti od veličine koda. Za veće kodove potrebna je manja zakriviljenost površine i obrnuto, za manje kodove zakriviljenost površine može biti veća. Detaljnijim analizama je utvrđeno da je najmanja veličina prečnika koja omogućava uspešno očitavanje iznosi Ø23 mm. Za sveobuhvatnu preporuku zakriviljenosti međutim neophodno je izraditi i materijalne uzorce i direktno stampati na njih jer se očekuju precizniji rezultati, pa to može biti dopuna ovom istraživanju.

7. LITERATURA

- [1] A. Grillo, A. Lentini, M. Querini, F. Giuseppe Italiano, "High Capacity Colored Two Dimensional Codes", Department of Computer Science, Systems and Production University of "Tor Vergata", Rome, Italy, 2010.
- [2] T. J. Soon, "QR code", Synthesis Journal 2008, treće poglavje, Singapore, 2008.
- [3] H. Kato, K. T. Tan, "Pervasive 2D Barcodes for Camera Phone Applications", IEEE Computer Society, 1536-1268/07, Edith Cowan University, Perth, Pervasive Computing, IEEE, Vol 6, Issue 4, 2007.
- [4] S. Bohm, "Mobile tagging in the German market", International journal of business and management studies, ISSN: 1309-8047, četvrti izdanje, 2012.
- [5] "What Size Should A Printed QR Code Be?" [na internetu], dostupan na: <http://www.qrstuff.com/blog/2011/01/18/what-size-should-a-qr-code-be>
- [6] A. Grover, P. Braeckel, K. Lindgren, H. Berghel, D. Cobb, "Parameters Effecting 2D Barcode Scanning Reliability", ISBN: 978-0-12-381025-0, Vol. 80, 2010.

Adresa autora za kontakt:

MSc Žarka Vučetić
zarka_vucetic@yahoo.com

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

MSc Magdalna Pál
apro@uns.ac.rs

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2012. 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 Nikolić
Branislava Novaković	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Tanja Kočetov
Branka nakomčić	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branko Milosavljević	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Turukalo
Branko Škorić	Ivan Beker	Mirjana Vojnović	Todor Bačkalić
Cvijan Krsmanović	Ivan Tričković	Miloradov	Toša Ninkov
Damir Đaković	Ivan Župunski	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Danijela Lalić	Ivana Katić	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Darko Čapko	Ivana Kovačić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Darko Marčetić	Jasmina Dražić	Miroslav Nimrihter	Velimir Todić
Darko Reba	Jelena Atanacković	Miroslav Plančak	Veljko Malbaša
Dejan Ubavin	Jeličić	Miroslav Popović	Veran Vasić
Dragan Ivanović	Jelena Borocki	Mitar Jocanović	Veselin Avdalović
Dragan Ivetić	Jelena Kiurski	Mladen Kovačević	Veselin Perović
Dragan Jovanović	Jelena kovačević	Mladen Radišić	Vladan Radlovački
Dragan kukolj	Jureša	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Dragan Mrkšić	Jelena Radonić	Nađa Kurtović	Vladimir Radenković
Dragan Pejić	Jovan Petrović	Nebojša Pjevalica	Vladimir Strezoski
Dragan Šešlija	Jovan Tepić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Škiljajica
Dragana Bajić	Jovan Vladić	Nemanja	Vlado Delić
Dragana Konstantinović	Jovanka Pantović	Stanislavljević	Vlastimir
Dragana šarac	Karl Mičkei	Nenad Katić	Radonjanin
Dragana Šrbac	katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vuk Bogdanović
dragi Radomirović	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zdravko Tešić
Dragiša Vilotić	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zora Konjović
Dragoljub Novaković	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragoljub Šević	Nešić	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dubravka Bojanić	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dušan Dobromirov	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dušan Gvozdenac	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dušan Kovačević	Ljubica Duđak	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dušan Sakulski	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Uzelac	Maša Bukurov	Radivoje Rinulović	Željen Trpovski
Duško Bekut	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
	Milan Kovačević	Radovan Štulić	
	Milan Rackov	Rastislav Šostakov	