



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXX

Број: 12/2015

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXX Свеска: 12

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

Уређивачки одбор:

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

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

Редакција:

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

Проф. др Драгољуб Новаковић
Мр Мирослав Зарић
Бисерка Милетић

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

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

Председник Савета: проф. др Радош Радивојевић

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

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

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

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

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

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

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 12.10.2015. до 27.10.2015. год., а који се промовишу 27.01.2016. 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 12, објављени су радови из области:

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

У свесци са редним бројем 13. објављени су радови из области:

- архитектуре,
- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине,
- мехатронике,
- геодезије и геоматике,
- инжењерства третмана и заштите вода и
- управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара.

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

	Strana
Radovi iz oblasti: Mašinstvo	
1. Atila Kovač, POBOLJŠANJE KOEFICIJENTA PUNJENJA MOTORA SUS PRIMENOM USISNE GRANE PROMENLJIVE DUŽINE	2195
2. Vuk Milenković, IMPLEMENTACIJA EKOLOŠKO-INŽENJERSKIH ASPEKATA U PROCES PROJEKTOVANJA PRIBORA	2199
3. Nebojša Andrić, GASNA OPREMA GRADSKJE KOTLARNICE	2203
4. Ненад Миловановић, СТАБИЛНА АУТОМАТСКА СТАНИЦА ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА “СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈА”	2207
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Darko Fabijan, IMPLEMENTACIJA VEB APLIKACIJE ZA RAZMENU PORUKA U PROGRAMSKOM JEZIKU ELIXIR	2211
2. Damjan Rakanović, IMPLEMENTACIJA JEZGRA ZA ENKRIPCIJU/DEKRIPCIJU SA AXI INTERFEJSOM	2215
3. Nemanja Igić, ARHITEKTURA I ETL PODRŠKA SISTEMA ZA ANALIZU STUDENTSKIH ANKETA	2219
4. Miloš Simić, CLOUD ARHITEKTURA ZA RAZVOJ MOBILNIH IGARA UZ OSLOMAC NA GOOGLE APP ENGINE PLATFORMU	2223
5. Stefan Mijić , IMPULSNO – ŠIRINSKI MODULATOR SA AXI4 – LITE INTERFEJSOM	2227
6. Vladimir Đilas, GENERATOR KODA POSLOVNIH APLIKACIJA ZA ZK OKRUŽENJE	2231
7. Aleksandar Kaplar, PRIMENA VEŠTAČKIH NEURONSKIH MREŽA U ANALIZI VISOKODIMENZIONALNIH SKUPOVA PODATAKA	2235
8. Marko Manojlović, SOFTVERSKI PAKET ZA AUTOMATSKO TRANSFORMISANJE ORACLE FORMS SPECIFIKACIJA U SAVREMENA RAZVOJNA OKRUŽENJA	2239

9.	Никола Зарић, СИСТЕМ ЗА ПОДРШКУ У РАЗМЕНИ РОБЕ И УСЛУГА ЗАСНОВАН НА ANDROID И GOOGLE APP ENGINE ПЛАТФОРМАМА	2243
10.	Maša Talović, IDE PODRŠKA ZA RAZVOJ JEZIKA BAZIRANIH NA TEXTX ALATU	2247
11.	Vojislav Đukić, JEZIK I OKRUŽENJE ZA MODELOVANJE I GENERISANJE INFORMACIONIH SISTEMA OPŠTE NAMENE	2251
12.	Branko Terzić, RAZVOJ NAMENSKOG JEZIKA I SOFTVERSKOG ALATA ZA MIGRACIJU PODATAKA IZ RELACIONOG U NOSQL SISTEM BAZA PODATAKA	2255
13.	Sabolč Gleser, GENERISANJE VEB APLIKACIJE GRAILS NA OSNOVU SKICA ZA POSLOVNE APLIKACIJE	2259
14.	Ilija Atlagić, ANALIZA REDUKCIJE POTROŠNJE PUNJAČA ZA ELEKTRIČNA VOZILA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA	2263
15.	Miloš Petrušić, IMPLEMENTACIJA AUDIO EFEKATA U SKLADU SA VIRTUAL STUDIO TECHNOLOGY STANDARDOM	2267
16.	Danilo Trifunjagić, VIZUELIZACIJA VIŠEKRITERIJUMSKOG RUTIRANJA POSADA SMART GRID SISTEMA	2271
17.	Dušan Savković, BRZA DETEKCIJA I PREDIKCIJA ISPADU U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA NA OSNOVU TIPIČNO DOSTUPNIH TELEMETRISANIH MERENJA	2275

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1.	Ana Vranjanac, PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE U ZRENJANINU	2279
2.	Милош Ранковић, ГРАНИЧНА НОСИВОСТ НА САВИЈАЊЕ ПРАВОУГАОНИХ АРМИРАНО-БЕТОНСКИХ ПРЕСЕКА ПРЕМА ЕВРОКОДУ	2283
3.	Srđan Kosorić, PROJEKAT SANACIJE "SUBOTIČKOG MOSTA" PREKO KANALA DTD	2287
4.	Nataša Benka, PROCENA STANJA, DOGRADNJA I SANACIJA STAMBENE ZGRADE U BAČKOM PETROVCU	2291

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1.	Branislav Manojlović, PRIMENA SAVREMENIH ANALITIČKIH METODA U ODREĐIVANJU LOKACIJA ZA POSTAVLJANJE POSTOMATA	2295
2.	Дамир Војиновић, АНАЛИЗА СТАВОВА ПЕШАКА У САОБРАЋАЈУ У САРТРЕ 4 ИСТРАЖИВАЊУ	2299
3.	Nataša Kujavić, ANALIZA RADA POŠTA U RJ POŠTANSKOG SAOBRAĆAJA „SREMSKA MITROVICA” VIZUALIZACIJOM PUTEM QGIS PROGRAMA	2303
4.	Boris Babin, PRIKAZ KOORDINATNIH SISTEMA SOFTVERSKOG PAKETA QGIS I NJIHOVE PRIMENE U ANALIZI LOKACIJA JEDINICA POŠTANSKE MREŽE U NOVOM SADU	2307
5.	Ana Vujičić, THE IMPACT OF THE DWELLING SIZE ON TRIP GENERATION RATES; konferencija Towards the Humane City, Novi Sad, novembar 2015.	2311

6. Marija Milinković,	ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA I PREDLOG REVITALIZACIJE SISTEMA JAVNOG PREVOZA NA PODRUČJU ŠAPCA	2317
7. Јована Николић,	АНАЛИЗА ТРАНСПОРТНИХ ПОТРЕБА И ЗАХТЕВА У СИСТЕМУ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА НА ПОДРУЧЈУ НОВОГ САДА СА ПРЕДЛОГОМ ЗА ПОБОЉШАЊЕ	2321
8. Maja Milaković,	KORIŠĆENJE QGIS-A ZA ANALIZU POTREBA POŠTANSKIH USLUGA U RURALNOM PODRUČJU VOJVODINE - SALAŠI	2325
9. Darko Todorović,	ANALIZA UTICAJA LOKACIJA SAMOUSLUŽNIH POŠTANSKIH TERMINALA NA DOSTUPNOST POŠTANSKIH USLUGA KORIŠĆENJEM QGIS-A	2329
10. Милан Филиповић,	ВРЕДНОВАЊЕ СТОПЕ И ФАКТОРА НЕЗГОДА НА ЛОКАЦИЈАМА СА ВИСОКИМ РИЗИКОМ ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА	2333
11. Милан Богдановић,	ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОПАСНИХ МЕСТА СУБЈЕКТИВНОМ МЕТОДОМ НА ПОДРУЧЈУ НОВОГ САДА	2337
12. Милош Латинковић,	ФАКТОРИ КОЈИ УТИЧУ НА ДОНОШЕЊЕ ОДЛУКЕ ПЕШАКА ПРИЛИКОМ ПРЕЛАСКА КОЛОВОЗА НА „MID-BLOCK“ ЛОКАЦИЈАМА	2341
13. Милош Пљакић,	АНАЛИЗА БЕЗБЕДНОСТИ МОТОЦИКЛИСТА У САОБРАЋАЈУ НА ПОДРУЧЈУ БЕОГРАДА	2345
14. Radenko Gavrić,	ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA KARAOĐEVOJ ULICI U TESLIĆU SA PREDLOGOM MERA ZA POBOLJŠANJE	2349

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Nataša Zeljković Proročić,	UTICAJ MARKETINŠKE FUNKCIJE NA BRENDIRANJE LOKALITETA KAVAČ, MONTENEGRO	2353
2. Aleksandra Vukajlović,	PARAMETARSKO PROJEKTOVANJE SLOŽIVE AMBALAŽE U PROGRAMSKOM PAKETU ENGVIEW SYNERGY	2357
3. Maja Maravić,	EFEKTIVNOST PIKTOGRAMA UPOZORENJA NA MOGUĆNOSTI POVREĐIVANJA LASERSKIM ZRAČENJEM	2361
4. Sanja Radulović,	KARAKTERIZACIJA OTISKA INK JET TEHNIKE ŠTAMPE NA PLOČASTIM MATERIJALIMA	2365
5. Vanesa Bajić,	UKLANJANJE JONA BAKRA IZ OTPADNOG RAZVIJAČA OFSET ŠTAMPE PRIMENOM ADSORPCIJE	2369
6. Marina Janković,	UTICAJ PERHLORETIENA U GRAFIČKOM OKRUŽENJU	2373
7. Stevan Đaković,	RAZVOJ SAVREMENOG KONCEPTA UČENJA O GRAFIČKOM SISTEMU ZA DIGITALNU ŠTAMPU	2377
8. Dunja Topalov,	PREGLED ISTAŽIVANJA U OBLASTI UTICAJA ATRIBUTA FORME NA EFEKTIVNOST DIZAJNA KORISNIČKIH INTERFEJSA	2381
9. Marija Lijeskić,	PRIMENA POSTUPKA ELEKTROFOTOGRAFIJE U ŠTAMPI MINIJATURNIH KNJIGA	2385

POBOLJŠANJE KOEFICIJENTA PUNJENJA MOTORA SUS PRIMENOM USISNE GRANE PROMENLJIVE DUŽINE
IMPROVING VOLUMETRIC EFFICIENCY OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE USING VARIABLE LENGTH INTAKE MANIFOLD

 Atila Kovač, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je ispitivan uticaj dužine usisnih cevi na koeficijent punjenja četvorotaktnog benzinskog motora. Opisana je teorija inercijalnog punjenja cilindra, a zatim su prikazani rezultati dobijeni simulacijom u softverskom paketu RICARDO Wave, gde je na prethodno validiranom modelu motora vršena promena dužine usisnih cevi od 200 do 1500mm u koracima od 50mm da bi se našla najveća vrednost koeficijenta punjenja, i ujedno i najbolje performanse motora.

Abstract – This paper investigates the effect of the intake runner length on the performance of four stroke petrol engine. Firstly, the theory of inertia charge of cylinders was described, after which the simulation results are presented. The engine model was validated in RICARDO Wave software package, and then the length of intake runners was varied from 200 to 1500mm in 50mm increments to find the highest volumetric efficiency and thus the best engine performance.

Ključne reči: koeficijent punjenja, optimizacija, RICARDO Wave, simulacija

1. UVOD

Savremeni motor sa unutrašnjim sagorevanjem je kompromis između tri međusobno zavisna faktora : performanse, ekonomičnosti i ekološkičnosti. Korisnici savremenih vozila očekuju sve bolje performanse, veću pouzdanost i izdržljivost uz minimalne troškove održavanja, dok zakonske regulative zahtevaju što manju emisiju štetnih gasova, kao i smanjenje potrošnje goriva. Ovi zahtevi su često kontradiktorni što dovodi do zaključka da je konstrukcija savremenog motora izuzetno složen zadatak.

Odnos uložene energije i dobijenog rada definiše se koeficijentom korisnog dejstva bilo koje mašine. Od prvih motora SUS sa stepenom iskorišćenja 2-3% današnje konstrukcije benzinskih motora dostižu oko 25-30% što je, mora se priznati, još uvek malo. Gubici od 75% se uglavnom mogu pripisati toplotnim i mehaničkim gubicima. Veći stepen iskorišćenja motora se može postići redukovanjem jednog ili oba neželjena parametra. Srednji efektivni pritisak, kao energetski pokazatelj motora, može se izraziti putem jednačine :

$$p_e = \frac{H_d}{l_0} \cdot \rho_0 \cdot \frac{\eta_t}{\alpha} \cdot \eta_m \cdot \eta_v \quad [Pa] \quad (1)$$

NAPOMENA:

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

Član $\frac{H_d}{l_0} \cdot \rho_0$ se može smatrati konstantnim za određeni motor i korišćenu vrstu goriva. Ostala tri člana jednačine su :

$\frac{\eta_t}{\alpha}$ - relativna veličina koja karakteriše kvalitet izvođenja radnog ciklusa

η_m - mehanički koeficijent korisnog dejstva - relativna veličina gubitka energije pri njenom prenosu od cilindra do radne mašine

η_v - koeficijent punjenja - relativna veličina koja karakteriše kvalitet izmene radne materije tokom odvijanja radnog ciklusa

Promenom vrednosti poslednja tri člana može se znatno uticati na izlazne karakteristike motora. U ovom radu će se analizirati poslednji član jednačine.

Stepen punjenja motora η_v predstavlja meru kvaliteta punjenja cilindra svežom smešom kod benzinskih, odnosno vazduhom kod dizel motora. Može se definisati kao odnos količine smeše koja uđe u cilindar tokom procesa izmene radne materije, i teoretski moguće količine koja popunjava radnu zapreminu cilindra:

$$\eta_v = \frac{M_{10}}{M_t} = \frac{G_{10}}{G_t} = \frac{G_{10}}{V_h \cdot \rho_s} = \frac{V_1}{V_h} \quad [-] \quad (2)$$

gde je :

$M_{10} [mol]$, $G_{10} [kg]$ - broj molova i masa sveže smeše

$M_t [mol]$, $G_t [kg]$ - broj molova i masa smeše koja teorijski popunjava radnu zapreminu

$V_h [m^3]$ - radna zapremina motora

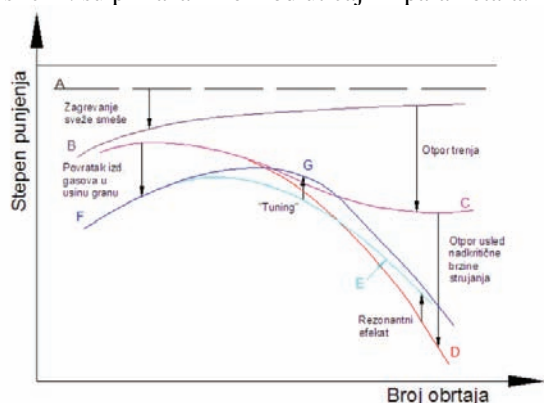
$\rho_s [kg/m^3]$ - gustina sveže smeše

$V_1 [m^3]$ - zapremina svežeg punjenja redukovana na uslove koje vladaju ispred usisnih ventila

Postoji veliki broj međusobno zavisnih faktora koji oblikuju krivu stepena punjenja, a neki od bitnijih su :

- otpor trenja fluida pri strujanju kroz usisni sistem
- šema razvoda ventila
- zagrevanje sveže smeše
- količina zaostalih gasova
- rezonantni efekti

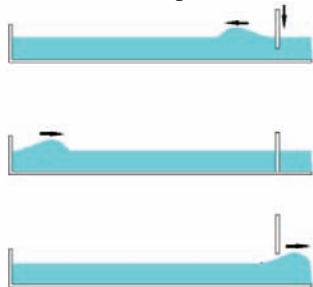
Na slici 1. su prikazani neki od uticajnih parametara.



Slika 1. Zavisnost stepena punjenja od uticajnih faktora

2. TEORIJA INERCIJALNOG PUNJENJA CILINDARA

Primarna funkcija usisnog sistema motora SUS je snabdevanje cilindara mešavinom vazduha i goriva, čija se količina precizno odmerava u zavisnosti od brzinskog režima i opterećenja. Od ulaska vazduha u sistem do usisnih ventila postoji određeni pad pritiska usled gubitaka na trenje, zbog čega motor usisava manju količinu sveže smeše po ciklusu od teorijski potrebne. Iz tog razloga koeficijent punjenja η_v kod konvencionalnih motora uvek manji od 1. Ovaj nedostatak se može delimično izbeći primenom inercijalnog punjenja korišćenjem usisne grane sa promenljivom dužinom usisnih cevi. Da bi se shvatio pojam ove fizičke pojave, potrebno je analizirati pojave u usisnoj grani od trenutka zatvaranja usisnih ventila do njihovog ponovnog otvaranja. Sveže punjenje ulazi u cilindar usled depresije koju stvara klip prilikom kretanja prema UMT. Kada se usisni ventil zatvori, ispred njega se stvara talas visokog pritiska zbog inercije vazdušne mase, nakon čega odbijajući se od zatvorenog kraja putuje prema usisnom kolektoru. Tu ponovo dolazi do refleksije pa se pritiski talas vraća prema usisnim ventilima. Ova pojava se može optimalno koristiti ako se dužina usisnih cevi bira tako da pritiski talas stigne do ventila u periodu kada su oni ponovo otvoreni, stvarajući tako efekat "blagog prehranjivanja". Za lakše razumevanje može se iskoristiti analogija sa vodenim talasom prikazanim na sl. 1.



Sl. 2. Analogija inercijalnog punjenja sa vodenim talasom

Vreme za koje talas pređe put od usisnih ventila do kolektora i nazad može se jednostavno definisati kao :

$$t = \frac{2 \cdot L}{c} \text{ [s]} \quad (2)$$

gde su :

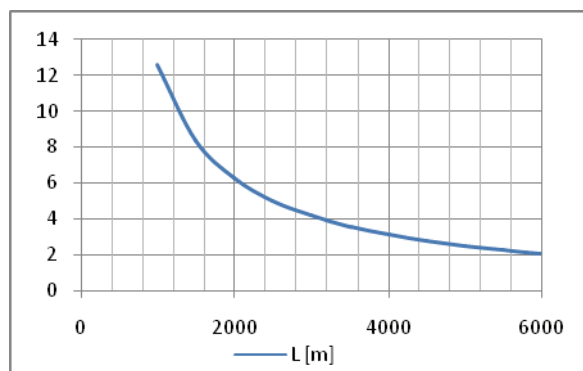
L [m] - dužina usisne cevi

c [m/s] - brzina kretanja talasa, jednaka brzini zvuka

Ako se vreme t za koje talas pređe rastojanje $2L$ izjednači sa dužinom perioda zatvorenosti ventila za svaki broj obrtaja, dobija se željeni efekat natpunjenja cilindra. Iz jednačine (2) dobija se optimalna dužina usisnih cevi :

$$L = \frac{s}{2} = \frac{c \cdot t}{2} \text{ [m]} \quad (3)$$

Zbog nekoliko razloga međutim, ova formula se smatra teorijskom i teško je direktno primeniti na praktičnu izvedbu usisnog sistema. Kao prvo, na prelazu u kolektor krajevi cevi nisu ravni kao što se pretpostavlja u proračunu, već su zaobljeni radi smanjenja gubitaka i zbog toga se refleksija ne dešava na samom kraju. Sa druge strane na rezultat utiču i faktori poput temperature, prečnika cevi kao i trenja usled hrapavosti i zakrivljenosti unutrašnjih zidova cevi. Rezultati dobijeni ovakvom metodom mogu jedino da posluže kao polazna tačka za dalja eksperimentalna ispitivanja.



Sl. 3. Optimalna dužina usisnih cevi u funkciji od broja obrtaja

3. MODELIRANJE MOTORA I VALIDACIJA

Računarska tehnika je omogućila nagli razvoj autoindustrije u drugoj polovini 20. veka. Razni softverski paketi se koriste u svim fazama proizvodnje vozila i motora SUS, počev od dizajna pa do simulacije i ispitivanja krajnjeg proizvoda. Jednodimenzionalni softveri omogućuju testiranje modela motora pre nego što uđe u serijsku proizvodnju, štedeći tako vreme a ujedno i novac za iscrpna ispitivanja na motornim kočnicama. Programski paket *RICARDO* je jedan od vodećih softvera za modeliranje i simulaciju rada motora SUS kao i transmisije celog vozila. Njegov modul *WAVE* koji je korišćen u ovom radu bazira se na 1D dinamici gasova i teoretski omogućava modeliranje svih vrsta motora SUS, bilo da se radi o dvotaktnom ili četvorotaktnom, benzinskom ili dizel agregatu. *WAVE* takođe omogućava analizu dinamičkih pojava tokom kretanja gasova kao i protoka kroz usisne i izduvne cevi i prikaz gubitaka prilikom proticanja što je značajna činjenica za ispitivanje inercijalnih pojava u usisnom sistemu.

Za modeliranje i simulaciju je korišćen poznati BMW-ov motor iz 80-tih tipa M10B18. To je agregat starije koncepcije sa dva ventila po cilindru i jednim bregastim vratilom u glavi motora. Ovaj motor je uzet prvenstveno zbog relativno jednostavne konstrukcije i dostupnosti svih

delova, počev od usisnog sistema pa do izduvnih lonaca. U tabeli (1) su prikazane osnovne karakteristike korišćenog motora, prepisane iz kataloga proizvođača.

Tabela 1. Osnovni podaci modeliranog motora

Zapremina motora	1766 cm ³
Broj cilindara	4
Broj ventila po cilindru	2
Stepen kompresije	10:1
Maksimalna snaga	77 kW pri 5800 o/min
Maksimalni obrtni moment	140 Nm pri 4500 o/min
Prečnik/hod klipa	89/71 mm
Dužina klipnjače	135 mm
Dužina usisnih cevi	450 mm
Prečnik usisnih ventila	46 mm
Prečnik izduvnih ventila	38 mm

Dimenzione karakteristike potrebne za modeliranje motora su dobijene merenjem odgovarajućih delova. Velika pažnja je posvećena pri definisanju dužina i protočnih preseka komponenti usisnog i izduvnog sistema, jer upravo ove veličine imaju najveći uticaj na oblik koeficijenta punjenja, a ujedno i krive obrtnog momenta. Trenje koje potiče prvenstveno od kretanja klipnog i ventilskog mehanizma u WAVE-u se opisuje pomoću *Chen-Flynn* modela :

$$p_{efG} = A_{cf} + B_{cf} \cdot (p_{max}) + C_{cf} \cdot \left(\frac{n \cdot s}{2}\right) + Q_{cf} \cdot \left(\frac{n \cdot s}{2}\right)^2 \quad [bar] \quad (4)$$

gde su :

A_{cf} - konstantna vrednost otpora koja definiše gubitke trenja pomoćnih uređaja i ne zavisi od broja obrtaja

B_{cf} - deo otpora koji zavisi od maksimalnog pritiska u cilindru

C_{cf} - otpor koji se menja linearno u zavisnosti od brzine klipa i pripisuje se hidrodinamičkom trenju

Q_{cf} - deo gubitaka koji raste sa kvadratom brzine klipa i posledica je otpora sredine usled obrtanja kolenastog vratila u bloku motora

Vrednosti za A_{cf} , B_{cf} , C_{cf} i Q_{cf} se mogu dobiti ispitivanjem motora na motornoj kočnici ili korišćenjem preporučenih vrednosti od strane WAVE-a, što je u ovom slučaju i urađeno.

Najveći izazov u modeliranju motora SUS verovatno predstavlja definisanje sagorevanja unutar cilindra. Dok se dimenzione karakteristike raznih delova motora relativno jednostavno dobijaju merenjem, komora za sagorevanje predstavlja "crnu kutiju". Eksperimentalno određivanje pritiska koji definiše oslobađanje toplote je složen zadatak i zahteva ugradnju specijalnog senzora koji je u stanju da da podatak o pritisku unutar komore za sagorevanje za svega par stepeni obrtaja kolenastog vratila. Iz tog razloga se u WAVE-u karakteristika sagorevanja pretpostavlja pomoću tzv. *Wiebe*-ove funkcije :

$$W = 1 - \exp \left[-AWI \cdot \left(\frac{\Delta\theta}{BDUR} \right)^{WEXP+1} \right] \quad (5)$$

gde su :

W – trenutna masa goriva koja je sagorela

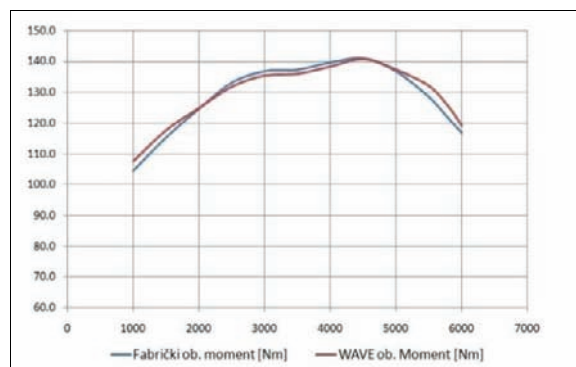
$\Delta\theta$ - ugao kolenastog vratila od početka sagorevanja

BDUR - trajanje sagorevanja za koje vreme sagori 10-90% goriva

AWI - interna konstanta

WEXP - eksponent Wiebe-ove funkcije

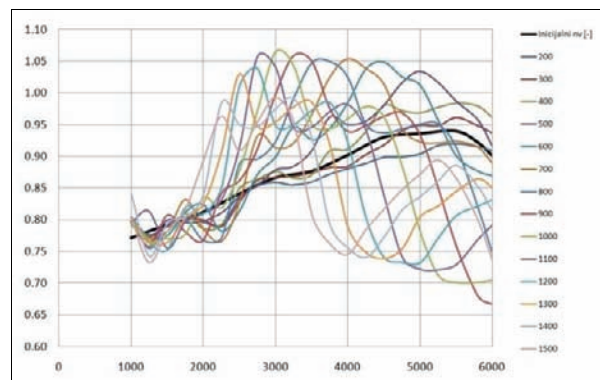
Nakon modeliranja motora izvršena je validacija. Usled nedostatka fabričke krive koeficijenta punjenja kao reference, upoređivane su vrednosti efektivnog obrtnog momenta. Uslov je bio da odstupanje krive modela motora od fabričke bude manje od 5%, što je u ovom slučaju i postignuto. Nakon pozitivne ocene modela i zadovoljavajućih rezultata validacije pristupilo se optimizaciji dužine usisne grane.



Sl. 3. Obrtni moment modela u odnosu na fabričku krivu

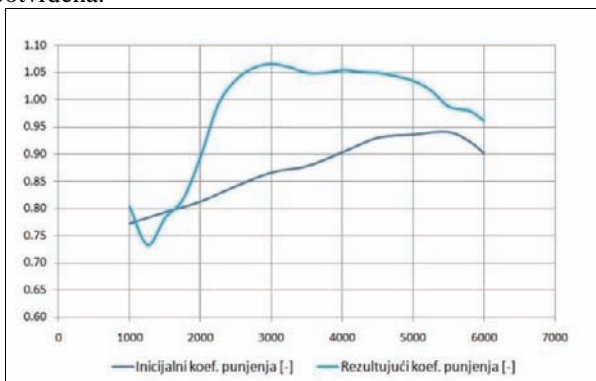
4. OPTIMIZACIJA DUŽINE USISNE GRANE

Optimizacija podrazumeva variranje uticajnih parametara u cilju nalaženja najpovoljnijeg rešenja nekog problema. U konkretnom slučaju cilj je da se dobije maksimalna vrednost koeficijenta punjenja motora kroz ceo brzinski režim rada motora, odabirom odgovarajućih dužina usisnih cevi. Izvršen je skup simulacija u WAVE-u gde je varirana usisna dužina od 200mm do 1500mm u koracima od 50mm. Broj obrtaja je menjan u dijapazonu od 1000 do 6000 o/min sa rezolucijom od 250 o/min. Napominje se da su svi ostali fizički parametri nepromenljivi tokom simulacija. Na dijagramu 3.26 su prikazane dobijene krive koeficijenta punjenja. Zbog preglednosti na dijagramu su prikazane vrednosti samo za dužine od po 100mm. Podebljana linija predstavlja inicijalnu krivu koja je dobijena putem validacije modela.



Sl. 4. Koeficijent punjenja motora za razne dužine usisnih cevi

Na osnovu slike 4 može se konstatovati da sa povećanjem usisne dužine maksimumi pomeraju ka manjim brojevima obrtaja, čime je teorija objašnjena u drugom poglavlju, potvrđena.

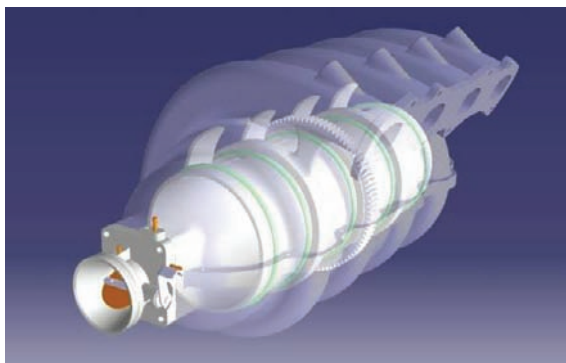


Sl. 5. Kriva maksimalne vrednosti koeficijenta punjenja

Na slici 6 je dato konstrukciono rešenje usisne grane sa promenljivom dužinom usisnih cevi.

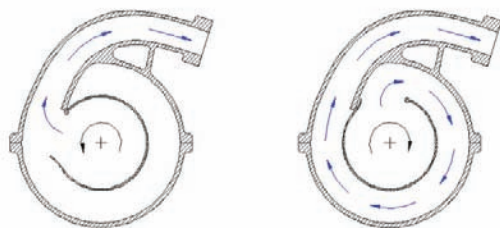
Kontinualna promena dužine u funkciji od broja obrtaja motora se ostvaruje zakretanjem bubnja unutar dvodelnog kućišta. Unutrašnjost bubnja predstavlja kolektor, dok su usisne cevi formirane pomoću žljebova u kućištu, oko bubnja.

Zaptivanje između susednih cevi je obezbeđeno pomoću o-ringova, postavljenih u odgovarajuće žljebove na bubnju.



Sl. 6. Idejno rešenje varijabilne usisne grane

U konkretnom slučaju, konstrukcija prikazana na slici 6 obezbeđuje promenu dužine od 420 do 920 mm. Vrednosti su dobijene pomoću softverskog paketa CATIA V5 merenjem dužine centralne linije usisnih cevi u početnom i krajnjem položaju bubnja.



Sl. 7. Poprečni presek usisne grane u početnom i krajnjem položaju rotirajućeg elementa

4. ZAKLJUČAK

Rezultati dobijeni optimizacijom ukazuju na to da je primena usisne grane promenljive dužine efektivan način poboljšanja koeficijenta punjenja motora, a samim tim i performansi vozila. Korišćenjem simulacionog softvera *RICARDO Wave* utvrđeno je da ispitivan motor teoretski postiže koeficijent punjenja veći od 1 u širokom dijazonu broja obrtaja, a u nekim tačkama se može uočiti poboljšanje i do 15% u odnosu na inicijalni tok krive, što je značajan pomak ako se ima u vidu da je menjana samo konstrukcija usisnog sistema. S obzirom da se potrebna usisna dužina drastično povećava sa smanjenjem broja obrtaja, jedino ograničenje postoji u smislu otežanog smeštaja konstrukcije u tesnom motornom prostoru. Sa druge strane, velike dužine povlače sa sobom i povećane otpore pri strujanju vazduha usled trenja, tako da se poboljšanje ne postiže na niskim brojevima obrtaja; efekat se može uočiti tek od 2500-3000 o/min pa sve do maksimuma brzinskog režima.

Iako se sam princip rada nije bitno menjao od nastanka, u industriji gde se i najmanji pomak računa, sistemi poput usisne grane varijabilne dužine u kombinaciji sa drugim naprednim tehnologijama obezbeđuje motoru SUS konkurentnost još dugi niz godina.

6. LITERATURA

- [1] Beyerlein, S., Cordon, D., Dean, C., Steciak, J. : One-dimensional engine modeling and validation using RICARDO wave, National Institute for Advanced Transportation Technology University of Idaho, sept. 2007.
- [2] Đukić P.: Nove generacije automobilskih motora, Futura Petrovaradin, Novi Sad, 2003.
- [3] Garrett, T.K., Newton, K., Steeds, W. :The motor vehicle, Thirteenth Edition, 2001.
- [4] Hirschfelder, K., Huck, A., Kühnel, H.U., Sinn, W., Völkl, W. : Die erste stufenlos variable Sauganlage im neuen Achtzylindermotor von BMW, MTZ - Motortechnische Zeitschrift, Vol.63, broj 3, 2002, str. 156-169
- [5] Karam, F., Kleismit, C. : CATIA V5, Kompjuter Biblioteka, 2004.
- [6] Oberg, E.J., Shieh, T.H. 2004 : Variable runner length intake manifold, US Patent No. 6901898B1
- [7] Pulkrabek, W.W. : Engineering fundamentals of the internal combustion engine, 2003.
- [8] Torović, T., T. Antonić: Osnovi motora SUS, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 1997.
- [9] Variable intake manifolds : Cutting-edge technology from PIERBURG for the aftermarket,
- [10] <http://mam.kspg.com/mc/epaper?guid=14c1506bcd87fa2c> 10.06 2015.
- [11] Drive module for variableintake manifold BMW V8, Product information, <http://mam.kspg.com/mc/epaper?guid=14bee78b12bfd2c> , 12.06 2015.

Kratka biografija:



Atila Kovač rođen je u Srbobranu 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo – Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo odbranio je 2015.god.

**IMPLEMENTACIJA EKOLOŠKO-INŽENJERSKIH ASPEKATA U PROCES
PROJEKTOVANJA PRIBORA**

**THE IMPLEMENTATION OF ECOLOGICAL ENGINEERING ASPECTS IN THE
FIXTURES DESIGN PROCESS**

Vuk Milenković, Đorđe Vukelić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazano ispitivanje uticaja procesa izrade sklopa pribora na životnu sredinu predviđenog za pozicioniranje i stezanje dela pri opraciji bušenja. Ispitivanje je izvršeno u softveru SimaPro na osnovu predviđenih materijala, operacija obrade i projektovanih dimenzija za date elemente sklopa pribora. Na osnovu analize uticaja se zaključuje da je sa aspekta zaštite životne sredine neophodno vršiti ispitivanja procesa obrade radi utvrđivanja uticaja i preduzimanja neophodnih koraka zbog smanjenja emisije štetnih materija u životnu sredinu.

Abstract – In the paper is examining the impact of the process of making the assembly of fixtures on the environment provided for the positioning and clamping of part in drilling operations. The research was made in the software SimaPro based on anticipated materials, processing operations and the projected dimensions of the elements of the fixture kit. Based on the impact analysis concludes that the from environmental protection aspect necessary to perform the test processing in order to determine the impact and to take necessary steps for reducing the emission of harmful substances into the environment.

Cljučne reči: *pribor, ekološki aspekti*

1. UVOD

Značaj pribora u proizvodnim sistemima sa automatizovanom proizvodnjom nametnuo je potrebu da se i projektovanju pribora pristupi na savremeni način.

Osnovni zadatak jeste stvaranje uslova koji bi obezbedili projektovanje pribora (u celosti ili makar određenih faza) uz pomoć savremene računarske tehnike i savremenih programskih sistema koji omogućavaju dobijanje kvalitetnih rešenja uz istovremeno smanjenje vremena i troškova projektovanja, kao i uloženog radnog napora i subjektivnog uticaja projektanta.

Do sada postojala dva glavna pravca (prilaza) u automatizaciji projektovanja pribora, a čine ih [1]:

- konvencionalni programski sistemi i
- programski sistemi bazirani na veštačkoj inteligenciji.

Konvencionalni programi uglavnom se upotrebljavaju za obradu podataka koji su najčešće numeričkog tipa.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Đorđe Vukelić.

Ova obrada vrši se prema jasnim i tačno definisanim algoritmima koji korak po korak vode sistem (program) ka rešenju konstrukcije. Ukoliko program po svojoj semantici odgovara postavljenom problemu i ukoliko su ulazni podaci tačni, konvencionalni program će rezultirati tačnim rešenjem. U konvencionalnim obradama podataka proceduralno znanje iz domena projektovanja pribora je u programima, a deklarativno u podacima smeštenim u bazama podataka [2].

U domenu primene veštačke inteligencije u procesu projektovanja pribora postojala su tri glavna pravca istraživanja i to primena [3]: ekspertskih sistema, zaključivanja na osnovu slučaja i neuronskih mreža.

Svaki od predhodno navedenih prilaza ima svoje prednosti ali i nedostatke. Jedan od segmenata koji nije uziman u obzir prilikom generisanja nove konstrukcije pribora jeste problem uticaja konstrukcije pribora na životnu sredinu.

Cilj ovog rada jeste determinisanje uticaja procesa izrade pribora na životnu sredinu. Za ispitivanje uticaja upotrebljena je LCA metodologija.

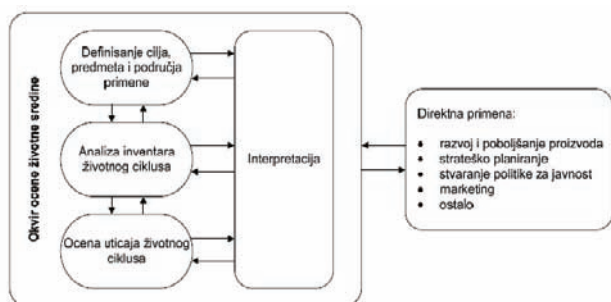
2. METODOLOGIJA ZA ANALIZU UTICAJA

Analiza životnog ciklusa je metod za analizu i kvantifikaciju mogućih uticaja proizvoda na životnu sredinu, tokom celokupnog životnog veka proizvoda, odnosno od ekstrakcije sirovina, preko proizvodnje, upotrebe ipostupanja na kraju životnog veka proizvoda, recikliranja i konačnog odlaganja [4].

Analiza životnog ciklusa se izvodi u četiri uzastopne i međusobno zavisne faze (slika 1.). Četiri faze analize životnog ciklusa proizvoda su sledeće:

- Faza definisanje cilja, predmeta i područja primene u kojoj se vrši izbor metoda i postupaka analize, te određuje dubina i širina kao i nameravane upotrebe rezultata istraživanja.
- Faza analize inventara životnog ciklusa (LCI) se odnosi na prikupljanje ulaznih i izlaznih materijalnih i energetskih tokova sistema proizvoda koji se posmatra.
- Ocenjivanje uticaja životnog ciklusa (LCIA) obezbeđuje dodatne informacije koje treba da pomognu u ocenjivanju rezultata LCI sistema proizvoda, kako bi se bolje razumeo njegov značaj sa aspekta zaštite životne sredine.
- Interpretacija životnog ciklusa je završna faza procedure LCA, u kojoj se rezultati LCI ili LCIA, ili oba, sumiraju i razmatraju kao osnova za zaključke,

preporuke i donošenje odluka u skladu sa definicijom cilja i predmeta i područja primene.



Slika 1. Faze LCA i područja primene

Suštinsku osnovu faze LCIA (analiza uticaja), inače ključne u ocenjivanju i razumevanju suštinskih uticaja posmatranog sistema na životnu sredinu, predstavlja metoda na kojoj je zasnovana. Do sada, razvijen je veći broj metoda za ocenjivanje uticaja na životnu sredinu (LCIA), prilagođenih ocenjivanju uticaja u različitim oblastima primene, između kojih treba pomenuti CML, Ecoindicator 95 i 99, IMPACT 2002+, ReCiPe, itd.

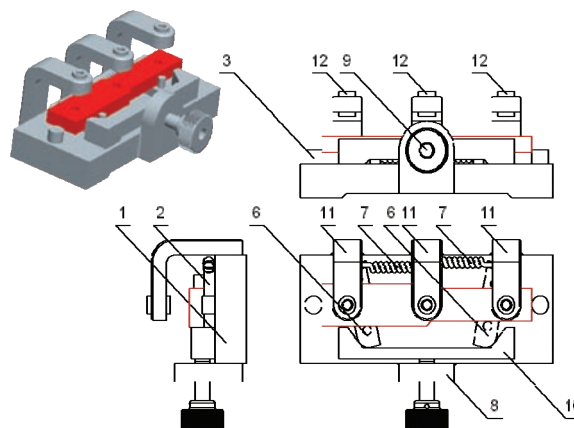
Metoda koja je korišćena pri ispitivanju uticaja pribora na životnu sredinu je IMPACT 2002+ LCIA metoda. Predstavlja izvodljivi nivo implementacije pristupa koji kombinuje prilaze središnjeg i krajnjeg nivoa uticaja. Kroz ovaj kombinovani pristup svi LCI rezultati i osnovni tokovi povezuju se sa 14 kategorija uticaja središnjeg nivoa i sumiraju u 4 kategorije uticaja krajnjeg nivoa tj. kategorije oštećenja.

3. KONSTRUKCIJA PRIBORA

Za operaciju bušenja, projektovan je pribor koji se sastoji od elemenata pribora koji služe za pozicioniranje i stezanje radnog predmeta P-34x3 (slika 2). Radni predmet

je pločica na kojoj je potrebno izbušiti otvore na stonoj bušilici. Pribor je projektovan u skladu sa potrebama za izvršavanje zadate operacije obrade. Pri tome se vodilo računa da elementi ne budu predimenzionisani po pitanju kompleksnosti oblika i kvaliteta, kao i broja elementa sklopa neohodnih za izvršavanje zadate operacije. To bi dovelo do znatno kompleksnije izrade, veće potrošnje energije, veće količine otpada, a samim tim i do povećanja negativnog uticaja procesa na životnu sredinu.

Na osnovu projektovanih dimenzija, oblika i kvaliteta elemenata pribora, izrada se vrši kroz više operacija obrade (struganje, glodanje, bušenje) koje su jedni od glavnih faktora uticaja prilikom procesa izrade sklopa.



Slika 2. Pribor za analizu

Ulazni podaci za LCA analizu, sa ciljem ispitivanja uticaja procesa izrade sklopa pribora na životnu sredinu, prikazani su u tabelama 1 i 2. Tabela 1. predstavlja varijantu "A" sklopa pribora, a tabela 2. predstavlja varijantu "B" istog sklopa samo sa drugim materijalima od kojih se elementi izrađuju.

Tabela 1. Elementi pribora i njihove karakteristike (varijanta "A")

Element pribora	Količina	Masa (kg)	Materijal	Oznaka	Postupak izrade
Telo pribora	1	54.342	Sivi liv	GG35 I	Livenje, Glodanje, Bušenje
Nosač steznog mehanizma	1	4.164	Sivi liv	GG15 I	Glodanje, Bušenje
Nosač vodice	3	4.384	Sivi liv	GG15 I	Livenje, Glodanje, Bušenje, Proširivanje
Potisni element steznog mehanizma	1	0.797	Nodularni liv	GGG70 I	Struganje
Nareckani točkić	1	1.942	Nodularni liv	GGG40 I	Struganje
Čivija steznog mehanizma	1	0.029	Liveni čelik	GS-70 I	Struganje
Okrugli naslon	1	0.281	Specijalni sivi liv	GGGNiCuCr I	Struganje
Pritezni komad	1	4.238	Nerdajući čelik	X35CrMo17 I	Glodanje
Noseći element	2	1.141	Visokolegirani čelik	C45 I	Glodanje, Bušenje
Element za baziranje	4	0.088	Specijalni sivi liv	GGGNiCuCr I	Struganje
Vodica	3	0.326	Legirani čelik	X22CrNi17	Struganje
Nosač opruge	3	0.030	Nodularni liv	GGG 60 I	Glodanje
Opruga	2	0.243	Čelik za opruge	50CrV4I	Valjanje
Vijak	2	0.240	Konstrukcioni čelik	34Cr4	Struganje

Tabela 2. Elementi pribora i njihove karakteristike (varijanta "B")

Element pribora	Količina	Masa (kg)	Materijal	Oznaka materijala	Postupak izrade
Telo pribora	1	61.328	Čelik	Fe520	Livenje, Glodanje, Bušenje
Nosač steznog mehanizma	1	4.699	Nelegirani čelik	C-35	Glodanje, Bušenje
Nosač vodice	3	4.948	Nelegirani čelik	C-35	Livenje, Glodanje, Bušenje, Proširivanje
Potisni element steznog mehanizma	1	0.899	Liveni čelik	GS-45.3 I	Struganje
Nareckani točkić	1	2.192	Konstruktivni čelik	Fe360 I	Struganje
Čivija steznog mehanizma	1	0.029	Liveni čelik	GS-70 I	Struganje
Okrugli naslon	1	0.317	Visokolegirani čelik	C45 I	Struganje
Pritezni komad	1	4.238	Nerđajući čelik	X35CrMo17 I	Glodanje
Noseći element	2	1.141	Visokolegirani čelik	C45 I	Glodanje Bušenje
Element za baziranje	4	0.099	Visokolegirani čelik	C45 I	Struganje
Vodica	3	0.326	Legirani čelik	X22CrNi17	Struganje
Nosač opruge	3	0.033	Konstruktivni čelik	Fe520 I	Glodanje
Opruga	2	0.243	Čelik za opruge	50CrV4I	Valjanje
Vijak	2	0.240	Konstruktivni čelik	34Cr4	Struganje

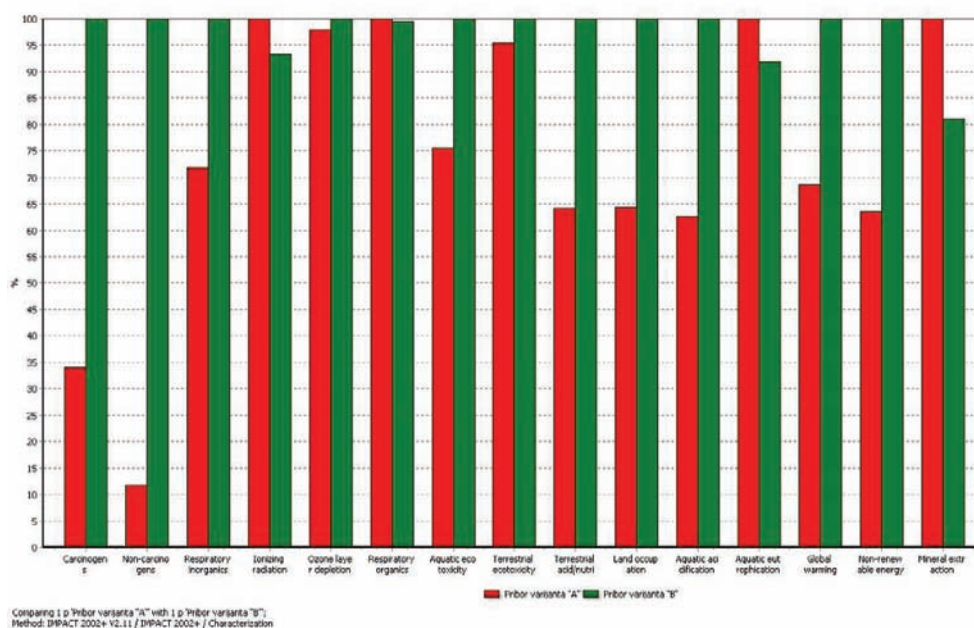
4. REZULTATI

Na slici 3. prikazano je poređenje dve varijante pribora (sa različitim materijalima i operacijama obrade) prema karakterizaciji podataka prema kategorijama uticaja srednjeg nivoa. Model konstrukcije pribora varijante "A" predstavljen je crvenom bojom a varijante "B" zelenom bojom. Sa slike se može uočiti da je u većini kategorija uticajnija varijanta "B". Manje je uticajna od varijante "A" u kategoriji jonizujućeg zračenja, disajnih efekata, vodene eutrofikacije i ekstrakciji minerala. Ono što je primetno jeste da pribor varijante "A" ima znatno manji

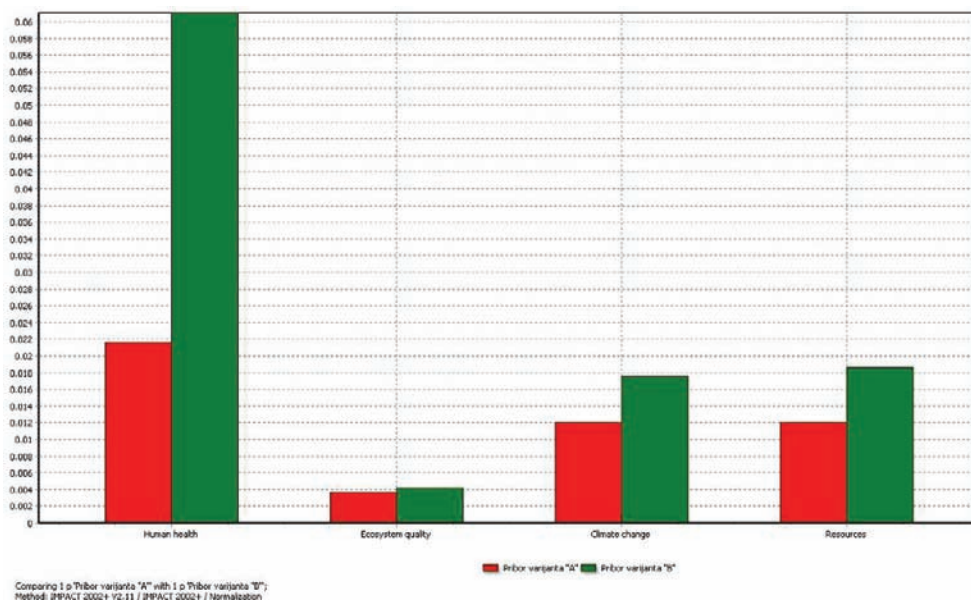
uticaj na ljudsko zdravlje, odnosno manje je kancerogen proces izrade.

Na slici 4. prikazani je poređenje dve varijante pribora (sa različitim materijalima i operacijama obrade) prema normalizaciji podataka u 4 krajnje kategorije uticaja. Primetan se veliki uticaj varijante "B" na ljudsko zdravlje dok druge kategorije (kvalitet ekosistema, klimatske promene i resursi) imaju približno sličan uticaja u obe varijante.

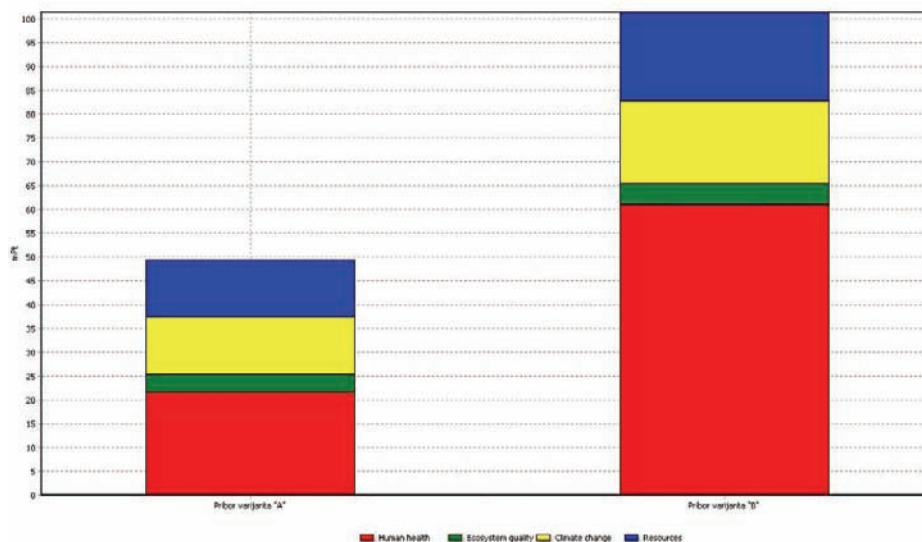
Na slici 5. prikazan je udeo uticaja obe varijante pribora prema četiri krajnje kategorije uticaja. Ukupan uticaj varijante "B" je mnogo veći, pri čemu se izdvaja uticaj na ljudsko zdravlje.



Slika 3. Poređenje pribora "A" i "B" - karakterizacija



Slika 4. Poređenje pribora "A" i "B" – normalizacija



Slika 5. Poređenje pribora "A" i "B" - single score

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana komparativna analiza dve konstrukcije pribora za mašinsku obradu sa stanovišta uticaja na životnu sredinu. Obe konstrukcije pribora imaju identične sastavne elemente kako bi komparacija bila verodostojna i kao bi se izbegao uticaj drugih bitnih faktora u prvom redu funkcionalnosti, kvaliteta i cene. Rezultati analize su pokazali da konstrukcija pribora bazirana na materijalu elemenata pribora od sivog liva ima manji negativan uticaj na životnu sredinu od konstrukcije pribora čiji su osnovni elementi izrađeni od čelika. Pravce daljih istraživanja treba usmeriti na integraciju sistema za projektovanje ekološki podobnih proizvoda sa sistemima za automatizovano projektovanje pribora.

6. LITERATURA

- [1]. Pehlivan, S.; Summers, J.D. A review of computer-aided fixture design with respect to information support requirements. *International Journal of Production Research*, 46 (4), pp. 929-947, 2008.
- [2]. Leopold, J.; Hong, L. Clamping modelling: state-of-the-art and future trends. *Industrial Robot: An International Journal*, 36 (3), pp. 249-254, 2009.
- [3]. Boyle, I.; Rong, R.; Brown, D.C. A review and analysis of current computer-aided fixture design approaches. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27 (1), pp. 1-12, 2011.
- [4]. SRPS ISO 14040:2008. Upravljanje zaštitom životne sredine - Ocenjivanje životnog ciklusa - Principi i okvir.

Kratka biografija:



Vuk Milenković rođen je u Čačku 1991. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva odbranio je 2014.god.



Đorđe Vukelić rođen je u Novom Sadu 1974. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god.

GASNA OPREMA GRADSKKE KOTLARNICE**CITY BOILER HOUSE GAS EQUIPMENT**Nebojša Andrić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – Predmet rada jeste projektovanje gasne linije od distributivne gasne mreže do gorionika. Priказan je izbor i proračun opreme merno-regulacione stanice i gasne rampe. Izračunati su prečnici ulaznih i izlaznih deonica, kao i stvarne brzine u ovim deonicama. Izabrani elementi zadovoljavaju potrebne uslove (stabilan pritisak i sigurnosne uslove) za nesmetan rad gasnog gorionika. U okviru kotlarnice odrađena je ventilacija prostora, o čemu je posvećena veća pažnja u teorijskom delu.

Abstract – Subject matter is the projecting of gas line from the distributive gas network to the burner. The choice and the estimate of the measuring regulation station and the gas train have been displayed. The diameters of the entry and the exit segments have been calculated out, as well as the real speed in these segments. The chosen elements meet the required conditions (stable pressure and safety conditions) with the purpose of unobstructed performance of gas burner. Room ventilation has been provided as an integrated part of the gas house, and greater attention has been paid to this issue in the theoretical part.

Ključne reči: Prirodni gas, gasovod, merno-regulaciona stanica, gasna rampa, gasna kotlarnica

1. UVOD

Predmet proučavanja rada jeste gasna linija od priključnog gasovoda do gorionika u gradskoj kotlarnici. Sastoji se od priključka na distributivnu gasnu mrežu, merno regulacione stanice, spojnih cevovoda i gasne rampe.

Cilj ovog rada je pomoć budućim studentima pri izborima i proračunima gasne opreme gasnih kotlarnica.

2. TEHNIČKI OPIS

Za snabdevanje stambenog naselja toplotnom energijom predviđena je kotlarnica sa dva kotla kapaciteta 58 MW. Kao gorivo za proizvodnju toplotne energije u kotlu se koristi prirodni gas. Iz distributivne gasne mreže se prirodni gas distribuira do gorionika. Pošto je pritisak gasa u distributivnoj gasnoj mreži znatno viši (8÷16 bar) od pritiska koji je potreban za gorionik (250 mbar), neophodno je redukovati pritisak. Priključni gasovod je od čeličnih bešavnih cevi DN 200 prema API 5L materijala Grade B.

NAPOMENA:

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

Nakon priključenja na distributivnu gasnu mrežu, gas pod pritiskom gasovodom odlazi u merno-regulacionu stanicu, koji je poseban objekat. Ova stanica služi da snizi pritisak sa nivoa koji vlada u distributivnim vodovima na pritisak koji propisi nalažu za bezbedno vođenje gasa unutar kruga, hale i potrošača.

Osnovni podaci o MRS:

-minimalni radni pritisak gasa na ulazu u MRS:

$$p_1 = 7,9 \text{ bar (man)}$$

-maksimalni pritisak na ulazu u MRS:

$$p_{1max} = 16 \text{ bar (man)}$$

-radni pritisak gasa na izlazu iz MRS:

$$p_2 = 2 \text{ bar (man)},$$

-protok gasa kroz radnu liniju:

$$G_{max} = 12.700 \text{ Sm}^3/\text{h}$$

-protok gasa kroz liniju manje potrošnje:

$$G_{imp} = 2.200 \text{ Sm}^3/\text{h}$$

Na ulasku u merno-regulacionu stanicu predviđena je protivpožarna slavina sa zapornim organom DN 200 ANSI 150, koji ima pogon preko pužnog reduktora.

Ulazni cevovod u merno-regulacionu stanicu je prečnika $\varnothing 219,1 \times 4,8$ mm (DN 200) od čeličnih bešavnih cevi prema API 5L materijala Grade B.

Svi cevovodi u merno-regulacionoj stanici su izgrađeni od čeličnih bešavnih cevi prema API 5L materijala Grade B.

Oprema, prirubnice i zaporna armatura na mernim i regulacionim linijama su klase pritiska ANSI 150.

Merno-regulaciona stanica ima dve linije: mernu i regulacionu liniju. U okviru merne linije se nalazi radna linija i linija manje potrošnje (letnja linija), a u okviru regulacione linije: radna, rezervna i letnja linija. Radna linija je aktivna kad kotao radi sa 100% kapaciteta, dok je letnja linija aktivna kada kotao postiže 35% kapaciteta.

Pre nego što dođe do merne linije, gas prvo prolazi kroz filter DN 200 ANSI 150, gde se prečišćava (98% čestica veličine od $5\mu\text{m}$). Na filteru je postavljen diferencijalni manometar opsega od 0÷1000 mbar.

Posle filtera dolaze dve merne linije (radna i letnja), kao i obilazni vod. Za merenje protoka na radnoj liniji predviđen je turbinski merač, G-1000 DN 200 sa korektorom protoka gasa po pritisku i temperaturi, koji pokriva maksimalne protoke, dok je za minimalne protoke (letnja linija) odabrano rotacino merilo G-250 DN 80 sa korektorom protoka gasa po pritisku i temperaturi.

Nakon mernih linija, dolaze tri regulacione linije: radna, rezervna i letnja linija. Radna i rezervna linija su iste. Radna linija je u funkciji, a rezervna linija stoji u pogonskoj pripravnosti i u slučaju kvara na radnoj liniji stupa odmah u dejstvo. Za radnu liniju je izabran regulator sa sigurnosnim blok ventilom DN 80. Uloga regulatora je da redukuje pritisak sa 7,8 bar (man) na 2 bar (man), kasnije će se pritisak iza regulatora, na gasnoj rampi redukovati na potreban radni pritisak gorionika. Zadatak blok ventila je da automatski zatvori protok gasa, kada pritisak poraste za 10% iznad vrednosti pritiska otvaranja sigurnosnog-odušnog ventila ($p_{iz}=2,4\text{bar}$). Dalje se nalaze redom sledeća oprema: manometer sa slavinom DN15, manometar je opsega 0÷10 bar; sigurnosno-odušni ventil DN20, koji će se aktivirati kada pritisak iza regulatora poraste za 10% ($p_{iz}=2,2\text{bar}$) i ispusni vod sa slavinom.

Izlazni cevovod iz MRS je DN 300, a izvodi se od cevi $\varnothing 323,9 \times 6,4$ mm.

Na izlasku iz merno-regulacione stanice predviđena je protivpožarna slavina sa zapornim organom DN 300, koji ima pogon preko pužnog reduktora.

Gasovod se neposredno ispred spoljašnjeg zida kotlarnice diže vertikalno do visine 3 m. Prolaz gasovoda kroz zid je kroz zaštitnu čeličnu cev DN 300. Nakon ulaska u kotlarnicu gasovod se redukuje na DN 250.

Redosled postavljanja elemenata na gasnim rampama je sledeći: na gornjoj strani cevi, pre kuglaste slavine, manometarski sklop DN15, opsega 0÷6 bar. Spajanje manometarskog sklopa sa cevi DN 250 vrši se preko navoja. Sledeći element čiji je spoj prirubnički, odnosno nastavlja se na prirubnicu cevi DN 250 je kuglasta slavina DN 250 ANSI 150. Sledeći element je filter za gas, DN 250 ANSI150 sa trajnim uložkom. Element se spaja sa prirubnicama.

Posle filtera dolazi regulator pritiska DN100 ANSI150. Uloga regulatora je da redukuje pritisak sa 2 bar na 250 mbar. Iza regulatora se postavlja reducir komad DN 450 na koji se zavaruje cev prečnika DN 450. Cev DN 450 se na svom kraju (izlazu) spaja zavarivanje sa kolenom 90°. Na istoj cevi DN 450, sa gornje strane se navojnim spojem montira manometarski sklop DN15, opsega 0÷400 mbar a zatim na bočnoj strani cevi se postavljaju sugurnosno-odušni ventil DN25 i odušna cev sa slavinom DN 20 (kraj odušne cevi vezan je atmosferu). Na kraj kolena 90°, zavaruje se prirubnica na koju se vezuje elektromagnetni ventil 1, DN 450 ANSI 150, sa presostatom minimalnog pritiska gasa.

Odmah posle elektromagnetnog ventila 1 se nalazi distantni prsten DN 450 dužine 100 mm. Posle distantnog prstena se nalazi, elektromagnetni ventil 2, N 450 ANSI 150, sa presostatom maksimalnog pritiska gasa.

Provetranje kotlarnice se vrši prirodnim putem, pomoću ventilacionih otvora. Predviđene su rešetke dimenzije 3000 x 1500 mm, dovodne rešetke su ugrađene u donjoj zoni duž zida i četiri rešetke se nalaze na vratima kotlarnice, dok su odvodni otvori smešteni u nadstrešnici.

3. IZBORI I PRORAČUNI OPREME KOTLARNICE

3.1 Proračun priključnog gasovoda

Potrebna količina gasa za kotao snage 58 MW:

$$G = \frac{Q \cdot 3600}{\eta \cdot H_d} = \frac{58.000 \cdot 3.600}{0,9561 \cdot 34.432} = 6.350 \frac{\text{Sm}^3}{\text{h}}$$

Pošto su za potrebe potrošača predviđena dva kotla od 58 MW, ukupna količina gasa koja je potrebna za dimenzionisanje gasovoda je:

$$G_{max} = 2 \cdot G = 2 \cdot 6.350 = 12.700 \frac{\text{Sm}^3}{\text{h}}$$

Prečnik priključnog gasovoda za maksimalni kapacitet se određuje na osnovu jednačine kontinuiteta:

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{max} \cdot 10^6 \cdot p_s \cdot T_1 \cdot z_1}{3600 \cdot \pi \cdot W_{max} \cdot p_1 \cdot T_s \cdot z_s}} =$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 12.700 \cdot 10^6 \cdot 1,01325 \cdot 278,15 \cdot 0,98}{3.600 \cdot \pi \cdot 20 \cdot 9,01325 \cdot 288,15 \cdot 0,99}} =$$

$$= 155,3\text{mm}$$

Usvaja se prečnik priključnog cevovoda, koji će ujedno biti i prečnik na ulazu u MRS DN 200 a izvodi se od cevi $\varnothing 219,1 \times 4,8$ mm.

Stvarna brzina strujanja gasa u gasovodu se računa po formuli :

$$W = \frac{4 \cdot G_{max} \cdot 10^6 \cdot p_s \cdot T_1 \cdot z_1}{3600 \cdot \pi \cdot d_u^2 \cdot p_1 \cdot T_s \cdot z_s} =$$

$$= \frac{4 \cdot 12.686 \cdot 10^6 \cdot 1,01325 \cdot 278,15 \cdot 0,98}{3600 \cdot \pi \cdot 209,5^2 \cdot 9,01325 \cdot 288,15 \cdot 0,99} =$$

$$= 11 \text{ [m/s]}$$

3.2 Merno-regulaciona stanica

Filter za gas namenjen je za prečišćavanje gasa od mehaničkih nečistoća. Stepenn filtracije je 98% čestica veličine do 5 μm .

Merilo protoka, meri količinu proteklog gasa.

Za maksimalne protoke 12.700 Sm³/h je odabrano turbinsko merilo G-1000. Maksimalna količina gasa koja može da prođe kroz merilo:

$$G_{max} = 1600 \cdot p_{ul} = 1600 \cdot 8,85 = 14.176 \text{ Sm}^3/\text{h}$$

p_{ul} – apsolutni pritisak ispred merilo [bar].

Za minimalne protoke 2.200 Sm³/h odabrano je rotaciono merilo G-250. Količina gasa koja može da prođe kroz merilo je:

$$G_{max} = 400 \cdot p_{ul} = 400 \cdot 8,85 = 3.540 \text{ Sm}^3/\text{h}$$

p_{ul} – apsolutni pritisak ispred merila [bar].

Da bi se odabrao odgovarajući regulator pritiska, potrebno je odrediti koeficijent protoka K_g :

Ulazni pritisak: $p_1 = 7,8$ bar

Izlazni pritisak: $p_2 = 2$ bar

$$\frac{p_2 + 1}{p_1 + 1} \leq 0,54 \quad \frac{2 + 1}{7,8 + 1} \leq 0,54 \quad 0,38 \leq 0,54$$

gde su:

p_1 – pritisak ispred regulatora [bar] i

p_2 – pritisak iza regulatora [bar].

Za uslov $0,38 \leq 0,54$ važi da je strujanje nadkritično, usled čega se primenjuje formula za proračunavanje koeficijenta protoka K_g :

$$K_g = \frac{2 \cdot G_{max}}{p_1 + 1} = \frac{2 \cdot 12.700}{7,8 + 1} = 2.869 \frac{\text{Sm}^3}{\text{h}}$$

Sigurnosni odušni ventil deluje pre sigurnosnog zatvarajućeg (blok) ventila, kada izlazni pritisak poraste za 10% od predviđene vrednosti. Minimalna količina gasa koju treba da ispusti ventil je 1% od maksimalnog kapaciteta regulatora pritiska. Proračun sigurnosnog ispusnog ventila urađen je prema SRPS EN ISO 4126-1.

Teorijski protok gasa kroz usvojeni sigurnosni ventil za date uslove je:

$$q_{max} = q_m \cdot A = 0,916 \cdot 113,1 = 103,6 \text{ [kg/h]}$$

Količina gasa koju ventil mora da propusti:

$$q_{ist} = 0,01 \cdot G_{max} \cdot \rho_s = 0,01 \cdot 12.700 \cdot 0,7112 = 90,22 \text{ [kg/h]}$$

Prečnik gasovoda na izlazu iz MRS:

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{max} \cdot 10^6 \cdot p_s \cdot T_1 \cdot z_1}{3600 \cdot \pi \cdot W_{max} \cdot p_1 \cdot T_s \cdot z_s}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 12.700 \cdot 10^6 \cdot 1,01325 \cdot 275,81 \cdot 0,99}{3600 \cdot \pi \cdot 20 \cdot 3,01325 \cdot 288,15 \cdot 0,99}} = 268,71 \text{ [mm]}$$

Usvaja se prečnik cevovoda na izlazu iz MRS DN300, a izvodi se od cevi $\emptyset 323,9 \times 6,4$ mm.

Stvarna brzina strujanja gasa u gasovodu se računa po formuli:

$$W = \frac{4 \cdot G_{max} \cdot 10^6 \cdot p_s \cdot T_1 \cdot z_1}{3600 \cdot \pi \cdot d_u^2 \cdot p_1 \cdot T_s \cdot z_s} = \frac{4 \cdot 12.686 \cdot 10^6 \cdot 1,01325 \cdot 275,81 \cdot 0,99}{3600 \cdot \pi \cdot 311,1^2 \cdot 3,01325 \cdot 288,15 \cdot 0,99} = 14,92 \text{ [m/s]}$$

3.3 Gasna rampa

Za proračun su usvojene osnovne karakteristike gasne rampe:

- pritisak gasa ispred regulatora: $p_1 = 2$ bar

- pritisak gasa iza regulatora: $p_2 = 0,25$ bar

- protok gasa kroz gasnu rampu: $G = 6.350 \frac{\text{Sm}^3}{\text{h}}$

Prečnik gasovoda ispred regulatora:

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot G \cdot 10^6 \cdot p_s \cdot T_1 \cdot z_1}{3600 \cdot \pi \cdot W_{max} \cdot p_1 \cdot T_s \cdot z_s}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6.350 \cdot 10^6 \cdot 1,01325 \cdot 283,15 \cdot 0,98}{3.600 \cdot \pi \cdot 20 \cdot 3,01325 \cdot 288,15 \cdot 0,99}} = 192 \text{ [mm]}$$

Usvaja se prečnik cevovoda gasne rampe ispred regulatora DN 250, a izvodi se od cevi $\emptyset 273,1 \times 5,6$ mm. Stvarna brzina strujanja gasa u gasovodu se računa po formuli:

$$W = \frac{4 \cdot G \cdot 10^6 \cdot p_s \cdot T_1 \cdot z_1}{3600 \cdot \pi \cdot d_u^2 \cdot p_1 \cdot T_s \cdot z_s} = \frac{4 \cdot 6.350 \cdot 10^6 \cdot 1,01325 \cdot 283,15 \cdot 0,98}{3600 \cdot \pi \cdot 261,9^2 \cdot 3,01325 \cdot 288,15 \cdot 0,99} = 10,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Regulator pritiska sa sigurnosnim blok ventilom. Da bi se odabrao odgovarajući regulator pritiska, potrebno je odrediti koeficijent protoka K_g :

Uazni pritisak: $p_1 = 7,8$ bar (man)

Izlazni pritisak: $p_2 = 2$ bar (man)

$$\frac{p_2 + 1}{p_1 + 1} \leq 0,54 \quad \frac{2 + 1}{7,8 + 1} \leq 0,54 \quad 0,34 \leq 0,54$$

gde su:

p_1 – pritisak ispred regulatora [bar] i

p_2 – pritisak iza regulatora [bar].

Za uslov $0,34 \leq 0,54$ važi da je strujanje nadkritično, usled čega se primenjuje formula za proračunavanje koeficijenta protoka K_g :

$$K_g = \frac{2 \cdot G}{p_1 + 1} = \frac{2 \cdot 6.350}{2 + 1} = 4.233 \frac{\text{Sm}^3}{\text{h}}$$

Sigurnosni odušni ventil deluje pre sigurnosnog zatvarajućeg (blok) ventila, kada izlazni pritisak poraste za 10% od predviđene vrednosti. Minimalna količina gasa koju treba da ispusti ventil je 1% od maksimalnog kapaciteta regulatora pritiska. Proračun sigurnosnog ispusnog ventila urađen je prema SRPS EN ISO 4126-1.

Teorijski protok gasa kroz usvojeni sigurnosni ventil za date uslove:

$$q_{max} = q_m \cdot A = 0,1 \cdot 490,9 = 49,1 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Količina gasa koju ventil mora da propusti:

$$q_{ist} = 0,01 \cdot G \cdot \rho_s = 0,01 \cdot 6.350 \cdot 0,7112 = 45,2 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Elektromagnetni ventil se koristi kao cevni zatvarač pre svega za zaštitu gasnih postrojenja i instalacija. Upravljanje elektromagnetnim ventilom moguće je vršiti ručno i/ili automatski. Brzinu zatvaranja kao i brzinu otvaranja moguće je podešavati nezavisno na samom ventilu, prema potrebnim uslovima. Osnovna namena ovog ventila je zaštita velikih potrošača gasa, omogućeno brzim zatvaranjem cevovoda, kao i postepeno upuštanje regulacijom brzine otvaranja ventila.

Prečnik gasovoda iza regulatora:

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot G \cdot 10^6 \cdot p_s \cdot T_1 \cdot z_1}{3600 \cdot \pi \cdot W_{max} \cdot p_1 \cdot T_s \cdot z_s}} =$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 6.350 \cdot 10^6 \cdot 1,01325 \cdot 282,45 \cdot 0,99}{3600 \cdot \pi \cdot 14 \cdot 1,26325 \cdot 288,15 \cdot 0,99}} =$$

$$= 353,15 \text{ mm}$$

Usvaja se prečnik cevovoda gasne rampe iza regulatora DN 450, a izvodi se od cevi Ø457 x 9,5 mm.

Stvarna brzina strujanja gasa u gasovodu se računa po formuli :

$$W = \frac{4 \cdot G_{max} \cdot 10^6 \cdot p_s \cdot T_1 \cdot z_1}{3600 \cdot \pi \cdot d_u^2 \cdot p_1 \cdot T_s \cdot z_s} =$$

$$= \frac{4 \cdot 6.350 \cdot 10^6 \cdot 1,01325 \cdot 282,45 \cdot 0,99}{3600 \cdot \pi \cdot 438^2 \cdot 1,26325 \cdot 288,15 \cdot 0,99} =$$

$$= 9,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4. VENTILACIJA KOTLARNICE

U okviru kotlarnice previđena je prirodna ventilacija.

Veličine donjih i gornjih ventilacionih rešetki su:

$$F_1 = \frac{L_1}{w} = \frac{L_i + L_v}{w} = \frac{37,53 + 12,5}{0,88} = 56,8 \text{ m}^2$$

$$F_2 = \frac{L_2}{w} = \frac{12,5}{0,88} = 14,2 \text{ m}^2$$

5. ZAKLJUČAK

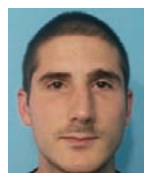
Ovim radom predviđeno je snabdevanje stambenog naselja toplotnom energijom pomoću dva kotla koji kao gorivo koriste prirodni gas. Prirodni gas se obezbeđuje iz distributivne gasne mreže u kome vlada pritisak 8÷16bar. Gasna oprema, pomoću koje se gas dovodi do gorionika, sastoji se od priključka na distributivnu gasnu mrežu, merno regulacione stanice, spoljnih vodova i gasne rampe. Sva oprema obezbeđuje rad kotlova na najsigurniji način. Ventilacija kotlarnice je obezbeđena prirodnom promajom pomoću rešetki na zidu kotlarnice.

Prilikom izade projekta pridržavalo se svih domaćih propisa i standarda.

6. LITERATURA

- [1] Strelec V. i saradnici , *Plinarski priručnik* , Energetika marketing;Zagreb 2001.
- [2] Uzelac D., *Gasne stanice i cevovodi*, skripta, FTN, 2014, Novi Sad.
- [3] Ferenc M., *Proračun prirodnog ventiliranja plinskih kotlovnica*; Subotica

Kratka biografija:



Nebojša Andrić rođen je u Novom Sadu 1988. godine. Gimnaziju Jovan Jovanović Zmaj završio je 2007. godine u Novom Sadu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva odbranio je 2015. godine.

**СТАБИЛНА АУТОМАТСКА СТАНИЦА ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА
“СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈА”****STABLE AUTOMATIC FIRE-FIGHTING STATION
"SPRINKLER INSTALLATIONS"**

Ненад Миловановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај: - Проценом пожарног ризика, објашњеном у дипломском раду, утврђена је економска оправданост примене аутоматске станице за гашење пожара на основу које је одабран одговарајући противпожарни систем за подземне гараже. Усвојена је спринклер инсталација за коју је израђен Главни пројекат.

На крају, представљен је однос инвестиционог улагања у спринклер инсталацију спрам инвестиционог улагања за цео објекат.

Кључне речи: – Заштита од пожара, стабилна аутоматска станица за гашење пожара, спринклер инсталација.

Abstract: – Assessment of fire risk, explained in graduate work, determined the economic justification of stable automatic fire-fighting station on the basis of which is selected in the fire protection system for underground garages. Adopted by the sprinkler installation for whom it is made main project.

Finally, represented by the ratio of the investment in the sprinkler installation against investment for the entire facility.

Key words: – Fire protection, stable automatic station for fire fighting, sprinkler installation.

1. УВОД

Предмет разматрања овог рада су пожари, процена висине пожарног ризика и примена стабилних инсталација за гашење пожара у подземним гаражама које због свог положаја, специфичног пожарног оптерећења, вентилације и других фактора, представљају изазов за све оне који се баве заштитом од пожара.

Циљ овог рада је проналажење одговарајуће противпожарне заштите на основу анализе о могућности избијања пожара, одабир противпожарног система, представљање техничких прописа који служе као основа за пројектовање и осврт на економске мотиве за примену стабилних инсталација за гашење пожара.

2. ПОЖАРИ

Пожар се дефинише као неконтролисано сагоревање материје а да су при том угрожени следећи ресурси или само један од њих:

- људски животи,
- материјална добра или
- животна средина.

Потребни услови за настанак пожара (сагоревања или оксидације) су:

- запаљива материја,
- кисеоник и
- енергија паљења.

Ова три услова за сагоревање се често спајају у троугао сагоревања, јер без било које од три странице нема троугла односно без било ког од услова за горење, нема сагоревања. Уклањањем било којег од поменутих чинилаца прекидамо процес сагоревања.

2.1 Методе гашења пожара**Угушивање:**

Ова метода спречава долазак кисеоника у зону горења.

Хлађење:

Интезивнијим одвођењем топлоте са жаришта од температуре гориве материје се смањује брзина гасификације.

Антикаталитички ефекат:

Довођењем супстанци са антикаталитичким дејством у зону сагоревања долази до смањења брзине реакције сагоревања, а самим тим и гашења пламена.

Одстрањење гориве материје:

Врло лако се реализује ако је опожарени објекат складишни резервоар запаљене течности.

Разблаживање:

Метода гашења пожара која подразумева мешање две течности.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Душан Узелац, ред. проф.

2.2. Врсте пожара и подела средстава за гашење пожара

Врсте пожара	Средства за гашење пожара
А - пожари чврстих материја (дрво, текстил, угаљ, биљне материје, пластика, слама, папир итд.)	Вода, пена и прах, халотрон и угљен-диоксид (за мање површине), фреон (ФМ 200)
Б - пожари течних и лако топљивих материја (бензин, бензол, уља, масти, лакови, смола, алкохол итд.)	Праш, халотрон, пена (за пожаре у посудама), угљен-диоксид (у затвореном простору), вода (за хлађење), фреон (ФМ 200)
Ц - пожари запаљивих гасова (метан, бутан, пропан, водоник, ацетилен)	Праш, халотрон, угљен диоксид (за мање пожаре), вода (за хлађење), фреон (ФМ 200)
Д - пожари лаких метала (магнезијум, алуминијум, њихове легуре, титан, електрон, осим натријума и калијума)	Специјални прах, струготина сивог лива, камена со и суви песак, угљен-диоксид, вода
Е - пожари врсте од А до Д у близини електричних инсталација	Халотрон, фреон (ФМ 200)

3. ПРОЦЕНА ВИСИНЕ ПОЖАРНОГ РИЗИКА

Процена пожарног ризика претставља основу за доношење одлуке о уградњи аутоматског стабилног система за гашење, као допунске мере заштите. Оправданост постављања аутоматске инсталације за гашење пожара одређује се на основу величине пожарног ризика за конструкцију објекта (но-сећи елементи, међусpratне конструкције, кровне конструкције и сл.), као и на основу пожарног ризика за садржај објекта (људи, опрема, намештај, ускладиштена роба и сл.).

3.1. Пожарни ризик објекта

Пожарни ризик за објекат зависи од могућег интензитета и времена трајања пожара, као и конструктивних карактеристика носивих елемената објекта (отпорност конструкције према деловању високих температура), а израчунава се помоћу обрасца :

$$R_o = \frac{[(P_o \cdot C) + P_k] \cdot B \cdot L \cdot S}{W \cdot R_i} \quad [1]$$

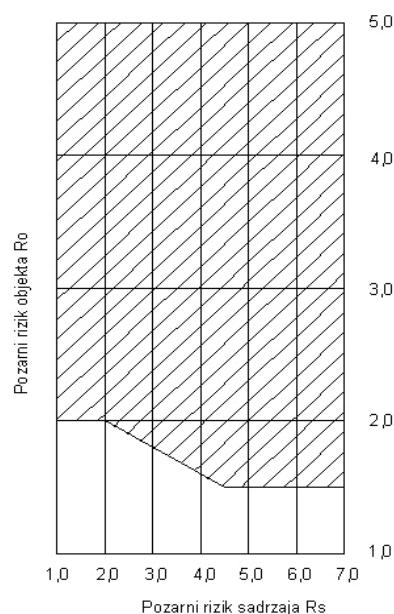
¹ Правилник о техничким нормативима за стабилне инсталације за дојаву пожара („Сл. Лист СРЈ“, бр. 87/93)

3.2. Пожарни ризик садржаја објекта

Пожарни ризик за садржај објекта (опасност за људе, опрему, намештај, ускладиштену робу и сл.) израчунава се на основу обрасца:

$$R_s = H \cdot D \cdot F \quad [2]$$

За добијене вредности пожарног ризика за објекат R_o , као и пожарног ризика садржаја објекта R_s , на приложеном дијаграму, (слика 1), помоћу познате апсцисе (пожарни ризик садржаја објекта) и ординате (пожарни ризик за објекат) одређује се прорачунска тачка. Кад прорачунска тачка падне у шрафирани део дијаграма, оправдано је у тим објектима поставити аутоматски стабилни систем за гашење пожара .



Слика 1. Дијаграм пожарног ризика

4. СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈА

Спринклер инсталација спада међу најефикасније инсталације за гашење пожара. То је аутоматска инсталација са распрскавајућим млазом воде, која у припремном положају пре активирања има затворене млазнице, које се отварају на одређеној температури и на тај начин врше аутоматско активирање инсталације.

Цевоводи који доводе воду до млазница су под сталним притиском воде или ваздуха. Гашење пожара се врши одређеним бројем млазница, зависно од брзине ширења пожара.

Приликом појаве пројектоване температуре, долази до пуцања ампуле на млазници услед ширења експанзионе течности која се налази у ампули. На тај начин се отвара излаз води. Вода удара у дефлектор и распршава се тако да у кружној

² Правилник о техничким нормативима за стабилне инсталације за дојаву пожара („Сл. Лист СРЈ“, бр. 87/93)

лепези покрива површину која се штити. У случају да првоактивирана спринклер млазница не успе да угаси пожар, па се он прошири, отварају се следеће млазнице у непосредној близини места пожара.

Услед отварања млазнице и пада притиска у цевоводу иза спринклер вентила, подиже се клапна у спринклер вентилу и вода протиче ка спринклер млазницама.

Поред гашења, при активирању спринклер инсталације при кретању воде кроз цевоводе, пресостат спринклер вентила и индикатори протока у цевоводима дају сигнал који се преноси до централе за дојаву пожара, а она даје алармни сигнал да је инсталација прорадила.

5. ГЛАВНИ ПРОЈЕКАТ СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈЕ

5.1. Технички опис

Стабилна аутоматска инсталација за гашење пожара распрскавајућим млазом воде – спринклер инсталација, предвиђена је за гашење пожара у гаражи објекта а у складу са Техничким захтевима за заштиту гаража за путничке аутомобиле од пожара и експлозије СЛ СЦГ 31/2005.

Спринклер инсталација, у припремном положају пре активирања има затворене млазнице које се отварају на температури од 68°C и на тај начин започиње аутоматско активирање инсталације. Цевоводи који доводе воду до млазница су под притиском ваздуха и тек након прскања ампуле се пуне са водом. Гашење се врши одређеним бројем млазница, зависно од брзине ширења пожара. Поред гашења, при активирању спринклер инсталација истовремено врши и дојаву пожара давањем алармног сигнала, пошто су спринклер вентили снабдевени пресостатом чији се импулси прослеђују до одговарајућег места (централе за дојаву пожара).

Усвојена је сува спринклер инсталација, пошто је могуће смрзавање воде у цевоводима. До алармног вентила, инсталација је напуњена са водом а иза њега са ваздухом.

Принцип рада је такав да се мрежа цевовода одржава под сталним притиском ваздуха од 2,5 bar. Притисак се одржава путем компресора и регулатора који је саставни део компресора. Сам компресор се одржава на 5-8 bar путем пресостата.

У случају пуцања ампуле спринклер млазнице, долази до пада притиска у инсталацији иза спринклер вентила, који доводи до отварања истог. Након тога стартује „jockey“ пумпа која покушава да оствари притисак од 4,0 bar. У случају да „jockey“ пумпа нема довољан капацитет, притисак ће и даље падати па ће се на 3,5 bar укључити радна пумпа, а ако она не крене, активираће се и резервна на 2,5 bar и гасити пожар.

Спринклер инсталација се снабдева водом из водоводне мреже. Између инсталације и водоводне мреже је постављен бетонски међурезервоар ефективне (корисне) запремине 53,1 m³.

У случају отказа инсталације преко ватрогасног прикључка DN100 (постављеног на фасади објекта) омогућено је директно гашење пожара у објекту, посредством ватрогасног возила, које у овом случају замењује водоводну инсталацију.

Постројење се снабдева електричном енергијом из градске мреже, командни орман пумпи се налази у просторији пумпи.

6. ПРОРАЧУН И ИЗБОР ОПРЕМЕ

Полазни параметри су:

- намена објекта – гаража,
- пожарна опасност VG 2.1 (према СЕА 4001)

Наведена пожарна опасност има следеће карактеристике:

- интезитет квашења водом $Q=5,0$ mm/min,
- површина једновременог дејства 180 m²,
- максимална заштита једном млазницом 12 m².

За прорачун пада притиска користи се формула Hazen-Williams-a

$$\Delta P_{12} = \Delta P_1 + \Delta P_2 = 6,05 \cdot 10^5 \cdot C^{-1,85} \cdot d^{-4,87} \cdot Q^{1,85} \cdot l \text{ [bar]}$$

где су:

- $C=120$ - константа за челичне цеви,
- d , [mm] – унутрашњи пречник цеви,
- l , [m] – дужина цеви i
- Q , [l/min] – проток воде кроз цевовод.

Укупни пад притиска у инсталацији једнак је збиру губитака притиска у цевоводима, локалних губитака због отпора у арматури и геодетске висине највише спринклер млазнице у инсталацији. За прорачун пада притиска најнеповољнији услов је истовремено отварање млазница које покривају прорачунску површину ($P=180$ m²) у приземљу гараже.

Како се за пожарну опасност VG 2.1 морају користити K80³ млазнице и како је минимални притисак на крајњој 0,47 bar⁴, потребна количина воде на хидраулички најзахтевнијем спринклеру износи:

$$Q_1 = K \cdot \sqrt{P_1} = 80 \cdot \sqrt{0,47} = 54,85 \text{ [l/min]}$$

Укупни потребни притисак на потису пумпе износи:

$$P_{11}=2,153 \text{ [bar]} \text{ са протоком } Q_{11}=1185 \text{ [l/min]}$$

Како систем треба да ради 60 минута потребна количина воде је:

$$Q_{potrebno} = 1185 \cdot 60 = 71100 \text{ [l]}$$

Према предходној сагласности, ЈКП Водовод и канализација гарантује проток од 300 l/min. Због немогућности водовода да обезбеди комплетну количину воде, поставља се међурезервоар ефективне запремине:

$$V_{rezervoara} = Q_{potrebno} - Q_{garantovano} = 53100 \text{ [l]}$$

$$Q_{garantovano} = 300 \cdot 60 = 18000 \text{ [l]}$$

Коришћени изрази:

4 Sprinkler Systems: Planning and installation „CEA 4001“ European insurance and reinsurance federation, 2009.

5 Податак који обезбеђује произвођач млазница.

7. ЗАКЉУЧАК

У оквиру овог мастер рада представљене су теоријске основе заштите од пожара као и прописи, препоруке и упутства која се користе у области аутоматских станица за гашење пожара.

Проценом пожарног ризика, објашњеном у дипломском раду, потврђена је економска оправданост примене аутоматске станице за гашење пожара за конкретни случај.

У раду је изабрана сува сприклер станица која је предвиђена да буде у сутерену објекта. У стању приправности спринклер станице, цевни развод који је постављен надземно, је испуњен компримованим ваздухом због опасности од смрзавања воде у цевоводу. За одржавање притиска у сувом делу цевног развода дат је компресор који је смештен у просторију за спринклер станицу.

Предвиђено је снабевање спринклер инсталације водом из резервоара ефективне запремине $V=51.3 \text{ m}^3$ који се допуњује водом и градске мреже.

На основу потребне количине воде за најнеповољнију зону гашења пожара и пада притиска у цевоводу, предвиђене су једностепене хоризонталне пумпе које су смештене у просторију за спринклер станицу у сутерену објекта.

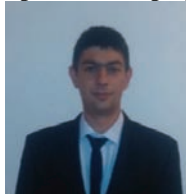
У раду је усвојена савремена опрема за овакав тип уређаја и инсталације водећи рачуна да инсталација буде аутономна, савремена и поуздана.

С обзиром на недостатак домаћих прописа, разматрања у мастер раду могу бити корисна за изучавање и пројектовање стабилних инсталација за гашење пожара, јер обједињују прописе, правила, упутства и искуства која се примењују у развијеним земљама.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Узелац Д. Пумпне и компресорске станице, ФТН, Нови Сад, 2008.
- [2] Вуковић В., Ташин С. Увод у хидропнеуматску технику, ФТН, Нови Сад, 2006.
- [3] Букуров Ж., Букуров М. Механика флуида - скрипта, ФТН, Нови Сад, 2006.
- [4] Закон о заштити од пожара "Службени гласник РС", бр. 111/2009
- [5] Правилник о техничким нормативима за стабилне инсталације за дојаву пожара "Службени лист СРЈ", бр. 87/93
- [6] Дековић Ј. Спринклер инсталација у гаражама, Алинг, Загреб, 2007.
- [7] Sprinkler Systems: Planning and installation „CEA 4001“ European insurance and reinsurance federation, 2009.

Кратка биографија



Ненад Миловановић рођен је у Зрењанину 1985.године. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области Машинства, Енергетике и процесне технике, одбранио је 2015. године. Запослен је у фирми ГП "Градитељ НС" као одговорни извођач машинских инсталација.

IMPLEMENTACIJA VEB APLIKACIJE ZA RAZMENU PORUKA U PROGRAMSKOM JEZIKU ELIXIR**WEB CHAT APPLICATION IN ELIXIR PROGRAMMING LANGUAGE**Darko Fabijan, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj: Rad objašnjava i prikazuje upotrebu programskog jezika Elixir u kreiranju veb aplikacije za razmenu poruka. Objašnjava i upotrebu Phoenix programskog razvojnog okruženja i WebSocket protokola.

Abstract: This work explains and shows use of programming language Elixir for development of web chat application. It also explains the use of Phoenix framework and WebSocket protocol.

Ključne reči: Elixir, Phoenix, Erlang, Real-time web, JavaScript, WebSocket.

1. UVOD

Poslednjih godina veb aplikacije sve češće kao deo svojih strana imaju komponente koje se ažuriraju na zahtev servera. Ova sve popularnija praksa prilikom izrade veb aplikacija se naziva veb u realnom vremenu (eng. real-time web) [1]. Kako bi komunikacija u smeru od servera ka klijentu bila moguća konekcija mora biti dvosmerna i perzistentna. Ovo se postiže protokolom nazvanim WebSocket [2] koji je standardizovan 2011. godine i danas je standard je za dvosmernu komunikaciju na internetu. WebSocket protokol zahteva održavanje otvorene TCP konekcije za šta su neophodni dodatni resursi servera. Održavanje velikog broja otvorenih konekcija predstavlja veliki izazov za interpretirane jezike koji se često koriste za razvojni veb aplikacija. Primarni razlog je što ti jezici nisu kreirani za izgradnju sistema sa potrebama poput modernog veba. U ovom radu će biti predstavljen jezik Elixir [3][5] koji je kreiran da odgovori na potrebe modernog veba u realnom vremenu (eng. real-time web), a istovremeno zadrži lakoću i brzinu razvoja koju nude interpretirani jezici. Pored jezika biće predstavljeno i veb programsko razvojno okruženje (eng. web framework) Phoenix [4] odnosno apstrakcija kanala koju uvodi za potrebe dvosmerne komunikacije.

2. ELIXIR

Elixir je funkcionalan, konkurentan jezik opšte namene koji koristi Erlang virtuelnu mašinu. Inspirisan je jezicima Erlang, Ruby i Clojure. Elixir podržava sledeće paradigme programiranja: funkcionalnu, konkurentnu, distribuiranu i paradigmu baziranu na procesima. Podržava i metaprogramiranje uz pomoć makroa i polimorfizma. Dinamički je i strogo tipiziran.

NAPOMENA:

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

Funkcije su "stanovnici prvog reda" što znači da se mogu proslediti kao argumenti drugim funkcijama baš kao i bilo koji drugi tip podatka. Primer pokazuje ovu osobinu jezika:

```
iex> square = fn x -> x * x end
#Function<6.90072148/1 in :erl_eval.expr/5>
iex> square.(4)
16
iex> transform_and_sum = fn func, num ->
func.(num) + func.(num) end
#Function<12.90072148/2 in :erl_eval.expr/5>
iex> transform_and_sum.(square, 5)
50
```

Za definisanje neimenovane funkcije koriste se ključne reči `fn` i `end`. Poslednji izraz u imenovanom i neimenovanom funkcijama se vraća kao vrednost funkcije. Za pozivanje neimenovane funkcije koristi se sledeća sintaksa:

```
iex> square.(4)
```

Poštu su funkcije vrednosti kao i sve druge prosleđujemo ih drugim funkcijama po vrednosti:

```
iex> transform_and_sum.(square, 5)
```

Ova osobina jezika se koristi vrlo često. Sledi primer u kojem se koristi `map` funkcija Enum modula iz standardne biblioteke. Funkcija prima kolekciju i funkciju, a vraća listu vrednosti koje su rezultati prosleđene funkcije:

```
iex> Enum.map [1,2,3,4], fn x -> x + 10 end
[11, 12, 13, 14]
```

Primer iznad se može napisati i tako da funkciju ne definišemo u okviru poziva funkcije `map`. Oba pristupa se koriste ravnopravno, a čitljivost koda je glavni motiv izbora:

```
iex> plus_ten = fn x -> x + 10 end
iex> Enum.map [1,2,3,4], plus_ten
[11, 12, 13, 14]
```

Funkcije su osnovni gradivni elemenat jezika, što je i preduslov za njegovu konkurentnu prirodu.

3. KONKURENTNOST U ELIXIRU

Jedinica konkurentnosti u Elixir-u je proces i sav kod se izvršava kao deo procesa uključujući i interaktivnu konzolu. Proces je zadatak koji se izvršava konkurentno i nezavisno od drugih procesa. Proces u Elixir-u su različiti od procesa operativnog sistema ili niti. Elixir procesi su lagani (pri pokretanju zauzimaju svega 2 Kb memorije) i izvršavaju se u potpunoj memorijskoj izolovanosti od svih drugih procesa. Raspoređuje (eng. scheduling) ih Erlang virtuelna mašina. Proces se kreiraju veoma brzo i jedna virtuelna mašina može da izvršava milione procesa.

Prosleđivanje poruka – Elixir procesi komuniciraju prosleđivanjem poruka. Svaki proces ima *mailbox queue* u koji se smeštaju prispele poruke. Nakon što proces primi poruku ona nestaje iz *mailbox queue*-a. Slanje poruka je asinhrona neblokirajuća operacija koja se uvek izvrši uspešno. U nastavku će biti prikazane prednosti komunikacije slanjem poruka u odnosu na standardni model putem deljene memorije (eng. shared memory model).

Memorijska nezavisnost – Ako se tokom izvršavanja ne koristi deljena memorija ne postoji ni šansa da dođe do uništavanja integriteta memorije (eng. memory corruption). Dodatni benefit ovog pristupa je što oslobađa programera brige o *race condition* situacija, integritetu i sinhronizaciji memorije.

Izolovanost od havarija (eng. Crash independency) – Pošto procesi ne dele ništa oni nemaju uticaj na druge procese. U slučaju bilo kojeg tipa greške ili pada jednog procesa drugi procesi neće osetiti nikakve posledice.

Distribuirano programiranje – Elixir ne pravi razliku između procesa koji se izvršavaju na istom računaru ili na nekom udaljenom računaru. Slanje poruka se radi na potpuno isti način. U nastavku će biti prikazane osnove pokretanja procesa, kao i načini za prijem i slanje poruka. Osnovni način za kreiranje novih procesa je funkcija *spawn* koja prima funkciju i izvršava je u novopokrenutom procesu:

```
iex> spawn fn -> 1 + 2 end
#PID<0.63.0>
```

Funkcija *spawn* vraća PID ili indentifikator procesa (eng. process identifier). PID se koristi za svaku dalju komunikaciju sa procesom nakon pokretanja. Primera radi, preko PID-a možemo proveriti da li se proces završio:

```
iex> pid = spawn fn -> 3 + 4 end
#PID<0.73.0>
iex> Process.alive?(pid)
false
```

Naravno, pošto funkcija samo sabira dva broja, u trenutku kada proveravamo da li se proces još izvršava dobijamo odgovor da se već završio. Primer procesa koji je aktivan je interaktivna konzola, i prikazaćemo kako se uz pomoć *self* funkcije može dobiti PID trenutnog procesa. Proverićemo i status procesa konzole:

```
iex> current_pid = self()
#PID<0.58.0>
iex> Process.alive?(current_pid)
true
```

Slanje i prijem poruka se vrši pomoću funkcija *send* i *receive*. Sledi primer u kome ćemo trenutnom procesu interaktivne konzole poslati poruku, a zatim je pričitati iz *mailbox queue*-a.

```
iex> send self(), {:hello, "world"}
{:hello, "world"}
iex> receive do
...>   {:hello, msg} -> msg
...>   {:world, msg} -> "won't match"
...> end
"world"
```

Poruka se šalje pomoću funkcije *send* koja prima dva parametra. Prvi je PID procesa koji prima poruku, a drugi poruka. Blok *receive* prolazi kroz *mailbox queue*

trenutnog procesa i uzima poruke koje odgovaraju jednom od šablona poruka koje proces može da prima. Za potrebu pronalaženja poruka koristi se *pattern matching*. Poruke koje ne odgovaraju nijednom šablonu navedenom u *receive* bloku će ostati u *mailbox queue*-u.

Često postoji potreba da aplikacija održava neko stanje. U Elixir-u se to postiže pomoću procesa. Takav proces će održavati stanje, primati i slati poruke. Navodimo primer koji će služiti kao baza podataka koja mapira ključeve na vrednosti:

```
defmodule KV do
  def start do
    spawn(fn -> loop(%{}) end)
  end
  defp loop(map) do
    receive do
      {:get, key, caller} ->
        send caller, Map.get(map, key)
        loop(map)
      {:put, key, value} ->
        loop(Map.put(map, key, value))
    end
  end
end
```

Modul implementira javnu funkciju *start* koja ima zadatak da pokrene proces sa privatnom funkcijom *loop*, koju poziva sa praznom mapom.

Funkcija *loop* čeka poruku i izvršava odgovarajuću akciju zavisno od poruke. U slučaju *:get* poruke, vraća poruku procesu koji šalje poruku i ponovo rekurzivno poziva *loop* sa trenutnim stanjem.

Ako obrađuje *:put* poruku, rekurzivno poziva *loop* funkciju sa novom verzijom mape.

Prikazaćemo primer upotrebe procesa za održavanje stranja iz interaktivne konzole. Jednostavnosti radi u konzoli ćemo iskoristiti *flush* funkciju koja uzima i ispisuje sve poruke iz *mailbox queue*-a:

```
iex> pid = KV.start
#PID<0.62.0>
iex> send pid, {:get, :hello, self()}
{:get, :hello, #PID<0.41.0>}
iex> flush
nil
```

Kao rezultat dobijamo *nil* pošto se ključ *:hello* ne nalazi u mapi. U sledećem primeru ćemo upisati vrednost i nakon toga je iščitati:

```
iex> send pid, {:put, :hello, "svete"}
{:put, :hello, "svete"}
iex> send pid, {:get, :hello, self()}
{:get, :hello, #PID<0.41.0>}
iex> flush
"svete"
```

Elixir standardna biblioteka sadrži niz modula koji implementiraju šablone upotrebe poput prethodno izloženog modula.

Pored Elixir modula, mogu se koristiti i moduli iz Erlanga koji implementiraju niz šablona za rad sa distribuiranim sistemima.

Erlang biblioteka za rad sa distribuiranim sistemima naziva se OTP (Open Telephony Platform).

Ime biblioteke može da zavara i takvo je pošto je Erlang, razvijen i dugi niz godina korišćen u okviru kompanije Erikson pre nego što je postao dostupan pod licencom otvorenog koda 1998. godine.

4. PHOENIX

Phoenix je okruženje za razvoj veb aplikacija napisano u Elixir-u koje implementira šablon MVC (Model-view-controller). Baziran je na konceptima modernog veb razvoja koji su već uspostavljeni u razvojnim okruženjima poput Ruby on Rails i Django.

Kanali su u Phoenix-u mehanizam koji omogućava dvosmernu komunikaciju putem slanja i primanja poruka. Apstrakcija kanala je slična kontrolerima koji za razliku od kanala omogućavaju samo jednosmernu komunikaciju.

Poruke mogu da razmenjuju Elixir procesi, ali se poruke takođe mogu razmenjivati sa JavaScript klijentom, iOS ili Android aplikacijama.

Kanali nisu vezani za konkretni protokol. U slučaju veb aplikacija najčešće se koristi WebSocket protokol. U nastavku će biti predstavljene glavne komponente za komunikaciju putem kanala u Phoenix- u:

Tema (eng. topic) je indentifikator kanala koji se koristi za povezivanje klijenta i servera. Indentifikator kanala ima format "topic:subtopic". Primer može biti "users:987". Tema se vezuje za kanal na sledeći način:

```
channel "users:*", HelloApp.UserChannel
```

Vezivanje teme za kanal se vrši u okviru datoteke `web/channels/user_socket.ex` koja definiše `socket` za komunikaciju. Kao u navedenom primeru u okviru indentifikatora kanala se može koristiti zvezdica (*) za podtemu (eng. subtopic). Ova notacija omogućava vezivanje više podtema na jedan kanal.

Priroda perzistentnih konekcija zahteva složeniji životni ciklus konekcije u odnosu na komunikaciju bez stanja putem HTTP protokola. Svaki kanal mora da implementira funkcije zadužene za priključivanje određenom kanalu i funkcije za prijem, odnosno slanje poruka.

Za potrebe priključivanja kanalu neophodno je implementirati funkciju `join` u okviru modula koji definiše kanal:

```
defmodule Chatt.UserChannel do
  use Chatt.Web, :channel
  ...
  def join("users:" <> user_id, payload,
socket) do
    if authorized?(user_id, payload) do
      {:ok, socket}
    else
      {:error, %{reason: "unauthorized"}}
    end
  end
  ...
end
```

U zavisnosti od namene aplikacije, neophodno je implementirati funkciju `"authorized?"` koja će odlučiti da li je korisniku dozvoljeno da se pridruži kanalu ili ne. Ukoliko funkcija vrati tupl `{:ok, socket}` korisnik će se pridružiti kanalu i moći će da prima i šalje poruke.

Za potrebu prijema poruka potrebno je implementirati funkciju `handle_in`:

```
defmodule Chatt.RoomChannel do
  use Chatt.Web, :channel
  .
```

```
def handle_in("ping", payload, socket) do
  ...
  {:reply, {:ok, :some_data}, socket}
end

def handle_in("shout", payload, socket) do
  ...
  {:noreply, socket}
end
...
end
```

Prvi parametar metode je ime događaja (eng. event) koji se šalje. Ime događaja definiše tip poruke koja se šalje. Drugi parametar su podaci koji se šalju.

Funkcija za prijem poruke može samo da primi poruku bez da prosledi podatke u odgovoru o prijemu i to se postiže time što funkcija vrati sledeći tuple:

```
{:noreply, socket}
```

Takođe se može implementirati rešenje da se u odgovoru proslede i podaci.

U tom slučaju funkcija treba da vrati tupl od tri elementa gde će drugi elemenat biti podaci:

```
{:reply, {:ok, :some_data}, socket}
```

Slanje poruke je moguće iz bilo kojeg modula Phoenix aplikacije funkcijom `broadcast!`:

```
HelloApp.Endpoint.broadcast! "topic:subtopic",
"event", %{my: data}
```

5. VEB APLIKACIJA ZA RAZMENU PORUKA

Sledi prikaz implementacije JavaScript konekcije na kanale za dvosmernu razmenu poruka. Zbog dužine koda, prikazaćemo samo delove koda koji su od suštinskog značaja za rezumevanje funkcionisanja:

```
let socket = new Socket("/socket")
socket.connect()
var $status = $("#status")
var $messages = $("#messages")
var $input = $("#message-input")
var $form = $("#chat-form")
var $username = $("#username")
var room_id = $("#room_id").val()
var chan = socket.channel("rooms:*", {})
chan.join().receive("ignore", () =>
  console.log("auth error"))
  .receive("ok", () => { console.log("join ok")
    $messages.append("You
have joined")

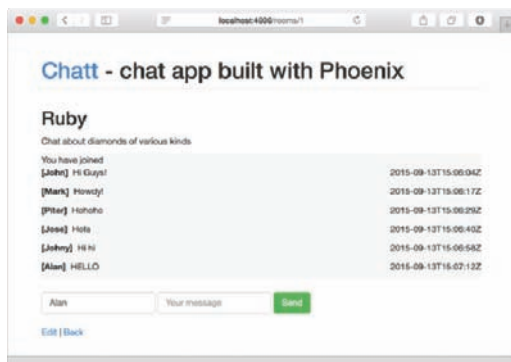
this.scrollToBottom($messages) })
  .after(10000, () => console.log("Connection
interruption"))
$form.submit( e => {
  e.preventDefault()
  chan.push("new:msg", {user: $username.val(),
    body: $input.val(),
    room_id: room_id})

  $input.val("")
})
chan.on("new:msg", msg => {
  $messages.append(this.messageTemplate(msg))
  this.scrollToBottom($messages)
})
```

Po učitavanju stranice za prikaz sobe, prva funkcija koja uspostavlja komunikaciju sa serverom kroz kanal je funkcija `join`:

```
chan.join().receive("ignore", () =>
console.log("auth error"))
  .receive("ok", () => {
    console.log("join ok")
    $messages.append("You have joined")
    this.scrollToBottom($messages) })
  .after(10000, () =>
console.log("Connection ..."))
```

Kada se konekcija uspešno uspostavi, pozove se povratna funkcija grane koja očekuje poruku "ok". Glavni zadatak funkcije je da u sekciju stranice sa porukama ispiše da se konekcija za razmenu poruka uspešno uspostavila.



Slika 5. Stranica sa listom poslaih i primljenih poruka

Sledeći korak je vezivanja povratne funkcije na događaj slanja formulara za razmenu poruka. Kada se taj događaj desi, povratna funkcija preuzima identifikator sobe, ime posetioca i poruku i šalje je preko kanala:

```
$form.submit( e => {
  e.preventDefault()
  chan.push("new:msg", {user: $username.val(),
    body: $input.val(),
    room_id: room_id})

  $input.val("")
})
```

Poslednji korak je prijem poruka sa servera. Za to je neophodno povezati povratnu funkciju na kanal i događaj koji nam je od interesa. Pri pozivu povratne funkcije poruka se dodaje u listu poruka (Slika 5).

```
chan.on("new:msg", msg => {
  $messages.append(this.messageTemplate(msg))
  this.scrollToBottom($messages)
})
```

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je dat kratak prikaz programskog jezika Elixir i programskog razvojnog okruženja Phoenix. Elixir je funkcionalan, dinamički i konkurentan programski jezik. Phoenix je okruženje koje ima osobine modernih platformi za razvoj veb aplikacija.

Cilj zadatka je bio da se napravi veb aplikacija koja će korisnicima omogućiti razmenu poruka u realnom vremenu u okviru sobe za ćaskanje.

Izazov je bio pronaći programski jezik i programsko razvojno okruženje koje može da odgovori na potrebe veba u realnom vremenu. Elixir svojom sintaksom, podrškom za makroe i polimorfizam, omogućava brz razvoj. Erlang virtuelna mašina na kojoj se izvršava Elixir razvijena je za potrebe komunikacije u realnom vremenu i koristi se gotovo tri decenije.

Phoenix je projektovan tako da efikasno iskoristi sve osobine jezika i virtuelne mašine i time pruži okruženje za brz razvoj sa visokim performansama prilikom izvršavanja.

Opisani alati predstavljaju jednu platformu za razvoj veb aplikacija koja se po svojoj prirodi značajno razlikuje od opšte prihvaćenih rešenja napisanih u imperativnim programskim jezicima. Narednih par godina će pokazati da li postoji prostor za široku primenu ovakvih ili sličnih rešenja baziranih na funkcionalnim programskim jezicima.

7. LITERATURA

- [1] Real-time web https://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_web
- [2] WebSocket <https://en.wikipedia.org/wiki/WebSocket>
- [3] Elixir programming language <http://elixir-lang.org>
- [4] Phoenix web framework <http://www.phoenixframework.org>
- [5] Dave Thomas *Programming Elixir, The Pragmatic Programmers*, 2014.

Kratka biografija:

Darko Fabijan rođen je 14.8.1984. u Subotici. Osnovnu školu je "Rade Končar" završio je 1999. godine. Gimnaziju "Svetozar Marković" u Subotici završio je 2003. godine. Iste godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika. Školske 2006/2007. godine upisao se na smer Računarska tehnika i računarske komunikacije. Položio je sve ispite predviđene planom i programom.

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

**IMPLEMENTACIJA JEZGRA ZA ENKRIPCIJU/DEKRIPCIJU SA AXI INTERFEJSOM
DESIGN IMPLEMENTATION OF ENCRYPTION/DECRYPTION ALGORITHMS WITH
AXI INTERFACE**Damjan Rakanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su predstavljene specifikacije kriptografskih algoritama TDES i AES i njihova hardverska implementacija kao IP jezgra sa AXI interfejsom. Implementacija je pogodna za korišćenje u ARM baziranim embedded sistemima. Pored implementacije opisan je i postupak verifikacije na IP nivou, ali i na SoC nivou. Dat je i primer moguće konekcije implementiranog jezgra i ARM processing system-a. Takođe, prikazani su i rezultati verifikacije i sinteze implementiranih algoritama i arhitektura.

Ključne reči: TDES, AES, Zynq-7000, SDK, RTL, VHDL

Abstract – This paper presents a specification of TDES and AES cryptographic algorithms and their hardware implementation as an IP core. IP core has an AXI interface and its operation is demonstrated on the Zynq-7000 platform. Beside the design and implementation process, design verification on IP and SoC levels is also presented.

Key words: TDES, AES, Zynq-7000, SDK, RTL, VHDL

1. UVOD

Na početku rada predstavljene su tehnike projektovanja složenih digitalnih sistema i prednosti i mane određenih arhitektura. Zatim je ukratko predložena značaj kriptografije u modernim komunikacijama i predstavljena su dva najčešće korišćena algoritma do sada, TDES i AES256. U nastavku je prikazan postupak implementacije i verifikacije oba algoritma.

Po završetku navedenih procesa ukratko je predstavljen jedan od mogućih načina povezivanja projektovanog jezgra sa Zynq-7000 Processing System-om. Na kraju su predstavljeni najinteresantniji rezultati sinteze i verifikacije.

Realizovano IP jezgro sadrži u sebi dva algoritma i dve arhitekture, TDES i AES256 u sekvencijalnoj i u pipeline varijanti kako bi krajnji korisnik mogao da bira između kompaktnog ili jezgra sa velikom propusnom moći. Interfejs jezgra je AXI kako bi se obezbedila kompatibilnost sa savremenim ARM baziranim embedded sistemima. Pored RTL-a samog jezgra, urađena je i verifikacija na IP nivou ali i na SoC nivou u okviru stvarnog (fizičkog) hardvera i to na Zynq-7000 platformi uz pomoć SDK alata.

NAPOMENA:

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

Verifikacija na IP nivou je u potpunosti randomizovana dok su test vektori za SoC i FPGA verifikaciju formirani u Matlab-u.

**2. TEHNIKE PROJEKTOVANJA SLOŽENIH
DIGITALNIH SISTEMA**

U ovom poglavlju je dat kratak opis korišćenih tehnika za projektovanje digitalnih sistema. Navedene su njihove prednosti i mane.

2.1 Pipeline arhitektura

Kako bi se povećala propusna moć digitalnog sistema najčešće se pribegava implementaciji sistema sa protočnom obradom podataka. Na ovaj način se trudimo da maksimizujemo iskorišćenost raspoloživih hardverskih resursa. Na primer, ukoliko podatak mora da prođe nekoliko etapa kroz digitalni sistem da bi bio obrađen u potpunosti, taj sistem možemo podeliti na etape memorijskim elementima i na taj način omogućiti driver-u da čim se prvi deo obrade završi, sistemu preda novi podatak na obradu dok se prethodni dalje propagira kroz blokove sistema. Mana ove arhitekture jeste to što najčešće zahteva značajno više hardverskih resursa od sekvencijalne.

2.2. Sekvencijalna arhitektura

U slučaju da imamo potrebu za što kompaktnijom implementacijom pravi izbor je sekvencijalna implementacija. Ušteda se oslanja u najvećoj meri na primenu tehnike deljenja resursa. Na primer, ukoliko prilikom obrade podataka prvo treba da izvršimo sabiranje nekih ulaza, a zatim oduzmemo rezultat od trećeg ulaza, možemo to da uradimo u 2 koraka i to tako što ćemo u prvom iskoristiti sabirač za sabiranje i memorisati rezultat, da bismo u drugom koraku uz pomoć dodatnog invertora napravili komplement dvojke i iskoristili postojeći sabirač za oduzimanje. Na ovaj način smo dodali jedan invertor ali i uštedeli oduzimač i na taj način smanjili zahteve za potrebnim hardverskim resursima. Najveća mana ove arhitekture je njena mala propusna moć.

**3. ZNAČAJ KRIPTOGRAFIJE I KRATAK
ISTORIJSKI**

Kriptografija je jedan od najznačajnijih delova moderne i bezbedne komunikacije. Ekspanziju doživljava u Drugom svetskom ratu i od tada smo u prilici da vidimo razvoj kriptografskih algoritama i mašina, ali i napada na same algoritme. Pokušaji dekripcije postaju sve snažniji upotrebom sve moćnijih računarskih resursa.

Jedan od prvih široko korišćenih i standardizovanih algoritama je DES [4]. Koristi ključ širine 56 bita i u

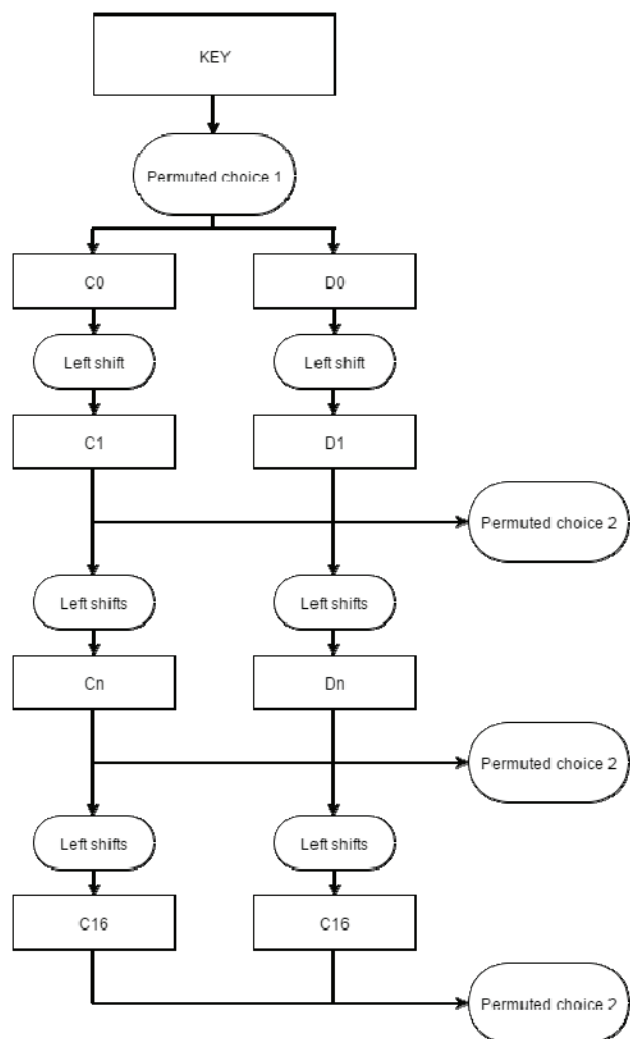
prošlosti je bio dovoljan da podaci budu sigurni dovoljno dugo. Danas to više nije slučaj te je razvijen TDES koji predstavlja tri vezana DES-a i ima 3 puta širi ključ što mu garantuje sigurnost i danas. U poslednje skoro 2 decenije kao naslednik i trenutno najrasprostranjeniji algoritam se pojavio AES koji je takođe standardizovan [5].

4. SPECIFIKACIJA ALGORITAMA

U ovom poglavlju su prikazani delovi oba implementirana algoritma na visokom nivou apstrakcije.

4.1. Specifikacija TDES algoritma

Na slici 1 možemo videti blok šemu formiranja ključa kod DES algoritma. Prilikom realizacije TDES-a ova šema se ponavlja još dva puta.

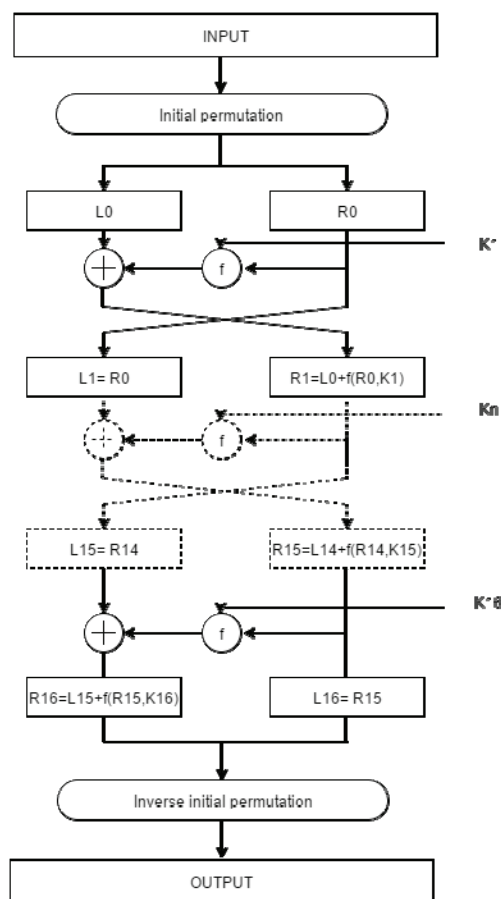


Slika 1. Blok šema za formiranje ključa

Inicijalni ključ je prvo potrebno permutovati, a zatim ga treba pomeriti za određeni broj mesta, u zavisnosti od iteracije algoritma. Na kraju svaki novodobijeni derivat ključa je potrebno ponovo permutovati i proslediti ga glavnom delu algoritma za obradu podataka.

Na slici 2 vidimo deo algoritma za obradu podataka. Vidimo da podatak prolazi kroz 16 iteracija i da u svakoj koristi ključ formiran pomoću blok dijagrama sa slike 1.

Slično kao i kod formiranja derivata ključeva podatak je potrebno permutovati na početku (zamena mesta bita originalnog podataka) i na kraju procesa.



Slika 2. Data path TDES algoritma

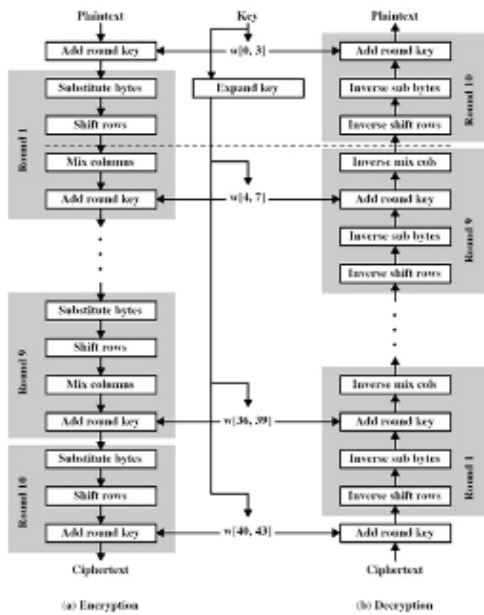
Prilikom obrade podataka desna polovina širine 32-bita postaje ulazni podatak za levih 32-bita naredne iteracije, ali i prolazi kroz F funkciju algoritma. Rezultat rada ove funkcije se xor-uje sa levih 32-bita i oni postaju desnih 32-bita za narednu iteraciju. TDES se dobija rednim povezivanjem 3 DES algoritma.

4.2. Specifikacija AES256 algoritma

Na slici 3 je prikazan AES algoritam i to blok za enkripciju (levo) i dekripciju (desno). Za razliku od TDES-a AES nema identičan postupak za ove dve radnje. Kao i kod TDES-a potrebno je primeniti obrnuti redosled ključeva, ali i obrnut redosled operacija u svakoj iteraciji.

Add round key blok predstavlja bitsku xor operaciju na podacima i ključu. *Substitute bytes* vrši zamenu bajtova originalnog podataka tako što na osnovu vrednosti gornja i donja 4 bita bira odgovarajući bajt za zamenu iz *look-up* tabele. *Shift rows* isključivo vrši pomeranje delova podataka koji se enkriptuje. Najsloženiji blok je *Mix columns* i u njemu se vrši množenje i transformacija podataka predstavljenog kao matrica u ograničenom polju.

Formiranje ključa je komplikovanije nego kod TDES-a i zahtevnije u smislu potrebnih resursa jer se intenzivno koristi xor operacija. Pored xor-ovanja radi se i zamena bajtova kao u glavnom delu algoritma. Pošto se xor operacija ponavlja u svakoj iteraciji formiranja ključa, idealan je kandidat za primenu tehnike deljenja resursa i optimizaciju dizajna sa aspekta veličine.



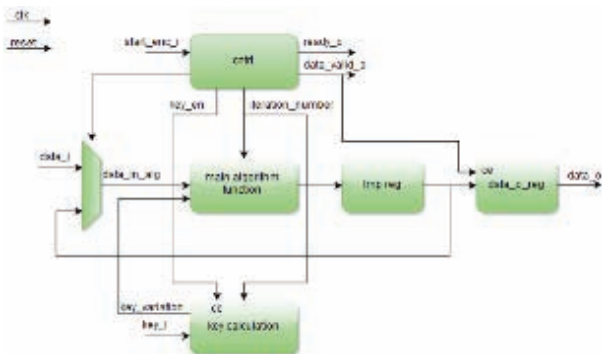
Slika 3. AES enkripcija i dekripcija [1]

5. IMPLEMENTACIJA I VERIFIKACIJA

U ovom poglavlju je ukratko predstavljena hardverska implementacija obe arhitekture i verifikacija na IP i SoC nivou.

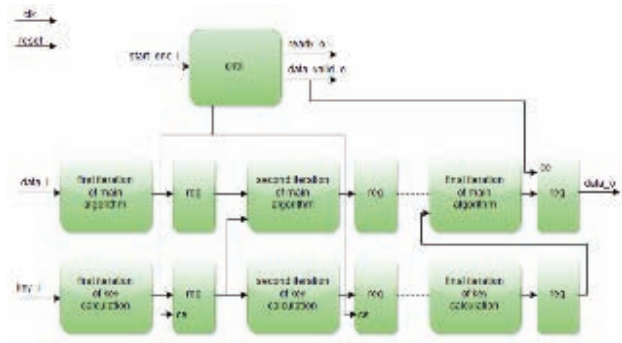
5.1. Implementacija

U nastavku možemo videti blok šeme sekvencijalne i implementacije sa protočnom obradom oba algoritma. Na slici 4 prikazana je sekvencijalna realizacija.



Slika 4. Sekvencijalna implementacija TDES i AES algoritama

Na slici 4 vidimo da je prilikom implementacije korišćena tehnika projektovanja digitalnih sistema kao FSM. Kod ovih implementacija mašina stanja kontroliše rad blokova u *data path*-u, a u našem slučaju računa i vrednosti statusnih signala *ready_o* i *data_valid_o*. U *data path*-u vidimo standardne komponente digitalnih sistema. Tu je multiplekser kojim biramo da li ćemo centralnom delu algoritma proslediti novi podatak sa ulaza ili vrednost predhodne iteracije. Pored multipleksera, koriste se dva registra, jedan za čuvanje međurezultata i jedan izlazni, koji memoriše validan rezultat cele operacije. *Key calculation* sadrži implementacije algoritama sa slike 1 odnosno implementaciju računanja ključa za AES algoritam. U okviru *main algorithm function* bloka su implementirane po jedna iteracija algoritama prikazanih na slikama 2 i 3.

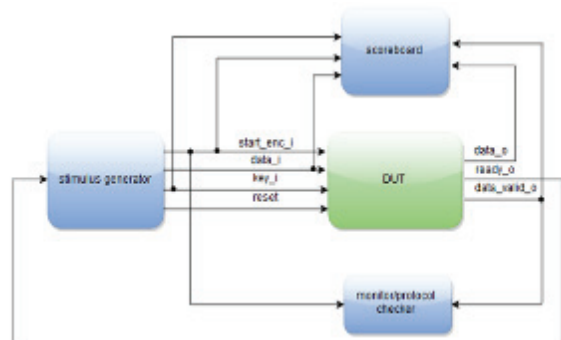


Slika 5. Primena protočne obrade na oba algoritma

Na slici 5 prikazana je implementacija oba algoritma primena protočne obradepodataka. Za razliku od sekvencijalne implementacije, u kojoj imamo realizovanu samo jednu iteraciju algoritma koja se ponavlja, ovde možemo primetiti da su iteracije replicirane potreban broj puta u zavisnosti od algoritma i da su razdvojene memorijskim elementima (registrima). Kontrolna jedinica ima istu ulogu kao i na slici 4.

5.2. Verifikacija

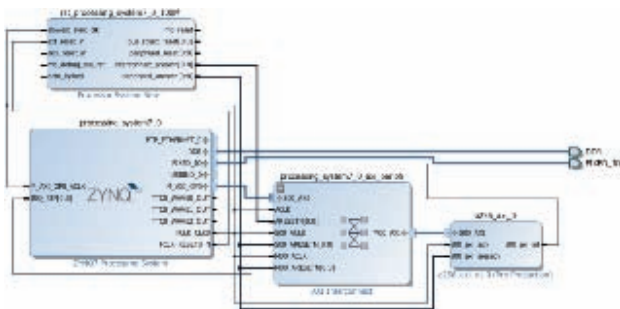
Funkcionalna verifikacija nije rađena po nekoj od standardizovanih metodologija zato što jezgro ne iziskuje napredne mogućnosti jezika specijalizovanih za verifikaciju hardvera, pre svega zbog jednostavnog kontrolnog dela čiji ulaz predstavlja samo jedan jednobitni port. Ipak, na slici 6 vidimo da su bazične komponente današnjih verifikacionih metodologija iskorišćene kako bismo što jednostavnije verifikovali željenu funkcionalnost.



Slika 6. Verifikaciono okruženje

U okviru komponente *scoreboard* su realizovani referentni modeli oba algoritma na najvišem nivou apstrakcije koju dozvoljava VHDL. *Stimulus generator* generiše ulaze (pseudo slučajno) i odgovara (radi kao responder) na signal *ready_o* koji govori kada je DUT spreman da prihvati novi podatak za obradu. *Monitor/protocol checker* vrši proveru zavisnosti *start_enc_i* i *data_valid_o* signala. U okviru *scoreboard*-a su implementirani čekeri koji proveravaju ispravnost rada *data path*-a.

Na narednoj slici prikazan je blok dijagram digitalnog sistema na kome vidimo spregu između implementiranog IP jezgra i *Zynq Processing System*-a.



Slika 7. Prikaz sistema za testiranje

Jezgro je zapakovano pomoću Vivado alata u IP sa AXI interfejsom, a potom je ceo dizajn eksportovan u okviru SDK alata je formiran C kod koji se izvršava na *Zynq Processing System-u* i testira rad našeg jezgra (*a256_axi_0*). C kod prolazi kroz *look-up* tabele test vektora generisanih pomoću Matlab-a, šalje ih jezgru i na kraju ih prima od jezgra i upoređuje sa očekivanim vrednostima. Na ovaj način se proverava osnovna funkcionalnost i povezanost sistema.

6. PRIMER KORIŠĆENJA NA SISTEMSKOM NIVOU

Izabrana platforma je *Zynq-7000* jer ima odličnu podršku od strane korišćenih alata za jednostavnu implementaciju sistema. Na slici 7 vidimo PS (*Processing System*) čije jezgro predstavlja ARM procesor. Pored ovog bloka tu su još i reset kolo kao neizostavno i *AXI Interconnect* blok koji je sprega između PS-a i PL-a (*Programable Logic*) u kojoj je realizovano naše jezgro. Jezgro je ovde *slave* dok je PS *master* što znači da je PS taj koji inicira saobraćaj u okviru sistema. Posle sinteze blok dizajna fajlovi se eksportuju u SDK u kome je moguće implementirati softverski deo softvera koji će se izvršavati na sistemu. Softver može da se piše direktno za sistem ili da se izvršava na operativnom sistemu. U prikazanom slučaju jezgro koristi *AXI4-Lite* protokol što znači da se transfer odvija između registara jezgra i PS-a tako što PS pošalje u registre podatak koji želimo da kriptujemo i potom aktivira jezgro. Po završetku se setuje *interrupt* i PS može da iz registara preuzme obrađeni podatak. Napomenimo i to da je prilikom korišćenja ovog protokola jezgro memorijski mapirano.

7. REZULTATI SINTEZE I VERIFIKACIJA

U tabeli 1 dat je prikaz rezultata sinteze. Prikazane su maksimalne učestalosti estimirane za *Zynq* platformu i broj potrebnih LUT-ova i registara. Jasno možemo uočiti da su sekvencijalne implementacije kompaktnije, ali imaju i preko 50 puta manju propusnu moć u slučaju TDES-a. Pomenimo i da je maksimalna propusna moć TDES-a 1,92GB/s dok je AES-a 2,4-2,88GB/s.

Kada je funkcionalna verifikacija u pitanju, možemo reći da su verifikovani svi slučajevi od značaja i da su svi testovi prošli. Sa stanovišta strukturne pokrivenosti analizirane su „rupe“ u pokrivenosti i ustanovljeno je da su očekivane i ne mogu negativno uticati na funkcionalnost jezgra.

Tabela 1. Rezultati sinteze

ARCH.	LUTs	REG	F max	OP	ALG
Sequential	635	140	190 MHz	Enc	TDES
Pipeline	4649	5856	240 MHz	Enc	
Sequential	788	145	190 MHz	Dec	
Pipeline	4649	5856	240 MHz	Dec	
Sequential	1742	391	140 MHz	Enc	AES
Pipeline	13294	3862	180 MHz	Enc	
Sequential	1719	391	130 MHz	Dec	
Pipeline	16012	3862	150 MHz	Dec	

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljen proces implementacije i verifikacije dva kriptografska algoritma pomoću dve digitalne arhitekture. Potom je predstavljen i primer korišćenja razvijenog IP jezgra u okviru *Zynq-7000* platforme i dati su rezultati sinteze.

U cilju poboljšanja implementiranog IP jezgra moguće je dalje optimizovati implementacije u cilju smanjenja potrebe za resursima. Pored ovoga, moguće je dodavanje novih algoritama jer je interfejs takav da se u njega vrlo lako uklapaju skoro svi algoritmi.

9. LITERATURA

- [1] <http://www.facweb.iitkgp.ernet.in/~sourav/AES.pdf>
- [2] <http://www.fpgadeveloper.com/2014/08/creating-a-custom-ip-block-in-vivado.html>
- [3] <http://www.xilinx.com/training/vivado/managing-vivado-ip-version-upgrades.html>
- [4] <http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips46-3/fips46-3.pdf>
- [5] <http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips197/fips-197.pdf>

Kratka biografija:



Damjan Rakanović rođen je 17.3.1991. u Novom Sadu, Srbija. Osnovnu školu završio u Rumenci, a srednju u Novom Sadu. Osnovne akademske studije završio na Fakultetu tehničkih nauka 2014.god i nakon toga upisao master studije na istom fakultetu. Diplomski-master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Embeded sistemi i algoritmi, odbranio je 2015.god.

**ARHITEKTURA I ETL PODRŠKA SISTEMA ZA ANALIZU STUDENTSKIH ANKETA
AN ARCHITECTURE AND ETL SUPPORT OF THE SYSTEM FOR ANALYSIS OF
STUDENTS' QUESTIONNAIRES**

Nemanja Igić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prezentovano je skladište podataka koje obuhvata četiri vrste studentskih anketa Fakulteta tehničkih nauka, kao i podatke prikupljene sa društvenih mreža i studentskih foruma. Takođe, predstavljen je Extract, Transform and Load (ETL) proces koji vrši punjenje skladišta podataka na osnovu prezentovanih izvora podataka. Potom su dati primeri izveštaja nad skladištem podataka.

Abstract – In this work, a data warehouse is presented, which is based on four different student surveys, issued by Faculty of Technical Science and data gathered from social media and student forums. Also, Extract, Transform and Load (ETL) process is presented, which is used for loading the data warehouse based on presented data sources. Finally, examples of various reports made based on previously mentioned data warehouse are presented.

Cljučne reči: Projektovanje skladišta podataka; ETL proces; Analize velikih količina podataka.

1 UVOD

Glavni zadatak ovog rada je projektovanje i implementacija osnovnih komponenti alata za istraživanje i analizu podataka studentskih anketa čiji je cilj generisanje izveštaja koji će biti od značaja za poboljšavanje obrazovnog procesa FTN-a. U sklopu zadatka ovog rada uključeno je projektovanje, implementacija i punjenje skladišta podataka, čijom strukturom su obuhvaćeni interni i eksterni izvori podataka.

Rad obuhvata opis strukture studentskih anketa koje se izvode na Fakultetu tehničkih nauka (FTN), kao i opis podataka o nastavnom osoblju i predmetima koji se izvode na FTN-u dobijenih sa društvenih mreža i studentskih foruma. Studentske ankete predstavljaju interne izvore podataka FTN-a jer se prikupljanje, obrada i skladištenje podataka dobijenih anketiranjem studenata vrši na FTN-u.

Društvene mreže i studentski forumi predstavljaju eksterne izvore podataka, jer se podaci dobijeni sa tih izvora prikupljaju, obrađuju i skladište van FTN-a. Definisane zajedničke strukture nad obe vrste izvora podataka omogućava oblikovanje izveštaja zasnovanih na širokom spektru informacija o obrazovnom procesu FTN-a iz ugla studenata, što predstavlja dobru osnovu za implementaciju sistema poslovne inteligencije [1].

NAPOMENA:

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

Zadatak predstavlja i implementacija primera izveštaja kojima bi se predstavile moguće analize nad posmatranim skladištem podataka, čijim rezultatima bi se doprinelo poboljšanju obrazovnog procesa FTN-a. Posmatrani izveštaji predstavljaju samo primere mogućih izveštaja a ne kompletno rešenje, i služe kao motivacija za dalji nastavak istraživanja.

Osim uvoda i zaključka ovaj rad ima petodeljaka. U odeljku 2, pod naslovom „Izvori podataka“ dat je opšti prikaz strukture svih tipova anketa, kao i opis strukture eksternih podataka. Odeljak 3, „Šema skladišta podataka“, prikazuje šemu skladišta podataka i opisuje njene karakteristike. U odeljku 4, „ETL proces“, dat je opis transformacija za punjenje ciljnog skladišta podataka na osnovu izvora podataka opisanih u odeljku 2. U odeljku 5, „Izveštajna funkcija sistema“, prezentovani su primeri izveštaja koje je moguće dobiti na osnovu skladišta podataka čija je šema opisana u odeljku 3.

2 IZVORI PODATAKA

Izvore podataka u ovom radu predstavljaju ankete studenata FTN-a, studentski forumi i društvene mreže. U nastavku odeljka opisani su načini prikupljanja i strukture podataka, dobijenih iz ovih izvora podataka. Zatim, data je procena kvaliteta posmatranih podataka.

2.1 Podaci prikupljeni anketiranjem studenata

Na FTN-u vrši se anketiranje studenata na osnovu četiri tipa anketa. Tipovi anketa su: {1} anketa za ocenjivanje učesnika u nastavnom procesu, {2} anketa za ocenjivanje rada univerziteta, fakulteta i njihovih delova (naredna školska godina), {3} anketa za ocenjivanje rada univerziteta, fakulteta i njihovih delova (kraj studija) i {4} anketa za ocenjivanje rada dela studijskog programa. U nastavku dat je opis svih tipova anketa.

Anekte tipa {1} popunjavaju se u poslednjim nastavnim nedeljama svakog semestra (zimskog i letnjeg) na predavnicima iz svih predmeta. Anketa se popunjava pismeno, na predavanju, u unapred određenoj nastavnoj nedelji u semestru, i učestvuju svi studenti koji su trenutno prisutni. Anketa je anonimnog karaktera. Cilj posmatrane ankete je da se izvrši ocenjivanje rada nastavnog kadra (profesora i asistenata) na posmatranom predmetu, kao i da se evidentiraju predlozi za poboljšanje posmatranog predmeta od strane studenata koji popunjavaju anketu.

Ankete tipa {2} studenti popunjavaju prilikom upisa u narednu godinu studija. Svi studenti FTN-a u obavezi da putem Web portala popune anketu ovog tipa u elektronskom formatu. Izvođenje navedene ankete ima za cilj da se pronađu ekstremi, odnosno najlakši i najteži

predmeti u dosadašnjem školovanju studenata, kao i da se obezbede podaci pomoću kojih se vrši ocenjivanje zaposlenih na FTN-u.

Ankete tipa {3} popunjavaju studenti nakon završetka studija. Anketa se sprovodi preko *Web* servisa, kao i prethodna, i strukturirana je na sličan način kao anketa tipa {2}. Jedina razlika između ova dva tipa ankete je što su studenti, koji popunjavaju anketu tipa {3}, već položili sve predmete predviđene planom i programom studijskog programa koji su pohađali, tako da su u mogućnosti da izvrše njegovo ocenjivanje u celini. Zbog sličnosti u strukturi, ove ankete mogu, a ne moraju biti predmet istih analiza. Takođe, analize koje vrše uporedna poređenja podataka prikupljenih analizom aktuelnih studenata i studenata koji su završili studije mogu biti od velikog interesa za razvoj obrazovnog procesa, jer omogućavaju uvid u razmišljanja studenata koji trenutno pohađaju nastavu i onih koji su položili sve predmete.

Ankete tipa {4} popunjavaju studenti na kraju svake školske godine. Studenti su u obavezi da na studentskom *Web* portalu popune u elektronskom formatu ankete u vezi sa svim predmetima koje su položili u tekućoj godini. Podaci anketa čuvaju se u datotekama u *Excel* (*xls*) formatu. Podaci anketa svakog tipa za svaki period anketiranja smeštaju se u zasebne datoteke. Podaci su strukturirani tako da redovi u *Excel* tabeli predstavljaju pojedinačne anketne listove, a kolone stavke ankete posmatranog tipa. Izvršena je anonimizacija podataka, odnosno šifrirani su nazivi studijskog programa, predmeta, kao i imena profesora i asistenata. Šifre nisu konzistentne u svim datotekama, odnosno isti studijski program poseduje drugačiju šifru u različitim datotekama.

2.2 Podaci prikupljeni sa društvenih mreža i foruma

U ovom radu korišćeni su podaci sa društvenih mreža *Facebook* i *Twitter*. Među tim podacima neophodno je pronaći podatke koji su povezani sa relevantnim temama. Na društvenoj mreži *Facebook* posmatraju se grupe koje su otvorene za javnost a povezane su sa posmatranom temom. Pošto je u ovom radu neophodno posmatrati podatke koji su neposredno povezani sa poslovanjem FTN-a, neophodno je pronaći *Facebook* grupe čije su glavne teme usmerene prema fakultetu ili nekom od njegovih studijskih programa. Posmatraju se *Facebook* komentari iz tih grupa koji se tiču nastavnog osoblja, predmeta i studijskih programa. U ovom radu posmatrana je *Facebook* grupa "Fakultet tehničkih nauka - Novi Sad" jer predstavlja zvaničnu grupu marketing tima FTN-a. Sa društvene mreže *Twitter* posmatraju se *tweet*-ovi koji sadrže neke od predefinisanih oznaka, poput naziva predmeta. U ovom radu posmatrani su *tweet*-ovi sa koji sadrže oznaku FTN ili naziv nekog studijskog programa. Sa studentskih foruma se posmatraju ocene nastavnog osoblja po raznim kriterijumima, kao što su komunikacija sa studentima i kvalitet predavanja. Na studentskim forumima dostupni su i komentari o profesorima. U ovom radu posmatran je forum "oceni profesora".

Kao mehanizmi za prikupljanje podataka koriste se različiti radni okviri za preuzimanje sadržaja sa *Web*-a, odnosno *Web Crawler*-i. Njihov zadatak je da sistematično pretraže zadate *Web* stranice i izvuku željene podatke iz njih. U ovom radu u te svrhe korišćen je *Scrapy*. *Scrapy*

predstavlja radni okvir otvorenog koda za pretraživanje sadržaja na *Web*-u implementiran u programskom jeziku *Python*. U ovom radu, izabrane su različite *Facebook* grupe i *Tweet*-ovi sa definisanim oznakama, kao i ocene i komentari koji se odnose na nastavno osoblje Fakulteta tehničkih nauka. Takođe, svi podaci koji su predmet prikupljanja su javno dostupni.

2.3 Procena kvaliteta podataka

Podaci raspoloživi pri realizaciji ovog rada, a dobijeni anketiranjem studenata, sadrže jasno definisanu strukturu kojom je omogućeno projektovanje dela šeme skladišta podataka koji obuhvata strukturu tih podataka kao i implementacija ETL procesa. Pošto su podaci obuhvaćeni anketama u svakom dokumentu različito šifrirani, nemoguće je vršiti analize koje obuhvataju podatke anketa različitih tipova i istorijske podatke, što je bio i jedan od ciljeva ovog rada. Podaci sa društvenih mreža su nestruktuirani što otežava projektovanje skladišta podataka. To proizilazi iz činjenice što je vrlo teško izvršiti verifikaciju i validaciju takve šeme, odnosno utvrditi da li postoje suvišna ili nedostajuća obeležja. Takođe, prilikom projektovanja ETL procesa teško je utvrditi kontekst podataka, odnosno na koje vrednosti tabela dimenzija se ti podaci odnose, jer su u pitanju tekstualni podaci bez jasno definisane forme. Podaci prikupljeni sa društvenih mreža mogu poslužiti u analizama nakon tzv. analize sentimenata u tekstualnim podacima, iako sama analiza sentimenata ne daje u potpunosti tačne rezultate. Podaci prikupljeni sa studentskih foruma imaju jasno definisanu strukturu što omogućava jednostavno projektovanje dela šeme skladišta podataka koji obuhvata strukturu tih podataka. Implementacija ETL procesa predstavljala je rutinski zadatak, pošto studentski forumi imaju jasno definisan kontekst, odnosno poznato je na kog profesora i koji predmet se prikupljeni podaci odnose. Pošto podaci imaju jasno definisanu strukturu, pogodni su za vršenje različitih analiza, iako je nemoguće odrediti vremensku dimenziju tih podataka. U tabeli 2.1. prikazane su ocene pogodnosti izvora podataka za njegovu upotrebu u zadatom procesu. Izabrani procesi su projektovanje šeme skladišta podataka, implementacija ETL procesa i analiza podataka. Ocene uzimaju vrednosti iz intervala [1, 5], pri čemu ocena 5 predstavlja najvišu pogodnost izvora podataka za njegovu upotrebu u zadatom procesu, a ocena 1 najnižu. Studentske ankete sadrže jasno definisanu strukturu, što pojednostavljuje procese projektovanja šeme skladišta podataka i implementacije ETL procesa i iz tih razloga je data ocena 5. Zbog slabog kvaliteta podataka dobijenih anketiranjem studenata, moguće je vršiti analize jedino nad podacima anketa jednog tipa u jednom vremenskom periodu i samim tim nije moguće dobiti kvalitetnije izveštaje u odnosu na one koje se trenutno izvode na FTN-u, zbog čega je u ovom slučaju data ocena 2. Pošto su podaci dobijeni sa društvenih mreža nestruktuirani, projektovanje šeme skladišta podataka je znatno otežano, ali se mogu odrediti obeležja koja su bitna za analizu i iz tog razloga je data ocena 3. Implementacija ETL procesa je otežana jer ne postoji jasnodefinisana forma podataka i moguće su greške prilikom punjenja skladišta podataka, zbog čega je data ocena 2. Pošto su u pitanju tekstualni podaci, analiza takvih podataka je znatno teža od

numeričkih, zbog čega je data ocena 3. Studenski forumi takođe sadrže jasno definisanu strukturu, zbog čega je data ocena 5 u slučaju procesa projektovanja skladišta podataka i implementacije ETL procesa. Pošto u nekim slučajevima nije moguće odrediti vrednost vremenske dimenzije podataka, ocena pogodnosti za proces analize podataka je 4.

proces izvor podataka	projektovanje šeme skladišta podataka	implementacija ETL procesa	Analiza podataka
studentske ankete	5	5	2
društvene mreže	3	2	3
studentski forumi	5	5	4

Tabela 2.1. Ocena pogodnosti izvora podataka za njegovu upotrebu u zadatom procesu

3 ŠEMA SKLADIŠTA PODATAKA

U ovom odeljku dat je detaljan opis šeme skladišta podataka projektovanog na osnovu struktura izvora podataka opisanih u odeljku 2.

Šema skladišta podataka projektovana je prema principima projektovanja baza podataka opisanih u [2]. Cilj projektovanja šeme skladišta podataka je da budu podržani svi tipovi anketa kao i sve strukture eksternih izvora podataka.

Šema skladišta podataka projektovana je na istom nivou granularnosti kao i izvori podataka, zato što su svi prikupljeni podaci relevantni za analize koje su predviđene nad posmatranim skladištem podataka, a količina podataka ne prelazi nekoliko stotina megabajta. Pošto je količina podataka mala, upiti nad posmatranim skladištem podataka izvršavaju se zadovoljavajućom brzinom i samim tim nije potrebno degradirati sistem sniženjem nivoa granularnosti. U slučaju da je odabrana veća granularnost podataka, morala bi se zanemariti velika količina podataka korisnih za analizu.

Šema skladišta podataka koja je predmet ovog rada je tipa sazvežđa, odnosno postoji više činjeničnih tabela koje dele zajedničke dimenzije. Šema poseduje karakteristike pahuljaste šeme jer su hijerarhije dimenzija modelovane putem normalizovane strukture i nije narušena Bojs Kodova normalna forma (BCNF).

Ono što nije karakteristično kod klasičnih šema skladišta podataka, a što je karakteristika ove šeme, je postojanje više tabela činjenica od tabela dimenzija. Razlog tome je što postoji potreba da se prate i analiziraju razni i mnogobrojni parametri poslovanja, a priroda posmatranih podataka ne nameće veliki broj tabela dimenzija.

Od dimenzija u ovom radu posmatrane su dimenzija anketni list, koja sadrži osnovne podatke o studentu koji popunjava anketu, predmet, radnik i vremensku dimenziju. Svaki tip ankete i eksterni izvor podataka predstavljen je jednom činjeničnom tabelom sa izuzetkom tipova anketa {2} i {3} koji su predstavljeni istom činjeničnom tabelom zbog slične strukture i strukture podataka studentskih anketa koji je predstavljen pomoću

dve činjenične tabele jer komentari studenata i ocene koje su davali nisu vezane za iste dimenzije.

4 ETL PROCES

U ovom odeljku dat je opis ETL procesa realizovanog u ovom radu. Prikazane su neophodne transformacije kojima se, na osnovu izvora podataka opisanih u drugom odeljku, puni skladište podataka čija je šema opisana u trećem odeljku.

ETL proces implementiran je u programskom jeziku *Python*. ETL proces projektovan je kao i ETL alati čiji je opis dat u [3]. U ovom radu ETL proces obuhvata podatke anketa svih tipova koji se čuvaju u *Excel* tabelama. Za učitavanje podataka prikupljenih anketiranjem studenata iz *Excel* tabela, korišćena je *Python* biblioteka *Xlrd*, a upis podataka u skladište podataka vršen je korišćenjem *Django* modela. ETL proces implementiran je tako što se izvrši prolaz kroz sve *Excel* tabele i popunjavaju delovi skladišta podataka koji prezentuju pitanja ankete posmatranog tipa, odnosno kolone u *Excel* tabeli. U nastavku odeljka dat je pregled glavnih transformacija koje su primenjene u istraživanju obuhvaćenim ovim radom.

Dimenzija vreme projektovana je na grubljem nivou granularnosti jer se anketiranje studenata obavlja na nivou semestra ili godine. Za vrednosti polja godina uzete su vrednosti iz intervala [2005, 2015], dok broj 1 označava vrednost zimskog semestra, a 2 letnjeg semestra.

Ostale dimenzije popunjavaju se tako što se za svaku toroku iz svake *Excel* tabele se vrši provera da li postoji toroka u posmatranoj dimenziji koja sadrži vrednosti anketnog lista. Ukoliko ne postoji takva toroka, podaci anketnog lista se upisuju u tabelu te dimenzije.

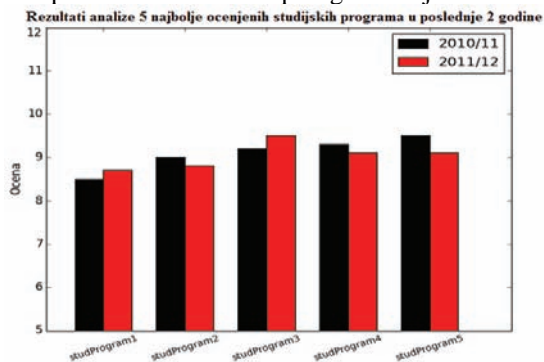
U anketama tipova gde postoje pitanja sa predefinisanim odgovorima poput „da“, „ne znam“, ili „ne“, u skladištu podataka obeležja koja predstavljaju ta pitanja sadrže celobrojne vrednosti, gde se pozitivni odgovori označavaju pozitivnim vrednostima (intenzitet zavisi od sentimenta odgovora), negativni negativnim vrednostima, a neutralni nulom. U slučaju da ne postoje odgovori sa negativnim sentimentom, zadato obeležje sadrži jedino pozitivne i neutralnu vrednost. Isto važi ukoliko odgovori ne sadrže neutralni ili pozitivni sentiment.

Punjenje skladišta podataka vrši se tako što se za svaku toroku zadate *Excel* tabele prvo proveru da li postoje vrednosti u tabelama dimenzija koje sadrži vrednosti anketa posmatranog tipa. Na primer, za toroku *Excel* tabele koja predstavlja vrednosti anketa tipa {1} proverava se da li postoje vrednosti u dimenzijama radnik, anketni list i predmet. U slučaju da ne postoje, unosi se nova toroka u tu dimenziju koja sadrži vrednosti toroke iz *Excel* tabele, a obeležja koja nisu pokrivena kolonama te *Excel* tabele se popunjavaju nedostajućim vrednostima. Nakon toga, vrši se punjenje tabele činjenica kojoj odgovaraju ankete posmatranog tipa. Za svaku toroku *Excel* tabele unosi se nova toroka u tabelu činjenica gde su vrednosti obeležja dobijne direktnim preslikavanjem ili nekom od transformacija koje su navedene u ovom odeljku.

5 IZVEŠTAJNA FUNKCIJA SISTEMA

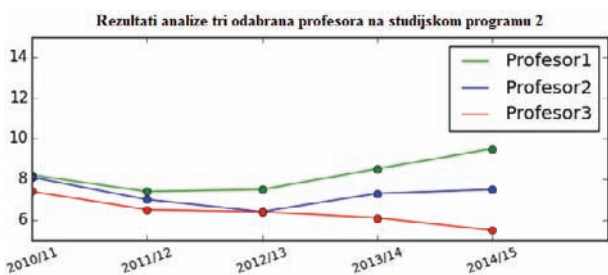
U ovom odeljku data su tri primera izveštaja koja su moguća na osnovu opisanog skladišta podataka.

U prvom izveštaju prikazane su ocene pet najbolje rangiranih studijskih programa u tekućoj godini. U sklopu posmatranog izveštaja vrši se pregled njihovih ocena u posmatranoj godini i godini koja joj je prethodila. Na slici 6.1. prikazani su rezultati prvog izveštaja.



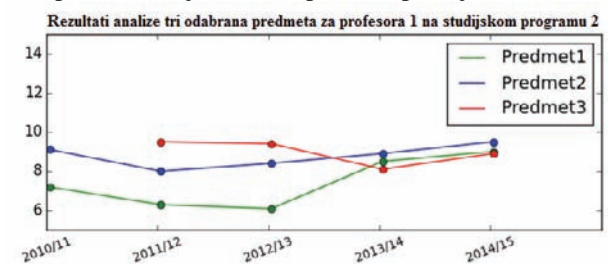
Slika 6. 1. Primer rezultata prvog izveštaja

Na slici 6.2. prikazani su rezultati drugog izveštaja. U drugom izveštaju dat je prikaz uporedne analize troje profesora sa odabranog studijskog programa na osnovu opšte ocene koju su studenti sa tog studijskog programa davali u poslednjih pet godina.



Slika 6. 2. Primer rezultata drugog izveštaja

Na slici 6.3. prikazani su rezultati trećeg izveštaja. U trećem izveštaju dat je prikaz uporedne analize ocena iz svih predmeta koje izabrani profesor predaje.



Slika 6. 3. Primer rezultata trećeg izveštaja

U ovom odeljku prikazan je jedan primer sukcesivnog korišćenja izveštajnih funkcija koje su moguće nad skladištem podataka opisanog u ovom radu. U nastavku istraživanja planirano je pronaći što više grupacija izveštajnih funkcija koje je moguće sukcesivno izvršavati kako bi se što jednostavnije došlo do željenih informacija bitnih za unapređenje obrazovnog procesa fakulteta.

6 ZAKLJUČAK

Ovim radom pokriveno je projektovanje i implementacija šeme skladišta podataka i ETL procesa koji je zadužen za punjenje posmatranog skladišta podataka na osnovu izvora podataka opisanih u drugom odeljku. Takođe, dat

je prikaz primera izveštaja koje je moguće generisati na osnovu skladišta podataka.

Projektovanjem skladišta podataka i njegovim punjenjem već je napravljen iskorak u poboljšanju analiza podataka dobijenih anketiranjem studenata. To proizilazi iz činjenice da skladište podataka pruža mogućnost vršenja analiza zasnovanih na podacima anketa više tipova u intervalu od nekoliko godina. Takođe, primeri izveštaja koji su implementirani u sklopu istraživanja predstavljenog ovim radom su parametrizovani, tako da korisnici mogu generisati velik broj različitih izveštaja zadajući jedino vrednosti parametara.

Skladište podataka takođe pruža jednu tačku pristupa podacima. Podaci anketa svih tipova u poslednjih nekoliko godina, nalaze se na jednom mestu. To omogućava lako praćenje trendova iz poslednjih nekoliko godina.

Za dalji razvoj sistema opisanog u ovom radu, ključno je da se poboljša kvalitet podataka. To bi bilo postignuto tako što podaci ne bi bili anonimizirani, jer bi se na taj način omogućilo lako integrisanje podataka sa podacima iz eksternih izvora. Ukoliko ne bi bilo moguće dobiti realne podatke, za dalji nastavak ovog istraživanja bilo bi ključno da podaci budu anonimizirani na isti način u svim dokumentima. Time bi bilo omogućeno vršenje analiza podataka nad podacima anketaviše tipova za poslednjih nekoliko godina, odnosno bilo bi omogućeno generisanje izveštajasljičnih onima opisanim u odeljku šest, ali u tom slučaju ne bi bilo moguće vršiti analize zasnovane nad podacima i internih i eksternih izvora podataka.

Ukoliko se obezbede podaci željenog kvaliteta, planiran je razvoj alata koji bi pružao mogućnost dobijanja različitih izveštaja zasnovanih na statističim modelima i modelima rudarenja podataka nad skladištem podataka opisanim u ovom radu. Takav alat bio bi korišćen od strane dekana, svih prodekana, kao i administracije FTN-a, kako bi mogli da na jednostavan način posmatraju trendove i dobijaju izveštaje zasnovane na željenim kriterijumima za poslednjih nekoliko godina sa ciljem poboljšanja obrazovnog procesa fakulteta i olakšavanju donošenja odluka na strateškom i taktičkom nivou.

7 LITERATURA

- [1] Jayanthi R: *Business Intelligence: Concepts, Components, Techniques and Benefits*, Journal of Technical and Applied Information Technology, ISSN: 1817-3195, Vol. 9, No. 1, 2009, pp. 060-070
- [2] Mogin P, Luković I, Govedarica M, "Principi projektovanja baza podataka", II izdanje, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004, ISBN: 86-80249-81-5
- [3] Alkis S, Panos V : *A Methodology for Conceptual Modeling of ETL Processes*, DOLAP '02 Proceedings of the 5th ACM international workshop on Data Warehousing and OLAP, ISBN: 978-1581135909, 2002, pp. 014-021

Kratka biografija:



Nemanja Igić rođen je u Novom Sadu 1991. god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2010. god. Bečelor rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2014. god. Trenutno je u procesu pisanja master rada iz iste oblasti.

CLOUD ARHITEKTURA ZA RAZVOJ MOBILNIH IGARA UZ OSLOMOTAC NA GOOGLE APP ENGINE PLATFORMU**GOOGLE APP ENGINE BASED CLOUD ARCHITECTURE FOR MOBILE GAME DEVELOPMENT**

Miloš Simić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RACUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljena cloud arhitektura za razvoj mobilnih igara. Arhitektura je zasnovana na Google App Engine platformi i omogućava integraciju sa drugim Google servisima.

Abstract – This paper presents software architecture for mobile gamedevelopment. The architecture is based on Google App Engine platform and enables integration with other Google services.

Ključne reči: role-playing games, cloud computing, Google App Engine, mobile computing, Android

1. UVOD

Istorija video igara počinje 1950. godine kada kroz istraživanja na univerzitetima kreće razvoj video igara [1]. Međutim, video igre neće doživeti komercijalni uspeh sve do 1970-ih i 1980-ih kada su se pojavile prve video igre, igračke konzole i računarske igre koje se mogu igrati na kućnim računarima. Prva interaktivna igra je „Tennis for Two“ razvijena 1958. godine na osciloskopu od strane nuklearnog fizičara Wiliijama Higinbotama (William Higinbotom). Nju je pratila igra Spacewar! razvijena 1961. godine za PD1 računar na MIT-u. Ove igre nisu doživele veliki uspeh pre svega zbog specifičnog hardvera koji je bio potreban za igru. Sedamdesetih godina pojavile su se prve arkadne igre, od kojih je najpoznatija Pong razvijena od strane kompanije Atari. 1980-ih i 1990-ih pojavljuju se igračke konzole kompanija Sony (Sony Playstation) i Nintendo (Nintendo NES) i igre za te konzole različitih žanrova. Sredinom 1980-ih pojavljuju se prve igre za PC platformu i DOS operativni sistem. Međutim, problem su izazvali nedostatak hardvera, drajvera za zvuk i video i tehničko znanje koje je bio potrebno za konfiguraciju. Najpoznatija igra iz ovog perioda je svakako Doom. Tek 1995. godine, kada je Microsoft izdao DirectX, razvoj igara uzima maha. Već u prvoj deceniji 2000-ih godina, PC igre doživljavaju preporod. Menjaju se kako sa vizuelne strane, tako i sa strane softverske arhitekture. Razvijaju se razni žanrovi igara prvenstveno namenjeni za jednog igrača. Pojavom massively multiplayer online roll-playing game (MMORPG) igara, i drugih igara koje se igraju preko interneta i okupljaju veći broj igrača, dolazi do drastične promene softverske arhitekture igara. Igre se više ne izvršavaju samo na računaru igrača. U poslednjoj deceniji sve veću popularnost stižu igre za mobilne platforme, čime su softverske arhitekture ponovo stavljene na test.

NAPOMENA:

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

U nastavku ovog odeljka dat je prikaz roll-playing igara sa opisom najpoznatijih podvrsta i njihovih karakteristika. Drugo poglavlje opisuje Google App Engine cloud platformu i Android mobilnu platformu kroz prikaz njihovih softverskih arhitektura i komponenti koje se koriste za razvoj aplikacija. Treće poglavlje opisuje dizajn i implementaciju rešenja kroz softverske arhitekture frontend i backend (mobilne) aplikacije. Ovo poglavlje takođe prikazuje dizajn igrice igre. U četvrtom poglavlju iznose se zaključci i pravci daljih istraživanja i razvoja.

1.1. Roll-playing igre

Roll-playing game (RPG) [2] igra je vrsta igre u kojoj igrači dobijaju uloge imaginarnih likova. Igrači pritom preuzimaju punu odgovornost za akcije koje mogu različito realizovati – glumom, kroz proces strukturiranog odlučivanja, itd. Svaka pobeda ili poraz, kao ishodi akcija, utiču na rezultat igre u celini. Ove igre obično imaju sistem pravila i nastoje da eliminišu ili potpuno izbace upotrebu kockica za igru ili drugih elemenata koji unose slučajnost. Inicijalno su se realizovale kroz dijalog i igrice oko mape na stolu, zbog čega ova vrsta RPG igara nosi naziv tabletop RPG. Prva komercijalno popularna igra iz ovog žanra je Dungen & Dragons (DnD). U RPG igrama pojavljuju se likovi koje igrači mogu kontrolisati i za čije akcije su odgovorni. Likovi koje igrači ne mogu kontrolisati (non-player character - NPCs) kontrolisani su od strane game master-a ili game engine-a. Oni mogu biti protivnici likovima koje igrači kontrolišu. U ovom obliku igranja pojavljuje se game master (GM). GM je neko ko odlučuje o pravilima igre i ko presuđuje da li igrači igraju po pravilima igre. U tabletop RPG igrama GM je jedan od učesnika igre, dok u video igrama ovu ulogu ima game engine. Pored tabletop RPG postoji još nekoliko vrsta RPG igara:

- Live action roll-playing game (LARP) – igrači fizički izvode akcije koje su dozvoljene njihovim likovima,
- Single player RPG – igrač samostalno igra igru kroz ulogu kreiranog lika, uglavnom na svom računaru,
- Massively multiplayer online roll-playing game (MMORPG) – spaja RPG igre i multiplayer online games (igre za više igrača koje se igraju preko interneta) tako što omogućava velikom broju igrača da intereaguju unutar sveta u kome se igra odvija. Kao i svi drugi oblici RPG igara, i u MMORPG igrama igrači kreiraju svoje likove i izvode akcije dozvoljene kreiranim likovima. Ovaj tip RPG igara se od ostalih razlikuje po velikom broju igrača. Svet u kom se igra odvija obično se razvija od strane

izdavača igre i dok je igrač nije aktivan u igri. MMORPG igre preuzimaju temu iz fantasy sveta koji je prvenstveno popularisao DnD. Za razliku od single player RPG igara, ova vrsta ima socijalnu komponentu i omogućava igračima komunikaciju iako nisu fizički prisutni na istom mestu. Igre se izvodi se online, a igrači igraju u saradnji jedni sa drugima. Poslednje decenije ovakva vrsta igre je izuzetno popularana.

1.2. Cloud computing

Cloud computing je poslovni model i model softverske arhitekture koji omogućava mrežni pristup deljenim računarskim resursima [4]. To mogu biti fizički resursi (računari, aktivna mrežna oprema), softveski resursi (web server, aplikacioni server i server za upravljanje bazama podataka), aplikativni softver i podaci. Provajderi nude različite vrste usluga koje se mogu prikazati kao stack koji čine:

1. Infrastructure as a service (IaaS) – osnovni resursi koji se nude su fizičke ili virtuelne mašine i druga oprema. Da bi pokrenuli svoje aplikacije, korisnici moraju sami instalirati, konfigurisati i održavati operativni sistem i prateći softver;
2. Platform as a service (PaaS) – platforma koja obično uključuje operativni sistem, izvršno okruženje za razne programske jezike, prateće biblioteke, web server i sistem za upravljanje bazama podataka;
3. Software as a service (SaaS) – model u kojem korisnik dobija pristup aplikativnom softveru, a provajderi upravljaju hardverom i sistemskim softverom i serverima na kojima se izvršava aplikativni softver.

1.3. Mobilne platforme

Mobilni uređaji su prenosivi uređaji dimenzija koje im omogućavaju da stanu u šaku [5]. Prva asocijacija na mobilne uređaje su mobilni telefoni ili tablični računare, ali pored njih postoje i namenski uređaji (GPS prijemnici, fotoaparati, kamere, itd.) i wearables (satovi, naočari, itd.). Osnovne karakteristike ovih uređaja su:

- **Prenosivost** – mobilni uređaji su po svojoj prirodi prenosivi i obično mogu da stanu u šaku. Ove karakteristike ih čine izuzetno popularnim kod ljudi koji su često u pokretu;
- **Ograničeni resursi** – zbog svojih fizičkih karakteristika, ovi uređaji imaju ograničene hardverske resurse kao što su centralni procesor, memorija, izvor električne energije, itd. Ova ograničenja dolaze do izražaja zato što aplikacije koje se na njima izvršavaju postaju sve zahtevnije i obrađuju sve više podataka;
- **Senzori**, kao što su senzori pozicije, kretanja i okoline čini mobilne uređaje popularnim zbog dodatnih funkcije i olakšane interakcije sa korisnicima;
- **Bežične komunikacije** (Wi-Fi i mobilna mreža) omogućavaju korisnicima koji su u pokretu da pristupe internetu;
- **Korisnički interfejs** koji koristi ekran osjetljiv na dodir, senzore i prepoznavanje i sintezu govora interakciju sa uređajem čini lakšom u mnogim situacijama.

2. GOOGLE APP ENGINE I ANDROID

U ovom odeljku biće opisan Google App Engine, arhitektura sistema i servisi koje on nudi. Takođe, biće dat prikaz Android platforme i skup komponenti koje poseduju Android aplikacije.

2.1. Google cloud servisi

Google cloud servisi omogućavaju da se aplikacije razvijaju sa istim softverskim tehnologijama i u istom razvojnom okruženju koje koristi i sam Google. Podeljeni su u nekoliko kategorija koje grupišu srodne servise. U daljem tekstu biće opisani samo App Engine [6], Google Cloud Endpoints [6] i Datastore [6], moduli korišćeni u implementaciji igre opisane u ovom radu. Kompletan spisak može se naći u [7]. Prethodno navedeni servisi su nezavisni jedan od drugog. Potrebno ih je povezati u celinu da bi radili sinhrono sa aplikacijom koja se jednim delom izvršava unutar App Engine okruženja, a drugim delom na klijentskim (web, mobilnim ili desktop) aplikacijama.

2.1.1. App Engine

Google App Engine je PaaS orijentisana softverska arhitektura koja omogućava izradu i pokretanje aplikacija direktno na Google infrastrukturi. Aplikacije se na ovaj način lakše održavaju jer korisnici ne moraju da vode računa o hardveru i opterećenju, lako se skaliraju pri povećanju saobraćaja ka serveru ili pri povećanju količine podataka koje je potrebno obraditi. Google App Engine podržava aplikacije pisane u više programskih jezika. Trenutno su podržani:

- **Python**: App Engine koristi brz Python interpreter i standardne Python biblioteke;
- **Java**: App Engine podržava aplikacije razvijane za Java platformu;
- **PHP**: App Engine podržava standardan PHP i
- **Go**: Omogućava izvršavanje Go programski kod preveden na ciljnu platformu

Google App Engine čini jednostavnim razvoj, testiranje i puštanje u produkciju aplikacija napisanih u ovim programskim jezicima. Pri tome aplikacije mogu da se izvršavaju pri velikom opterećenju. Ovo okruženje omogućava:

- Skladištenje podataka uz podršku za transakcije i napredne funkcije pretrage;
- Automatsko skaliranje i balansiranje opterećenja;
- Izvršavanje asinhronih zadataka;
- Zakazivanje izvršavanja zadataka u određeno vreme ili u pravilnim vremenskim intervalima;
- Integraciju sa Google Cloud servisima

Aplikacije se izvršavaju u sigurnom i razdvojenom (eng. *sandboxed*) okruženju. App Engine distribuira zahteve na više servera kako bi omogućio automatsko balansiranje opterećenja.

2.1.2. Cloud Endpoints

Cloud Endpoints platforma sastoji se iz programskih biblioteka i alata koji olakšavaju klijentskim aplikacijama da se povežu sa App Engine aplikacijom koja izvršava poslovnu logiku. Funkcionalnosti su dostupne klijentima (Android, iOS ili Chrome) preko Endpoints servisa koji je implementiran kao *RESTful* servis.

2.1.3. Cloud Datastore

App Engine Datastore je visoko skalabilna NoSQL [8] baza podataka. Datastore se automatski skalira i omogućava automatsku replikaciju podataka. Pored toga, podržava ACID transakcije, SQL-like upite i indeksiranje podataka. Podrazumevani repozitorijum koji se koristi za skladištenje podataka je High Replication Datastore (HRD) [9]. HRD replicira podatke pomoću Paxos algoritma [10]. Datastore sadrži objekte koji se zovu entiteti (eng. entities). Entitet sadrži jedno ili više polja (eng. property) jednog od ugrađenih ili korisničkog tipova podataka. Moguće je napraviti i korisnički tip podataka koji nastaje kombinacijom prostih tipova podataka kao što su string, integer, float i složenih tipova podataka kao što su reference na entite, liste entiteta i geoprostorni tip podataka. Svaki entitet identifikovan je vrstom (eng. kind) i ključem (eng. key). Vrsta kategorizuje entitet za potrebe upita (eng. query), a ključ ga jedinstveno identifikuje u okviru vrste.

2.2. Android

Android je jedna od distribucija GNU/Linux operativnog sistema zasnovana na Bionic C biblioteci. Jezgro operativnog sistema razvijeno je na C/C++ programskom jeziku. Aplikacije se razvijaju u Java programskom jeziku. Do verzije 5.0 su se izvršavale na Dalvik virtuelnoj mašini, Java virtuelnoj mašini prilagođenoj mobilnim uređajima, koristeći Apache Harmony biblioteku. Od verzija 5.0 izvršavaju se na ART (Android Runtime) virtuelnoj mašini. Android donosi multitasking (mogućnost pokretanja više procesa i više niti) i izolovanje (eng. sandboxing) aplikacija koje mogu da komuniciraju jedino preko deljene memorije. Svaki drugi pokušaj je onemogućen od strane operativnog sistema.

3. SPECIFIKACIJA DIZAJNA I IMPLEMENTACIJA

Igra implementira MMORPG model igara (odjeljak 1.1). Od sličnih igara preuzeti su određeni elementi koji su izmenjeni u skladu za konceptom igre:

- *Blackmarket*, mesto gde igrači mogu trgovati sličan načinu na kome funkcioniše *auction house* u igri *World of Warcraft*, sa osnovom razlikom da se ovde vrši samo prodaja (licitiranje trenutno nije moguće).
- Elementarne zadatke i napade (elektronske upade) na imaginarnu objekte igra je preuzela od Watch Dogs igre. Razlika je u broju objekata koji se mogu napasti i svetu u kom se igra odvija.
- Igra kombinuje realan svet sa dodatkom imaginarnih elemenata. Ovaj deo preuzet je od Ingress-a sa osnovom razlikom da se u igri vidi realna mapa, dok je Ingress koristi imaginarnu mapu.

3.1. Gameplay

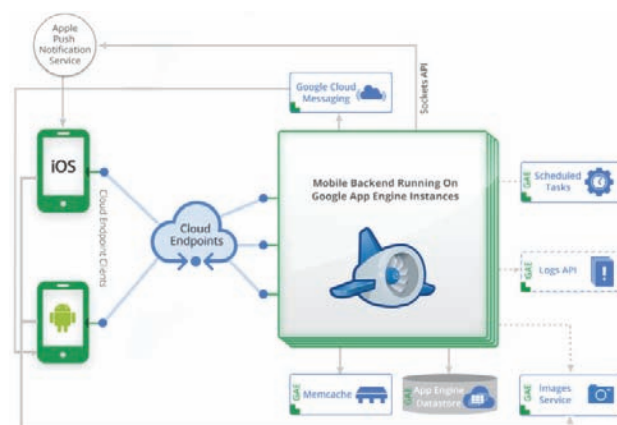
Pošto je igra smeštena u realan svet, nema potrebe za otključavanjem delova sveta kroz rešavanje zadataka. To znači da igra nema linearnu radnju koju igrač mora da prati rešavajući unapred definisane zadatke u unapred definisanom redosledu. Igra razlikuje dva osnovna elementa, igrača (agents) i elemente u igru (objects), imaginarnu elektronske uređaje koji su povezani na internet i koje u većoj ili manjoj meri kontroliše potivnik. Ovi uređaji su podeljeni u dve kategorije:

1. Objekti manjih dimenzija – takvi objekti mogu se preneti i aktivirati na drugom mestu (kamere, mikrofonoi, dronovi, itd.)
2. Objekti većih dimenzija – ovi uređaji ne mogu se preneti od strane igrača (data centri, elektrane, telefonske centrale, itd.)

Igrači mogu trgovati uređajima koji nisu aktivirani, ali i komunicirati u igri koristeći *chat* mehanizam.

3.2. Dizajn serverske strane

Serverska aplikacija implementirana je uz oslonac na cloud arhitekturu (odjeljak 2.1). Korišćena je preporučena Google arhitektura za razvoj mobilnih igara na App Engine-u (slika 1). Za razvoj je korišćen Python programski jezik. *Datastore* bazi podataka pristupno je preko NDB API-a. Model sadrži klase *UserModel*, *ImageModel*, *ItemModel* i *BlackmarketModel*.



Slika 1. Preporučena arhitektura backend aplikacije za mobilne aplikacije i igre

Backend aplikacija se izvršava unat App Engine cloud platforme i raspoređena je u tri dela. Prvi deo čini Google Cloud Endpoints sloj, čija je namena lakša komunikacija klijenata sa backend aplikacijom. Drugi deo čini backend aplikacija, koja je zadužena za svu poslovnu logiku. Treći deo čini Google Cloud Datastore. Namena ovog sloja je da trajno skladišti podatke koje aplikacija dostavi. Sa aplikacijom komunicira preko NDB API-a. Koristi dodatne servise za slanje mail-ova, zakazivanje izvršavanja zadataka, keširanje sadržaja i osnovne operacije nad slikama.

3.3. Dizajn klijentske strane

Klijentska strana aplikacije razvijena je za mobilne platform (odjeljak 1.2) i uz oslonac na Android platformu (odjeljak 2.2). Komponente aplikacije su: aktivnosti, prijemnici poruka i pozadinski servisi. Koristeći pozadinske servise, igra bez ometanja korisnika poziva servise backend aplikacije i Google servise. Pozadinski servisi zaduženi su za sinhronizaciju sadržaja sa bazom podataka na serveru, prijem poruka koje GCM servis šalje klijentu, i za slanje podataka *Google Analytics* servisu.

4. ZAKLJUČAK

MMORPG računarske igre su smeštene u virtuelni svet. Taj svet ne sastoji se samo od igrača, već i od elemenata igre koji nisu živi. Igra i virtuelni svet nastavljaju da evoluiraju čak i kada igrač nije aktivan.

Igra opisana u ovom radu spaja MMORPG žanr računarskih igara sa realnim svetom kome dodaje elemente virtuelnog sveta.

Implementirana je uz oslonac na App Engine i Android platforme. App Engine je PaaS servis i platforma za razvoj softvera koja omogućava razvoj aplikacija u nekoliko popularnih jezika, pristup NoSQL bazi podataka i korišćenje servisa koji olakšavaju razvoj distribuiranih mobilnih aplikacija. Android je najpopularnija mobilna platforma za razvoj softvera koja podržava veliki broj mobilnih (i drugih) uređaja. Zasnovana je na Java platformi.

U radu je opisana softverska arhitektura za razvoj mobilnih igara preporučena od strane Google-a i implementacija programskog rešenja koje se oslanja na Google App Engine cloud i Android mobilnu platformu. Predstavljene su funkcije Google App Engine servisa i njihova uloga u softverskoj arhitekturi, kao i ograničenja koja se nameću prilikom razvoja mobilnih igara uz oslonac na ove servise.

Dalji rad na tehničkom unapređenju aplikacije odnosi se na uvođenje zaštitnog sloja i autentifikaciju poziva servisa uz korišćenje OAuth 2.0 protokola. Takođe, jedan od potencijalnih pravaca budućeg razvoja je i podrška za augmentovanu realnost. Na taj način bi korisnici mogli da „vide“ uređaje koje žele da napadnu ili aktiviraju, a koji se nalaze u blizini njihove trenutne lokacije. Ovaj tip interakcije mogao bi se implementirati na namenskom hardveru (npr. Google Glass) ili na mobilnim uređajima sa Android platformom uz upotrebu ekrana, kamere i softvera za podršku augmentovanoj realnosti.

Igrivosti se može povećati kroz dodavanje elementarnih „hakerskih“ zadataka umesto probablističke funkcije, udruživanje igrača u zajednice (eng. guild) i takmičenje pojedinačnih igrača i zajednica kroz sistem dostignuća (eng. achievement).

5. LITERATURA

- [1] J. Radoff, “*History of Social Games*“, 2010, <http://goo.gl/kQxPt4>, pristupljeno 30.09.2015
- [2] J. Peterson, “*Playing the World*“, Unreason Press, 2012. ISBN 978-0615642048
- [3] A. Craig, “*Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications*“, Morgan Kaufmann, 2013. ISBN 978-0240824086
- [4] P. Mell, T. Grance, “*The NIST definition of Cloud, U.S Department of Commerce*“
- [5] S. Poslad, “*Ubiquitous Computing Smart Devices, Smart Environments and Smart Interaction*“, Wiley, 2009. ISBN 978-0-470-03560-3
- [6] D. Sanderson, “*Programming Google App Engine with Python*“, O’Reilly, 2015. ISBN 978-1-4919-0025-3
- [7] Google App Engine cloud services, <https://goo.gl/aaYDoP>, pristupljeno 30.09.2015
- [8] Oracle, “*NoSQL Database for Mobile Social Gaming*“, Oracle,
- [9] High Replication Datastore (HRD), <https://goo.gl/IWGE3S>, pristupljeno 30.09.2015
- [10] T. Chandra, R. Griesemer, J. Redstone, “*Paxos made live*“, 2007.

Kratka biografija:

Miloš Simić rođen je u Loznici 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Softversko inženjerstvo odbranio je 2015.god.

IMPULSNO – ŠIRINSKI MODULATOR SA AXI4 – LITE INTERFEJSOM**PULSE - WIDTH MODULATOR WITH AXI4 – LITE INTERFACE**Stefan Mijić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je razvijena i projektovana arhitektura za PWM (Pulse Width Modulation – impulsno širinska modulacija) perifernu jedinicu sa AXI4 – Lite interfejsom. Projektovanje je urađeno na RTL nivou uz pomoću VHDL jezika. Periferija je implementirana na FPGA integrisanom kolu. Rad takođe obuhvata funkcionalnu verifikaciju i testiranje periferije u realnim uslovima upotrebe korišćenjem Zedboard razvojnog sistema.

Ključne reči: PWM, RTL, VHDL, FPGA, Zynq, Zedboard

Abstract – In this paper, architecture for the PWM (Pulse Width Modulation) peripheral unit with AXI4-lite interface was developed and designed. The design was done on an RTL level using VHDL language. Periphery was implemented on an FPGA integrated circuit. The paper also includes functional verification and testing of periphery in real time conditions of usage, using Zedboard development system.

Key words: PWM, RTL, VHDL, FPGA, Zynq, Zedboard

1. UVOD

Jednostavnost i efikasnost PWM modulacije glavni su razlozi zbog kojih je ova modulacija danas veoma korišćena na polju energetske elektronike. Razvojem kvalitetnih prekidačkih komponenti, digitalnog upravljanja i digitalne elektronike, tačnije mikroprocesora, javlja se potreba za PWM modulatorima koji imaju velike prekidačke učestanosti uz prihvatljiv broj koraka tj. preciznost. Realizacija softverskog PWM modulatora sa ovakvom karakteristikom je izvodljiva ali nije od velikog praktičnog značaja. Razlog ovome jeste da ne želimo poseban procesor u sistemu koji radi na visokoj učestanosti i pri tome služi samo za softversko generisanje modulacije. Ovakvim rešenjem dolazimo do nepotrebnih troškova i nepotrebnog povećanja kompleksnosti sistema čime naš sistem postaje nepouzdaniji i podložniji greškama. Logično rešenje u ovom slučaju predstavlja hardverska realizacija PWM modulatora. Ovakvim pristupom dobijamo namensku konfigurabilnu hardversku jedinicu tj. periferiju koja za primarni zadatak ima PWM modulaciju referentnog signala.

Ovaj rad ispituje mogućnosti realizacije upravo jedna takve periferije koja predstavlja višekanalni PWM modulator. Periferija treba da podržava izmenu parametara modulacije u toku rada tj. dinamičku promenu

NAPOMENA:

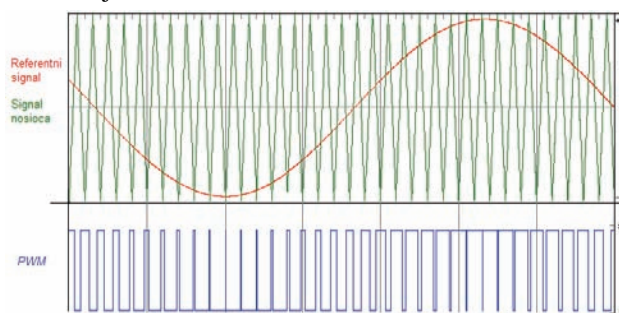
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ivan Mezei, docent.

parametara modulacije. Broj kanala i opseg parametara modulacije periferije treba da bude statički i da se određuje prilikom njene implementacije u okviru sistema.

2. PWM MODULACIJA

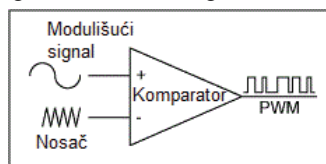
Danas najčešće varijante PWM modulacije koje srećemo su CBPWM (Carrier Based Pulse Width Modulation – impulsno širinska modulacija zasnovana na nosećem signalu) i SVPWM (Space Vector Pulse Width Modulation – impulsno širinska modulacija prostornim vektorom) prikazanim u [1]. Osvrnucemo se na oba tipa modulacije, sa naglaskom na CBPWM.

Prvi razvijeni tip PWM modulacije predstavlja CBPWM. Ova tehnika je danas u upotrebi i veoma je popularna zbog svoje jednostavnosti. Modulacija funkcioniše na principu generisanja nosećeg signala određene učestanosti i poređenje istog sa referentnim tj. modulišućim signalom. Ako nije drugačije naglašeno, dalje u radu će se pod terminom PWM zapravo misliti na CBPWM tip modulacije.



Slika 2.1: Primer PWM modulacije sa trouganim nosiocem

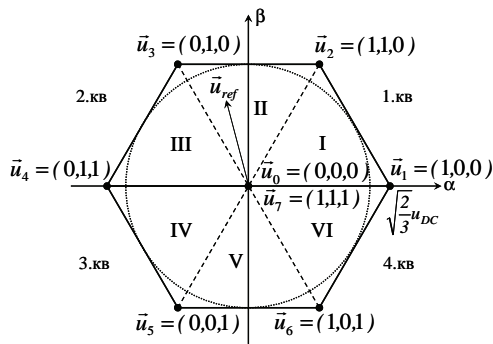
Kako bi lakše sagledali proces modulacije, slika 2.1 prikazuje jedan primer. Kao referentni signal se koristi signal sinusnog oblika, noseći signal ima oblik trougla.



Slika 2.2: Principijalno rešenje PWM modulatora

Izgled modulisanog signala je prikazan ispod i nazvan je PWM. Vidimo da kada je referentni signal veći od nosioca, PWM signal ima visoku vrednost. Ideja realizacije CBPWM – a je prikazana na slici 2.2.

SVPWM predstavlja drugu tehniku modulacije koju ćemo ukratko objasniti. Ovaj vid modulacije se primenjuje kod generisanja trofaznih PWM sinusa. Razvijen je za izvršavanje na mikroprocesorima i optimizovan je da smanji broj nepotrebnih prekidanja prekidača.



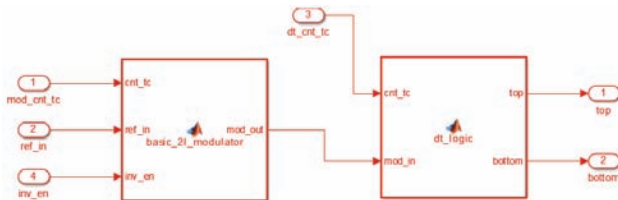
Slika 2.3: Stanja izlaza trofaznog SVPWM modulatora prikazana u $\alpha\beta$ ravni

Postoji 6 ne nultih i dva nulta prostorna vektora. Ovi vektori predstavljaju sekvence prekidača u trofaznom invertoru. Vidimo da su date vrednosti za 3 prekidača jer ostali imaju invertovane vrednosti te nema potreba davati sekvence od 6 prekidača. Ovde važi ista priča o kašnjenju uključivanja prekidača za period mrtvog vremena. Referentni signal je dat rotirajućim vektorom u_{ref} . Ovaj vektor dobijamo preslikavanjem trofaznih napona u $\alpha\beta$ ravan, slika 2.3. Sekvence prekidača se generišu na sledeći način. U_{ref} se prelikava na susedne vektore. Ako jedno vreme držimo jednu susednu sekvencu pa posle jedno vreme drugu susednu sekvencu, dobićemo srednju vrednosti koja je ustvari u_{ref} . Ukupno vreme trajanja jedne i druge susedne sekvence mora biti manje od polovine periode. Tokom druge polovine periode aktivan je jedan od nultih vektora.

3. REALIZACIJA PWM PERIFERIJSKE JEDINICE

3.1. Specifikacija

Specifikacija proističe iz Simulink modela prikazanog na slici 3.1.



Slika 3.1: Simulink model PWM modulatora

Poseduje četiri ulaza i dva izlaza. Ulazi imaju sledeće značenje:

mod_cnt_tc – ulaz na koji se dovodi maksimalna vrednost brojača koji služi za generisanje nosećeg signala modulatora određene učestanosti,

ref_in – ulaz na koji se dovodi referentni odnosno modulišuci signal,

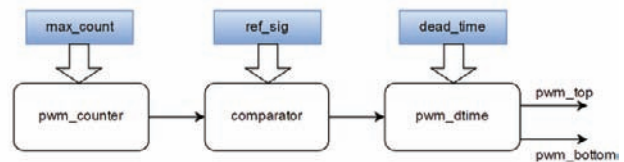
dt_cnt_tc – ulaz na koji se dovodi maksimalna vrednost brojača koji služi za generisanje mrtvog vremena,

inv_in – ulaz na koji se dogodi kontrolni signal za invertovanje izlaza.

Vidimo da je model zamišljen tako da svaki PWM kanal ima dva izlaza kako bi se preko njih direktno upravljalo komplementarnim prekidačkim parom npr. jedne grane invertora. Tako izlaz **top** koristimo za kontrolu rada gornje prekidača, a izlaz **bottom** za kontrolu rada donjeg prekidača komplementarnog para.

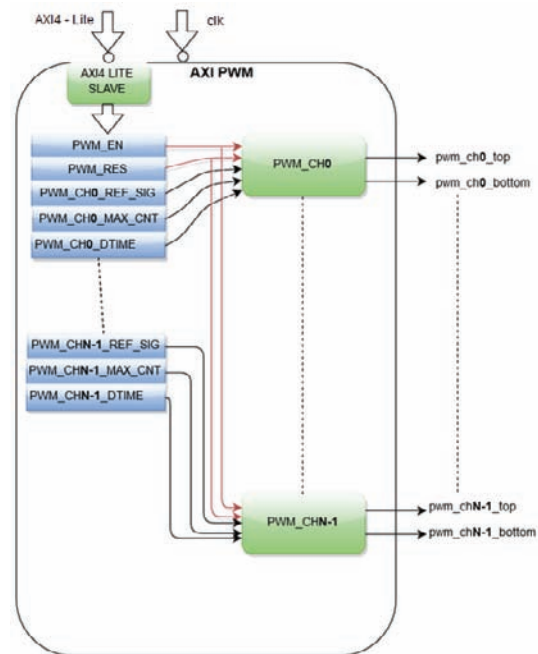
3.1. Arhitektura i realizacija periferije

Slika 3.1 predstavlja prvi korak razvoja arhitekture periferije. Osnovna ideja je proistekla iz [2]. Vidimo da su jasno definisani funkcionalni blokovi kao i potrebni registri koji su naznačeni plavom bojom. Blokovi nazvani **pwm_counter** i **comparator** zajedno predstavljaju **basic_2l_modulator** blok, a **pwm_dtime** blok predstavlja **dt_logic** blok sa slike 3.1. Autor je smatrao da se deljenjem **basic_2l_modulator** bloka na dva gradivna pod bloka postiže vidljivija razlika pri samoj realizaciji i daljem unapređenju kao i održavalju periferije.



Slika 3.1: Funkcionalni blokovi jednog kanala PWM modulatora

Kontrola periferije se svodi na dva kontrolna signal. To su **RST** i **EN** signali. **RST** predstavlja sinhroni reset, a **EN** enable (omogućavanje rada) cele periferije. Ova dva kontrolna signal su globalna u okvirima periferije te se stoga mora napomenuti da promena vrednosti jednog od ova dva signala ima efekat na sve kanale u okviru PWM modulatora. Predstava ovih signala će takođe biti pomoću konfiguracionih registara. Primećujemo da periferija nema nikakve povratne informacije koje treba se skladište negde već za cilj ima generisanje signala **pwm_top** i **pwm_bottom** na pinovima integrisanog kola.

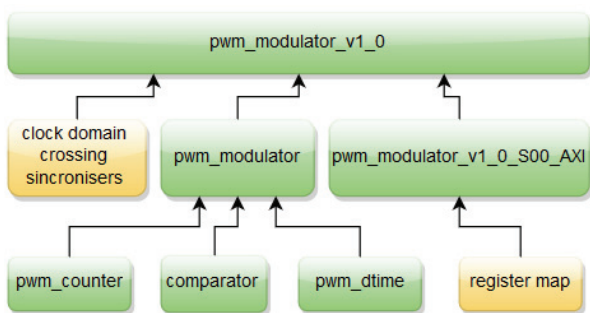


Slika 3.2: Arhitektura PWM modulator periferije ($N_{max} = 16$)

Zbog ove osobine svi registri koje periferija poseduje služe samo za upis vrednosti konfiguracionih i kontrolnih signala gledajući sa strane korisnika periferije. Konačna predložena arhitektura je prikazana na 3.2.

Na osnovu arhitekture pristupilo se projektovanju periferije. Korišćen je VHDL (Very High Speed

Integrated Circuit Hardware Description Language – jezik za opis kola na brzim integrisnim kolima) jezik za opis hardvera. Projektovanje je urađeno u više nivoa hijerarhije koju možemo videti na slici 3.3.



Slika 3.3: Hijerarhija dizajna PWM periferije.

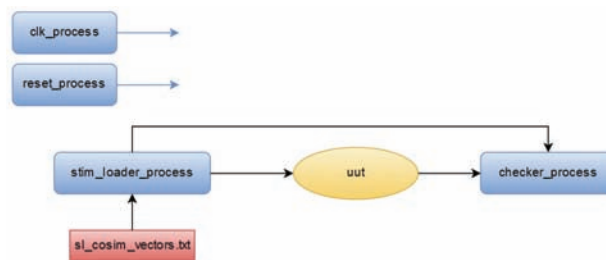
Opis svih projektovanih modula ćemo početi od najnižeg nivoa hijerarhije ka najvišem nivou. Modul `pwm_counter` predstavlja realizaciju nosećeg signala *PWM* modulacije. Realizovan je kao brojač napred/nazad iz čega zaključujemo da je noseći signal trougaonog oblika. Ovaj brojač broji do polovine maksimalne vrednosti, koja je upisana u *MAXCNTN* registar *N*-tog kanala, unapred, a nakon toga broji unazad do nule. Zajedno sa comparator modulom čini *PWM* modulaciju, a kada na to dodamo još i `pwm_dtime` modul dobijamo realizaciju modulatora opisanog specifikacijom. Svi moduli su projektovani korišćenjem generičkih konstanti što znači da se širine brojača i komparatora podešavaju pri instanciranju. Na ovaj način postignuto je da koristik može menjati opseg mrtvog vremena kao i opseg učestanosti nosećeg signala u proizvodnom opsegu. Registar mapa takođe pripada najnižem hijerarhijskom nivou. Ovaj modul je opisan u `pwm_modulator_v1_0_S00_AXI.vhd` datoteci zajedno sa *AXI4-Lite* protokolom. Na ovaj način je jednostavno omogućeno da se registarska mapa mapira u *AXI4 - Lite* memorijski prostor. Kako je ranije rečeno, da cela periferija može funkcionisati na različitoj učestanosti od *AXI4 - Lite* interfejsa implementirana su kola za sinhronizaciju na memorijskoj mapi. Realizacija podrazumeva da se podatci, primljeni na učestanosti *AXI4 - Lite* interfejsa, dva puta registruju na učestanosti periferije te se time prevazilazi problem sinhronizacije dva domena sa različitim učestanostima.

Najviši nivo hijerarhije predstavlja glavni modul nazvan `pwm_modulator_v1_0`. Ovaj modul kao takav predstavlja projektovanu periferiju i u potpunosti realizuje predstavljenu ahritekturu sa slike 3.2.

4. FUNKCIONALNA VERIFIKACIJA

Verifikacija digitalnih sistema predstavlja proces provere funkcionalnosti projektovanih digitalnih sistema radi provere poklapanja sa specifikacijom. Verifikacija je urađena kao kosimulacija sa funkcionalnim modelom *PWM* modulatora datom u vidu *Simulink* modela.

Proces verifikovanja se sastoji iz par koraka. Prvi korak je simulacija *Simulink* modela *PWM* modulatora sa željenim parametrima.



Slika 4.1: Izgled verifikacionog okruženja.

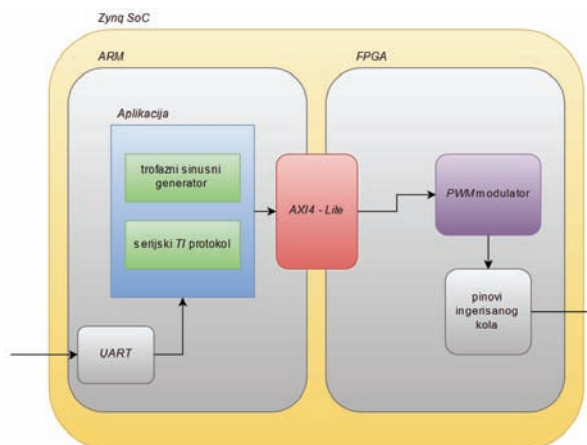
Nakona simulacije kreira se datoteka, sa signalima za kosimulaciju, nazvana `sl_cosim_vectors.txt`. Sledeći korak je podešavanje parametara učestanosti nosioca i mrtvog vremena u verifikacionom okruženju, na vrednosti iz *Simulink* modela, i pokretanje simulacije. Informacije o mogućim greškama razvijenog *PWM* modulatora, nazvanog `uut` na slici 4.1, korisnik može pronaći u datoteci za izveštaje simulacije alata koji se koristi za verifikaciju.

5. TESTIRANJE

Osnovna ideja je da se ispita rad periferije kroz testiranje u nekim najčešćim uslovima upotrebe periferije. Odlučeno je da periferija upravlja modelom trofaznog invertora u realnom vremenu.

5.1. Test prototip

Test prototip u najjednostavnijoj verziji predstavlja trofazni invertor tj. instancu *PWM* periferije sa 3 kanala. Hardversku platformu na kojoj se nalazi periferija predstavlja *Xilinx Zynq 7000 SoC*. Ovo integrisano kolo se nalazi na razvojnoj ploči *ZedBoard* kompanije *Digilent* [4].



Slika 5.1: Realizacija test prototipa na Zynq SoC integrisanom kolu

Cilj zbog kog je razvijen test prototip je testiranje *PWM* periferije sa različitim parametrima modulacije u radu pod realnim okolnostima moguće primene.

Kao što je ranije rečeno test prototip u najjednostavnijoj verziji predstavlja trofazni invertor tj. instancu *PWM* periferije sa 3 kanala. Test prototip kompletno realizuje modifikovani *Simulink* model *PWM* modulatora. Zelene blokove predstavljaju deo modelovan u softveri, a crveni i ljubičasti su realizovani u hardveru. Softverski deo se izvršava na jednom ARM jezgri koje je preko *AXI4 - Lite* magistrale povezano sa instancom *PWM* periferije. Slika 5.1 detaljno prikazuje realizaciju test prototipa na *Zynq SoC* integrisanom kolu.

5.2. Test okruženje i rezultati testiranja

Test okruženje čine industrijski uređaj za testiranje energetske elektronike kompanije *Typhoon HIL* [3], test prototip i *PC* (*Personal Computer* - računar) sa nameniskim softverom.

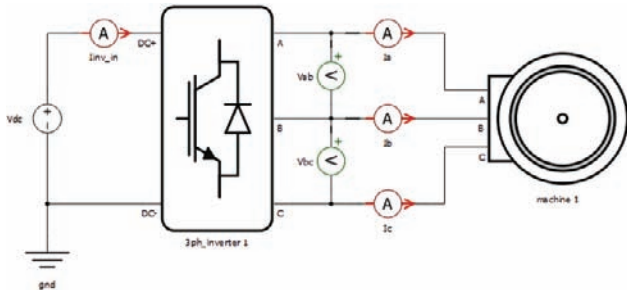
Uređaj za testiranje kompanije *Typhoon HIL* serije *HIL 602*, prikazan na slici. Ovaj uređaj, kao i ostali uređaji ove kompanije, predstavlja emulator energetske elektronike u realnom vremenu i predstavlja idealan alat za razvoj, testiranje, optimizaciju, kao i za kontrolu kvaliteta raznih energetskih konvertora.



Slika 5.2: *Typhoon HIL 602*.

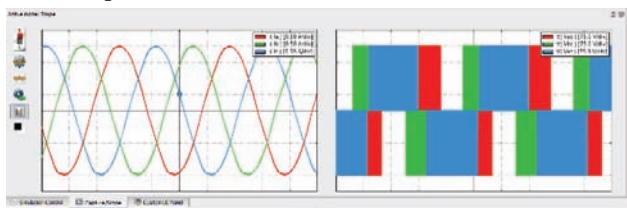
5.3. Rezultati testiranja

HIL 602 emulira ranije prikazanu šemu sa slike 5.3.



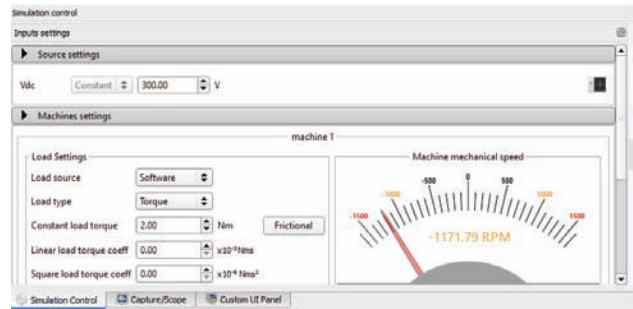
Slika 5.3: Model upravljanja električne mašine pomoću trofaznog invertora

Ukratno će biti izneti rezultati testiranja. Parametri test prototipa su sledeći: učestanost referentnog trofaznog sinusnog signala je 50 Hz i amplituda je 100 % jer je indeks modulacije postavljen na 1, učestanost nosećeg signala *PWM* modulacije iznosi 20 KHz, dok je vrednost mrtvog vremena podešena na 0.5 μ s.



Slika 5.4: Izgled faznih struja, levo, i međufaznih napona, desno

Sa slike 5.4 vidimo da su fazne struje sinusnog oblika. Ovo je i očekivano s obzirom da se induktivnost mašine protivi brzom promeni struje koju *PMW* - om diktirani fazni naponi žele da izazovu. Međufazni naponi su prikazani na istoj slici sa desne strane. Takođe treba obratiti pažnju na sliku 5.5 koja pokazuje trenutnu brzinu mašine. Na ovaj način vidimo da se uspelo u nameri upravljanja mašinom u otvorenoj sprezi putem invertora koji je upravljan test prototipom odnosno *PWM* modulatorom razvijenim u ovom radu.



Slika 5.5: Prikaz obrtanja modela električnog motora emuliranog na *HIL 602* uređaju

6. ZAKLJUČAK

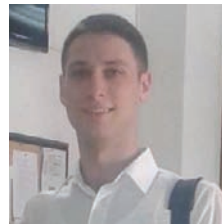
U ovom radu je predstavljen proces razvoja, projektovanja, implementacije, verifikacije i testiranja *PWM* periferijske jedinice. Razvijen je test prototip pomoću kog je periferija uspešno testirana u realnim uslovima.

Mogućnost realizacije podrške za rad sa hardverski generisanim referentnim signalima kao i implementacija *SVPWM* modulatora predstavljaju predloge autora za poboljšanja.

7. LITERATURA

- [1] D. Grahame Holmes, Thomas A. Lipo, "Pulse Width Modulation for Power Converters: Principles and Practice", Wiley-Interscience, 2003.
- [2] Pong P. Chu, "RTL Hardware Design using VHDL", Wiley-Interscience, 2006.
- [3] <http://zedboard.org/product/zedboard>
- [4] Majstorovic, D., Celanovic, I., Teslic, N.D., Celanovic, N., Katic, V.A., "Ultralow-Latency Hardware-in-the-Loop Platform for Rapid Validation of Power Electronics Designs", *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 58, pp. 4708 – 4716

Kratka biografija:



Stefan Mijić rođen je 10.4.1991. u Somboru, Srbija. Osnovnu i srednju skolu završio u Somboru. Osnovne akademske studije završio na Fakultetu tehničkih nauka 2014. god. i nakon toga upisao master akademske studije na istom fakultetu. Diplomski-master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Embedded sistemi i algoritmi, odbranio je 2015. god.

GENERATOR KODA POSLOVNIH APLIKACIJA ZA ZK OKRUŽENJE**ENTERPRISE APPLICATIONS CODE GENERATOR FOR ZK FRAMEWORK**Vladimir Đilas, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je generator koda poslovnih aplikacija za ZK okruženje. Takođe, rad sadrži opise korišćenih tehnologija, implemetacije sistema i šemu modela poslovne aplikacije koja se koristi za generisanje. Rešenje je zasnovano na KROKI alatu za generisanje programskog koda.

Abstract – This paper presents an enterprise application generator for ZK framework. It also describes the used technologies, system implementation and schema for the business application model which is used to generate applications. The proposed solution is based on the KROKI tool for source code generation.

Ključne reči: ZK okruženje, poslovna informatika, generator koda, arhitektura upravljana modelom

1. UVOD

Informacioni sistemi su nezaobilazan deo bilo kog poslovnog i organizacionog realnog sistema. Suočeni sa ubrzanim razvojem programskih jezika, promena načina poslovanja, promena u strukturi i načinu izrade i sve težim zahtevima klijenata, firme koje se bave izradom softvera moraju da se prilagođavaju sve većim i obimnijim zahtevima. Jedan od bitnijih faktora prilikom izrade softvera za bilo kog klijenta je vreme. Postoje razni modeli izrade softvera ali najpogodniji su oni koji u određenim trenucima i nivoima izrade zahtevanju i prikazu proizvoda klijentu [1]. Prikaz se svodi na to da se klijentu pokažu minimalne funkcionalnosti i korisnički interfejs. Na ovaj način klijent ima uvid u trenutno stanje, a firma može da zna da li je klijent zadovoljan ili ne i u kom pravcu treba dalje da razvija softverski proizvod. Ovakav način se zove ubrzano razvijanje softvera [1].

Kako bi se uopšte došlo do dela kada se prelazi u izradu softvera potrebno je ustanoviti zahteve klijenata. Zahtevi su bitni, jer u većini slučajeva iz njih može izvući model podataka i osnovne funkcionalnosti koje upravljaju tim modelom. Uglavnom su to poslovno informacioni sistemi koji mogu da budu manjeg ili većeg obima, koji imaju iste funkcionalnosti koje se izvršavaju nad poslovnim entitetima. Nad svim poslovnim entitetima izvršava se određeni broj istih operacija kao što su dodavanje, čitanje, ažuriranje i brisanje (CRUD – Create, Read, Update i Delete). Ovde spada još i pretraživanje poslovnih entiteta, ali se mogu uključiti i neke druge specifične operacije. Ako je dat model koji predstavlja apstrakciju poslovnog sistema onda se na osnovu njega može se dobiti kompletno generisana aplikacija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Goran Sladić.

Ovakav postupak se zove modelom upravljano razvijanje softvera (*Model-Driven Software Development*, MDSO) [2]. MDSO omogućava programerima da umesto programskih jezika koje koriste za definisanje implemetacije koriste modele kojim opisuju zahteve i arhitekturu sistema. Prilikom opisivanja modela potrebno je voditi računa o prethodno napomenutim zahtevima [2]. U slučaju kada mogu da se ustanove šabloni u arhitekturi aplikacije tada postoji mogućnost da se čitav proces izrade aplikacije automatizuje. Automatizacijom procesa preskače se rutinsko programiranje i traženje grešaka u kodu čime se proces svodi na to da kreiramo model koji opisuje šta i kako program treba da radi. Na osnovu modela vrši se kreiranje gotovog softverskog proizvoda. Programi koji se bave takvim procesima nazivaju se generatori aplikacija [3].

2. KORIŠĆENE TEHNOLOGIJE I ALATI

Izbor programskog jezika je bitan, jer na osnovu njega otvara se dalja mogućnost izbora njemu specifičnih tehnologija izrade i alata. Kod tehnologije izrade bira se da li će aplikacija da bude *desktop*, *web* ili možda neki servis što konkretno zavisi od zahteva. Alati predstavljaju radna okruženja i programska okruženja kao što su *Spring (Java)*, *ASP.NET MVC (C#)* i *Django (Python)* koji su specifični za odabrani jezik. Radno okruženje olakšava razvijanje programa, jer poseduje veliki broj alata koji pomažu inženjerima prilikom rada na projektu, a programsko okruženje (*framework*) predstavljaju biblioteke koje uobličavaju specifični jezik i omogućavaju lakšu upotrebu.

Za izradu projekta izabran je *Java* programski jezik zbog ZK okruženja [4] koje se bazira na *Java* platformi, a za radno okruženje izabran je *Eclipse*. Izabrano radno okruženje je proširivo jer za njega postoje razni dodaci kao što je i *ZK Studio* koji omogućava brzo i jednostavno kreiranje ZK aplikacija.

Generisanje koda odvija se u dve faze. Prva faza je generisanje POJO klasa uz pomoć *JCodeModel* [5] biblioteke. Generisane klase predstavljaju model aplikacije. *JCodeModel* je alat kojim se omogućuje direktno generisanje programskog koda. Druga faza odvija se uz pomoć *FreeMarker* [6] biblioteke i služi sa generisanje stranica, kontrolera i dela za komunikaciju sa bazom podataka. *FreeMarker* omogućuje specificiranje šablona u koje se umeću promenljive koje konkretizuju dati šablon.

Bitanu odliku svake poslovne aplikacije karakteriše i baza podataka. Za ovo rešenje izabrana je *MongoDB* [7] baza koja predstavlja nerelacioni sistem za upravljanje. Ovakav pristup omogućava brze i jednostavne izmena nad šemom baze podataka.

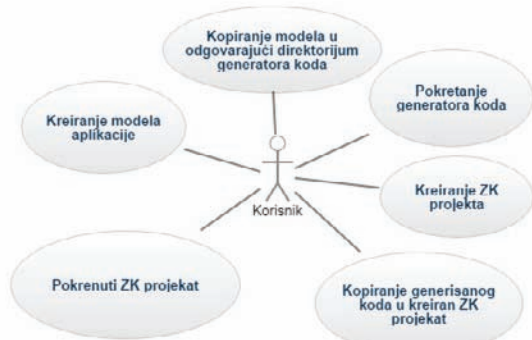
ZK okruženje predstavlja javno dostupnu platformu za izradu *web* aplikacije zasnovanu na AJAX (*Asynchronous Java and XML*) tehnologiji. Omogućava brzo i jednostavno kreiranje stranica. Jedna od bitnih karakteristika ovog okruženja je što omogućava izbor šablona za izradu *web* aplikacija. Može da se bira između standardnog MVC (*Model-View-Controller*) i MVVM (*Model-View-ViewModel*) šablona.

3. IMPLEMENTACIJA SISTEMA I MODELI PODATAKA

Model podataka deli se na model klasa koji koristi program i model koji služi za opis informacija o aplikaciji koja treba da se generiše. Prethodno napomenuta dva modela imaju svoje međusobne zavisnosti koje će biti objašnjene u nastavku. Opis implementacije rešenja dat je u nastavku kao dijagram korišćenja (*use-case*) i dijagram klasa.

3.1 Dijagram korišćenja sistema

Na slici 1 predstavljen je dijagram korišćenja aplikacije. Dijagram se sastoji iz šest operacija koje korisnik treba da izvrši. Prva operacija je kreiranje modela aplikacije koja treba da bude generisana. O samom modelu će biti reči kasnije. Druga operacija je kopiranje kreiranog modela aplikacije u odgovarajući direktorijum. U pitanju je direktorijum *schema-instances* i u njemu treba da se nađu svi fajlovi koji su direktno vezani za model aplikacije. Nakon toga pokreće se generator koda. Uz pomoć *ZK Studio* dodatka kreira se prazan *ZK* projekat i u njega je potrebno kopirati generisani kod. Na kraju ostaje još da se pokrene aplikacija.

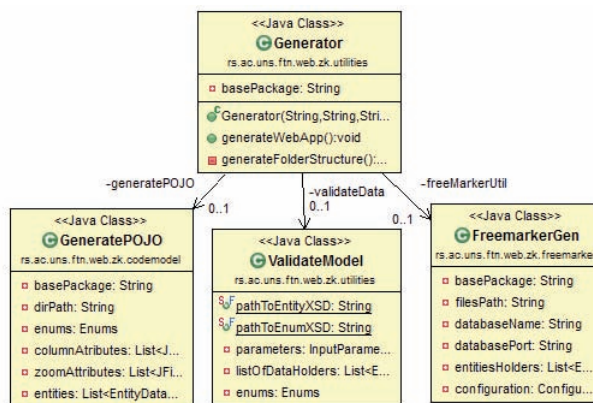


Slika 1. Dijagram korišćenja

3.2 Dijagram klasa projekta

Na slici 2 prikazan je dijagram osnovnih klase koje se koriste za potrebe generatora aplikacija. Glavna klasa sistema koja služi za generisanje koda zove se *Generator*. Sastoji se iz tri osnovne klase: *GeneratePOJO*, *ValidateModel* i *FreemarkerGen*. *Generator* klasa sadrži metodu *generateFolderStructure* koja služi za generisanje strukture direktorijuma u koje treba da se dodaju generisane klase i stranice. Za ovu metodu bitan je i osnovni paket (korenski paket) projekta, jer od njega počinje generisanje strukture direktorijuma za aplikaciju. Modul *GeneratePOJO* služi za generisanje modela aplikacije uz pomoć *JCodeModel* biblioteke. *FreemarkerGen* modul služi za generisanje stranica i ostalih klasa aplikacije. Poslednji modul je *ValidateModel*

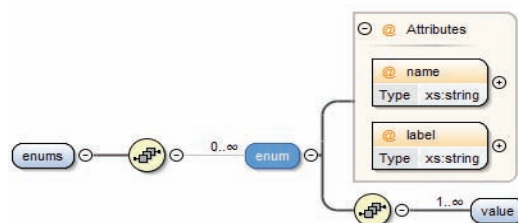
koji služi za validaciju modela uz pomoć kojeg se generiše aplikacija. Pre nego što se počne sa generisanjem potrebno je prvo da se aktivira validacija, jer ako ona nije dobra ne može da dođe do generisanja.



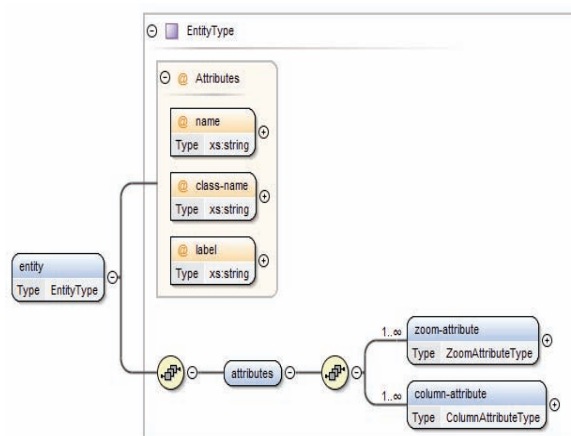
Slika 2. Osnova projekta – Dijagram klasa

3.3 Model podataka za generisanje

Kao model za generisanje korišćene su šeme pravljenе za KROKI [8, 9] sistem. Ovaj sistem je obiman i sastoji se od više komponenti i modela koji ga opisuju. Iz njegovog modela za generisanje izvučene su dve šeme na kojima se bazira ovo rešenje. Prva šema služi za opis entiteta odnosno modela podataka aplikacije koja se generiše, a druga šema je pomoćna i opisuje enumeracije koje se koriste u entitetima. Na slici 3 dat je vizualni prikaz šeme za definisanje enumeracije, a na slici 4 dat je prikaz šeme za definisanje entiteta.



Slika 3. Šema za enumeraciju

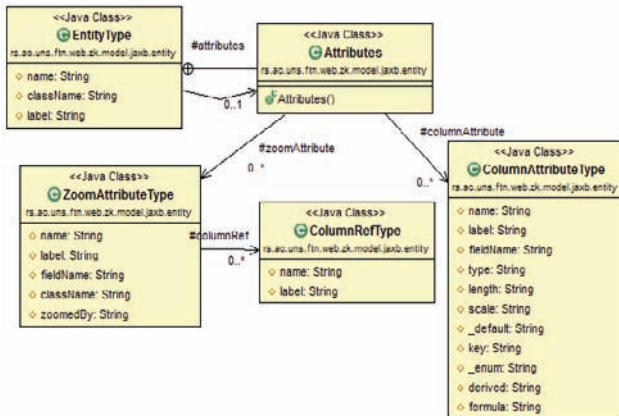


Slika 4. Šema za entitet

Šema za entitete sadrži polja koja opisuju ime klase, labelu za korisnički intefejs i ime tabele u bazi podataka. Pored ovih atributa tu su i polja za opis osnovnih atributa klase što je predstavljeno *column-attribute* elementom i polja za opis direktno povezanih entiteta što je predstavljeno elementom *zoom-attribute*.

3.4 Model podataka aplikacije

Na osnovu šema koje su prethodno opisane kreiraju se XML (*Extensible Markup Language*) fajlovi koji sadrže podatke o modelu aplikacije koja treba da se generiše. JAXB (*Java Architecture for XML Binding*) omogućava da se na osnovu XSD (*XML Schema Definition*) fajlova kreiraju Java klase. Kreirane klase omogućavaju jednostavno učitavanje podataka iz XML fajlova i prikazane su na slici 5 u obliku dijagrama klasa.



Slika 5. Kreirane klase na osnovu XSD šeme za entitet

Ovako kreiran model nije dovoljan za generisanje aplikacije jer ne postoji informacija o indirektnim vezama pa je zbog toga kreirana klasa *EntityDataHolder* koja sadrži polje za učitani entitet i listu entiteta koji su indirektno povezani sa njim. Veza o direktno povezanim entitetima sadržana je u klasi *ZoomAttributeType*.

3.5 Modul za validaciju

Predstavlja modul koji služi za zaštitu od mogućeg neželjenog izvršavanja programa. Pod tim se podrazumava provera modela aplikacije pre nego što dođe do generisanja koda i na taj način sprečava se da dođe do grešaka pri generisanju. Ovaj modul aktivira se prvi kada se pokrene program za generisanje koda. Modulu su potrebna dva parametra, a to su osnovni paket (tj. korenski paket projekta, odnosno korenski direktorijum) i putanja do fajlova za generisanje. Prilikom validacije korisnik dobija informacije o uspešnosti što je prikazano na slici 6.

```

***** Generate ZK WEB Application *****
** Progress :
*- Path to XML data - Valid OK
*- Java package name - Valid OK
*- XML Data - Valid OK
*- Entity data types - Valid OK
*- Entity relations - Valid OK
*- Enumerations - Valid OK
    
```

Slika 6. Rezultat validacije

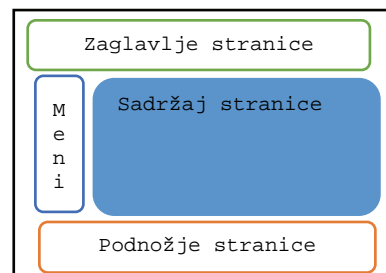
3.6 Generisanje klasa i stranica

Generisanje se odvija u dve faze. Prvo se vrši generisanje POJO (Plain Old Java Object) klasa koje predstavljaju model aplikacije. Nakon toga vrši se generisanje stranica i kontrolera. Pošto je u pitanju generisanje poslovne aplikacije koristi se standardna forma koja je prikazana na slici 7.

Naslov	
Alatke za rad	Izbor stanja forme
Lista instanci entiteta	
Osnovni podaci za unos entiteta	
Povezni entiteti za unos	

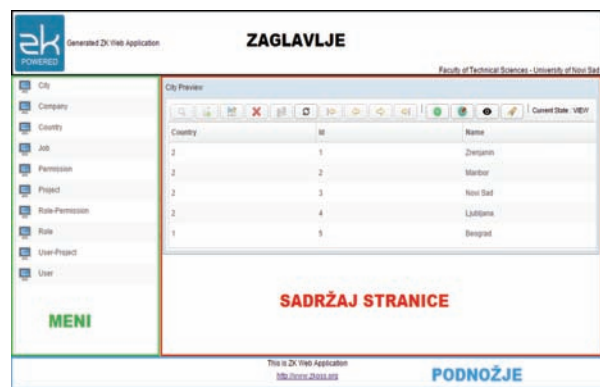
Slika 7. Standardna forma

Potrebno je voditi računa i o izgledu same stranice. U tu svrhu korišćen je kompozitni šablon za izgled stranice koji je prikazan na slici 3.8.



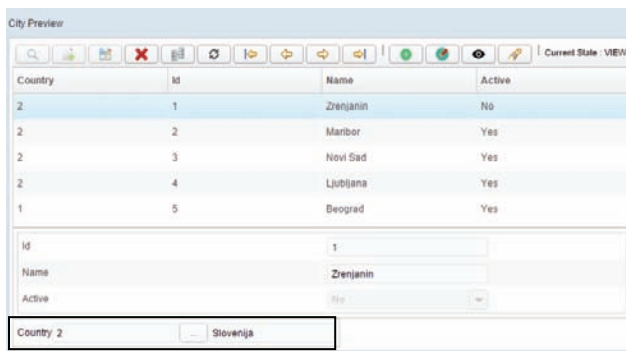
Slika 8. Kompozitni šablon stranice

Stranica poseduje statički deo i dinamički deo. Statički deo čine meni, zaglavlje stranice i podnožje stranice. Dinamički deo stranice je sadržaj koji se menje i on može da bude bilo šta sto je izabrano iz menija stranice ili sadržaja stranice ako se on sastoji iz drugih komponenti. U sadržaju stranice nalazi se standardna forma. Slika 9 prikazuje stvaran izgled stranice generisane aplikacije.



Slika 9. Stranica generisane aplikacije

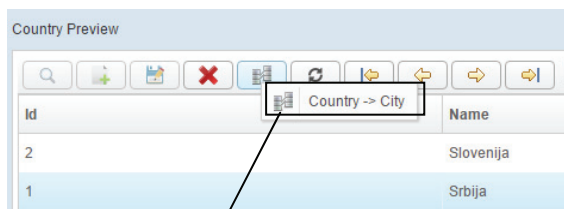
Primer standardne forme prikazana je na slici 10 i prikazuje entitet *City* koji ima povezni entitet *Country*. Poveznom entitetu pristupa se preko takozvane *zoom* operacije klikom na dugme „...“ otvoriće se modalni dijalog od poveznog entiteta koji omogućava odabir instance entiteta. Takođe unošenjem ključa u prvo polje poveznog entiteta aktivira se pretraga i ako entitet sa zadatim ključem postoji biće uvezan kao povezni entitet.



Zoom operacija za entitet *Country*

Slika 10. Operacija zoom za povezni entitet

Indirektna veza postiže se preko *next* operacije koja omogućava da se dobije lista instanci entiteta koje sadrže selektovani entitet kao povezni. Next operacija je prikazana na slici 11 i predstavlja obrnutu vezu između *City* i *Country* entiteta.



Operacija *next* za *City* entitet

Slika 11. Indirektna veza operacije *next*

Prethodno su prikazane napredne operacije koje korisnicima aplikacije treba da olakšaju rad. Pored ovih aplikacija tu su i operacije za dodavanje/ažuriranje, brisanje, pretraživanje i pregledanje. Slika 12 prikazuje alatke koje sadrži svaka forma za entitet.



Slika 12. Alatke forme za entitet

Alatke za rad se omogućavaju u zavisnosti od stanje u kojoj se forma nalazi. Izbor stanje forme prikazan je na slici 13. Forma može da bude u stanju dodavanja, ažuriranja, pregledanja i pretraživanja.



Slika 13. Stanja forme

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu izučavan je problem generisanja ZK *web* aplikacije na osnovu modela podataka definisanog putem XML fajlova. Za izradu modela korišćene su XSD šeme KROKI sistema koje su umnogome olakšale razvoj opisanog sistema.

Rezultat ovog rada je generisana aplikacija koja može da se koristi kao prezentacioni model klijentima, jer uz jednostavno definisanje modela dobija se gotova aplikacija za demonstraciju. Ako model nije komplikovan i postoje samo osnovni poslovno informacioni zahtevi tada aplikacija može da se koristi bez problema, jer poseduje osnovne poslovno informacione operacije kao što su CRUD operacije, pretraživanje, *zoom* operacija i *next* operacija.

5. LITERATURA

- [1] Rapid Application Development, https://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_application_development
- [2] J. Mukerji i J. Miller, *Model Driven Architecture*, <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?ormsc/2001-07-01>, July 2001.
- [3] Yannis Smaragdakis i Don Batory, *Application Generators*, Univerzitet u Teksasu, Austin, SAD
- [4] ZK framework, <http://www.zkoss.org/product/zk>
- [5] JCodeModel, <https://codemodel.java.net/>
- [6] FreeMarker, <http://freemarker.org/>
- [7] MongoDB, <https://www.mongodb.org/about/introduction/>
- [8] KROKI, <http://www.kroki-mde.net/>
- [9] Darko Pejaković, *Adaptivna arhitektura desktop aplikacije bazirana na aspektima*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka 2010

Kratka biografija:



Vladimir Đilas je rođen 18.02.1991. godine u Zrenjaninu. 2010 završava srednju školu, te upisuje Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, odsek Računarstvo i Automatika. Diplomski-master rad odbranio je 2015. godine.

PRIMENA VEŠTAČKIH NEURONSKIH MREŽA U ANALIZI
VISOKODIMENZIONALNIH SKUPOVA PODATAKA

HIGHLY DIMENSIONAL DATA ANALYSIS BASED ON NEURAL NETWORKS

Aleksandar Kaplar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana primena veštačkih neuronskih mreža u analizi hidrobiološkog ad hoc skupa podataka. Za analizu je izabrana višeslojna neuronska mreža sa propagacijom signala unapred i back-propagation algoritmom za obučavanje. Opisano je preprociscranje podataka koje zahteva neuronska mreža. U radu je pokazano da neuronske mreže mogu da se koriste u analizi ovog skupa podataka.

Abstract – This paper presents hydrobiological ad hoc data set analysis based on neural networks. Multilayer feedforward network with backpropagation training algorithm has been chosen. Data set preprocessing required by neural network has been described. Analysis results are shown. This paper shows that neural networks can be used in analysis of aforementioned data set.

Ključne reči: Neuronske mreže, PCA

1. UVOD

Analitičke metode nisu uvek najpreciznije prilikom modelovanja kompleksnih prirodnih sistema zbog mnoštva prirodnih fenomena koji utiču na varijabilitet sistema. Za modelovanje takvih sistema moguće je iskoristiti veštačke neuronske mreže [1]. Upotreba neuronskih mreža u obradi podataka u ekologiji nije novina [2], niti u ekologiji vegetacije [3].

U ovom radu predložena je i opisana je veštačka neuronska mreža koja za cilj ima pronalaženje relacije između načina upotrebe zemljišta u priobalju i karakteristike vodene vegetacije duž glavnog toka Dunava, korišćenjem vegetacijske baze podataka sačinjene na osnovu hidrobiološkog ad hoc skupa podataka.

2. VEGETACIJSKA BAZA PODATAKA

Vegetacijska baza podataka, korišćena u ovom radu, sačinjena je na osnovu hidrobiološkog ad hoc skupa

Tabela 1. Izgled tabele sa podacima o vegetaciji iz vegetacijske baze podataka.

Podela Dunava	snimak	Aco cal	...	Car ama	...	Wol arr	Zan pal
1	1	0.00	...	30.19	...	0.00	52.83
1	2	0.00	...	0.00	...	0.00	11.43
1	3	0.00	...	0.00	...	0.00	0.00
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
6	173	0.00	...	0.00	...	0.00	0.00
6	174	0.00	...	0.00	...	0.00	0.00
6	175	0.00	...	0.00	...	0.00	0.00

NAPOMENA:

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

podataka[4]. Relevantne tabele za analizu iz vegetacijske baze podataka su tabela sa podacima o vegetaciji i tabela sa podacima o izmerenoj hemiji.

U tabeli sa podacima o vegetaciji, odnosno javljanju vrsta makrofita (vaskularne vodene i emerzne biljke, makroalge i mahovine), kolone predstavljaju vrste makrofita a redovi predstavljaju snimke, merenja, duž Dunava (Tabela 1). Ukupan broj relevantnih snimaka, redova u tabeli, za ispitivanje je 175, dok je broj relevantnih vrsta makrofita, odnosno kolona u tabeli, 69. Pored navedenih podataka, tabela sadrži i podatke na kojoj sekciji Dunava je načinjen snimak (kolona "Podela Dunava").

Tabela sa podacima o izmerenoj hemiji (odabranim supstancama) sačinjena je na sledeći način:

	Vrednosti u tabeli
Nije izvršeno merenje:	prazna ćelija u tabeli
Izvršeno merenje:	realna vrednost
Izvršeno merenje – ispod limita detekcije:	realna vrednost - 0 (nula)
Izvršeno merenje – ispod limita kvantifikacije:	realna vrednost limita kvantifikacije

Kao i u tabeli sa podacima o vegetaciji, i u tabeli sa podacima o hemiji (Tabela 2) redovi predstavljaju snimke (ukupno 175), a kolone odabrane supstance (ukupno 134).

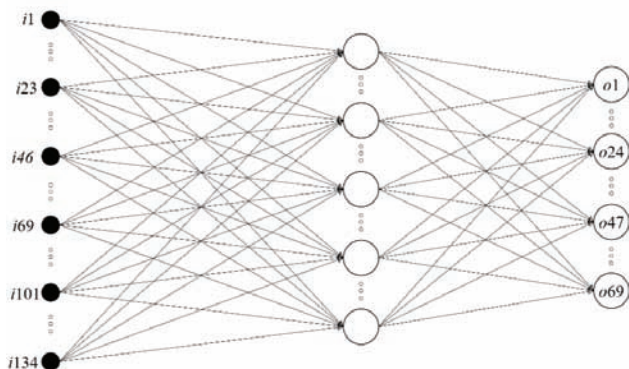
Tabela 2. Izgled tabele sa podacima o hemiji iz vegetacijske baze podataka.

Podela Dunava	snimak	Bentazon	...	Alkalinity	...
1	3	0.009	...	3.800	...
1	4	0.009	...	3.800	...
1	5		...	3.500	...
⋮	⋮	⋮		⋮	
6	173	0.008	...	2.500	...
6	174	0.008	...	2.500	...
6	175		...	2.500	...

3. MODEL VEŠTAČKE NEURONSKE MREŽE

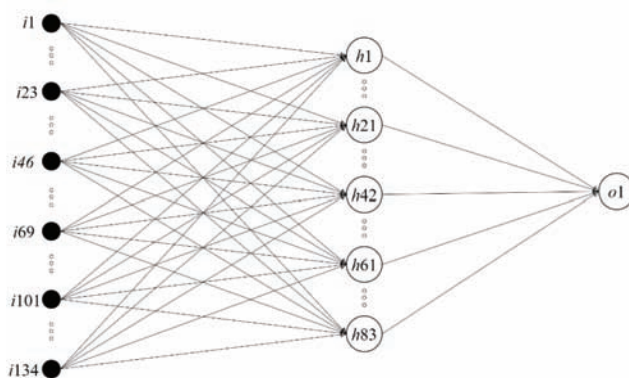
Zadatak veštačke neuronske mreže je pronalaženje korelacije između načina upotrebe zemljišta u priobalju i karakteristike vodene vegetacije duž glavnog toka Dunava. Iz teksta zadatka vidi se da ulaz u neuronsku mrežu treba da predstavljaju podaci o hemiji, a izlaz iz neuronske mreže predstavljaju podaci o vegetaciji. Za rešavanje zadatka izabrana je višeslojna neuronska mreža sa propagacijom signala unapred i jednim skrivenim slojem, a za aktivacionu funkciju izabrana je sigmoidna aktivaciona funkcija. Dodatnim testiranjem potvrđeno je da mreža, za ovaj problem, postiže najbolje rezultate sa sigmoidnom aktivacionom funkcijom. Broj neurona u ulaznom sloju jednak je broju kolona u tabeli sa podacima

o hemiji, 134 neurona. Najočigledniji pristup za izbor broja neurona u izlaznom sloju je direktni, tj. da broj izlaznih neurona mreže bude jednak broju kolona u tabeli sa podacima o vegetaciji, tj. 69 neurona u izlaznom sloju. Dijagram višeslojne mreže sa jednim skrivenim slojem, 134 ulazna neurona i 69 izlaznih neurona prikazana je na slici 1.



Slika 1. Dijagram višeslojne neuronske mreže sa jednim skrivenim slojem, 134 neurona u ulaznom sloju i 69 neurona u izlaznom sloju

Ako ne postoji korelacija između ulaza (hemije) i jednog od izlaza (vegetacije) prethodno opisana mreža će biti neobučiva, iako možda postoji korelacija između ulaza i ostalih izlaza. S obzirom da su izlazi međusobno nezavisni, drugi pristup (koji je korišćen u ovom radu), je da mreža ima samo jedan neuron u izlaznom sloju. Nedostak ovog pristupa je u tome što će biti potrebno 69 različitih instanci mreže, za svaku kolonu po jedna. Ovaj pristup eliminiše problem koji je prethodna mreža imala. Na slici 2. je prikazan dijagram neuronske mreže koja ima 134 neurona u ulaz, 83 neurona u skrivenom sloju, i 1 neuron u izlaznom sloju.



Slika 2. Dijagram višeslojne neuronske mreže sa jednim skrivenim slojem, 134 neurona u ulaznom sloju, 83 neurona u skrivenom sloju i 1 neuron u izlaznom sloju

4. OBUČAVAJUĆI SKUP

Pre obučavanja i testiranja neuronske mreže potrebno je izvršiti pripremu podataka, o hemiji i vegetaciji, za neuronsku mrežu. Odnosno, potrebno je izvršiti određenu obradu kako bi se podaci mogli koristiti kao ulazi u neuronsku mrežu i izlazi iz neuronske mreže. Na osnovu obrađenih podataka formiraju se obučavajući i test skupovi.

Iz tabele 2. se vidi da skup ulaznih podataka nije kompletan, tj. postoje mesta na kojima nije izvršeno merenje, prazne ćelije u tabeli. Neuronska mreža zahteva postojanje svih podataka, što znači da je potrebno kompletirati skup ulaznih podataka, odnosno popuniti prazne ćelije. Prazne ćelije, za svaku kolonu (parametar), popunjene su srednjom vrednošću kolone u kojoj se nalaze, uz pretpostavku da će se na taj način napraviti najmanja greška.

Za potrebe aktivacione funkcije, izvršeno je linearno skaliranje ulaznih vrednosti, na interval od -1 do 1, i izlaznih vrednosti, na interval od 0 do 1. Zbog različitih mernih jedinica, skaliranje ulaza je vršeno po kolonama, gde su za svaku kolonu izdvajane minimalne i maksimalne vrednosti za potrebe algoritama skaliranja.

4.1. Izbacivanje nekozistentnih uzoraka

Poređenjem uzoraka (snimaka, redova), vrednosti (rastojanja) ulaznih vektora i vrednosti izlaza, mogu se primetiti četiri slučaja:

1. Male promene na ulazu - male promene na izlazu
2. Male promene na ulazu - velike promene na izlazu
3. Velike promene na ulazu - male promene na izlazu
4. Velike promene na ulazu - velike promene na izlazu

U Tabeli 3. je ilustrovana pojednostavljena verzija u kojoj se javljaju navedena četiri slučaja prilikom poređenja. Neka se ulaz sastoji od tri promenljive (X1, X2, X3), a izlaz od jedne promenljive (Y1). Inicijalni snimak ima vrednosti [0,0,0] za ulaz i vrednost [0] za izlaz, pri čemu se vrednosti kreću na intervalu od 0 do 1.

Tabela 3. Poređenje rastojanja ulaznih vektora i njihovih izlaza.

	X1	X2	X3	Y1
Inicijalni uzorak	0	0	0	0
1. uzorak	0	0	0.01	0
2. uzorak	0	0	0.01	1
3. uzorak	0	1	1	0
4. uzorak	1	0	1	1

Iz tabele se vidi da prvi i četvrti uzorci imaju konzistentno ponašanje, odnosno za male (velike) promene na ulazu dolazi do malih (velikih) promena na izlazu.

Kod trećeg uzorka za velike promene na ulazu dolazi do malih promena na izlazu. Prilikom poređenja inicijalnog ulaznog vektora i ulaznog vektora u trećem slučaju vidi se da je promenljiva X1 ostala nepromenjena, a promenljive X2 i X3 promenjene. Na osnovu tog zapažanja može se zaključiti da izlaz Y1, u navedenom slučaju, zavisi samo od promenljive X1 i da je slučaj konzistentan.

Drugi uzorak za male promene u ulaznom vektoru ima velike promene na izlazu. Poređenjem inicijalnog ulaznog vektora i ulaznog vektora u drugom slučaju ne može se dobiti objašnjenje za veliku promenu na izlazu. Uzorci koji odgovaraju drugom slučaju su nekozistentni uzorci, pojava takvih uzoraka u obučavajućem skupu bi onemogućila obučavanje neuronske mreže. Odnosno, da bi obučili neuronsku mrežu potrebno je da se eliminišu, izbace, nekozistentni uzorci. Neuronska mreža može se smatrati obučivom sve dok je broj izbačenih uzoraka manji od 50%.

4.2. Određivanje rastojanja uzoraka

Da bi pronašli prethodno pomenute slučajeve potrebno je prvo odrediti rastojanje uzoraka, ulaznih vektora i izlaza. Rastojanje ulaza d_x za dva uzorka k i p , računa se po formuli:

$$d_x(k, p) = \sqrt{\sum_{i=1}^{134} (x_{k,i} - x_{p,i})^2}. \quad (1)$$

Dok se rastojanje izlaza d_y za iste uzorke računa po pojednostavljenjnoj formuli:

$$d_y(k, p) = \sqrt{(y_k - y_p)^2} \quad (2)$$

Na osnovu izračunatih rastojanja uzoraka potrebno je definisati veličinu promene, odnosno odrediti koje su to male promene a koje su velike promene. Veličine promena moguće je definisati pomoću fazi skupova.

4.3. Fazi skupovi

Za potrebe određivanja veličine promene definisani su fazi skupovi sa linearnom funkcijom pripadnosti. Funkcije pripadnosti promena izlaza definisane su kao:

$$\mu_{mala}(x) = \begin{cases} 1, & x < 7 \\ -x + 8, & 7 \leq x \leq 8 \\ 0, & x > 8 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{velika}(x) = \begin{cases} 0, & x < 7.1 \\ 1.1x - 7.8, & 7.1 \leq x \leq 8 \\ 1, & x > 8 \end{cases} \quad (4)$$

Funkcije pripadnosti promena ulaza definisane su kao:

$$\mu_{mala}(x) = \begin{cases} 1, & x < (d_{min} + d_{max})/2 \\ \frac{-2x + 2d_{max}}{d_{max} - d_{min}}, & (d_{min} + d_{max})/2 \leq x \leq d_{max} \\ 0, & x > d_{max} \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{velika}(x) = \begin{cases} 0, & x < d_{min} \\ \frac{x - d_{min}}{d_{max} - d_{min}}, & d_{min} \leq x \leq d_{max} \\ 1, & x > d_{max} \end{cases} \quad (6)$$

gde d_{min} predstavlja minimalno, a d_{max} maksimalno, rastojanje dva ulazna vektora.

5. VERIFIKACIJA

Za svaku izlaznu kolonu, vrstu makrofita (69 ukupno), napravljena je instanca neuronske mreže i izvršeno je njeno obučavanje. Neuronska mreža može se smatrati obučenom ukoliko apsolutna greška po test uzorku nije veća od 5% (u ekologiji greška koja se toleriše je 5%). Izvršeno je uspešno obučavanje za 67 vrsta. Prikazani su rezultati za dve demonstrativne vrste: *Mentha aquatica* L. (Men aqu) i *Ceratophyllum demersum* L. (Cer dem). Primer uspešnog obučavanja predstavljaju rezultati za vrstu *Mentha aquatica* L. a kao primer neuspešnog obučavanja je vrsta *Ceratophyllum demersum* L.

Prilikom obrade vegetacijskih podataka na velikom rečnom sistemu kao što je Dunav, sa stanovišta ekologije, ima smisla izdeliti rečni tok na manje segmente uz hipotezu da različite kombinacije abiogenih varijabli utiču na strukturu vodene vegetacije u različitim segmentima. Odnosno, pretpostavka je da se obradom podataka za ceo tok odjednom, gubi informacija o relevantnim varijablama za strukturu vegetacije.

Zbog malog broja uzoraka po sekcijama, izvršena je podela Dunava na dva segmenta. Prvi segment čine sekcije 1, 2 i 3, a drugi sekcije 4, 5 i 6. Neuronskoj mreži dodat je još jedan ulazni neuron za sekciju na kojoj se uzorak nalazi. Rezultati su prikazani prilikom obrade za ceo tok i za segmente Dunava.

5.1. Rezultati

Rezultati su prikazani tabelarno, pri čemu su prikazane sledeće vrednosti: naziv (izlazne) kolone; broj ulaza u neuronsku mrežu; sekcija Dunava za koju je izvršeno obučavanje (All - ceo tok Dunava); maksimalna i minimalna apsolutna greška test uzoraka; količina izbačenih uzoraka; minimalna, maksimalna, prosečna vrednost iz tabele sa podacima o vegetaciji (za izabranu vrstu) kao i standardna devijacija.

Tabela 4. Rezultati *Mentha aquatica*

Naziv kolone:	Men aqu		
Broj ulaza:	134	134+1	
Sekcija:	All	1,2,3	4, 5, 6
Max greška:	4.849	1.700	3.078
Min greška:	0.000	0.000	0.000
Izbačeno uzoraka:	%3	%6	%0
Min:	0.000	0.000	0.000
Max:	66.674	66.674	5.197
Average:	1.046	1.954	0.063
SD:	7.216	9.905	0.570
Broj uzoraka:	175	92	83

Na osnovu vrednosti maksimalne apsolutne greške za sva tri slučaja i količine izbačenih (nekonzistentnih) uzoraka može se zaključiti da su uslovi za uspešno obučavanje neuronske mreže, za vrstu *Mentha aquatica*, zadovoljeni. Dobijeni rezultati pokazuju da se segmentacijom Dunava na dva dela dobija manja maksimalna apsolutna greška za oba segmenta od greške dobijene za ceo tok Dunava. Takođe, može se primeti da nekonzistentni (izbačeni) uzorci pripadaju prvom segmentu.

Tabela 5. Rezultati *Ceratophyllum demersum*.

Naziv kolone:	Cer dem		
Broj ulaza:	134	134+1	
Sekcija:	All	1,2,3	4, 5, 6
Max greška:	3.745	1.738	3.618
Min greška:	0.000	0.000	0.001
Izbačeno uzoraka:	%53	%33	%55
Min:	0.000	0.000	0.000
Max:	100.00	81.806	100.000
Average:	17.326	7.775	28.209
SD:	19.928	14.069	20.103
Broj uzoraka:	175	92	83

Za ovu vrstu eliminisana je mogućnost obučavanja neuronske mreže u slučaju obrade za ceo tok i za drugi segment Dunava zbog količina izbačenih (nekonzistentnih) uzoraka (53% i 55%). Podela Dunava na segmente omogućila je analizu podataka za vrstu *Ceratophyllum demersum* na prvom segmentu Dunava.

5.2. Rezultati primene PCA

Analiza glavnih komponenti (PCA) izvršena je nad ulaznim podacima (tabela sa podacima o hemiji) uz pretpostavku da će se smanjenjem redudatnih podataka poboljšati preciznost neuronske mreže. Primenom PCA skup ulaznih podataka redukovao je sa 134 na 17 ulaza. Prethodno korišćena neuronska mreža izmenjena je tako da u ulaznom sloju ima 17 neurona, 5 neurona u skrivenom sloju i 1 neuron u izlaznom sloju. Nakon izmene ponovljen je proces obučavanja i testiranja neuronske mreže.

Tabela 6. Rezultati *Mentha aquatica* – PCA.

Naziv kolone:	Men aqu - PCA		
Broj ulaza:	17	17+1	
Sekcija:	All	1, 2, 3	4, 5, 6
Max greška:	1.539	1.550	2.516
Min greška:	0.000	0.000	0.000
Izbačeno uzoraka:	%2	%4	%0
Min:	0.000	0.000	0.000
Max:	66.674	66.674	5.197
Average:	1.046	1.954	0.063
SD:	7.216	9.905	0.570
Broj uzoraka:	175	92	83

Tabela 7. Rezultati *Ceratophyllum demersum* – PCA.

Naziv kolone:	Cer dem - PCA		
Broj ulaza:	17	17+1	
Sekcija:	All	1, 2, 3	4, 5, 6
Max greška:	1.562	1.802	2.236
Min greška:	0.000	0.000	0.016
Izbačeno uzoraka:	%51	%32	%53
Min:	0.000	0.000	0.000
Max:	100.000	81.806	100.000
Average:	17.326	7.775	28.209
SD:	19.928	14.069	20.103
Broj uzoraka:	175	92	83

U slučaju vrste *Mentha aquatica* vidi se značajno smanjenje maksimalne apsolutne greške u slučaju obrade za ceo tok Dunava, kao i u slučaju obrade po segmentima. Vrsta *Ceratophyllum demersum* ostaje neobučiva za ceo tok kao i za drugi segment Dunava.

U slučaju obrade prvog segmenta, kao i za vrsu *Mentha aquatica*, može se primeti smanjenje maksimalne apsolutne greške. Za obe vrste primena PCA rezultovala je smanjenjem količine izbačenih (nekonzistentnih) uzoraka.

Rezultati pokazuju da redukcija ulaza, dobijena primenom PCA analize, generalno poboljšava rad neuronske mreže.

6. ZAKLJUČAK

U radu je opisana vegetacijska baza podataka i predložen je model veštačke neuronske mreže za njenu analizu. Problem nekompletnosti ulaznog skupa podataka rešen je popunjavanjem praznih ćelija, mesta na kojima nije izvršeno merenje, tabele sa ulaznim podacima srednjim vrednostima kolona u kojima se te ćelije nalaze. Skalirane su ulazne i izlazne vrednosti na odgovarajuće intervale koje zahteva neuronska mreža, čime je formiran obučavajući skup. Definisani su fazi skupovi na osnovu koji je izvršeno pronalaženje i izbacivanje uzoraka iz obučavajućeg skupa koji imaju male promene na ulazu i velike promene na izlazu. Izvršena je redukcija ulaza pomoću analize glavnih komponenti nad ulaznim podacima.

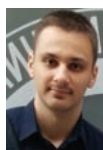
Verifikacija je izvršena za dva slučaja: kada se posmatraju podaci za ceo tok Dunava, i kada se posmatraju podaci za segmente Dunava. Za oba slučaja izvršeno je poređenje rezultata pre i posle redukcije ulaza. Verifikacija je pokazala da neuronska mreža uspešno pronalazi korelacije za 67 od 69 vegetacijskih vrsta, i da redukcija primenom PCA generalno poboljšava rezultate.

U daljem razvoju potrebno je izvršiti dodatnu analizu ulaznog skupa podataka radi smanjenja greške dobijene prilikom njegovog kompletiranja. Dodatna primena metoda računarske inteligencije za analizu skupa podataka mogla bi da rezultuje preciznijim radom neuronske mreže.

7. LITERATURA

- [1] Nachimuthu Karunanithi, William J. Grenney, Member, ASCE, Darrell Whitley and Ken Bovee. Neural Networks for River Flow Prediction. (1994): 1943-5487
- [2] Chon TS, Park YS, Moon KH, Cha EY. Patternizing communities by using an artificial neural network. Ecological modelling. 1996;90(1):69-78.
- [3] Gail A. Carpenter, Sucharita Gopal, Scott Macomber, Siegfried Martens, Curtis E. Woodcock, Janet Franklin. A Neural Network Method for Efficient Vegetation Mapping. Remote Sensing of Environment vol 70. (1999) [2] A.E. Bryson, Y.C. Ho, "Applied Optimal Control", New York, Wiley, 1975.
- [4] Novković M. (2014). Distribucija funkcionalnih grupa akvatičnih makrofita u rečnom toku Dunava u odnosu na način upotrebe zemljišta u priobalju. Master rad.

Kratka biografija:



Aleksandar Kaplar rođen je u Bijeljini, Republika Srpska, 1991. god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2010. godine, odsek Računarstvo i Automatika. Osnovne Akademske studije završio je 2014.

SOFTVERSKI PAKET ZA AUTOMATSKO TRANSFORMISANJE ORACLE FORMS SPECIFIKACIJA U SAVREMENA RAZVOJNA OKRUŽENJA**SOFTWARE TOOLS FOR AUTOMATIC TRANSFORMATION OF ORACLE FORMS SPECIFICATION IN MODERN DEVELOPMENT ENVIRONMENTS**Marko Manojlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prezentovan projekat za realizaciju automatskog prevođenja aplikacija koje su realizovane u Oracle Forms razvojnom okruženju u specifikacije zasnovane na savremenom okruženju za razvoj softvera Oracle Application Development Framework-a.

Abstract – In this work we present a project providing the implementation of automatic transformations of applications that are implemented in the Oracle Forms development environment in the specifications, based on a modern software environment as it is Oracle Application Development Framework.

Ključne reči: Oracle Forms; Oracle ADF; Meta model; IN2 ADF; prevođenje aplikacija; poslovne aplikacije.

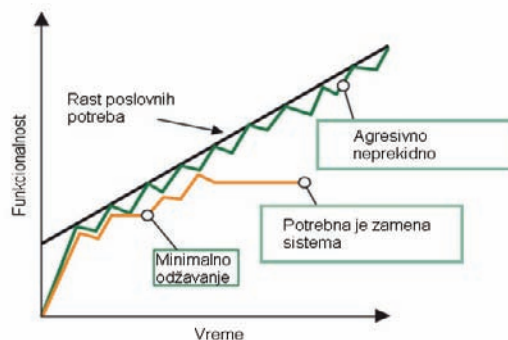
1. UVOD

Svi proizvodi u industriji, pa time i softverski proizvodi, imaju svoj životni ciklus. Postojeći softverski proizvodi predstavljaju prošle kapitalne investicije. Ulaganje u softverske proizvode vremenom opada što je uslovljeno poslovnim i tehnološkim promenama. U ranom životnom ciklusu softverskog proizvoda ulaže se više u razvoj kako bi funkcionalnost softvera zadovoljila poslovne potrebe. U kasnijoj fazi dolazi se do trenutka kada je teško odgovoriti na poslovne zahteve koristeći postojeći softver i tehnologiju u kojoj je softver implementiran. Ovakva pojava javlja se u sledećim slučajevima: kada je infrastruktura prevaziđena, neophodan je pristup preko nove platforme, npr. preko Web-a, dosta resursa je potrebno za novu promenu, ili kada nema dovoljno znanja za ostvarivanje poboljšanja [1].

Životni ciklus softverskog proizvoda prema [1] prikazan je na slici 1. Crna linija na dijagramu predstavlja zahteve za novim funkcionalnostima kroz vreme. Zelena linija sa dijagrama predstavlja softverske proizvode implementirane u novijim tehnologijama koje mogu dobro da odgovore na pojavu novih funkcionalnih zahteva. Oker linija sa dijagrama predstavlja starije softverske proizvode čija tehnološka platforma u jednom trenutku više ne može da podrži nove funkcionalne zahteve. Grafikon pokazuje da softverski proizvod treba da dobro zadovoljava zahteve poslovnih procesa tokom evolucije. Ako softverski proizvod ne može da odgovori novim poslovnim potrebama i novim poslovnim procesima, neophodna je njegova zamena.

NAPOMENA:

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



Slika 1. Životni ciklus softverskog proizvoda

Zadatak ovog rada je uspostavljanje konceptualnog i implementacija konkretnog softverskog rešenja za poluautomatsku migraciju softverskih proizvoda implementiranih u Oracle Forms tehnologiji u savremenu objektno orijentisanu tehnologiju, zasnovanu na Java programskom jeziku i Oracle Application Development Framework-u (prev. Oracle razvojno okruženje za aplikacije) [7].

Rad se osim uvoda sastoji od sedam poglavlja. U drugom poglavlju je opisano Oracle Forms razvojno okruženje, kao i problematika automatskog osavremenjivanja Oracle Forms aplikacije u aplikacije zasnovane na objektno orijentisanom okruženju. U trećem poglavlju su priložena i analizirana postojeća rešenja za automatizaciju procesa prevođenja Oracle Forms aplikacija u druge tehnologije. U četvrtom poglavlju je predstavljeno konceptualno rešenje koje definiše proces prevođenja Oracle Forms aplikacija u tzv. IN2 ADF aplikacije. Peto poglavlje opisuje softverski paket koji predstavlja implementaciju konceptualnog rešenja za automatsko prevođenje Oracle Forms aplikacija u IN2 ADF aplikacije. U šestom poglavlju je prezentovan alat za automatsko prevođenje Oracle Forms aplikacija u IN2 ADF aplikacije i izvršena je analiza postignutih rezultata. U sedmom poglavlju su opisani pravci budućeg razvoja. Osmo poglavlje predstavlja zaključak rada.

2. PROBLEMATIKA AUTOMATSKOG OSAVREMENJIVANJA APLIKACIJA

Kada govorimo o automatskom osavremenjivanju aplikacija, mislimo na automatsko prevođenje aplikacije s jedne tehnološke platforme na drugu. Obično se ovakvo prevođenje vrši transformacijom s jednog programskog jezika na drugi. Na taj način, neophodno je implementirati transformaciju koja će prevesti izvorni kod napisan u jednom programskom jeziku na drugi. Češći slučaj u praksi je da automatska transformacija nije moguća u

potpunosti zbog heterogenosti implementacione platforme postojećeg sistema, pa je potrebno dodatno analizirati mogućnosti i doći do zadovoljavajućeg rešenja.

Problematika prevođenja aplikacija sa jedne tehnološke platforme na drugu zahteva dosta znanja, iskustva i truda. Najveći problem je velika razlika u arhitekturi razvojnih platformi. Inženjeri koji izvode prevođenje aplikacija sa jedne tehnološke platforme na drugu, bilo manuelno ili automatski, moraju da poznaju obe platforme odnosno da veoma dobro vladaju obema tehnologijama.

U slučaju *Oracle Forms* aplikacija bitno je primetiti da se poslovna logika realizuje putem PL/SQL jezika, dok se sam transakcioni program specificira na dva načina u *Oracle Designer Editor*-u ili u *Oracle Forms Builder*-u [5]. Poslovna logika napisana u PL/SQL jeziku može biti organizovana na serveru baze podataka ili u okviru aplikacije na klijentu. Dobra praksa je da poslovna logika bude pretežno na serveru baze podataka, jer se može ponovno koristiti od strane drugih aplikacija, ili čak od strane novih aplikacija koje nisu implementirane u *Oracle Forms*-u, a i logika je centralizovana na jednom mestu.

Iz prethodno navedenog opisa organizacije *Oracle Forms* aplikacija možemo uočiti da postoje dva različita dela koja se mogu podvrgnuti prevođenju, a to je prevođenje samog korisničkog interfejsa *Oracle Forms* transakcionog programa ili postojeća poslovna logika napisana u PL/SQL jeziku. Koncentrisanje poslovne logike na serveru baze podataka omogućava ponovno njeno korišćenje od strane novih aplikacija napisanih u novoj tehnologiji. U ovom radu biće rešen problem prevođenja strukture korisničkog interfejsa. Još jedan od razloga zašto nije od interesa prevoditi postojeću poslovnu logiku jeste zato što prevođenje PL/SQL izvornog koda u objektnu jeziku nije moguće potpuno izvršiti, posebno kada govorimo o PL/SQL bibliotekama ili konceptima relacione baze podataka koji ne postoje u okviru objektnog okruženja.

3. POSTOJEĆA REŠENJA ZA AUTOMATSKO PREVOĐENJE ORACLE FORMS APLIKACIJA

Na tržištu postoje gotovi proizvodi i kompanije koje se bave problematikom modernizovanja postojećih *Oracle Forms* aplikacija. Detaljan opis *Oracle* partnera za *Oracle Forms* migraciju može se pronaći u [3].

Trenutno svaki od alata za migraciju oficijalnih partnera podržava migraciju na *Oracle ADF* 11g verziju.

Jedan od istaknutih alata za prevođenje *Oracle Forms* aplikacija u *Oracle Application Development Framework* je *JHeadstart*. Cena *JHeadstart* alata je 1.750,00 dolara po programeru. Migracija kod ostala četiri partnera se sprovodi kroz proces koji obavlja ili uslužno podržava kompanija od koje se kupuje alat za migraciju. Sve postojeće proizvode osim *JHeadstart*-a nije moguće isprobati bez direktne saradnje sa isporučiocem proizvoda.

Poželjna karakteristika alata za prevođenje *Oracle Forms* aplikacija u *Oracle ADF* aplikacije je da obezbedi nezavisnost od verzija, kako od *Oracle Forms*-a, tako i od *Oracle ADF*-a. Takođe je poželjno da proces migracije bude jeftiniji, brži, obuhvatniji i sa manjim rizikom. Neželjene karakteristike prethodno opisanih softverskih alata *Oracle* partnera za migraciju je što svi trenutno

podržavaju *Oracle ADF* 11g verziju, dok je već u poslednje dve godine aktuelna verzija *Oracle ADF*-a 12c, zaključno sa verzijom 12.1.3. Svi alati koriste kao svoje izvoriste *Oracle Forms* .fmb fajl čija struktura takođe zavisi od verzije *Oracle Forms*-a.

Ključni zahtev koji ne zadovoljavaju postojeća rešenja je ciljna *Oracle ADF* reprezentacija aplikacije koja se generiše u vidu XML fajlova koji predstavljaju deklarativni ADF, a ne *Java* izvorni kod. To nas dovodi do nemogućnosti korišćenja i implementacije *Java* razvojnog okruženja koje nudi potpuno iskorišćenje objektno orijentisane paradigme. Iskustvo pokazuje da se aplikacije specificirane putem deklarativnog ADF u praksi veoma teško održavaju kad sistem postane kritično velik. Programer je prinuđen da redundantno implementira iste funkcionalnosti umesto da ih izoluje, jednom implementira i posle višestruko koristi upotrebom osnovnih koncepata objektno orijentisane paradigme, poput nasleđivanja.

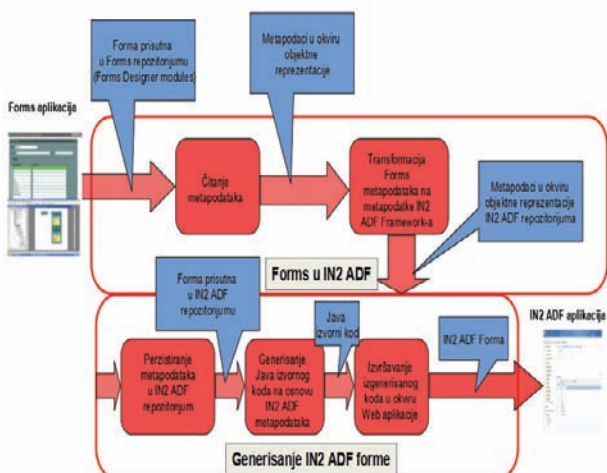
Postavlja se pitanje zašto praviti novo rešenje koje vrši prevođenje *Oracle Forms* aplikacija u *Oracle ADF* kada postoji više dostupnih rešenja. Prvenstveno, postojeća rešenja nisu besplatna i ne zadovoljavaju sve zahteve koji se tiču ovog rada. Rešenje koje je implementirano kao rezultat ovog rada na svom ulazu ima meta podatke o *Oracle Forms* aplikaciji koji su dobijeni na osnovu čitanja *Oracle Forms* repozitorijuma, na osnovu istraživanja i analize iz [2], [4] i [6]. U *Oracle Forms* repozitorijumu se čuvaju specifikacije *Forms* aplikacija. Čitanje meta podataka se izvodi kroz izvršavanje SQL upita nad pogledima repozitorijuma. Pogledi *Oracle Forms* repozitorijuma predstavljaju interfejs *Forms* repozitorijuma koji se ne menja sa verzijom *Forms*-a.

Potrebu za implementacijom alata za prevođenje takođe nameće i odredišna platforma, a to je *Oracle ADF* 12.1.3. Pored verzije *Oracle ADF*-a, odredišna platforma ima drugačiju strukturu aplikacije od tipične *Oracle ADF* aplikacije čiji se grafički korisnički interfejs implementira kroz XML fajlove. Odredišna platforma ovog rada u kojoj rade prevedene *Oracle Forms* aplikacije je IN2 ADF razvojno okruženje, u kojem se korisnički interfejs implementira putem *Java* izvornog koda. IN2 ADF razvojno okruženje je namensko okruženje kompanije IN2 za razvoj poslovnih aplikacija.

4. POSTUPAK PREVOĐENJA ORACLE FORMS APLIKACIJA U IN2 ADF APLIKACIJE

Definisana su dva zadatka koja ovaj rad treba da realizuje. Prvi je dobavljanje i transformacija meta podataka o *Oracle Forms* aplikaciji u meta podatke IN2 repozitorijuma. Podaci iz IN2 repozitorijuma se mogu iskoristiti za generisanje novih aplikacija na novim platformama. Drugi zadatak rada je da se na osnovu obavljenog prvog zadatka obezbedi rešavanje automatskog prevođenja *Oracle Forms* modula (transakcionog programa) u *Oracle ADF* transakcione programe. Implementacija drugog zadatka se postiže upotrebom IN2 generatora koji na osnovu podataka iz IN2 repozitorijuma vrši generisanje IN2 ADF aplikacije.

Na slici 2 je prikazano konceptualno rešenje prevođenja *Oracle Forms* aplikacija u *Oracle ADF* aplikacije koje rade u okviru IN2 ADF razvojnog okruženja. Detaljan opis konceptualnog rešenja je priložen u daljem tekstu.



Slika 2. Konceptualno rešenje prevođenja Oracle Forms aplikacija u IN2 ADF aplikacije

U prvoj fazi prevođenja meta podataka u priloženom konceptualnom rešenju, prvi korak predstavlja čitanje meta podataka o Oracle Forms transakcionom programu. Nakon što su meta podaci pročitani, potrebno je izvršiti njihovo prevođenje na strukturu meta podataka IN2 repozitorijuma nakon čega se završava prva faza konceptualnog rešenja.

U prvom koraku druge faze se vrši memorisanje dobijenih meta podataka u IN2 ADF repozitorijum. U drugom koraku je potom neophodno aktivirati IN2 ADF generator, koji na osnovu unesenih meta podataka generiše Java izvorni kod. Treći korak druge faze predstavlja integraciju izgenerisanog koda sa IN2 ADF razvojnim okruženjem, kompajliranje i izvršavanje izgenerisanog Java izvornog koda u okviru IN2 ADF razvojnog okruženja, odnosno Web aplikacije, nakon čega se proces prevođenja aplikacije završava.

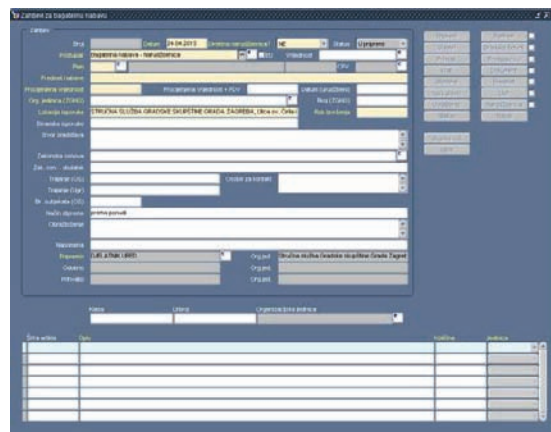
5. SOFTVER ZA PREVOĐENJE ORACLE FORMS APLIKACIJA U IN2 ADF APLIKACIJE

Za potrebe ovog rada i rešavanja problema automatskog prevođenja Oracle Forms aplikacija u ADF aplikacije razvijen je softverski alat koji je integrisan sa IN2 ADF razvojnim okruženjem.

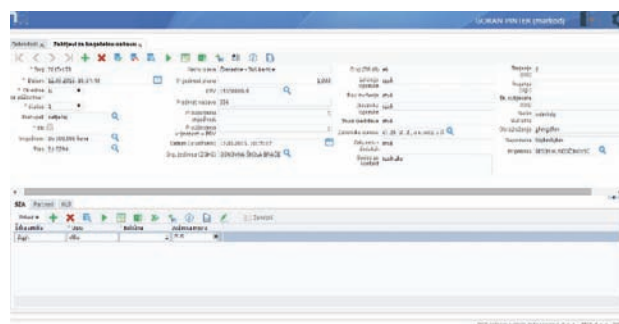
Aplikacija za prevođenje Forms aplikacija u ADF aplikacije omogućava prevođenje Forms modula kroz sledeća četiri koraka: zadavanje parametara konekcije za Forms repozitorijum, izbor Forms modula za prevođenje, zadavanje lokacije prevedenih transakcionih programa na meniju unutar IN2 ADF aplikacije i generisanje Java koda.

6. ANALIZA POSTIGNUTIH REZULTATA

U ovom poglavlju biće predstavljeni rezultati koji su ostvareni korišćenjem softverskog alata za automatskog prevođenje Oracle Forms aplikacija u Oracle ADF aplikacije. Tokom razvoja alata za automatsku transformaciju vršeni su i testovi prevođenja Forms transakcionog programa koji je godinama u produkciji. Na slici 3 je prikazan transakcioni program iz realnog sistema. Transakcioni program sa slike 3 ima više od 30 polja. Nakon prevođenja transakcionog programa sa slike 3 dobije se IN2 ADF transakcioni program kao na slici 4 koji ima približnu strukturu kao i izvorni Forms transakcioni program.



Slika 3. Oracle Forms transakcioni program iz produkcionog sistema



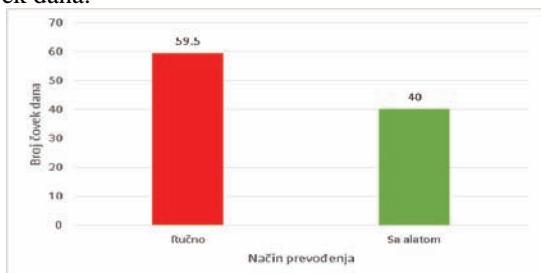
Slika 4. IN2 ADF transakcioni program iz produkcionog sistema

Aplikacija sa slike 3 sadrži oko 80 ulazno-izlaznih komponenti korisničkog interfejsa. Definisane jedne takve forme u okviru IN2 ADF razvojnog okruženja zahteva od programera vizuelnu, semantičku analizu Oracle Forms aplikacije i manuelno definisanje svake komponente, za šta je prosečno potrebno od 10 do 16 sati rada. Upotrebom alata za prevođenje se omogućava da se specifikacija komponenti korisničkog interfejsa transakcionog programa sa slike 3 dobije za manje od dvadeset sekundi u obliku IN2 ADF specifikacije.

Kada se složeniji transakcioni program (kao transakcioni program sa slike 3) prevodi potpuno manuelno, za celokupan proces prevođenja je potrebno prosečno 4 čovek dana. Za prevođenje istog transakcionog programa uz upotrebu alata za prevođenje potrebno je prosečno 2,375 čovek dana. Vreme od 2,375 čovek dana se dobije kada se od 4 čovek dana oduzme vreme potrebno za migraciju komponenti korisničkog interfejsa, što je prosečno 1,625 čovek dana, odnosno 13 čovek sati. 13 čovek sati je prosečan broj čovek sati koji se uštede upotrebom alata, a 1,625 čovek dana se dobije kada se 13 čovek sati prebaci u čovek dane. Utrošeno vreme od 2,375 čovek dana predstavlja vreme potrebno za ručnu migraciju poslovne logike transakcionog programa. Sada se može reći da za mesec dana potpuno manuelnim načinom prevođenja se može prevesti prosečno 5 složenijih transakcionih programa (5 transakcionih programa se dobije kada se 20 čovek dana подели sa 4 čovek dana potrebnih za jedan transakcioni program). Korišćenjem alata za prevođenje za mesec dana se može prevesti prosečno 20/2,375 ili 8,42 složenijih transakcionih programa, dok je 11.875 čovek dana potrebno za 5 transakcionih programa. Na osnovu

prethodno izvedenih prosečnih rezultata zaključuje se da alat za prevođenje na mesečnom nivou vrši prosečnu uštedu vremena od 8,125 čovek dana. Izraženo u procentima od ukupno 20 čovek dana se prosečno izvrši ušteda vremena od 40,65% prilikom korišćenja alata za prevođenje.

Alat za prevođenje je testiran na pilot projektu gde je zadatak bio prevesti trinaest transakcionih programa. Na osnovu složenosti transakcionih programa procenjuje se da je prosečno bilo potrebno za manuelno prevođenje komponenti korisničkog interfejsa 1,5 čovek dan po transakcionom programu, dok je za svih 13 transakcionih programa bilo prosečno potrebno 19,5 čovek dana. Celokupan pilot projekat prevođenja sa korišćenjem alata za prevođenje i sa kompletnom migracijom poslovnih pravila je trajao 40 čovek dana. Bez korišćenja alata za prevođenje procenjuje se da bi za izradu pilot projekta migracije trinaest transakcionih programa bilo potrebno 59,5 čovek dana. Zaključuje se da se upotrebom alata dobija ušteda vremena od oko 32,77% procenta. Prethodno dobijeni rezultati ilustrovani su histogramom na slici 5. Sa histograma na slici 5 se vidi da je potrebno 59,5 čovek dana za ručno prevođenje 13 transakcionih programa iz pilot projekta, dok je sa korišćenjem alata za prevođenje istih transakcionih programa potrebno 40 čovek dana.



Slika 5. Broj potrebnih čovek dana za migraciju na pilot projektu ručno i sa alatom

7. PRAVCI BUDUĆEG RAZVOJA

Kroz analizu *Oracle Forms* meta modela uočeni su koncepti koji su dobro definisani i poželjno ih je preuzeti kao koncepte koje treba uvesti u IN2 meta model, a potom novouvedene koncepte je potrebno i pokriti sa IN2 ADF generatorom transakcionih programa.

Važan koncept u *Forms* repozitorijumu su komponente modula koje mogu da se smeštaju proizvoljno, a potom ih je moguće konfigurisati da predstavljaju tabelu ili formu korisničkog interfejsa. Komponente modula u *Forms*-ima je moguće proizvoljno raspoređivati, kao što je primer jedna komponenta levo ili desno u odnosu na drugu. Potrebno je obogatiti IN2 meta model da podrži više načina organizacije komponenti.

Implementirani alat za prevođenje trenutno ne prevodi raspored polja kako je implementiran u *Forms* aplikaciji što bi trebalo dodatno unaprediti.

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opravdana praktična potreba za realizacijom sistema koji automatski prevode aplikacije realizovane u *Oracle Forms* razvojnom okruženju u aplikacije zasnovane na savremenim softverskim

tehnologijama. Kao sastavni deo rada izvršena je analiza postojećih rešenja koja rešavaju problem transformacije *Oracle Forms* aplikacija u druge tehnologije. Kao krajnji rezultat rada implementiran je softverski alat koji vrši automatsko prevođenje *Oracle Forms* aplikacija u *Oracle ADF* aplikacije. Na samom kraju rada su prezentovani postignuti rezultati rada gde su istaknute prednosti i nedostaci implementiranog softverskog alata.

U radu je definisan proces prevođenja *Oracle Forms* aplikacija u *Oracle ADF* aplikacije.

Na osnovu definisanog procesa prevođenja implementirano je konkretno rešenje koje vrši automatsko prevođenje *Oracle Forms* aplikacija u IN2 ADF aplikacije.

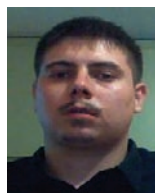
Upotrebom alata za automatsko prevođenje pilot projektu utvrđeno je da se postiže ušteda vremena u odnosu na manuelno prevođenje od 30 do 50%. Procenat uštedenog vremena direktno zavisi od kompleksnosti aplikacija koje se prevode. Ako je aplikacija složenija alat za automatsko prevođenje štedi više vremena do 50%, dok za jednostavnije aplikacije procenat uštedenog vremena se smanjuje do 30%.

Implementacijom alata za automatsko prevođenje aplikacija sa starije platforme na noviju omogućava se da se postojeće aplikacije čija implementaciona tehnologija izlazi iz svog životnog ciklusa migriraju na jeftiniji način. Migracijom aplikacija na noviju tehnologiju zadržava se trenutna poslovna vrednost i stvara potencijal za rast vrednosti shodno mogućnostima nove tehnologije.

9. LITERATURA

- [1] Oracle Forms to SOA: A Case Study in Modernization An Oracle Forms Community White Paper Steven Price, Griffiths Waite, June 2008
Drucker, P. (1954)
- [2] *Oracle Forms meta model* :
http://download.oracle.com/otn_hosted_doc/designer/misc/24870_272269.pdf
- [3] Oracle Forms Migration Partners :
<http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/Forms/Oracle-Forms-migration-partners-098680.html>
- [4] Oracle Forms Developer 10g: Build Internet Applications D17251GC10 Edition 1.0 June 2004 D39558 Pam Gamer
- [5] *Oracle9i Designer: Forms Design and Generation 20006GC20 Edition 2.0 D37274 September 2002 Susan Duncan Jeffrey Gallus Peter Jamieson*
- [6] Oracle Repository API and Model Reference Guide :
<http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/designer/documentation/index.html#>
- [7] Oracle Application Development Framework elektronska dokumentacija:
<http://docs.Oracle.com/middleware/1213/adf/docs.htm>

Kratka biografija:



Marko Manojlović rođen je u Kragujevcu 1990 god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2009. god. Diplomski rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2013. god. Master rad iz iste oblasti odbranio je 2015. god.

**СИСТЕМ ЗА ПОДРШКУ У РАЗМЕНИ РОБЕ И УСЛУГА ЗАСНОВАН НА
ANDROID И GOOGLE APP ENGINE ПЛАТФОРМАМА****GOODS AND SERVICES EXCHANGE SUPPORT SYSTEM BASED ON ANDROID
AND GOOGLE APP ENGINE PLATFORMS**

Никола Зарић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У раду је описана мобилна апликација за подршку у размени робе и услуга. Анализирано је стање у области и на основу анализе стања је моделовано решење које као теоријску основу користи теорију графова. Решење је имплементирано за Android и Google App Engine платформе, а апликација је тестирана на реалном сценарију коришћења.

Abstract – This paper describes a mobile application that supports exchange of goods and services. The related work has been analysed and the application design has been modelled. The design uses graph theory as a theoretical foundation. The application was implemented using Android and Google App Engine platforms and it was tested in a real-life scenario.

Кључне речи: exchange of goods and services, graph theory, Android, Google App Engine

1 УВОД**1.1 НЕНОВЧАНА РАЗМЕНА РОБА И УСЛУГА**

Особама који желе да размене своју робу или услуге потребна је мрежа људи у којој су сви заинтересовани за размену. Такође, потребан је и начин комуникације зато што јасно, прецизно и унапред договорена размена избегава настанак непријатних ситуација. Један од главних проблема који настаје је проналажење друге стране заинтересоване за директну размену. Мало је вероватно да ће обе стране нудити робу или услуге које су потребне другој страни.

Подршка електронског система је потребна како би се омогућила размена између особа које не могу директно да размене своје понуде. Систем имплементира алгоритам чији је задатак да пронађе затворен круг корисника („ланац“ корисника) у коме корисник своју понуду даје једној особи, а жељену понуду добија од друге особе. Круг корисника је такав да садржи највећи могућ број корисника који међусобно могу да размене сопствене понуде за жељене понуде.

Поред тога, електронски систем омогућава доступност, мобилност и бржу комуникацију између корисника.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Стеван Гостојић.

Корисници могу да се упознају са другим корисницима са којима планирају размену (у смислу провере искустава особа које су већ сарађивале са тим корисницима), претражују понуде на основу метаподатака и прегледају понуде на основу категорија у које су понуде груписане.

1.2 ТЕОРИЈА ГРАФОВА

Теорија графова је посебна област математике и рачунарских наука која се бави проучавањем графова. Графови представљају математичку структуру која моделује односе међу објектима. Граф се састоји од чворова (у литератури се спомиње и термин тачака) и грана (у литератури се спомињу и термини веза или ивица) које те чворове повезују. Формално, граф је уређен пар $G = (V, E)$, где је V скуп чворова графа, а E скуп веза између тих чворова.

1.3 РАЧУНАРСТВО У ОБЛАКУ

Израз „рачунарство у облаку“ (или само „облак“) може се дефинисати као модел рачунарства који омогућава приступ ресурсима удаљених рачунара. Под ресурсима се подразумева инфраструктура, развојне платформе и софтвер. Провајдери рачунарства у облаку успоставили су систем наплате базиран на принципу мерења потрошње ресурса. Рачунарство у облаку се може поделити на три основне категорије: *Software as a Service (SaaS)*, *Platform as a Service (PaaS)* и *Infrastructure as a Service (IaaS)* [1].

SaaS – софтвер који се налази „у облаку“ доступан је крајњем кориснику са било ког уређаја који има приступ Интернету (нпр. мобилни уређаји и рачунари). Предност овог приступа је у томе што се подаци чувају у облаку и корисницима се омогућава да наставе посао на другом уређају без потребе да преносе податке. Такође, корисник не мора да брине о одржавању и надоградњи софтвера, јер је то задатак провајдера услуге [2].

PaaS – развојно и извршно окружење које је доступно преко Интернета. Предност овог приступа је у томе што програмери не морају да брину о инсталацији, конфигурацији и одржавању окружења, већ могу да се сконцентришу на развој софтвера и тиме знатно убрзају пуштање софтвера у продукцију [2].

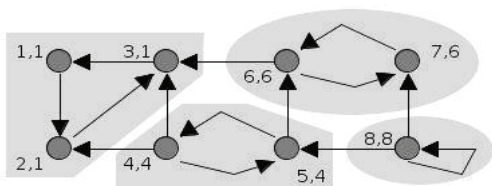
IaaS – хардверска инфраструктура коју одржава провајдер услуга. Под инфраструктуром се подразумевају сервери и мрежна опрема [2].

1.4 МОБИЛНО РАЧУНАРСТВО

Под мобилним уређајима се подразумевају уређаји који због својих малих димензија и масе могу да се носе у шаци. У последњих неколико година мобилно рачунарство доживљава велику експанзију и омогућава корисницима обављање послова у покрету уз корисничко искуство слично класичним стоним рачунарима. Мобилни уређаји углавном омогућавају персонализацију, инсталацију нових апликација и повезивање на Интернет. Имајући у виду ограничене ресурсе мобилних уређаја, све их покреће наменски оперативни систем (ОС). Оперативни системи који су највише присутни на тржишту су *Android*, *iOS* и *Windows Phone*

ТАРЦАНОВ АЛГОРИТАМ

Тарцанов алгоритам је алгоритам за проналажење јако повезаних компоненти графова, објављен од стране Роберта Тарцана (*Robert Tarjan*), америчког рачунарског научника и професора на Принстон универзитету. У теорији графова, за усмерени граф се каже да је јако повезан уколико постоји пут од сваког чвора у графу до сваког другог чвора. Јако повезане компоненте представљају партиције (подграфове) графа које су међусобно јако повезане. Алгоритамска сложеност Тарцановог алгоритма износи $O(|E| + |V|)$, где је E број грана, а V број чворова у графу – дакле, алгоритам се може извршавати у линеарном времену. Сматра се да је Тарцанов алгоритам унапређење Косарацуовог алгоритма (*Kosaraju's algorithm*), јер раде на сличном принципу, али чија је сложеност већа, и у најгорем случају износи $O(V^2)$ [3, 4]. Тарцанов алгоритам као улаз има усмерен граф, а као излаз јако повезане компоненте улазног графа (Слика 1). Сваки чвор графа се појављује у тачно једној јако повезаној компоненти. Алгоритам се креће кроз граф пратећи усмерење гране и уједно означавајући чворове.



Слика 1 - Пример резултата Тарцановог алгоритма [4]

Означавање чворова се врши са два параметра: први је индекс (редослед у којем је чвор посећен), а други параметар је повезан са индексом и мења се сваки пут када се наиђе на „слепоу улицу“. Под „слепом улицом“ се подразумева случај када се наиђе на чвор из ког не може да се посети ниједан други чвор. Тада се алгоритам враћа уназад све док се не пронађе начин са посећивање чвора који није већ посећен. Уколико се не може на основу усмерења грана доћи до таквог чвора, насумичним избором се „скаче“ у неки непосећен чвор и примењује се исти поступак. Приликом враћања уназад, другом параметру се додељује вредност коју је имао индекс чвора из ког се започело континуирано обилажење графа. Одмах по

проналаску „слепоу улице“, сви чворови који имају једнак други параметар су представљени као нова јако повезана компонента и бивају означени као такви пре наставка рада алгоритма.

На слици 1. приказан је резултат алгоритма који је почео да се извршава од горњег левог чвора. Пратећи усмерене гране, дошло се до прве јако повезане компоненте која садржи чворове означене индексима 1, 2 и 3. Алгоритам „скаче“ на први непосећен чвор, што је у овом случају чвор 4. Одатле наставља кретање и долази до чвора 7 где наиша на „слепоу улицу“ и враћа се уназад. Пре самог враћања, вредност другог параметра чвора 7 се поставља на 6 (то је индекс претходног чвора). Одмах после првог чвора на који се алгоритам вратио (чвор 6) дешава се исти случај, и други параметар посматраног чвора се поставља такође на 6. Та два чвора представљају другу пронађену јако повезану компоненту. На исти начин се проналази и трећа јако повезана компонента чији чворови имају други параметар чија је вредност 4. Последњи преостали чвор представља јако повезану компоненту са самим собом.

Добијен резултат се у систему представља као затворен круг понуда које се могу разменити. Чворови су понуде које могу међусобно да се размене, а гране представљају податак о томе ко са ким треба да размени понуду.

GOOGLE APP ENGINE И ANDROID

2.1 GOOGLE APP ENGINE

GAE спада у категорију *Platform as a Service (PaaS)* рачунарства у облаку и пружа кориснику платформу за развој, покретање и одржавање веб апликације уз апстраховање комплексности која прати прављење и одржавање инфраструктуре потребне за веб апликацију. Главна предност *GAE* је то што апстрахује одржавање сервера и управљање скалабилности. Скалабилност је способност система да се шири или смањује у зависности од потребе, па тако *GAE* аутоматски повећава броја сервера када саобраћај ка серверу порасте, а смањује када нема потребе за великим бројем сервера.

2.2 ANDROID

Појам *Android* има више значења: оперативни систем, библиотеке и програмски алати за развој апликација, и саме апликација. *Android* [5] је оперативни систем за мобилне уређаје који је прилагођен екранима осетљивим на додир и базиран на *Linux* оперативном систему. Такође, *Android* је и софтвер отвореног кода, што значи да свако може да види начин на који је имплементиран и да га мења по потреби. *Android* је у почетку био намењен само мобилним телефонима, а данас је прерастао у много више, и користи се у уређајима попут сатова, мобилних телефона, таблета, телевизора, аутомобила, итд. *Android API (Application Programming Interface)* је скуп библиотека које се користе за развој *Android* апликација. *Google* повремено освежава ове библиотеке изbacивањем нових верзија, које се разликују од верзије *Android* ОС, па је тако *Android 6.0 Marshmallow* увео *API 23* доносећи бројна унапређења и исправке.

Android апликације се састоје из четири врсте компоненти [6]:

1. Активност (*Activity*) је појединачна фокусирана ствар коју корисник може да уради, тј. један екран који је приказан кориснику.
2. Сервис (*Service*) је компонента која се извршава у позадини и представља начин да се имплементира *multitasking* или клијент-сервер модел.
3. Пријемник порука (*Broadcast receiver*) је компонента која обрађује догађаје који могу да буде изазвани од оперативног система или од друге компоненте.
4. Добављач садржаја (*Content provider*) је компонента која управља подацима и омогућава размену података између апликацијама, тј. комуникацију између процеса.

СПЕЦИФИКАЦИЈА ЗАХТЕВА

Спецификација захтева је подељена спецификацију функционалних и нефункционалних захтева.

3.1 СЛУЧАЈЕВИ КОРИШЋЕЊА

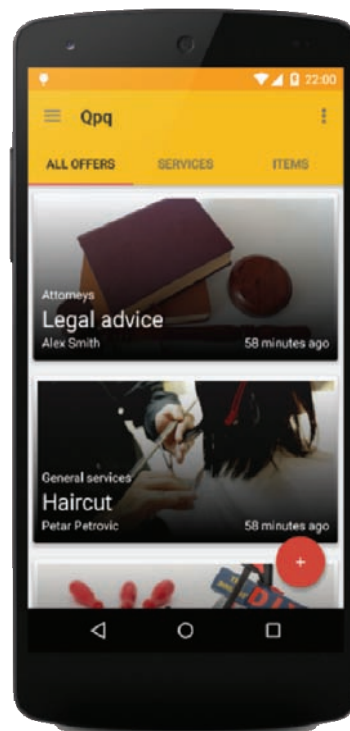
Корисник система је у могућности да преко клијентске апликације користи следеће функционалности:

1. Регистрација на систем
2. Пријава на систем
3. Преглед корисничког профила
4. Измена корисничког профила
5. Преглед свих туђих понуда и филтрирање понуда по типу (Слика 2):
 - a. Само услуге
 - b. Само роба
 - c. Преглед свих понуда само из одређене категорије
6. Преглед својих понуда
7. Додавање нове понуде
8. Детаљан приказ понуде
9. Измена понуде
10. Предлог размене
11. Преглед свих размена и филтрирање размена по статусу:
 - a. Размене које су у току
 - b. Договорене размене
 - c. Отказане размене
 - d. Размењене размене
12. Детаљан приказ размене
13. Одговор на предложену размену
14. Промена статуса размене на „размењена“
15. Рецензија размене
16. Додавање понуде у листу жеља
17. Уклањање понуде из листе жеља
18. Преглед листе жеља
19. Претрага

Такође, систем на основу корисникових жеља и његових понуда тражи затворен круг корисника који могу међусобно да изврше размену понуда.

Систем обавештава кориснике о:

1. Проналажењу затвореног круга
2. Предлогу размене
3. Прихватању или одбијању размене од стране другог корисника



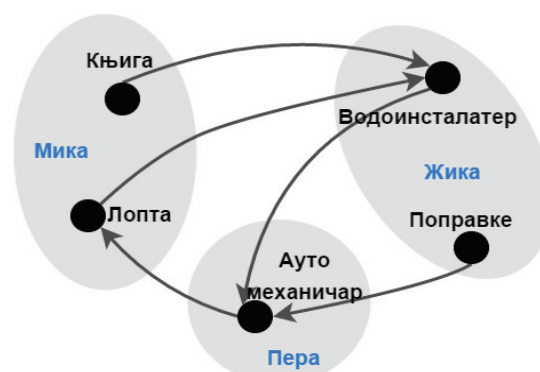
Слика 2 - Почетан екран апликације

3.2 НЕФУНКЦИОНАЛНИ ЗАХТЕВИ

Потребно је обезбедити аутентификацију и ауторизацију корисника. Аутентификација подразумева проверу идентитета корисника, а ауторизација проверу да ли корисник има право приступа одређеном делу апликације (нпр. корисник не може да мења туђу понуду).

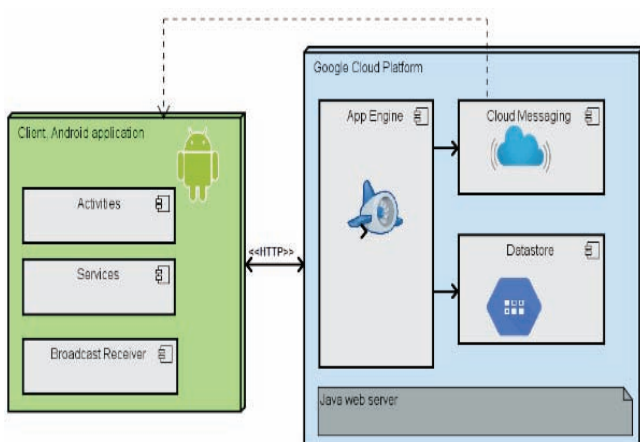
СПЕЦИФИКАЦИЈА ДИЗАЈНА И ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА

За проналажење затвореног круга корисника коришћен је Тарцанов алгоритам. На пример, нека се у систему налазе три корисника: Мика (има две понуде: књигу и лопту), Жика (има две понуде: услугу водоинсталатера и ситне поправке по кући) и Пера (нуди аутомеханичку услугу). При томе Мики треба водоинсталатер, а Жики треба аутомеханичар. Очигледно је да Мика и Жика не могу директно да размене своје понуде. Слика 3 приказује граф формиран на основу претходног примера.



Слика 3 - Пример графа са корисницима и њиховим понудама

Осенчен део слике представљају понуде једног корисника. Како Мики треба водоинсталатер, све његове понуде се повезују са понудом услуге водоинсталатера (у смеру од Мике ка Жики). На слици се може приметити ланац у којем Мика нуди лопту Пери, Пера нуди поправку аутомобила Жики, а Жика нуди Мики услугу водоинсталатера. На тај начин сваки корисник може да добије оно што жели. Слика 4 приказује дијаграм распореда (*deployment diagram*) система, где се види да је на серверској страни коришћен *Google App Engine* којем клијент упућује захтеве користећи *Representational State Transfer (REST)* стил софтверске архитектуре. У *GAE*-у се извршава цела пословна логика апликације и резултат се шаље клијенту. Подаци се смештају у складишту података користећи *JPA* технологију (*Java Persistence API*). *GCM* се користи за слање обавештења корисницима.



Слика 4 – Дијаграм распореда система

ЗАКЉУЧАК

Подршка електронског система у неовчаној размени роба и услуга се показала као велика помоћ особама које имају потребу за овом радњом. Добијају могућност проналажења других особа које су такође заинтересоване за размену, проверу искустава претходних особа пре остваривања сарадње, као и дељења личног искуства са другим корисницима. Такође, електронски систем са оваквим особинама драстично смањује могућност за доживљавање непријатних ситуација проузрокованих непрецизним договарањем.

Значајна предност је могућност аутоматизованог спајања већег броја корисника који могу међусобно да размене понуде, тако да корисник даје своју понуду једној особи, а добија жељену понуду од сасвим друге особе.

Мана система је ограничен број понуда са којима алгоритам може да ради, што директно утиче на број корисника који могу да буду повезани у затворен круг и самим тим имају мању могућности за потенцијалну размену.

Такође, систем све понуде третира једнако, и препушта корисницима да се сами договоре и одреде да ли је вредност понуде коју дају приближно једнака оној коју добијају.

Даљи развој система обухвата оптимизацију алгоритма, како би могао да ради са већим бројем понуда. Самим тим ће и више корисника бити у могућности да буде укључено у размену.

Са техничке стране, побољшање у виду проширивања могућности система са опцијама попут блокирања одређених корисника, сакривања одређених категорија и увођење могућности директних размена порука између корисника који успостављају потенцијалну размену ће значајно допринети повећању функционалности система.

Увођењем веб апликације за могућност приступа систему преко рачунара доприноси повећању броја корисника система, и самим тим и квалитетнијим садржајем понуда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Rackspace, "Cloud computing", http://www.rackspace.com/knowledge_center/whitepaper/understanding-the-cloud-computing-stack-saas-paas-iaas, Приступљено 15.10.2015
- [2] IBM, "Cloud computing", <http://www.ibm.com/cloud-computing/what-is-cloud-computing.html>, Приступљено 14.10.2015
- [3] Википедија, „Роберт Тарџан“ https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Tarjan#Algorithms_and_data_structures, Приступљено 01.09.2015
- [4] Википедија, „Tarjan's strongly connected components algorithm“ https://en.wikipedia.org/wiki/Tarjan%27s_strongly_connected_components_algorithm, Приступљено 01.09.2015
- [5] Android, "Android", <https://www.android.com/>, Приступљено 06.06.2015
- [6] С. Гостијић, „Програмирање мобилних апликација“, https://enastava.io/courses/120/files/15248?module_item_id=1887, Приступљено 06.06.2015

Кратка биографија:



Никола Зарић је рођен 10.03.1991. године у Новом Саду. Основну школу „Коста Трифковић“ завршио је 2006. године. Електротехничку школу „Михајло Пупин“ у Новом Саду завршио је 2010. године. Исте године уписао се на Факултет техничких наука, одсек Рачунарство и аутоматика. Након завршених основних студија, 2014. године, уписао је мастер студије на којима је положио све испите предвиђене планом и програмом.

IDE PODRŠKA ZA RAZVOJ JEZIKA BAZIRANIH NA TEXTX ALATU**IDE SUPPORT FOR TEXTX BASED LANGUAGE DEVELOPMENT**Maša Talović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je implementacija integrisanog razvojnog okruženja za *textX* meta jezik koje omogućava dinamičko kreiranje i isprobavanje jezika specifičnog za domen bez ponovnog pokretanja okruženja uz trenutnu vizualizaciju novog jezika, kao i meta jezika.

Abstract – This paper presents implementation of the integrated development environment for *textX* meta-language with dynamic creating and testing the new domain-specific language without restarting the environment and with instant visualization of the new language and meta-language.

Ključne reči: *textX*, *DSL*, *IDE*, *Ninja-IDE*, *dot*

1. UVOD

Pri korišćenju nekog *DSL*-a vrlo je bitno da postoji okruženje koje će omogućiti lakše i brže savladavanje jezika. Prilikom pravljenja *DSL*-a treba uključiti par dodatnih aktivnosti kako bi jezik koji nastaje bio pogodan za upotrebu. Pored konkretne i apstraktne sintakse i semantičnih pravila, za korišćenje jezika neophodni su adekvatni alati koji bi asistirali ulozi *DSL*-a.

Iako se na prvi pogled čini da je izrada alata za korišćenje novog jezika nepotreban trud, pošto direktno ne doprinosi novom jeziku, ono drastično pomaže programerima da budu efektivniji kasnije u korišćenju novog *DSL*-a, jer se savladavanje drastično olakšava postojanjem adekvatnih alata. Imajući u vidu takmičenje između nepoznatih *DSL*-ova i generalno popularnih jezika opšte namene (General-Purpose language - *GPL*), komforno okruženje je upravo jedan od faktora koji utiču na uspeh *DSL*-a.

S obzirom da *GPL*-ovi imaju veliki broj postojećih alata sa dugogodišnjim iskustvom i širokom zajednicom korisnika, *DSL*-ovi moraju biti snabdeveni sličnim alatima kako bi im mogli postati dovoljno dobra konkurencija. Postojeća integrisana razvojna okruženja su idealne platforme za izradu alata potrebnih *DSL*-ovima ukoliko imaju podršku za proširenje.

U cilju implementacije odgovarajućeg okruženja koje bi nudilo podršku za sintakso bojenje za *TextX* i omogućilo isprobavanje novog jezika i vizualizaciju metamodela i modela jezika kreiran je novi priključak (eng. *plugin*) *Ninja* okruženja.

Ninja okruženje je bilo adekvatan izbor s obzirom na jednostavnost i lakoću nadogradnje okruženja upotrebom priključaka i odličnom podrškom za *Python* programski jezik.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Igor Dejanović.

1.1. Jezici specifični za domen

Jezici specifični za domen su jezici skrojeni za specifični aplikacioni domen. Nude značajne prednosti i jednostavnost korišćenja u odnosu na jezike opšte namene u svom aplikacionom domenu. Međutim kreiranje *DSL*-a iziskuje dosta truda, zahteva i domensko znanje i iskustvo u izradi jezika.

Osnovni elementi *DSL*a su apstraktna sintaksa, konkretna sintaksa (grafička ili tekstualna) i semantika. Apstraktna sintaksa služi za definisanje metamodela, odnosno osnovne strukture jezika. Konkretna sintaksa jezika je ono što korisnik koristi da bi kreirao programe. Predstavlja prikaz modela u nekoj prezentaciji, a prezentacija može biti tekstualna, grafička, tabularna ili neka od kombinacija ove tri navedene. Semantika predstavlja značenje modela.

Postoje dve vrste *DSL*-ova eksterni i interni. Eksterni *DSL*-ovi poseduju sopstvenu sintaksu i potreban im je parser koji ih interpretira ili prevodi na drugi programski jezik. Internal *DSL*-ovi nastaju menjanjem i proširenjem postojećih *GPL*-ove kako bi se prilagodili nekom problemskom domenu.

1.2. TextX

TextX je jezik za modelovanje namenjen kreiranju jezika specifičnih za domen u *Python* programskom jeziku [1]. Na osnovu opisa jezika, gramatike, *TextX* kreira parser i meta-model koji predstavlja apstraktnu sintaksu za novi jezik, a parser će automatski na osnovu metamodela kreirati graf objekata *Python* programskog jezika koji predstavlja model.

Osnovna karakteristika koju poseduje *TextX* je da se iz jednog tekstualnog opisa dobija i metamodel i parser. Velika prednost je što se automatski transformiše stablo parsiranja u graf objekata *Python* programskog jezika. Takođe je moguće referencirati druge objekte novog jezika, a tekstualna referenca će se automatski pravilno pojaviti i kao *Python* referenca. Parser je moguće konfigurisati u odnosu na to kako se tretiraju prazni karakteri, ključne reči ili da li postoji razlika u značenju u odnosu na upotrebu velikih i malih karaktera. Metamodel i model se mogu vizualizovati uz upotrebu *Graphviz* softverskog paketa.

Sintaksa novog jezika, kao i meta-model, su definisani *TextX* gramatikom koja predstavlja skup *TextX* pravila. Ova pravila su osnovni gradivni elementi *TextX* jezika. U isto vreme definisanjem novog pravila definiše se i *Python* klasa sa istim imenom.

TextX metamodel je *Python* objekat koji prepoznaje sve klase koje se mogu instancirati pri parsiranju. Pozivanjem metoda *metamodel_from_file* ili *metamodel_from_str*

kreira se metamodel iz gramatike. Prva metoda na osnovu datoteke u kojoj je opisana gramatika kreira metamodel, dok ga druga kreira direktno na osnovu opisa.

Model je *Python* graf objekat kojeg čine obični *Python* objekti (*Plain Old Python Objects* - POPO) koji su kreirani na osnovu teksta pisanog korišćenjem novog DSLa. Svaki objekat je instanca klase iz metamodela. Klase se u letu kreiraju na osnovu gramatičkih pravila ili ih korisnik sam dostavlja. Model se kreira pozivanjem metoda *model_from_file* i *model_from_str* instance metamodela. Prva metoda kreira model na osnovu datoteke u kojoj se nalazi definicija modela, dok ga druga kreira na osnovu same definicije.

Metamodel, model i stablo parsiranja se mogu eksportovati u *dot* datoteke u svrhu vizualizacije. Metode *metamodel-export* i *model-export* eksportuju metamodel i model respektivno u *dot* datoteke.

2. POSTOJEĆA REŠENJA

2.1. Spoofax

Spoofax je platforma za pravljenje tekstualnih DSL-ova zajedno sa *Eclipse* prključcima sa svim potrebnim alatima [2]. Na osnovu gramatike novog jezika automatski su podržane neke funkcije editora, kao što su sintaksno bojenje i slaganje koda (eng. *code folding*) koje omogućuje korisnicima da prikažu, odnosno sakriju, sekciju koda u trenutno otvorenoj datoteci. Funkcije editora se mogu prilagođavati potrebama novog jezika upotrebom opisnih jezika. Sofisticiranije funkcije mogu se specificirati predefinisanjem pravila *Stratego* jezika.

Stratego je jezik i alat za transformaciju programa. Nudi mogućnost predefinisanja pravila za izražavanje osnovnih transformacija, strategije za kontrolisanje primena pravila, konkretnu sintaksu za izražavanje šablona pravila kao i dinamično predefinisanje pravila koja izražavaju kontekstualne transformacije, čime stvaraju podršku za razvoj komponenti za transformaciju na visokom nivou apstrakcije.

Prednost ovog alata je to što se za sve koriste samo tekstualne datoteke. Predstavlja klasični pristup sa definisanjem gramatike i pravilima transformacija za kreiranje DSL-a. S obzirom da je *Spoofax Eclipse* priključak, DSL može zajedno sa editorima da se eksportuje kao *Eclipse* priključak.

Glavni nedostatak ovog alata je nepostojanje direktne podrške za neke zahtevnije funkcionalnosti okruženja. Podrška okruženja pri korišćenju njegovog jezika nije zadovoljavajuća, kao ni navigacija kroz kod.

2.2. Xtext

Xtext je alat za pravljenje jezika opšte namene, kao i jezika specifičnih za domen [3]. Omogućava brzo pravljenje jezika, ali povrhu svega pokriva sve aspekte infrastrukture kompletnog jezika, od parsera, generatora koda, ili interpretera, do kompletne integracije sa *Eclipse* okruženjem sa svim tipičnim funkcionalnostima okruženja koje su danas obavezne pri upotrebi novog jezika.

Potrebno je kreirati gramatiku na osnovu *Xtext* pravila. Nije potrebno naknadno dodavati anotacije na pravila

koje bi definisale akcije za izgradnju apstraktnog stabla parsiranja, pošto se njegovo kreiranje vrši automatski sa strane *Xtext*-a.

Iako poseduje mnoštvo funkcionalnosti, *Xtext* je jednostavan za korišćenje, a daje brze i profesionalne rezultate. *Xtext* je uhodan i usavršen alat i koriste ga mnoge velike kompanije, iz tog razloga obezbeđuje izvesnu sigurnost korisnicima koji se odluče da ga koriste. Ovaj alat nudi odlučnu integraciju sa *Eclipse* platformom, ali podržava i modularnost, a sam alat vodi računa o vidljivosti i opsegu važenja pravila, kao i razrešavanju referenci [4].

2.3. JetBrains MPS

MPS (*Meta Programming System*) je alat za kreiranje DSL-ova uz mogućnost njihovog korišćenja unutar konfigurabilnog okruženja *JetBeans* kompanije [5].

Glavni cilj MPS-a je da omogući proširenje jezika. Tekstualna prezentacija koda predstavlja glavni problem pri proširivanju sintakse jezika. Iz ovog problema se pokrenula ideja o netekstualnoj prezentaciji programskog koda. Prednost ovog pristupa je to što se eliminiše potreba za parsiranjem koda. Rešenje MPS-a je da se kod uvek održava kao apstraktno sintaksno stablo koje sadrži čvorove sa atributima, referencama i potomcima čvora i u potpunosti opisuje programski kod. U isto vreme MPS nudi i efikasan način za pisanje koda u vidu teksta.

MPS nudi univerzalni jezik *BaseLanguage* koji se može koristiti za pravljenje programa, ali mu je osnovna uloga inicijalna postavka za kreiranje drugih DSL-ova.

Odlična podrška okruženja za kreiranje jezika je glavna prednost. Nudi mogućnost definisanja editora za jezik i drugih funkcionalnosti vezanih za rad sa jezikom koji čine korišćenje novog jezika veoma jednostavnim. Navigacija je vrlo jednostavna i u svakom trenutku postoji mogućnost pregleda implementacije novog jezika. Podržava modularnost, tako da se uvek može uključiti prostojeći jezik u novi projekat.

MPS nije zasnovan na tekstualnoj prezentaciji i sam kod nije sačuvan u tekstualnim datotekama. To predstavlja glavnu manu, jer ovaj pristup ima za posledicu mnogobrojne probleme. Jedan od njih je to što se ne mogu koristiti tekstualni editori, alati za upoređivanje razlika u datotekama itd.

3. KORIŠĆENE TEHNOLOGIJE

3.1. Ninja-IDE (*Ninja-IDE Is Not Just Another IDE*)

Ninja-IDE je integrisano razvojno okruženje koje je podržano na svim operativnim sistemima [6]. Implementirano je korišćenjem *Python* programskog jezika i specijalno je dizajnirano u svrhu implementacije aplikacija u ovom programskom jeziku, iako ovo okruženje ima podršku za korišćenje drugih programskih jezika. Okruženje je besplatno i poseduje veliku zajednicu ljudi koji su zainteresovani da doprinose njegovom razvoju.

Kroz razvoj priključaka proširuju se mogućnosti i performanse ovog okruženja, dodaju se funkcionalnosti koje su trenutno popularne i okruženje postaje dovoljno kompetentno da se takmiči sa trenutnim komercijalnim razvojnim okruženjima.

Uz sintaksno bojenje različitih programskih jezika ovo okruženje nudi i editor koda koji omogućuje popunjavanje koda i označavanje grešaka. Na postojanje grešaka unutar datoteke ukazuju i ikone uz ime datoteke, a na vrstu greške zaključuje se u odnosu na tip ikone.

Poseđuje i minijaturnu mapu otvorene datoteke u svrhu preglednosti i lake navigacije. Uz par prečica sa tastature moguće je pristupiti svakom delu koda. Poseđuje prozor za prikaz svih metoda, klasa i atributa u trenutno otvorenoj datoteci. Prikaz prozora, u smislu veličine i pozicija prozora unutar ovog okruženja, moguće je prilagoditi potrebama korisnika, jer je grafičko okruženje potpuno konfigurabilno.

3.2. Graphviz

Graphviz je softver za vizualizaciju u vidu grafa, otvorenog je koda [7]. Strukturalni podaci prikazuje se u vidu dijagrama apstraktnih grafova i mreža. *Graphviz* na osnovu opisa napisanog poštujući jednostavna pravila jezika pravi dijagrame u korisnim grafičkim formatima GIF, PNG, SVG, PDF ili *PostScript* (kompjuterski jezik za kreiranje vektorske grafike). Posebno je zanimljiv zato što poseduje dodatne opcije za definisanje boje, fontova, rasporeda čvorova grafa, linkove, mogućnost dodavanja dodatnih/nestandardnih oblika čvorova itd.

Jezik za definisanje opisa dijagrama naziva se DOT jezik. U pitanju je tekstualni jezik za opis grafova s kojim se na jednostavan način definišu grafovi tako da je opis dosta čitljiv.

3.3. Pydot

Pydot je modul *Python* programskog jezika koji predstavlja interfejs za kreiranje, modifikaciju i procesiranje grafova koji su napisani korišćenjem DOT jezika [8].

U izradi okruženja za *TextX* korišćene su funkcionalnosti *Pydot* modula pri transformaciji grafa opisanog u DOT jeziku u format slike skalabilne vektorske grafike (*Scalable Vector Graphics* - SVG).

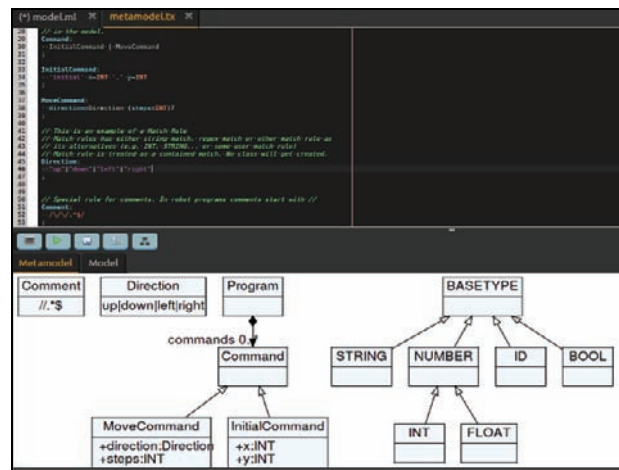
Pored kreiranja grafa direktnim navođenjem svih čvorova i veza postoje i par metoda koje na osnovu već definisanog sadržaja generišu graf.

U slučaju da se na osnovu podataka napisanih na DOT jeziku treba kreirati graf koristi se metoda *graph_from_dot_data(data)* gde se podaci parsiraju i kreira se instanca *Dot* klase koja predstavlja graf. Na osnovu datoteke koja sadrži graf opisan u DOT jeziku moguće je generisati graf metodom *graph_from_dot_file* koja kao parametar prima putanju do datoteke. Pretpostavlja se da je datoteka u DOT formatu. Rezultat je takođe kreiranje instance *Dot* klase koja predstavlja graf.

4. IMPLEMENTACIJA PRIKLJUČKA ZA TEXTX

Na slici 1 prikazano je okruženje prilikom vizualizacije metamodela.

TextX Ninja priključak je kreiran upotrebom *Python* programskog jezika. Priključak predstavlja nadogradnju na *Ninja* okruženje. Datoteka *textx_ninja.py* predstavlja glavnu polaznu tačku implementacije, gde je smešteno definisanje novog priključka.



Slika 1. Prikaz okruženja za *TextX*

Prateći postupak kreiranja novog priključka na samom početku implementacije kreiran je novi priključak kao novi projekat. U izgenerisanoj datoteci *textx_ninja.py*, koja je imenovana u postupku kreiranja novog priključka, već se nalazila minimalna implementacija klase *TextXNinja* koja predstavlja priključak. Listing 1 prikazuje inicijalni sadržaj ove datoteke.

```

class TextXNinja (plugin.Plugin):
    def initialize(self):
        # Inicijalizacija priključka
        pass
    def finish(self):
        # Grašenje priključka
        pass
    def get_preferences_widget(self):
        pass
  
```

Listing 1. Početni sadržaj *textx_ninja.py* datoteke

Pri inicijalizaciji priključka vrši se inicijalizacija svih *Ninja* servisa koji će se koristiti u implementaciji. Za potrebe *TextX Ninja* priključka korišćeni su *explorer*, *misc* i *editor* servisi. *Explorer* servis se koristi za postavljanje novog tipa projekta za priključak. *Misc* servis se koristi za dodavanje novog prozora koji služi za vizualizaciju metamodela i modela. Uloga *editor* servisa pri implementaciji ovog priključka bila je definisanje signala prilikom kojih se vrši vizualizacija metamodela ili modela. Kao potrebni izdvojili su se signali pri čuvanju datoteke, otvaranju datoteke, menjanju trenutnog jezička i prilikom unosa karaktera u datoteku.

Pored servisa pri inicijalizaciji priključka navodi se i datoteka gde su definisana pravila za sintaksno bojenje. U pitanju je datoteka pod imenom *textxsyntax.py*. Uz sintaksna pravila definisana je i ekstenzija na koju se odnose pravila.

Pri gašenju okruženja poziva se *finish* metoda novog priključka koja briše *temp* direktorijum i datoteke koji služe kao pomoćna sredstva pri vizualizaciji metamodela i modela.

Pri definisanju rukovodioca za novi tip projekta implementirano je šta se dogodi nakon popunjavanja dijaloga za kreiranje novog *textX Project* projekta, tako što *TextXProjectType* klasa koja nasleđuje *IProjectTypeHandler* klasu implementira metodu *on_wizard_finish*. Ova metoda kreira direktorijum u kome

će se nalaziti sadržaj novog projekta, dok će u sadržaju tog direktorijuma biti *metamodel.tx* datoteka unutar koje može da se definiše novi DSL. Nakon kreiranja novi projekat se otvori unutar *explorer* prozora *Ninja* okruženja.

4.1. Sintakso bojenje

U *textsyntax.py* datoteci nalaze se pravila za sintakso bojenje *TextX*-a. Pri navođenju pravila sledio se postupak na koji *Ninja* okruženje definiše pravila za sintakso bojenje. Odmah na početku definisana su osnovna pravila kao što su pravila za linijske i blokove komentare i string vrednosti. Navedeni su i svi operatori koje koristi *TextX*. Pomoću regularnih izraza opisana su pravila za bojenje naziva pravila *TextX*-a, bojenje atributa pravila kao i označavanje sami regularnih izraza. Na kraju su definisane i ključne reči.

4.2. Vizualizacija

Prozor zadužen za vizualizaciju je implementiran u okviru *TextXGraphWidget* klase. Implementacija sadrži dva jezička gde je jedan zadužen za vizualizaciju metamodela, dok je drugi zadužen za vizualizaciju modela. U jednom trenutku nije moguće postojati više vizualizacija modela, ali unutar projekta je moguće postojati više od jednog opisa modela. Vizualizovan je onaj model čija je datoteka trenutno u fokusu, čija je datoteka poslednje bila otvorena ili koji je poslednji bio menjan. Vizualizacija modela je moguća u slučaju da postoji metamodel, a indikator postojanja metamodela jeste postojanje njegove vizualizacije.

U slučaju vizualizacije metamodela prvo se kreira sam metamodel na osnovu datoteke u kojem je opisan. Pošto je kreiran metamodel, pozivom metode *metamodel.export TextX*-a kreira se vizualizacija za njega. Nakon toga, koristeći *Pydot* modul, kreira se odgovarajuća SVG datoteka.

Posle kreiranja SVG datoteke jedino što ostaje jeste prikazivanje datoteke unutar prozora za vizualizaciju. Ovo omogućava poziv metode *graph_widget.load_graph*, gde je *graph_widget* instanca klase koja predstavlja prozor za vizualizaciju.

Postupak vizualizacije modela je sličan. Prvo se kreira model na osnovu postojećeg metamodela i datoteke u kojem je opisan. Model se vizualizuje pozivom metode *model.export Text*-a. Eksportovanje u SVG datoteku i prikazivanje datoteke unutar prozora za vizualizaciju vrši se isto kao u slučaju metamodela.

U slučaju da kreiranje metamodela ili modela nije uspešno ažuriraće se tekst na jezičku kao indikator greške.

Podržane su osnovne manipulacije vizualizacijom. Uvećavanje i umanjenje vizualizacije se događa prilikom pritiska tastera *Ctrl* i korišćenjem točkića na mišu. Dok se prilikom duplog klika centrira vizualizacija. Pomeranje vizualizacije se može vršiti ili upotrebom točkića na mišu ili *drag and drop* metodom.

5. ZAKLJUČAK

Uloga okruženja pri izradi DSL-ova mora biti da olakša i ubrza savladavanje jezika. Da bi DSL bio uspešniji i popularniji pored konkretne i apstakne sintakse i semantike vrlo su bitni i alati koji na adekvatan način potpomažu upotrebu DSL-ova. Trud koji se ulože pri pravljenu okruženja za DSL reflektuje se u polju efikasnosti korisnika. Vreme savladavanje DSL-a je kraće i DSL postaje kompetentan da se poredi sa popularnim GPL-ovima.

U radu je opisana implementacija *TextX Ninja* priključka kao jedno rešenje izrade okruženja za *TextX*. Priključak omogućava sintakso bojenje i isprobavanje novog jezika bez ponovnog pokretanja okruženja. Dovoljno je definisati validan metamodel, metamodel je validan dok postoji vizualizacija za njega, i odmah je moguće kreirati modele po potrebi. Modela može biti više unutar jednog projekta, međutim samo jedna vizualizacija modela može biti prikazana u jednom trenutku.

Mogući pravci daljeg razvoja *TextX Ninja* priključka bi bili: implementacija opcije za generisanje koda koja bi translirala model u neki od programskih jezika (*Java*, *Python*, *C#*, *Ruby* itd.), vizualizacija više modela u isto vreme tako da za svaki model postoji vizualizacija gde se eliminiše problem pri identifikaciji modela čija je vizualizacija trenutno prikazana, time bi se mogao obezbediti paralelan rad na više modela u isto vreme, implementacija rukovanja greškama, dodavanje indikatora grešaka u kodu gde se nalaze greške kako bi bilo jasnije zašto vizualizacija metamodela/modela ne postoji, implementacija sintaksnog bojenja za nove DSL-ove, kako bi korišćenje ovog rešenja bilo još ugodnije i jednostavnije.

6. LITERATURA

- [1] *TextX*, <http://textx.readthedocs.org/>
- [2] *Spoofax*, <http://metaborg.org/spoofax/>
- [3] *Xtext - Documentation*, <https://eclipse.org/Xtext/documentation/index.html>
- [4] L. Bettini, "Implementing Domain-Specific Language with Xtext and Xtend", Birmingham, 2013.
- [5] *Jetbeans MPS*, <https://www.jetbrains.com/mps/>
- [6] *Ninja IDE*, <http://ninja-ide.readthedocs.org/>
- [7] *Graphviz*, <http://www.graphviz.org/>
- [8] *Pydot*, <https://github.com/erocarrera/pydot>

Kratka biografija:

Maša Talović rođena je u Murskoj Soboti republika Slovenija 1989. godine. Diplomirala je 2012. godine na osnovnim akademskim studijama na Fakultetu tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika, sa završnim radom "Jedan pristup vizualizaciji strukture Java programskog koda upotrebom Eclipse tehnologija" sa osvojenim 240 ESPB.

JEZIK I OKRUŽENJE ZA MODELOVANJE I GENERISANJE INFORMACIONIH SISTEMA OPŠTE NAMENE**LANGUAGE AND FRAMEWORK FOR MODELING AND GENERATING GENERAL PURPOSE INFORMATION SYSTEMS**Vojislav Đukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je sistem za modelovanje i generisanje informacionih sistema opšte namene. Sistem sadrži namenski jezik, generatore koda i podsistem za praćenje izmena modela sistema. Celokupno rešenje je zasnovano na savremenim web tehnologijama.

Abstract – In this work, a system for modeling and generating general purpose information systems is presented. The system contains a domain specific language, code generators and a model versioning subsystem. The whole solution is based on modern web technologies.

Ključne reči: Informacioni sistemi, namenski jezici, razvoj zasnovan na modelima, formalna specifikacija istorije razvoja softvera.

1. UVOD

Informacioni sistemi predstavljaju jedan od neizostavnih delova modernih poslovnih sistema. Bilo koja usluga, proizvod ili poslovni procesi kao što su prodaja, nabavka, skladištenje, mora imati adekvatnu podršku u okviru softverskog sistema koji se koristi u datoj kompaniji. Ovo za sobom povlači i činjenicu da najveći deo poslovanja egzistencijalno zavisi od informacionog sistema. Takva zavisnost pred razvojni tim stavlja striktno zahteve u pogledu bezbednosti, pouzdanosti i upotrebljivosti softverskog rešenja, koji u toj meri ne postoje u drugim granama softverskog inženjerstva.

Sa razvojem informacionih tehnologija i modernog poslovnog okruženja, pred inženjere informacionih sistema postavljaju se sve veći zahtevi. Tako se moderno softversko rešenje danas ne može zamisliti bez podrške upravljačkim strukturama kompanije u analizi i planiranju poslovanja [1]. Takođe, postavljaju se novi standardi u pogledu interakcije krajnjih korisnika sa sistemom, povećanja njihove produktivnosti i opšteg zadovoljstva pri njegovoj upotrebi (*user experience*). Promene u modernim poslovnim sistemima velike su i intenzivne. Naime, zbog postojanja globalnog tržišta, zahtevi za proširenjima i izmenama funkcionalnosti sistema su učestali. S jedne strane, kompanija se trudi da na najbolji način odgovori na potrebe svojih klijenata, dok sa druge, razvojni tim pokušava da u razumnom roku podrži zahtevane izmene. Međutim, često tim nije u mogućnosti da adekvatno odgovori na postavljene zahteve, zbog obima novih zahteva ili loših karakteristika proširivosti postojećeg sistema.

NAPOMENA:

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

Pojava učestalih izmena dovodi i do ozbiljnog problema u praćenju verzija sistema. Svaka načinjena promena na sistemu ne sprovodi se trenutno u svim organizacionim delovima kompanije. To znači da su u jednom trenutku, na različitim mestima aktivne različite verzije sistema.

U ovom radu predloženo je jedno sveobuhvatno rešenje za razvoj informacionih sistema koji mogu da zadovolje potrebe kompanija u modernom poslovnom okruženju pod nazivom *Web Information System Language (WISL)* [2]. Upotrebom pristupa razvoju softvera zasnovanom na modelima (*Model Driven Software Development - MDSD*) i namenskih jezika (*Domain-Specific Languages - DSL*) [3] razrešen je problem visoko frekventnih zahteva za izmenama, dok je rešenje za praćenje verzija softverskog proizvoda realizovano na nivou modela sistema. To znači da se verzije softvera više ne posmatraju kao izolovane celine, već je softver samo jedan model, koji u sebe uključuje sve izmene do samog početka razvoja.

Osim uvoda i zaključka ovaj rad ima četiri poglavlja. U poglavlju 2, dat je opšti prikaz arhitekture sistema *WISL* i tehnički detalji u vezi sa njegovom implementacijom. U poglavlju 3, opisan je namenski jezik za modelovanje informacionih sistema opšte namene. Zatim je u poglavlju 4 sadržan prikaz funkcionalnosti aplikacija informacionog sistema izrađenih putem sistema *WISL*. Poglavlje 5 sadrži opis podsistema za integrisano upravljanje istorijom razvoja sistema.

2. ARHITEKTURA SISTEMA WISL

Da bi pristup razvoju informacionih sistema izložen u ovom radu bio razumljiv, mora se prvo prikazati arhitektura sistema *WISL*.

Informacioni sistemi izgrađeni putem sistema *WISL*, implementirani su kao *web* aplikacije. Ovo pre svega znači da imaju dva oštro odvojena dela – klijentski i serverski deo. Da bi se došlo do funkcionalne aplikacije potrebno je krenuti od apstraktnog modela ciljnog sistema, pod nazivom *WISL* meta dokument.

WISL meta dokument sadrži informacije iskazane u namenskom jeziku na nivou apstrakcije bliskom korisničkom domenu problema, potrebne da bi potpuno funkcionalno softversko rešenje bilo generisano automatski. Pravila po kojima se kreira *WISL* meta dokument definisana su u okviru *WISL* meta modela. Da bi proces učenja sistema *WISL* bio ubrzan u okviru razvojnog tima, *WISL* meta model sadrži slične komponente kao i *Entity Relationship (ER)* model podataka. *ER* jezik za modelovanje ima široku upotrebu u oblasti projektovanja informacionih sistema pa je samim

tim bio pogodna osnova za izgradnju *WISL* rešenja. Uvedena su određena proširenja koja obogaćuju jezik neophodnim tehničkim detaljima u odnosu na *ER* model. Upravo zahvaljujući ovim detaljima moguće je potpuno automatsko generisanje funkcionalnog poslovnog rešenja. *WISL* meta dokument je kreiran pomoću *WISL* namenskog jezika. Pored samog jezika, korisniku je na raspolaganju proširenje za *Eclipse* razvojno okruženje koje sadrži alate za sintaksnu i semantičku proveru modela, kao i mogućnosti automatske dopune modela. Apstraktna sintaksa namenskog jezika implementirana je putem *Eclipse Modeling Framework (EMF)* [4], tačnije njegovog dela pod nazivom *Ecore*. Konkretna sintaksa jezika kao i prateći alati izgrađeni su putem *Xtext* okruženja. Nakon kreiranja meta dokumenta korisnik pokreće postupak generisanja aplikacije.

U prvoj fazi generisanja aplikacije vrši se transformacija meta dokumenta u *WISL* objektni model napisan u programskom jeziku *Java*. Sami postupak prevedena implementiran je uz podršku *Xtext* biblioteka i alata. *WISL* objektni model predstavlja *Java* objekte koji su rezultat transformacije *WISL* meta dokumenta u *Java* jezik. Ovo se čini da bi generatori koda koji su pisani u *Java* jeziku bili u mogućnosti da programski čitaju kreirani meta dokument.

Nakon dobijenog *WISL* objektnog modela, postupak generisanja razdvaja se na dve grane – klijentsku i serversku. Ovo je posledica *web* arhitekture ciljane aplikacije. Svi generatori koda napisani su u proširenju programskog jezika *Java* pod nazivom *Xtend*. U ovom postupku se ne generiše se kompletan kod programskog rešenja, već se generatori koda oslanjaju na postojeće mogućnosti nekih od trenutno popularnih okruženja za razvoj *web* aplikacija.

Nerealno je očekivati da će generisano rešenje zadovoljiti sve potrebe klijenata prilikom komercijalne upotrebe. Zato je važno razviti strategije integracije generisanog koda sa ručno pisanim izmenama. U tu svrhu razvijena su posebna klijentska i serverska okruženja za podršku proširenjima.

Kao osnova celokupnog serverskog dela aplikacije nalazi se *Spring Framework* [5]. Njegova primarna uloga jeste prihvatanje *HTTP* zahteva putem *Spring* kontrolera, obrada, kao i slanje adekvatnog odgovora. Uzimajući u obzir da se radi o informacionom sistemu, u serverskom delu aplikacije potrebna je implementacija pouzdanog sistema za perzistentno čuvanje podataka, što je u ovom slučaju sistem za upravljanje bazom podataka (*SUBP*). U njegovoj realizaciji korišćen je *Java Persistence API (JPA)* standard u kombinaciji sa *Hibernate Framework*-om. *Hibernate* se oslanja na *Java Database Connectivity (JDBC)* standard koji pruža visok nivo nezavisnosti korisničke aplikacije (u ovom slučaju *Spring* kontrolera) od *SUBP*-a. Gotovo svi moderni relaciji *SUBP* kao što su *Microsoft SQL Server*, *Oracle RDBMS*, *MySQL* i *PostgreSQL* podržavaju *JDBC* standard. To znači da je moguće bez bilo kakve promene programskog koda u potpunosti obezbediti nezavisnost od izabranog *SUBP*. U primerima koji su prezentovani u ovom radu, korišćen je *SUBP MySQL*.

Sa klijentske strane korišćen je *Angular Framework* [6]. Pored toga, razvijen je potpuno novi jezik za opis korisničkog interfejsa – *WISL UI Language*. Server

klijentu isporučuje opis korisničkog interfejsa, nakon čega je dati opis interpretiran putem komponente *WISL UI Framework*. Kao rezultat, komponente interfejsa su prikazane potpuno dinamički. Ovo dalje omogućava da se u vreme izvršavanja aplikacije promeni specifikacija interfejsa, što će *WISL UI Framework* automatski prepoznati i istog trenutka ažurirati komponente korisničkog interfejsa.

3. JEZIK ZA OPIS INFORMACIONIH SISTEMA

Razvoj aplikacije informacionog sistema putem okruženja *WISL* počinje kreiranjem modela sistema u obliku meta dokumenta. Da bi se projektantu pružila odgovarajuća sloboda prilikom projektovanja sistema, jezik za opis modela sistema mora da ponudi raznovrsne koncepte za modelovanje. Jezik treba da obezbedi kompromis između dve krajnosti. S jedne strane potrebno je da obezbedi koncepte visokog nivoa apstrakcije, dok je s druge strane neophodno da podrži modelovanje relativno velike količine tehničkih detalja koji omogućavaju da krajnje rešenje u što većoj meri bude prilagođeno potrebama krajnjeg korisnika. S obzirom na način implementiranja različitih nivoa apstrakcije u okviru jednog jezika, moguća su dva pristupa:

- napraviti više jezika, svaki na različitom nivou apstrakcije, između kojih postoji odgovarajuća transformacija. Tako je jezik na najvišem nivou apstrakcije blizak domenu problema kompanije, dok jezici na nižim nivoima služe za opis tehničkih detalja ili
- napraviti jedan jezik koji poseduje koncepte na različitim nivoima detaljnosti opisa.

Prednost prvog pristupa je u tome što su nivou apstrakcije jasno razgraničeni, ali ovakvi sistemi zahtevaju mnogo truda od krajnjeg korisnika pri savladavanju njihovog korišćenja. Takođe, postoji opasnost i od pojave nekonzistentnosti u modelima pisanim različitim jezicima. Sistem *WISL* poseduje samo jedan jezik koji u sebi obuhvata koncepte na različitim nivoima apstrakcije. Modelovanje na najvišem nivou apstrakcije je obavezno, dok je opis detalja na nižim nivoima potrebno samo u slučajevima kada krajnji korisnik nije zadovoljan podrazumevanim ponašanjem nekog koncepta ili komponente. Ovo je urađeno na osnovu pretpostavke da je modelovanje konceptima najvišeg nivoa apstrakcije uglavnom zadovoljavajuće sa stanovišta potreba korisnika i da se tehnički opisi nižeg nivoa apstrakcije ređe javljaju. Na ovaj način, programski kod postaje čitljiviji i razumljiviji kako za projektanta sistema, tako i krajnjim korisnicima. Mana ovog pristupa je u tome što u okviru samog jezika ne postoji jasna razlika između konceptata na različitim nivoima apstrakcije.

4. PRIMER GENERISANE APLIKACIJE INFORMACIONOG SISTEMA

Osnovna ideja sistema *WISL* jeste da na uniforman način razreši probleme koji oduzimaju najveći deo vremena u izradi informacionih sistema, a to su osnovne operacije - kreiranje, čitanje, izmena i brisanje (*Create Read Update Delete - CRUD*) nad skoro svim tipovima entiteta

informacionog sistema. Za sve ostale operacije neophodno je izvršiti ručne izmene programskog koda. Osnovni *CRUD* zadaci su zamorni za implementaciju i mogu biti generisani, a oni oduzimaju veliki deo vremena na projektima izrade informacionih sistema.

Nakon analize poslovnog sistema, projektant treba da izgradi *WISL* meta dokument na osnovu kojeg će se vršiti generisanje programskog koda. Rezultat generisanja jeste potpuno funkcionalna *web* aplikacija.

Rad korisnika započinje interakcijom sa glavnim menijem aplikacije koji sadrži spisak tipova entiteta koji se javljaju u sistemu. Izborom nekog od tipova entiteta iz glavnog menija, otvara se globalni prikaz izabranog tipa. Globalni prikaz sadrži spisak svih pojava tipa datog tipa entiteta organizovanih tabelarno po stranicama (paginiranih). Kolone tabele u globalnom prikazu jesu atributi označeni kao važni (*important*) u okviru glavnog *WISL* meta dokumenta. Pored čistog pregledanja, moguće je vršiti pretragu pojava tipa entiteta. Pretraga se vrši isključivo po *važnim* atributima. Važni atributi su posebno označeni u okviru meta dokumenta i generalno služe za prikaz podataka o tipu entiteta na malim komponentama korisničkog interfejsa kada je neophodno izdvojiti samo najvažnije detalje o tipu entiteta.

Pritiskom na link povezan sa nekom od pojava tipa entiteta kreira se selektovani (aktivni) element čime se na korisničkom interfejsu prikazuju detalji selektovanog elementa. Detaljni prikaz sadrži vrednosti svih atributa datog tipa entiteta, a ne samo važnih. Takođe, mogu se videti veze datog tipa entiteta sa drugim tipovima entiteta. Pritiskom na bilo koju od veza, učitava se posebna tabela koja sadrži sve pojave tipa entiteta povezane sa selektovanim pojavom tipa po vezi koja je označena.

Za svaki tip entiteta vezane su i tri osnovne operacije – kreiraj novi (*new*), izmeni označeni (*update*) i obriši označeni (*remove*), koje se mogu aktivirati pritiskom na odgovarajuće dugme u okviru detaljnog prikaza tipa entiteta.

Ukoliko korisnik ima potrebu za izmenom funkcionalnosti generisane aplikacije, potrebno je da načini izmene na *WISL* meta dokumentu. Ako su alati *Grunt* i *Apache Tomcat* aktivni, što inače mora da bude slučaj da bi aplikacija uopšte radila, nakon izmene meta dokumenta korisnik pritiskom na jedno dugme pokreće postupak generisanja koda. Pomenuti alati će po završetku tog postupka prepoznati nastale izmene. Za automatske promene šeme baze podataka zaduženo je *Hibernate* okruženje koje generiše modifikacione skripte i automatski sprovodi izmene. Klijentski deo aplikacije će automatski biti ažuriran zahvaljujući *Grunt* alatu, dok je za serverski deo odgovoran *Apache Tomcat*. Ceo postupak traje nekoliko sekundi, tako da klijent nakon načinjenih izmena gotovo trenutno može da koristi novu verziju sistema koja je u potpunosti funkcionalna.

5. INTEGRISANO UPRAVLJANJE ISTORIJOM RAZVOJA SISTEMA

Brze promene u modernom poslovnom okruženju predstavljaju izazove na koje razvojni timovi moraju da pronađu odgovore. Problem koji se u takvoj situaciji nameće kao važan jeste kako na formalan i sistematičan način pratiti razvoj jednog softverskog proizvoda. Za

svaku, pa i najmanju promenu u sistemu, važno je znati ko je načinio promenu, po čijem zahtevu je nastala promena i da li je sprovedena izmena implementirana u skladu sa zahtevima koji su postavljeni.

Ono što često izostaje prilikom nastanka neke promene jeste odgovarajuće obaveštenje upućeno krajnjem korisniku o nastaloj promeni. Trenutna praksa je da se u slučaju manje važnih promena korisnici obaveštavaju putem nekog tekstualnog dokumenta „*Šta je novo*“ („*What is new*“, „*New Features*“) gde je naveden spisak promena sa kratkim opisom. Problem ovog pristupa jeste u tome što su obaveštenja najčešće nekompletna, a sa druge strane veliki deo korisnika ne obraća dovoljno pažnju na njih. U slučaju promena koje su od vitalnog značaja za rad sistema kao i poslovanje kompanije, organizuju se obuke za korisnike u cilju brzog i ispravnog savladavanja novih mogućnosti sistema. Ovakve obuke su relativno skupe za poslodavce i zahtevaju odsustvo sa radnog mesta krajnjih korisnika.

U svrhu praćenja istorije razvoja, u softverskim timovima koriste se dve odvojene grupe alata:

- alati za praćenje razvoja izvornog koda – sistem za kontrolu verzija (*version control*) i
- alati za praćenje operativnih zadataka (*ticketing system*).

Postoji veliki broj zrelih alata iz ove dve grupe. Tokom prethodnih godina uložen je i veliki napor da bi se uspostavile veze između ove dve grupe tako da se određene izmene u kodu mogu vezati za određeni zadatak dobijen od krajnjeg korisnika. Pored toga, prati se kome je zadatak dodeljen kao i ko je sve učestvovao u njegovoj realizaciji. Problem i dalje ostaje u tome što *ticketing system* i *version control* ne garantuju da je onaj, kome je zadatak poveren, izvršio sve potrebne izmene na svim slojevima informacionog sistema, što nazivamo *problemom nekonzistentnosti izmena*.

WISL pruža jedno moguće rešenje za problem nekonzistentnosti izmena. Ideja je da se sistem za kontrolu verzija, sistem raspodele zadataka i model sistema objedine u jednu strukturu koja je u sistemu *WISL* meta dokument. *WISL* se i dalje oslanja na eksterni sistem za beleženje zadataka. Svaki zadatak ima svoju identifikacionu oznaku. Kada se zadatak realizuje, u modelu će biti zapisana izmena zajedno sa identifikacionom oznakom zadatka na koji se odnosila. Na taj način, onemogućeno je razdvajanje izmene modela od samog zadatka. S obzirom da *WISL* podržava generisanje koda do funkcionalne aplikacije, kada model bude izmenjen potrebno je pokrenuti postupak generisanja koda koji onda garantuje da će izmene biti načinjene na svim delovima informacionog sistema, uključujući i korisničku dokumentaciju čime će biti postignute *konzistentne izmene*.

WISL model koji podržava praćenje istorije razvoja sistema podeljen je u dva dela. Prvi (primarni) deo modela sadrži tipove entiteta, tipove poveznika i enumeracije. On ostaje gotovo nepromenjen kao i kada se radi bez praćenja izmena, osim što neki od entiteta sada poseduju svoj *ticketId* (verziju), odnosno broj zadatka po kojem je izvršena data izmena. Drugi deo sastoji se od opisa izmena modela.

U slučaju unosa, element će biti dodan u primarni deo modela, a u okviru izmena će biti evidentirane osnove informacije o izmeni. Svaka izmena sadži tip elementa koji se menja - *elementType* koji može biti tip entiteta, atribut, tip poveznika ili paket, zatim poruka o izmeni za korisničku dokumentaciju - *message* i poruka za tehničku dokumentaciju - *messageDev*.

Kada se radi o brisanju elementa, pored isključenja iz primarnog dela modela, potrebno je i kopiranje definicije elementa unutar dela za praćenje istorije. Ovo je neophodno da bi *WISL* bio sposoban da izvrši promenu sistema na neku od prethodnih verzija, kao i da bi korisniku prikazao informacije o poljima ili entitetima koji nisu aktivni u novoj verziji sistema.

Izmena elementa sistema implementirana je kao par brisanje-unos. Na ovaj način, uveden je uniforman pristup u prikazivanju svih izmena u sistemu. Ukoliko bi izmena bila implementirana kao jedinstvena celina, morala bi da ima podršku za izmenu bilo kojeg obeležja meta klase, što bi u mnogome usložilo meta model sistema *WISL*. Sa pristupom brisanje-unos ne dolazi do gubitka informacije, jer je u ovom slučaju brisanje uvek povezano sa unosom vezom *povezani unos*. Na taj način, može biti prepoznato da se ne radi o prostoj operaciji brisanja već o složenoj izmeni.

Prilikom generisanja sistema korisnik može da uključi ili isključi istorijske informacije. Ukoliko je istorija razvoja isključena, rezultat će biti formiran bez ikakvih informacija o izmenama sistema. Nasuprot tome, prilikom uključivanja izmena, korisnik definiše verziju sistema od koje želi da vidi izmene. Svaki unos novog elementa označen je zelenom bojom na korisničkom interfejsu, dok su brisanja označena crvenom bojom. Pored toga, korisnik može direktno da dobije informaciju o tome u kojoj verziji sistema je promena nastala, kao i poruku o nastaloj izmeni.

Direktnim integrisanjem istorije izmena u model sistema i njenim daljim korišćenjem u procesu generisanja sistema, smanjuje se opasnost od nekonzistentosti u procesu razvoja i olakšava upoznavanje krajnjeg korisnika sa novim verzijama sistema.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je novi pristup razvoju informacionih sistema opšte namene putem okruženja *WISL*. *WISL* kao svoju glavnu razliku u odnosu na pristupe razvoju softvera zasnovane na modelima izdvaja integrisano upravljanje istorijom razvoja. Istorija razvoja sjedinjena sa modelom informacionog sistema omogućava bolju kontrolu toka razvoja softverskog rešenja kao i smanjenje mogućnosti za nastajanje nekonzistentosti u različitim delovima sistema usled vršenja izmena.

Pored dela za upravljanje istorijom promena, *WISL* sadrži jezik visokog nivoa apstrakcije putem kojeg je projektant sistema u mogućnosti da u živom razgovoru sa klijentima kreira rešenje i diskutuje rezultate na nivou domena problema bez upuštanja u implementacione detalje.

Kao podrška brzom razvoju kreirani su i generatori koda koji model napisan u *WISL* jeziku pretvaraju u potpuno funkcionalnu *web* aplikaciju. Sama aplikacija je zasnovana na modernim *web* tehnologijama i okruženjima

poput *Spring Framework*, *Hibernate* i *Angular*. Kao arhitektura aplikacije odabrana je *Single Page Application (SPA)*. Njenim korišćenjem u mnogome se smanjuje saobraćaj između klijentske i serverske strane aplikacije, što je značajno za korišćenje sistema na mobilnim uređajima.

Da bi okruženje *WISL* doživelo širu praktičnu primenu, potrebno je napraviti bolju spregu sa *Entity Relationship (ER)* modelom podataka, tako što će biti implementirana transformacija koja prevodi koncepte *ER* modela podataka u *WISL* model i obrnuto. Takođe, poželjna bi bila i implementacija grafičke sintakse pored trenutno postojeće tekstualne. U pogledu korisničkog interfejsa, korisnici mogu biti zahtevni pa je neophodno proširiti ponudu komponenti koje mogu biti generisane.

Da bi sistem za praćenje istorije razvoja zaživeo u praktičnoj upotrebi, neophodno je razrešiti problem bidirekciono transformacije operativnih podataka u skladu sa načinjenim izmenama.

I pored problema koji postoje u okruženju *WISL*, pokazano je da je celokupan razvoj informacionog sistema moguće zasnovati na jednom apstraktnom dokumentu koji je napisan u jeziku bliskom domenu problema. Ovakav pristup povećava produktivnost celokupnog razvojnog tipa i garantuje konzistentnost svih delova sistema.

7. LITERATURA

- [1] E. W. Lawrimore *The 5 Key Success Factors: A Powerful System For Total Business Success*, ISBN: 978-1257156542 Publisher: Lulu.com, May, 2011.
- [2] Đukić V, Luković I, Čerpinšek M, Kosar T, Mernik M, "Information system software development with support for application traceability", 16th International Conference on Product-Focused Software Process Improvement (PROFES 2015), 2015, Bozen-Bolzano, Italy. (Accepted for publication.)
- [3] M. Mernik, J. Heering, and A. Sloane: *When and how to develop domain-spec languages*, ACM Computing Surveys, 37(4):316-344, December 2005.
- [4] D. Steinberg, F. Budinsky, M. Paternostro, and E. Merks. EMF, *Eclipse Modeling Framework*, Addison-Wesley, 2 edition, 2008.
- [5] A. De, *Spring, Hibernate, Data Modeling, REST and TDD: Agile Java Design and Development*, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014.
- [6] A. Freeman, *Putting Angular in Context*, Pro AngularJS, Apress, pp. 45-54, 2014.

Kratka biografija:



Vojislav Đukić rođen je u Novom Sadu 1991. god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2010. god. Bečelov rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2014. god. Master rad iz iste oblasti odbranio je 2015. god.

**RAZVOJ NAMENSKOG JEZIKA I SOFTVERSKOG ALATA ZA MIGRACIJU
PODATAKA IZ RELACIONOG U NOSQL SISTEM BAZA PODATAKA****DEVELOPMENT OF DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE AND SOFTWARE TOOL FOR
DATA MIGRATION FROM RELATIONAL TO NOSQL DATABASE SYSTEM**Branko Terzić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je razvijeni softverski alat koji omogućava migraciju podataka iz relacionih sistema u NoSQL MongoDB bazu podataka. Takođe, opisan je razvijeni namenski jezik, kao i skup model-u-model i model-u-tekst transformacija, koji predstavljaju deo razvijenog alata.

Abstract – In this work we present a software tool for data migration from relational systems to NoSQL MongoDB database. Also we present a developed domain specific language and a set of model-to-model and model-to-text transformations, as a part of developed software tool.

Cljučne reči: Migracija podataka, namenski jezici, razvoj softvera zasnovan na modelima, EMF.

1. UVOD

Relacioni sistemi za upravljanje bazama podataka (eng. *Relational Database Management Systems*, u nastavku *RDBMS*), aktuelni su proteklih nekoliko decenija i njihovom primenom vrše se operacije skladištenja i upravljanja podacima. U današnje vreme, usled razvoja tehnologija, a pre svega Interneta, došlo je do naglog povećanja broja različitih izvora podataka. Podaci nastaju velikom brzinom, i najčešće su nestrukturirani ili polustrukturirani. Zahtevi obuhvata, skladištenja i obrade ovakvih podataka prevazilaze mogućnosti tradicionalnih *RDBMS*-ova. Kao posledica, dolazi do razvoja *NoSQL* (eng. *Not Only SQL*) sistema, koji uvode novi pristup u skladištenju i obradi podataka. Ovi sistemi poseduju ugrađene mehanizme za obradu i analizu velikih količina podataka, kao i mogućnost čuvanja podataka u različitim formama, kao što su *JSON* dokumenti (eng. *JavaScript Object Notation*). Nepostojanje formalno specificirane šeme baze podataka omogućava jednostavnije opsluživanje promena nad ulaznim podacima. Saglasno tome, povećava se broj korisnika koji ima potrebu da svoje podatke iz relacione baze podataka migrira u *NoSQL* sisteme. Proces migracije obuhvata izdvajanje podataka iz relacione baze podataka, kao i njihovu validaciju i upis u *NoSQL* bazu podataka.

Cilj ovog rada jeste projektovanje i implementacija softverskog alata, koji je nazvan *NoSQLMigrator* i čijom upotrebom se vrši migracija podataka iz relacionih baza podataka, u *NoSQL*, dokument-orijentisanu *MongoDB* bazu podataka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Slavica Kordić, docent.

Relacione baze podataka iz kojih se vrši migracija u nastavku će biti nazvane izvornim bazama podataka. Na osnovu formalne specifikacije šeme izvorne baze podataka, primenom razvijenog alata, vrši se generisanje programskog koda, čijim izvršavanjem će biti omogućen proces migracije. Specifikacija šeme izvorne baze podataka, koja predstavlja ulaz u proces migracije, dobija se primenom alata *IIS*Ree*, koji je namenjen za reinženjering relacionih baza podataka [2]. Primenom razvijenog alata podržana je migracija podataka iz relacionih baza podataka koje su zasnovane na sledećim standardima: *SQL:1999*, *SQL:2003*, i *SQL:2011*, i koje podržavaju *JDBC API* (eng. *Java Database Connectivity Application Interface*) za pristup bazi podataka. U ovu grupu spadaju relacione baze podataka nekih aktuelnih proizvođača, kao što su *Oracle*, *MySQL* ili *Microsoft*.

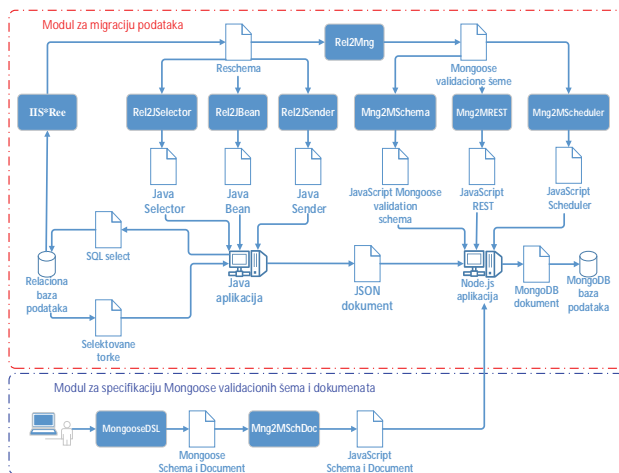
Saglasno postavljenom cilju, definisana su tri zadatka. Prvi zadatak podrazumeva razvoj namenskog jezika, koji je nazvan *MongooseDSL*. Upotrebom ovog jezika omogućeno je modelovanje elemenata alata *Mongoose* koji su korišćeni prilikom validacije i upisa podataka u *MongoDB* bazu podataka. Za validaciju podataka korišćene su *Mongoose* validacione šeme (eng. *Mongoose Schema*), dok su za upis dokumenata u *MongoDB* bazu (eng. *Mongoose Document*) korišćene ugrađene funkcije alata *Mongoose* [1]. Drugi zadatak obuhvata razvoj skupa transformacija model-u-model (*M2M*) i model-u-tekst (*M2T*), koje će na osnovu specifikacije šeme izvorne baze podataka, kao rezultat dati izvršivi programski kod. Dobijeni programski kod predstavlja klijent-server program. Klijentskim delom programa omogućeno je izdvajanje podataka iz izvorne baze podataka. Serverskim delom programa vrši se validacija i upis izdvojenih podataka u *MongoDB* bazu, primenom elemenata alata *Mongoose*. Treći zadatak predstavlja razvoj konkretne sintakse jezika *MongooseDSL*, kako bi se korisniku omogućila specifikacija *Mongoose* validacionih šema i dokumenata, bez zahteva za poznavanjem *JavaScript* programskog jezika kojim se implementiraju ovi elementi. U sklopu trećeg zadatka, potrebno je obezbediti generisanje izvršivog programskog koda, na osnovu tako zadate korisničke specifikacije. Na ovaj način se upotrebom razvijenog alata, pored migracije podataka, pruža mogućnost validacije i upisa korisnički definisanih dokumenata u *MongoDB* bazu podataka.

Osim uvoda i zaključka, ovaj rad ima tri poglavlja. U poglavlju 2 dat je opis arhitekture alata, dok je u poglavlju 3 opisan jezik *MongooseDSL*. Poglavlje 4 sadrži opis razvijenih transformacija *M2M* i *M2T*.

2. ARHITEKTURA ALATA *NoSQLMigrator*

Arhitektura alata *NoSQLMigrator* prikazana je na slici 2.1 i sastoji se iz dva modula: modula za migraciju podataka i modula za specifikaciju *Mongoose* validacionih šema i dokumenata.

Komponente koje čine modul za migraciju podataka koriste se prilikom realizacije migracije podataka iz izvorne u *MongoDB* bazu podataka. Migracija podataka započinje primenom tehnike reinženjeringa izvorne baze podataka, korišćenjem alata *IIS*Ree*, pri čemu se kao rezultat dobija specifikacija šeme izvorne baze podataka koja je nazvana *REschema*. Dobijena specifikacija je u skladu sa meta-modelom koji je zasnovan na standardima sa kojima je kompatibilna većina komercijalnih relacionih sistema za upravljanje bazama podataka ([*SQL:1999*, *SQL:2003*, *SQL:2011*]) [3].



Slika 2.1. Arhitektura alata *NoSQLMigrator*

Na osnovu dobijene šeme izvorne baze podataka, vrši se generisanje programskog koda za dve ciljne platforme: *Java* i *Node.js* [4]. Dobijeni programski kod predstavlja klijent-server program.

Klijentskim delom programa obezbeđuje se pristup izvornoj bazi podataka, izdvajanje podataka, njihova transformacija u *JSON* dokumente i slanje podataka serverskom delu programa. Za pristup izvornoj bazi koristi se *JDBC API*. Generisanje *Java* koda, koji će obezbediti ostale funkcionalnosti klijentskog dela programa, vrši se primenom *Rel2JSelector*, *Rel2JBean* i *Rel2JSender* komponenti. Na ulazu svake komponente nalazi se specifikacija *REschema*, dok se na izlazu dobija *Java* izvršivi programski kod. Komponenta *Rel2JSelector* na svom izlazu produkuje *Java Selector* programski kod koji sadrži metode za izdvajanje podataka iz svake od tabela izvorne baze podataka, primenom *SQL Select* naredbi.

Komponenta *Rel2JBean* na svom izlazu produkuje *Java Bean* programski kod, koji sadrži skup klasa, čiji se objekti koriste za čuvanje vrednosti obeležja svake od izdvojenih torke izvorne baze podataka. Klase se sastoje od atributa, koji po nazivu i tipu odgovaraju obeležjima odgovarajuće šeme relacije. Komponenta *Rel2JSender* na svom izlazu produkuje *Java Sender* programski kod, koji se koristi za transformaciju objekata koji čuvaju vrednosti obeležja izdvojenih torke u *JSON* dokumente i njihovo slanje serverskom delu programa na validaciju i upis u *MongoDB* bazu podataka.

Generisanje serverskog dela programa započinje transformacijom šeme izvorne baze podataka u skup *Mongoose* validacionih šema. Za ovu operaciju, koristi se komponenta *Rel2Mng*, na čijem ulazu se zadaje specifikacija *REschema*, dok se na izlazu dobija specifikacija *Mongoose* validacionih šema, koja je u skladu sa meta-modelom prikazanom u master radu autora (u nastavku *Mongoose* meta-model). Za svaku od šema relacija specifikacije *REschema*, kreira se po jedna *Mongoose* validaciona šema, koja služi za validaciju podataka dobijenih od klijenta. Validaciona šema predstavlja *JSON* strukturu, koja se sastoji od skupa polja. Polja predstavljaju parove *ključ:vrednost*. Svaki par *ključ:vrednost*, odgovara jednom obeležju date šeme relacije, pri čemu *ključ* odgovara nazivu obeležja, a *vrednost* tipu obeležja. Pored tipa, u okviru *vrednost* polja, moguće je zadati odgovarajuće *Mongoose* ugrađene validatore, čijom primenom se mogu implementirati neki tipovi ograničenja relacionog modela. Na osnovu kreiranih validacionih šema, upotrebom komponenti *Mng2MSchema*, *Mng2MREST* i *Mng2MScheduler* vrši se generisanje *JavaScript* programskog koda, koji obezbeđuje operacije validacije i upisa podataka u *MongoDB* bazu podataka. Generisani *JavaScript* kod izvršava se na *Node.js* ciljnoj platformi, u okviru koje radi alat *Mongoose*. Na ulazu svake od komponenti nalazi se specifikacija *Mongoose* validacionih šema, dok se na izlazu dobija *JavaScript* izvršivi programski kod. Komponenta *Mng2MSchema* na svom izlazu produkuje *JavaScript Mongoose validation schema* kod koji predstavlja specifikaciju *Mongoose* validacionih šema, dobijenih na izlazu komponente *Rel2Mng*. Svaka torka, svake od tabela, izvorne baze podataka validira se prema validacionoj šemi koja je kreirana samo za datu tabelu. Generisanje koda za specifikaciju *Get* i *Post* metoda *REST* servisa (eng. *Representational State Transfer*) serverskog dela programa obavlja se korišćenjem komponente *Mng2MREST* [5]. U okviru metode *Post*, vrši se prihvatanje podataka poslatih od strane klijenta, njihova validacija prema zadatoj validacionoj šemi, i smeštanje u *MongoDB* bazu, ukoliko su validni. Kao povratna vrednost metode *Post*, klijentu se šalje poruka o uspešnosti upisa poslatih podataka. Metoda *Get* vrši selektovanje svih dokumenata koji su kao validni ranije bili upisani u *MongoDB* bazu podataka i šalje ih kao povratnu vrednost. Komponenta *Mng2MScheduler* na svom izlazu produkuje *JavaScript scheduler* programski kod koji obezbeđuje raspoređivanje podataka dobijenih od strane klijenta. Raspoređivanje se vrši tako da podaci, pre upisa u *MongoDB* bazu, budu validirani prema validacionoj šemi koja je zadužena za validaciju podataka izvorne tabele, kojoj pristigli podaci pripadaju.

Modul za specifikaciju *Mongoose* validacionih šema i dokumenata obezbeđuje korisniku da, korišćenjem konkretne tekstualne sintakse jezika *MongooseDSL* specificira *Mongoose* validacione šeme i konkretne dokumente koje treba validirati pre upisa u *MongoDB* bazu podataka. Primenom komponente *Mng2MSchDoc*, na osnovu kreirane korisničke specifikacije, vrši se generisanje *JavaScript* programskog koda, za ciljnu platformu *Node.js*. Generisani programski kod predstavlja specifikaciju zadatih validacionih šema, kao i konkretnih dokumenata koji se validiraju prema zadatim šemama.

Takođe, generisani programski kod sadrži *Mongoose* funkcije za upis validnih dokumenata u *MongoDB* bazu podataka.

3. IMPLEMENTACIJA JEZIKA *MongooseDSL*

Implementacija jezika *MongooseDSL* podrazumeva razvoj apstraktne i konkretne sintakse jezika. Apstraktna sintaksa predstavlja meta-model jezika, u kojem su predstavljeni koncepti i veze između koncepata. U nastavku su dati neki od najvažnijih koncepata meta-modela jezika *MongooseDSL*, kao i objašnjenje šta se tim konceptima modeluje:

- *Database* – korenski koncept,
- *Schema* – koncept kojim se modeluje *Mongoose* validaciona šema,
- *Required*, *Min*, *Max*, *Match*, *Enum* – koncepti kojima se modeluju *Mongoose* ugrađeni validatori,
- *ValueType*, *VerPair*, *VerList*, *VerObject* – koncepti kojima se modeluje *JSON* struktura *Mongoose* validacione šeme,
- *Model* – koncept kojim se modeluje *Mongoose* dokument i
- *Pair*, *Value*, *List*, *Object*, *SimpleValue* – koncepti kojima se modeluje *JSON* struktura *Mongoose* dokumenta.

Primenom tekstualne sintakse, pruža se mogućnost kreiranja koncepata jezika *MongooseDSL* preko sekvence karaktera. Gramatička pravila pomoću kojih je opisana razvijena sintaksa, data su u obliku proširene *Backus-Naur* notacije. U okviru konkretne sintakse jezika *MongooseDSL*, svaki od koncepata meta-modela vizuelno je prikazan preko svog naziva, dok se granice pojedinačnih koncepata zadaju korišćenjem znakova: “{”, “}”, “(” i “)”. Najpre se zadaje korenski koncept, dok se ostali koncepti zadaju u okviru granica korenskog koncepta. Kao znak razdvajanja pojedinačnih koncepata, korišćen je simbol “;”.

```
Database<Db1>{
  enum epol {
    'muski', 'zenski'
  }
  Schema<semaRadnik>{
    ime: {
      type:String
      required:true
    },
    prezime: {
      type:String
      required:true
    },
    jmbg: {
      type:Number
      unique:true
      required:true
    },
    pol: {
      type:String
      enum:epol
    }
  }
  Document<radnik,semaRadnik>{
    ime:'Marko',
    prezime:'Markovic',
    jmbg:'1234567890001',
    pol:'muski'
  }
}
```

Slika 3.1. Primer konkretne sintakse jezika *MongooseDSL*

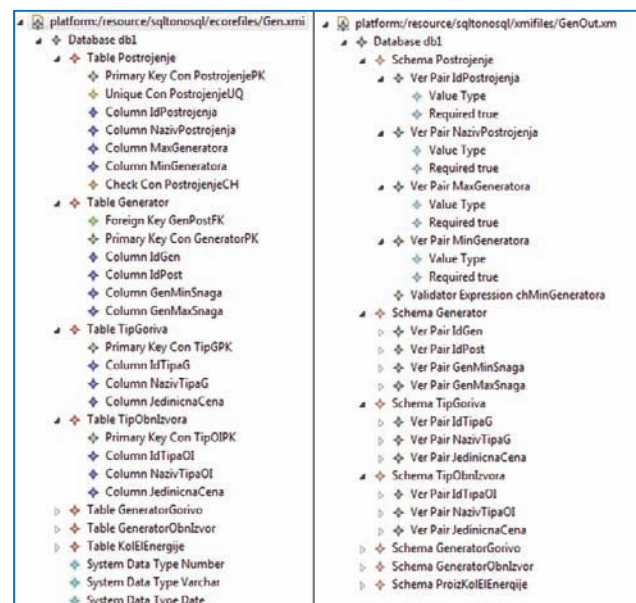
Na slici 3.1 prikazan je deo konkretne sintakse jezika *MongooseDSL* na jednom primeru. U primeru je najpre definisan korenski element, kojem je dodeljeno ime *Db1*. U okviru elementa *Db1* modelovana je *Mongoose* validaciona šema pod nazivom *semaRadnik*, sa skupom polja, u kojima su modelovani tipovi podataka polja i ograničenja, korišćenjem koncepata predefinisanih

Mongoose validatora. Na kraju, modelovan je dokument, kojem je pridružena kreirana šema, i u okviru kojeg su zadate konkretne vrednosti polja.

4. IMPLEMENTACIJA TRANSFORMACIJA MODEL-U-MODEL I MODEL-U-TEKST

Prilikom razvoja modula za migraciju podataka, kao i modula za specifikaciju *Mongoose* validacionih šema i dokumenata, u okviru softverskog alata *NoSQLMigrator*, razvijeno je sedam *M2T* transformacija: *Mng2MSchDoc*, *Mng2MSchema*, *Mng2MREST*, *Mng2MScheduler*, *Rel2JSelector*, *Rel2JBean* i *Rel2JSender*, i jedna *M2M* transformacija: *Rel2Mng*. Za realizaciju *M2T* transformacija korišćen je alat *Xtend* [6]. Za realizaciju *M2M* transformacija korišćen je jezik *ATL* (eng. *Atlas Transform Language*) [7].

Efekte primene transformacija, razvijenih u okviru modula za migraciju podataka, biće ilustrovani na primeru *Oracle* baze podataka, koja čuva podatke o sistemu generatora za proizvodnju električne energije, koji električnu energiju proizvode sagorevanjem goriva ili korišćenjem obnovljivih izvora energije. Prvi korak u generisanju klijent-server programskog koda za migraciju podataka jeste dobijanje specifikacije šeme izvorne baze podataka, primenom alata *IIS*Ree*. Dobijena specifikacija prikazana je na levoj polovini slike 4.1. Na osnovu dobijene specifikacije vrši se generisanje datoteka sa *Java* programskim kodom za klijentski deo programa primenom transformacija *Rel2JSelector*, *Rel2JBean* i *Rel2JSender*.

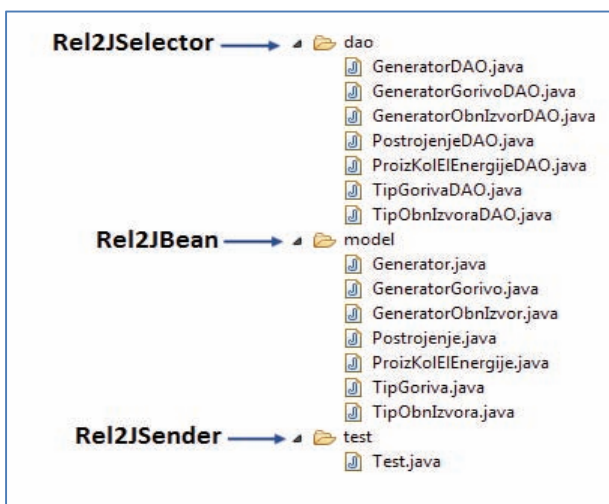


Slika 4.1. Šema izvorne baze podataka dobijena primenom alata *IIS*Ree* i *Mongoose* validacione šeme dobijene primenom transformacije *Rel2Mng*

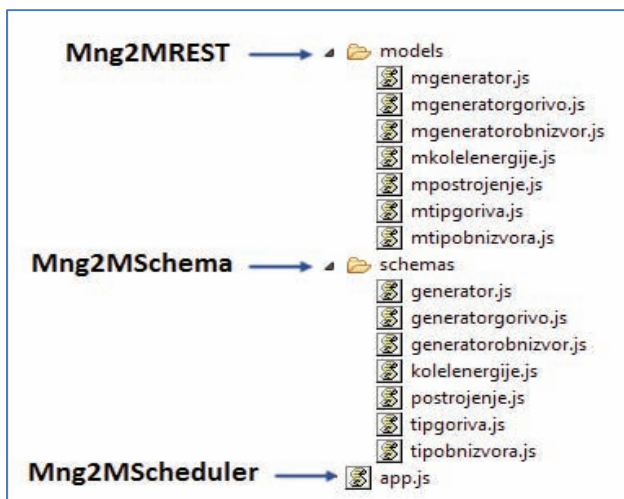
Nazivi datoteka, kao i nazivi *M2T* transformacija čijom primenom su nastale datoteke sa kodom za klijentski deo programa prikazani su na slici 4.2. U okviru direktorijuma *dao* nalaze se datoteke sa programskim kodom čijim izvršavanjem se vrše operacije pristupa i izdvajanja podataka iz tabela izvorne baze podataka. Direktorijum *model* sadrži datoteke sa programskim kodom koji opisuje klase u čijim objektima se čuvaju izdvojeni podaci. U okviru direktorijuma *test* nalazi se datoteka sa programskim kodom čijim izvršavanjem se vrši

transformacija objekata koji čuvaju vrednosti obeležja torki, u *JSON* dokumente, i njihovo slanje serverskom delu programa.

Kako bi se pristupilo generisanju programskog koda za serverski deo programa, prvo je potrebno izvršiti transformaciju specifikacije šeme izvorne baze podataka u skup *Mongoose* validacionih šema, primenom *M2M* transformacije *Rel2Mng*. Validacione šeme, dobijene nakon izvršavanja ove transformacije, prikazane su na desnoj polovini slike 4.1. Na osnovu dobijene specifikacije *Mongoose* validacionih šema, vrši se generisanje *JavaScript* programskog koda za serverski deo programa, primenom *M2T* transformacija *Mng2MSchema*, *Mng2MREST* i *Mng2Mscheduler*. Nazivi datoteka, kao i nazivi *M2T* transformacija čijom primenom su nastale datoteke sa kodom za serverski deo programa prikazani su na slici 4.3. Direktorijum *schemas* sadrži datoteke sa programskim kodom koji specificira *Mongoose* validacione šeme, dobijene nakon primene transformacije *Rel2Mng*. U okviru direktorijuma *models* nalaze se datoteke sa programskim kodom koji sadrži *Get* i *Post* metode *REST* servisa. U okviru datoteke *app.js* nalazi se specifikacija komponenti neophodnih za ispravno funkcionisanje serverskog programa, kao i komponenti koje vrše raspoređivanje podataka na validaciju i upis u *MongoDB* bazu podataka.



Slika 4.2. Datoteke za klijentski deo programa



Slika 4.3. Datoteke za serverski deo programa

5. ZAKLJUČAK

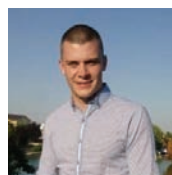
Migracija podataka i softverskih servisa sa jedne na drugu softversku platformu danas predstavlja aktuelnu istraživačku temu. Na osnovu iskustva stečenog prilikom izrade alata opisanog u ovom radu, zaključuje se da se za realizaciju ovakvih zadataka može primeniti pristup razvoju softvera zasnovan na modelima. Ovakav pristup omogućava visok nivo apstrakcije prilikom rešavanja domenskih problema, u početnoj fazi implementacije rešenja. Projektantu softverskog rešenja se obezbeđuje dobra polazna osnova u sagledavanju činilaca sistema, što rezultuje formalnom specifikacijom modela, bez snižavanja željenog nivoa apstrakcije. Primenom različitih vrsta transformacija, pruža se mogućnost još formalnije specifikacije rešenja, sve do koraka u kojem se na osnovu specifikacije modela vrši generisanje izvršivog programskog koda.

Zbog stalnog razvoja *NoSQL* sistema, javlja se potreba za migracijom podataka u različite tipove *NoSQL* baza podataka. Saglasno tome, planira se proširenje alata *NoSQLMigrator*, tako da se korisniku obezbedi mogućnost odabira dokument-orijentisane *NoSQL* baze podataka u koju će se vršiti migracija. Takođe se planira razvoj podrške migracije podataka u još neke tipove *NoSQL* baza podataka, kao što su kolonski-orijentisane *NoSQL* baze podataka.

6. LITERATURA

- [1] Mongoose. URL <http://mongoosejs.com/>
- [2] S. Kordić, Methods of database schema transformations in support of the information system reengineering proces, Ph.D. thesis, University of Novi Sad (2013).
- [3] V. Dimitrieski, M. Čeliković, S. Kordić, A. Alargt, and I. Luković, Concepts and Evaluation of the Extended Entity-Relationship Approach to Database Design in a Multi-Paradigm Information System Modeling Tool, Computer Languages, Systems & Structures (COMLAN), Elsevier, ISSN: 1477-8424, 2015 pp. 69-95, DOI: 10.1016/j.cl.2015.08.011.
- [4] Node.js. URL <https://nodejs.org/>
- [5] T. Fielding, Architectual Styles and the Design of Network-based Software Architectures, Ph.D. thesis, University of California, Irvine (2000).
- [6] F. Jouault, F. Allilaire, J. B_ezivin, I. Kurtev, ATL: A model transformation tool, Science of Computer Programming 72 (1-2) (2008) 31-39.
- [7] Xtend. URL <http://eclipse.org/xtend/>

Kratka biografija:



Branko Terzić rođen je u Užicu 1991. god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2010. god. Bečelor rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – računarske nauke i informatika, odbranio je 2014. god

GENERISANJE VEB APLIKACIJE GRAILS NA OSNOVU SKICA ZA POSLOVNE APLIKACIJE**GENERATING GRAILS WEB-APPLICATION BASED ON SKETCHES FOR BUSINESS APPLICATIONS**

Sabolč Gleser, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana implementacija generatora koda za okvir za razvoj Grails. Rešenje je integrisano u aplikaciju za skiciranje poslovnih aplikacija KROKI.

Abstract – This paper presents the implementation of a code generator for Grails framework. The solution is integrated to an application for making sketches for business applications – KROKI.

Ključne reči: Kroki, Grails, Grails framework, Groovy, generator,

1. UVOD

U razvoju softverskih rešenja postoji sve veća potreba za dobro dokumentovanim zahtevima, jer često dolazi do nesporazuma između razvojnog tima i klijenata. Savremeni procesi u razvoju se trude da što više uključe krajnjeg korisnika ili naručioca softvera.

Te metodologije postižu sve bolje i bolje rezultate, ali programeri još uvek provode mnogo vremena menjajući izgled ili ponašanje softvera.

Zadatak ovog rada jeste da se na osnovu postojeće platforme za vizuelno modelovanje poslovnih aplikacija (KROKI) napravi generička aplikacija koja će sistem modelovan pomoću KROKI-ja izvršavati na platformi Grails. Grails je okvir za razvoj za pisanje veb-aplikacija sastavljen na programskom jeziku Groovy.

U daljem tekstu će biti prikazano nekoliko sličnih rešenja iz ove oblasti. Treće poglavlje se bavi okvirom za razvoj Grails i konkretnom implementacijom generisanja aplikacije Grails na osnovu modela iz KROKI-ja. Četvrto poglavlje sadrži primer jednog poslovnog rešenja sa korišćenjem navedene implementacije. Peto poglavlje obuhvata zaključak i pravce daljeg razvoja.

2. PREGLED SLIČNIH REŠENJA

U knjizi [2] autor kao dva glavna razloga za uvođenje generatora navodi da je vreme programera veoma cenjeno, ali sa druge strane ni programeri ne vole da rade ponavljajuće i dosadne zadatke. Sa dobrim generatorima programerima će uvek ostati interesantni zadaci, a i sama implementacija biće jednako izazovna. Autor je dao nekoliko prednosti generisanja koda:

NAPOMENA:

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

- **Produktivnost** – sa dobrim generatorom postizemo veliku produktivnost, jer možemo dobiti hiljade linija koda za nekoliko sekundi. Pored toga ako nešto treba zameniti u sistemu, to će biti propagirano kroz ceo sistem.
- **Kvalitet** – neće se menjati od koda do koda, nego će celi izgenerisani kod imati isti kvalitet. Dobro je poznato da je najveća mana softverskih sistema kvalitet.
- **Konzistentnost** – imena korišćena u programskom kodu i konvencije će biti iste u celom sistemu.
- **Apstrakcija** – generatori unose novi nivo apstrakcije, koji mogu bolje razumeti ne samo inženjeri, nego i klijenti. Tako se postiže bolja komunikacija između njih. Na ovim nivoima implementacija se može potpuno sakriti.

Rad [1] KROKI – Konstantan razvoj poslovnih aplikacija pomoću skica – bavi se prednostima ovakvog razvoja. KROKI pomaže da se u svakom trenutku izvrši i testira skica na više platformi (desktop ili veb). Ovo je veoma bitno sa korisničke strane, jer korisnik može konstantno videti rešenje. GRAG (GRails Application Generator) [3] je program otvorenog tipa koji pruža mogućnost da korisnik preko grafičkog interfejsa unese entitete sa kojima želi da radi u aplikaciji. GRAG nakon toga generiše „Domain klase“ za Grails koji predstavljaju ove entitete unutar tog okvira. Pored toga GRAG generiše i konfiguracione datoteke za okvir. Slična je implementacija [4] samo generiše kod za sve nivoe Java aplikacije koristeći J2EE tehnologiju.

3. IMPLEMENTACIJA SISTEMA**3.1. Grails okvir za razvoj**

Grails je okvir za razvoj (Grails Framework) odnosno softver otvorenog koda („open source“) koji služi za razvoj veb-aplikacija i zasnovan je na programskom jeziku Groovy. Ideja okvira Grails je da se konfiguracija skloni od programera i da on na nju uopšte ne obraća pažnju, kao što je to slučaj u mnogim okvirima Java za razvoj u kojima se ne može prevazići konfiguracija velikog broja XML datoteka. Grails se može pokrenuti na platformi Java, a za to su potrebni samo jedna Java Virtuelna Mašina, i podrška za Groovy i JDK (Java Development Kit). U svojoj implementaciji Grails se oslanja na biblioteku Spring i za rad sa bazama podataka i sa njenim entitetima u biblioteci Hibernate [3].

Glavne prednosti okvira Grails:

- zasnovan na JVM-u
- sintaksa je bazirana na Java programskom jeziku
- Nema glomaznu XML konfiguraciju
- efikasna komandna linija
- veoma brz razvoj
- širok opseg priključaka (plug-in)
- dobra dokumentacija
- Domain Specific language
- Hot redeploy – nemoramo kompajlirati pre testiranja

Mane Grails-a su :

- Nije prikladan za velike projekte
- Baziran na komponentima
- Manjak podrške

3.1.1. Domain klase

U Grails-u „domain klasama“ nazivamo klase koje služe za modelovanje entiteta iz baze podataka. Te klase se inače mogu zvati i klasama koje mapiraju entitet iz baze na objekat (Object Relational Mapping).

3.2. KROKI

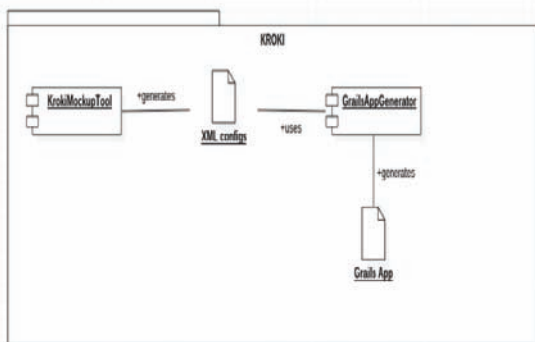
KROKI je aplikacija za vizuelno modelovanje poslovnih aplikacija. Pomoću nje korisnik može jednostavno da nacrti svoju poslovnu aplikaciju. Pored skice, KROKI ima i mogućnost crtanja UML dijagrama. Jedno od glavnih svojstava ove aplikacije je generisanje izvršnog koda. Trenutno postoji mogućnost za pokretanje aplikacija SWIMNG i RESTLET na osnovu onoga što je korisnik nacrtao [1].

Osnovna jedinica KROKI-ja je Forma (form) koju skicira korisnik, a sadrži elemente za unos, veze sa drugim entitetima, kao i dugmad koju korisnik želi da stavi na tu formu. Na osnovu skice korisnika, KROKI generiše XML datoteke koje se mogu iskoristiti za pokretanje spomenutih generičkih rešenja ili generisanje aplikacija za razna okruženja.

3.3. REŠENJE

Za implementaciju ovog zadatka je razvijen poseban modul napisan na programskom jeziku Java. Ovaj modul čita KROKI-jeve XML-ove opisane u prethodnom poglavlju na osnovu kojih generiše veb-aplikaciju za Grails okvir za razvoj.

Iz modula se generišu Grails Domain klase, na osnovu kojih se u sledećem koraku može generisati kod za unos, izmenu, brisanje podataka



Slika 1. Arhitektura rešenja

domain klasa, kao i za ostala specifična podešavanja unutar KROKI-ja, na primer dugme za čije izvršavanje programer može napisati svoj ručno pisani kod.

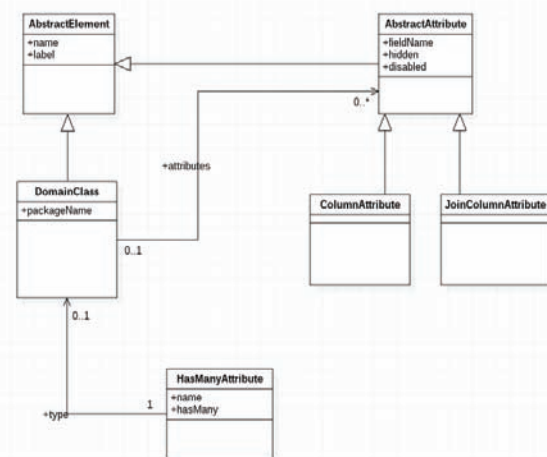
Delovi arhitekture su:

- **KROKI** – aplikacija za modelovanje poslovnih aplikacija, koja ima mogućnost da se proširi drugim generatorima.
- **KrokiMockupTool** – deo Kroki-ja koji je, između ostalog, zadužen za to da napravi XML datoteke koje će sadržati sve što je korisnik izmodelovao sa Kroki-jem.
- **XML šeme** – ove šeme su baza za generisanje Grails klase i Grails podešavanja.
- **GrailsAppGenerator** – generiše Grails domain klase i podešavanja koja će koristiti Grails aplikacija. Ta podešavanja se takođe generišu unutar domain klase da se ne bi morale čitati druge datoteke prilikom izrade ostalih delova u Grails aplikaciji.
- **Grails aplikacija** – sadrži ne samo generisane Grails domain klase i kontrolere, nego i promenjene šablone koji su neophodni za postizanje svih željenih funkcija koje Kroki u svojim svojstvima nudi. Te šablone koristi ugrađeni Grails generator. Grails aplikacija takođe ima sve klase i kontrolere pomoću kojih može da upravlja korisnicima i korisničkim pravima.

3.3.1. Obrada XML konfiguracionih datoteka

Za mapiranje podataka iz XML šema modelovana je struktura sa slike 2 da bi se ti podaci mogli iskoristiti u daljem razvoju. Svaki element iz XML-a se mapira na AbstractElement, jer sadrži ime (name) i oznaku (label) koji su neophodni za prikaz, kao i za bazu podataka. DomainClass je klasa koja u sebi obuhvata sve atribute koji su potrebni jednoj klasi Grails Domain.

Domain klasa može imati nekoliko, jednu ili nijednu instanci ColumnAttribute (atribut kolone) koje predstavljaju atribut primitivnog tipa i jednu, nijednu ili nekoliko instanci JoinColumnAttribute.



Slika 2. Dijagram klasa

Klasa JoinColumnAttribute predstavlja veze između Domain klase i drugih Domain klasa. Klasa HasManyAttribute je modelovana za potrebe OneToMany veza u Grails objektno-orientisanom mapiranju. OneToMany je veza tipa „jedan na više“.

Tok generisanja Domain klasa počinje mapiranjem na objekte i prebacivanjem podataka iz XML šema u memoriju (caching).

Posle toga se briše direktorijum u koji će biti smeštene te datoteke Groovy da bi se uklonile Domain klase iz prethodnog generisanja, ako su postojale. To je neophodno, jer se za njihovo smeštanje koristi prekonfigurisani projekat Grails. Nakon te operacije se uzima šablon koji se popunjava parametrima za odgovarajući entitet i tako nastaje datoteka ImeEntiteta.groovy.

3.3.2. Generisano rešenje

Mesto gde se snimaju te generisane datoteke je unapred konfigurisan Grails projekat (KrokiTemplateProject), čija struktura se može videti u tabeli 2. U tabeli su istaknuti delovi koji su od značaja, odnosno koji su korišćeni za implementaciju rešenja.

U domain direktorijum se smeštaju generisane Domain klase, od kojih se posle generišu kontroleri i datoteke za prikaz i snimaju se u controllers i views direktorijume. Tekstovi koji se generišu za svaki entitet i njegove attribute se snimaju u i18n.

U conf-u se dodaju neka podešavanja za plug-in za Sigurnost aplikacije i korisnička prava, a u src su prošireni šabloni koji se koriste za generisanje kontrolera.

Direktorijum	Opis
domain	Domain klase.
controllers	Lokacija za kontrolere.
views	Datoteke za prikaz, GSP ekstenzija u Grails-u.
i18n	Tekstovi sa prevodima na podržane jezike.
conf	Konfiguracione datoteke.
src	Lokacija za ostale datoteke Groovy ili Java tipa

Modul GrailsAppGenerator u sebi pod direktorijumom grails-src sadrži projekat KrokiTemplateProject. Nakon što su Domain klase generisane i smeštene u strukturu ovog projekta, potrebno je generisati Grails kontrolere i datoteke za prikaz. Kod ovog rešenja više nije potrebno da se iz koda te datoteke premeštaju jedna po jedna, jer će zahvaljujući Grails-u automatski smeštene u odgovarajuće direktorijume (controller, views).

Komande su prikazane u Listingu 1. Te komande su deo Grails komandi, jedino u Java kodu treba isprazniti mesto gde će se te datoteke smestiti.

Može se koristiti parametar koji osigurava da se datoteka prepíše ako već postoji generisan kod sa istim imenom, ali u tom slučaju bi mogle da ostanu datoteke za entitete koji

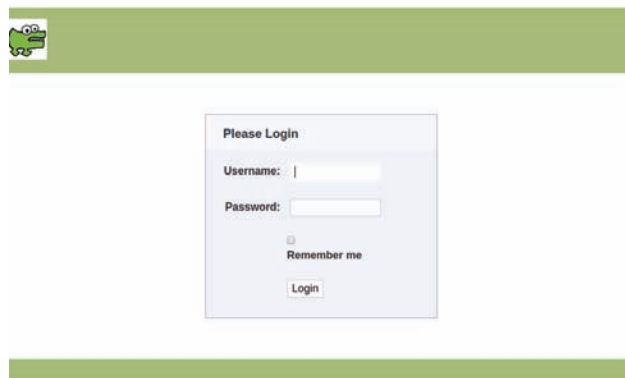
više ni nisu potrebni. Da bi se ta komanda mogla izvršiti, napravili smo skript datoteku.

grails generate-all package_name.*

Listing 1: Komanda za generisanje

Grails poseduje širok spektar dobrih priključaka (plugin) koji pomažu programerima da ne moraju da rade ceo posao od početka. Jedan od najkorisnijih je Spring Security Plugin, koji služi za autentikaciju i autorizaciju korisnika.

Pored tih glavnih osobina, on ispunjava uslove za zaštitu softverskih sistema. Za implementaciju rešenja potrebno je preinstalirati ovaj plugin. Njen podrazumevani izgled je prikazan na slici 3. Autorizacija (Role) se pomoću ovog plugina takođe može podesiti.



Slika 3. Prijavljanje na sistem

3.3.3. Ručno pisan kod

Ručno pisan kod u KROKI-ju nastaje kada se modeluje jedna akcija, ali bez definisanja bilo kakvog automatskog izvršavanja i kada je programer primoran da napiše šta će aplikacija tačno raditi prilikom izvršavanja te akcije.

Za definisanje takve akcije u generisanom kodu neophodno je izmeniti Grails-ov šablon za generisanje, jer kako je to prethodno objašnjeno, unutar projekta Grails se generišu sve klase osim Domain klasa.

Mesto gde će programer moći da ubaci svoj programski kod se generiše unutar Grails Controller-a koji je zadužen za odgovarajući entitet, odnosno na čijem prikazu korisnik koji modeluje sistem želi da ostavi dugme za akciju koju će kasnije programer moći da implementira.

4. PRIMER KORIŠĆENJA RAZVIJENOG REŠENJA

U ovom poglavlju je pokazan primer jedne male aplikacije koja koristi rešenje ovog rada. Primer male poslovne aplikacije sadrži entitet Preduzeće, Odsek i Zaposlen. Nakon skiciranja njihovih formi i generisanja Grails Domain klasa, domain klasa Zaposlen izgleda kao na Listingu 2.

Klasa sadrži i neophodne informacije o ručno pisanom kodu. Slika 4 prikazuje izgled generisane aplikacije sa formom za unos Zaposlenog.

```

package ejb_generated;

import java.util.Date;

import ejb_generated.Odsek;

class Zaposlen {

    String a_ime;
    String a_prezime;
    String a_jmbg;
    Date a_datum_rodjenja;
    String a_adresa;

    Odsek zaposlen_odsek;

    static constraints = {
a_ime maxSize : 50
a_prezime maxSize : 50
a_jmbg maxSize : 50
a_adresa maxSize : 50, widget:
'textarea'
    }

    static manualActions = [ [actionName:'c', actionLabel:
'Plate'] ];

```

Listing 2: Generisana Domain klasa Zaposlen

Slika 4. Forma za unos Zaposlenog

5. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada je bio da se iskoristi postojeće rešenje za skiciranje i modelovanje poslovnih aplikacija – KROKI i da se pomoću toga napravi generator za okvir za razvoj Grails, koji će te skice implementirati. Grails se u ovom radu pokazao kao izuzetan okvir za razvoj generičkih rešenja. Sa svojim pristupačnim šablonima za generisanje besplatno pruža mnogo mogućnosti za dodavanje različitih funkcionalnosti, jer se ti šabloni mogu prilagoditi drugim rešenjima.

Ova implementacija je pokazala da je generisani kod Grails veoma pogodan za poslovne aplikacije kod kojih funkcionalnosti nisu komplikovane i gde se u većini procesa radi o unosu, izmeni, brisanju i prikazivanju nekog entiteta tog sistema. Ukoliko je za neki sistem potrebno implementirati komplikovaniju funkcionalnost, generisana aplikacija Grails i za to pruža dobru podlogu. Mana ovakvih rešenja jeste da programer mora paziti na strukturu klasa i metoda koji se pozivaju prilikom takvog ručno pisanog koda, jer ako se previše pomeša sa generisanim kodom, rešenje gubi svoju održivost. U tom slučaju, ukoliko nešto treba promeniti na skici i ponovo generisati kod Grails, postoji mogućnost gubitka prethodno napisanog manualnog koda. Pravci daljeg razvoja su u dodavanje podsistema koji bi upravljao korisničkim pravima, odnosno dozvolom pristupa određenih korisnika određenim resursima, dodavanje lokalizacije kako bi se aplikacija mogla koristiti na više jezika.

6. LITERATURA

- [1] Kroki: A Mockup-Based Tool for Participatory Development of Business Applications, Univerzitet u Novom Sadu, 2011
- [2] Jack Herrington - Code Generation in Action, 2003
- [3] [https://www.wikiwand.com/en/Grails \(framework\)](https://www.wikiwand.com/en/Grails_(framework))
- [4] <https://grails.org/>
- [5] <http://blog.linkedin.com/2008/06/11/grails-at-linkedin>
- [6] Grails Application Generator - <http://grag.sourceforge.net/documentation.html>
- [7] Java Application Generator - <http://jag.sourceforge.net/>

Kratka biografija:



Sabolč Gleser rođen je u Novom Sadu, Republika Srbija 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2015.god.

ANALIZA REDUKCIJE POTROŠNJE PUNJAČA ZA ELEKTRIČNA VOZILA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA**ANALYSIS OF LOAD REDUCTION USING ELECTRICAL VEHICLE CHARGING STATIONS IN DISTRIBUTION NETWORKS**Ilija Atlagić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratki sadržaj – U okviru rada definisan je algoritam redukcije potrošnje primenom punjača za električna vozila u niskonaponskim distributivnim mrežama. Algoritam je verifikovan na jednostavnoj test niskonaponskoj mreži, a izvršena je i implementacija funkcije za analizu redukcije potrošnje punjača za električna vozila u distributivnim menadžment sistemima.

Abstract – Algorithm for load reduction using electrical vehicle charging stations in distribution network systems is presented in this paper. For algorithm verification, simple low voltage network is used, as well as implementation of function for analysis of electric vehicle load reduction in distribution management systems.

Ključne reči – električna vozila, redukcija potrošnje, tokovi snaga.

1. UVOD

Trend u svetskoj elektroprivredi predstavlja ulaganje u obnovljive izvore kao što su proizvodnja putem vetra, sunca, biomase i drugih oblika energije. U bližoj budućnosti se mogu očekivati novi izazovi za elektroenergetske sisteme (EES) u vidu povećanja broja električnih vozila (EV) zarad smanjenja emisije CO₂ u atmosferi u oblasti saobraćaja i transporta, koja trenutno iznosi oko 30% od ukupnog zagađenja [1,2].

Ovaj rad ima za cilj da uvede čitaoca u problematiku integracije EV u moderne EES, kao i da objasni ideju redukcije potrošnje punjača EV (EVSE) u situacijama kada je to neophodno zbog povećanja potrošnje električne energije. Smisao rada predstavlja definisanje algoritma za redukciju potrošnje EVSE i njegova integracija u distributivni menadžment sistem (DMS). U praktičnom delu rada izvršena je verifikacija algoritma na jednostavnoj test niskonaponskoj (NN) mreži.

2. OSNOVNI POJMOVI

Razmatranja započinju sa osnovnim pojmovima o EV, tipovima, lokacijama i načinom njihovog punjenja. Nakon toga prikazane su mogućnosti za redukciju potrošnje električne energije primenom EVSE.

2.1 Konfiguracije savremenih EV

U radovima, koji se odnose na hibridna i električna vozila, napravljena je njihova podela na tri kategorije [1]:

- Hibridna električna vozila (HEV),
- Punjiva hibridna vozila (PHEV),
- Baterijska električna vozila (BEV).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Goran Švenda, red.prof.

2.2. Tipovi punjenja električnih vozila:

U skladu sa dosadašnjim tehnološkim razvojem, postoji pet tipova punjenja EV [1,3]:

- Neregulisano (dumb) punjenje,
- Pametno (smart) punjenje,
- Vehicle to grid (V2G),
- Vehicle to home (V2H),
- Vehicle to building (V2B).

2.3. Lokacije i brzina punjenja EV

Grupisanjem mogućih lokacija sličnih karakteristika napravljena je podela na četiri tipa punjenja EV [3]:

- Javne lokacije (najčešće parking mesta),
- Privatne lokacije kao javni servis (poslovni centri),
- Privatne lokacije (domaćinstvo),
- Lokacije za brzo punjenje (postojeće benzinske pumpe).

Prema brzini punjenja, odnosno snazi punjača, punjenje EV se može podeliti na [1, 2]:

- Spora punjenja (do 10kW),
- Ubrzana punjenja (od 10 do 40kW),
- Brza punjenja (od 40kW).

2.4. Redukcija potrošnje EVSE

Smisao redukcije potrošnje primenom EVSE u ovom radu predstavlja otklanjanje preopterećenih elemenata u NN distributivnoj mreži (DM) i samim tim poboljšanje naponskih prilika. Današnje DM nisu građene tako da mogu prihvatiti povećanje potrošnje novih EVSE, odnosno stanica za punjenje EV [2]. To dovodi do preopterećenja NN deonica i transformatora srednji na niski napon (Tr SN/NN) u periodu vršnog opterećenja, koje može da potraje i do nekoliko sati. Takav režim dovodi do intenzivnijih termičkih i mehaničkih naprezanja elemenata DM i konačno do njihovog trajnog oštećenja.

3. PRORAČUN TOKOVA SNAGA

Tokovi snaga (LF) predstavljaju jednu od najznačajnijih i najšire korišćenih energetske funkcije, a koristi se kako za potrebe planiranja i eksploatacije DM, tako i za upravljanje u realnom vremenu [4]. U ovom radu LF će biti korišćeni u svrhu pronalazjenja režima NN mreže pre i nakon redukcije potrošnje EVSE.

Problem LF jeste proračun vektora stanja – kompleksnih vrednosti napona svih čvorova mreže na osnovu kojih se može rekonstruisati kompletan režim DM. Za proračun LF u ovom radu, korišćen je algoritam sumiranja struja i korekcije napon [4].

Nakon inicijalizacije napona i potrošnje pomenuti algoritam se izvodi iterativno po sledećim koracima:

- Proračun injektiranih struja,
- Proračun struja po granama – zamena unazad,
- Proračun napona u čvorovima – zamena unapred,
- Provera zadovoljenja uslova konvergenције.

4. ALGORITAM REDUKCIJE POTROŠNJE EVSE

Cilj redukcije potrošnje punjača za EV odnosno EVSE jeste da se otklone preopterećenja deonica u periodu vršnih opterećenja i na taj način odlože investicije distributivne kompanije u NN mrežu [5].

Otklanjanje preopterećenja na NN deonicama se vrši od krajnjih potrošača prema Tr SN/NN, odnosno od dole prema gore, za svaki NN izvod pojedinačno.

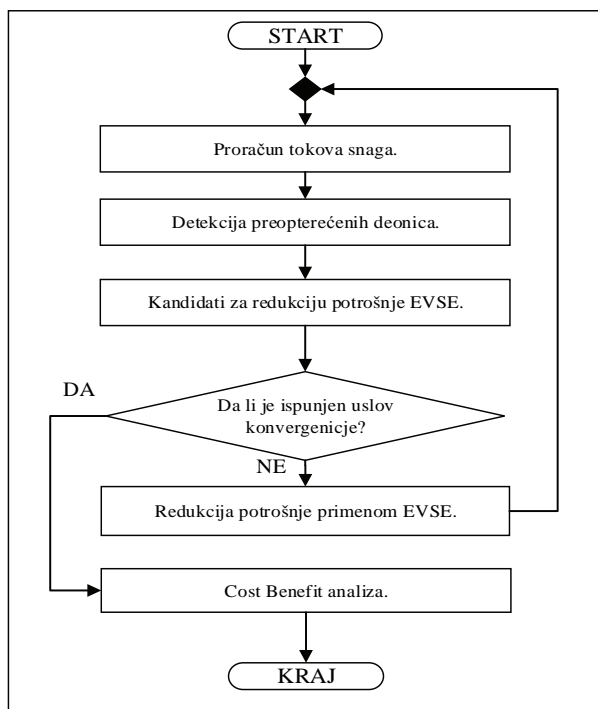
Osnovni cilj je da se, u određenom vremenskom periodu, utvrdi da li je ekonomičnije da distributivna kompanija:

- uložiti sredstva u pojačanje kapaciteta elemenata NN mreže, ili
- izvrši privremenu redukciju potrošnje primenom EVSE.

U prvom slučaju potrebna su direktna ulaganja u mrežu, dok se u drugom slučaju investicije u mrežu odlažu, ali su potrebne investicije u punjače električne energije i softver.

4.1 Globalni deo algoritma

Globalni algoritam za redukciju potrošnje EVSE se sastoji iz nekoliko koraka prikazanih na dijagramu sa slike 1.



Slika 1 – Blok dijagram globalnog dela algoritma redukcije potrošnje EVSE

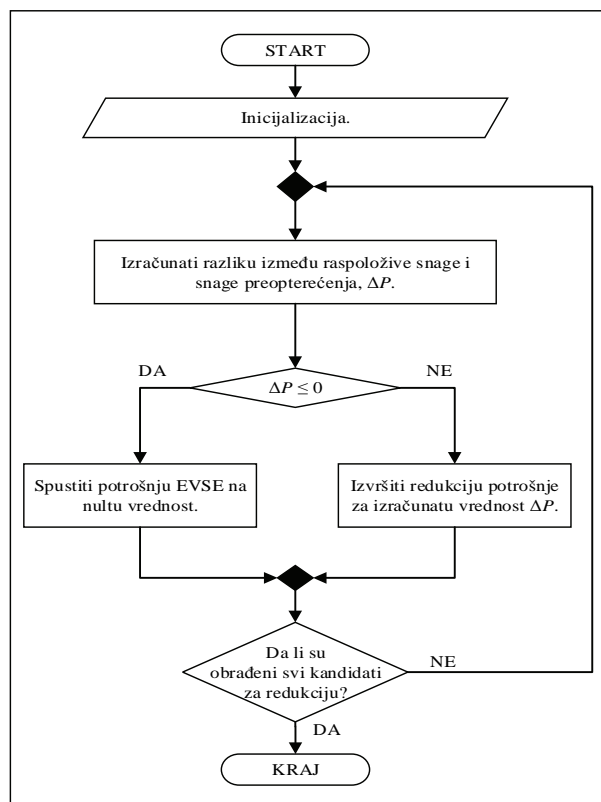
U okviru dijagrama za globalni deo algoritma nalazi se modul „Redukcija potrošnje primenom EVSE“ opisan u nastavku.

4.2 Formulacija redukcije potrošnje EVSE

Postoje dva vida upravljanja koji se primenjuju u svrhu redukcije potrošnje punjača za EV [5]:

- Indirektno – finansijskim podsticajem potrošača da pune EV baterije van perioda vršnog opterećenja,
 - Direktno – daljinskim upravljanjem punjača za EV.
- Redukcija potrošnje EVSE može biti kontinualna ili

diskretna. Pomenuti algoritam je prikazan na slici 2, od inicijalizacije do obrade svakog pojedinačnog elementa – kandidata za redukciju potrošnje.



Slika 2. Blok dijagram algoritma redukcije potrošnje EVSE

5. VERIFIKACIJA ALGORITMA

Verifikacija algoritma je izvršena na NN mreži, prikazanoj na slici 3, koja se sastoji od Tr SN/NN i tri NN izvoda [4]. Mreža je uravnotežena, trofazna sa trofaznom potrošnjom. Iako su uvedena očigledna uprošćenja (u praksi su NN mreže uglavnom neuravnotežene, sa nesimetričnom potrošnjom), verifikacija algoritma ne gubi na opštosti.

Nominalna prividna snaga Tr 20/0.4 kV/kV je 1000 kVA, a napon kratkog spoja 5%. Sve deonice su kablovske i imaju iste pogonske parametre:

- redna rezistansa: $r = 5.09 \cdot 10^{-2} [\Omega/\text{km}]$,
- redna reaktansa: $x = 1.17 \cdot 10^{-2} [\Omega/\text{km}]$,
- konduktansa: $g = 0 [\text{S}/\text{km}]$,
- susceptansa: $b = 1.16 \cdot 10^{-4} [\text{S}/\text{km}]$.

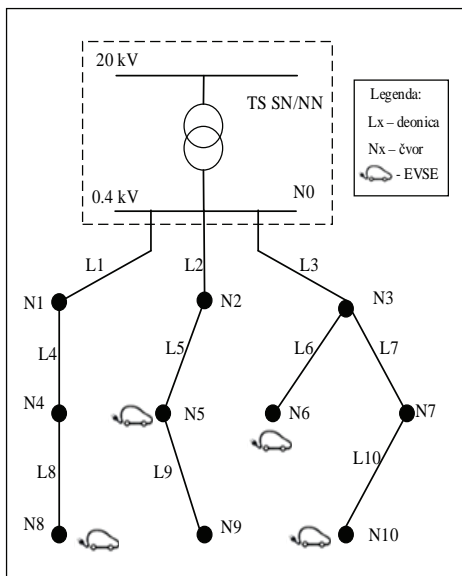
Deonice L1, L2 i L3 imaju dužinu od 0.2 km, deonice L4, L6, L7, L9 i L10 su 0.4 km, deonica L5 je 0.5 km, a deonica L8 ima 0.8 km.

Sve deonice imaju istu vrednost nominalne struje od 150 A, osim deonice L10 čija nominalna struja iznosi 75 A. Svi potrošači su tipa konstantne snage, ali samo u čvorovima N5, N6, N8 i N10 su priključeni EVSE sa pojedinačnom snagom od 10 kW.

Tabela 1 – Aktivne i reaktivne snage potrošnje

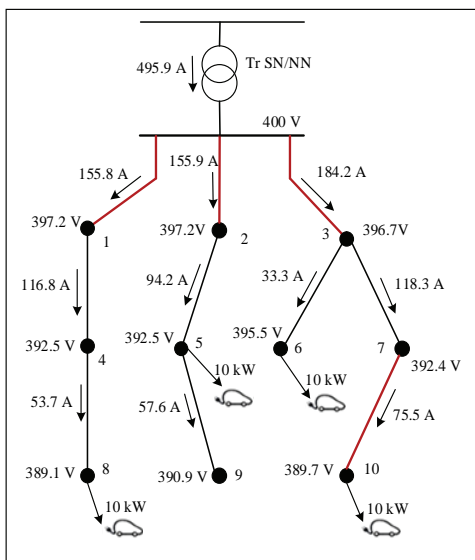
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
P	26	42	23	42	25	23	29	35	39	50
Q	6	9	2	9	3	2	4	9	4	8

Vrednosti potrošnje aktivne (P) i reaktivne (Q) snage u tabeli 1 su izražene u kW po svim čvorovima test mreže.



Slika 3 – Test mreža za verifikaciju algoritma

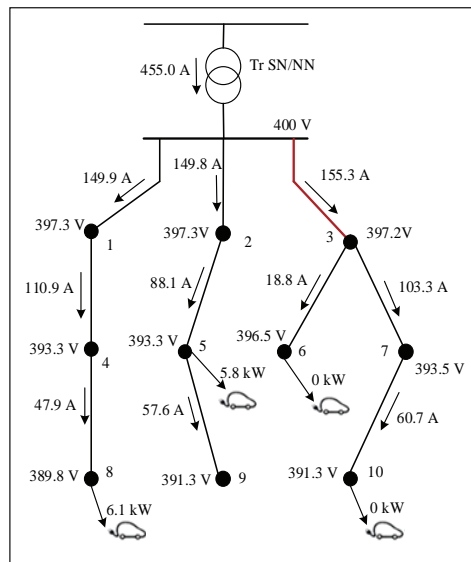
Režim razmatrane test mreže pre primene algoritma redukcije potrošnje EVSE prikazan je na slici 4. Primećuje se da su deonice L1, L2, L3 i L10 u preopterećenju.



Slika 4 – Inicijalni režim NN test mreže sa više preopterećenih deonica

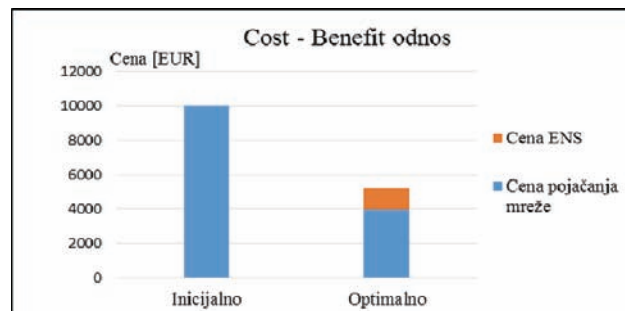
Režim mreže nakon primene algoritma redukcije potrošnje punjača za EV je prikazan na slici 5. Rezultat proračuna potvrđuje da su vrednosti struja na deonicama L1 i L2 snižene na vrednost koja je manja od maksimalno dozvoljene, odnosno ispod 150 A. Korespondentne potrošnje EVSE u čvorovima N8 i N5 iznose 6.1 kW i 5.8 kW, respektivno. Međutim, primećuje se da je deonica L3 ostala u preopterećenje, iako je odgovarajućim punjačima u čvorovima N6 i N10 vrednost potrošnje snižena na nultu vrednost.

U okviru drugog dela verifikacije algoritma, razmotriće se ekonomska i vremenska dimenzija problema kako bi se pokazala stvarna dobit od primene redukcije potrošnje EVSE. Uvodi se pretpostavka da zamena kablovske deonice ima cenu od 10 eura po metru i da cena neisporučene električne energije (ENS) iznosi 10 eura po kWh.



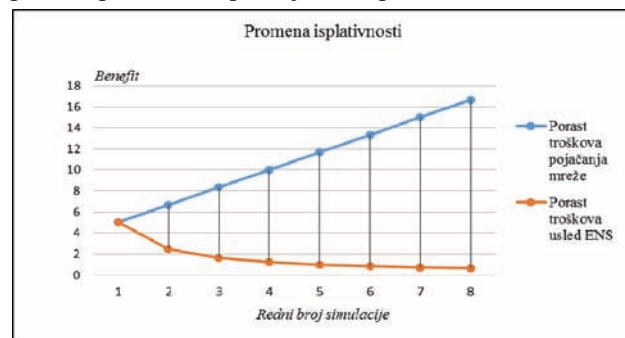
Slika 5 – Režim NN test mreže nakon primene algoritma redukcije potrošnje EVSE

Na osnovu uvedenih pretpostavki o cenama i trajanju preopterećenja od 4h, može se formirati Cost/Benefit (CB) odnos primene redukcije potrošnje kao na slici 6. U ovom primeru CB parametar ima vrednost 5, što ujedno predstavlja i koeficijent isplativosti primene algoritma redukcije potrošnje EVSE.



Slika 6 – Cost/Benefit odnos redukcije potrošnje EVSE

Ako se potom nezavisno razmotre linearni rast troškova pojačanja mreže i linearni rast troškova usled ENS, sumarni efekti primene redukcije potrošnje mogu se sagledati na slici 7. Očigledno je da sa porastom troškova pojačanja NN mreže (od periferije ka centru urbanih naselja), linearno raste i benefit. Dok sa linearnim porastom troškova (od manje razvijenih ka više razvijenim zemljama) usled ENS, kvadratno opada benefit primene redukcije potrošnje EVSE, sve dok ne padne ispod 1, kada prestaje biti isplativ.



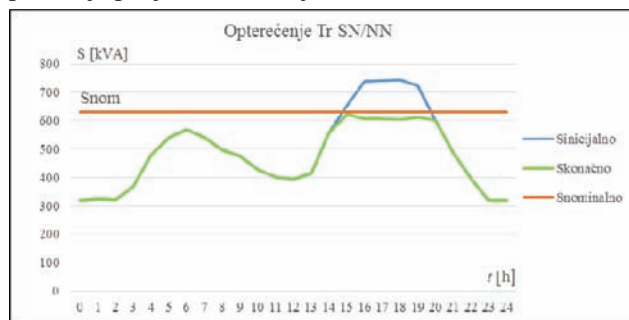
Slika 7 – Promena isplativosti na primeru linearnog porasta dva tipa troškova

6. INTERGRACIJA ALGORITMA U DMS

Integracijom algoritma za analizu redukcije potrošnje EVSE u distributivnom menadžment sistemu (DMS) formirana je nova DMS funkcija pod imenom „Charging Station Analysis“ – CSA funkcije. Smisao CSA funkcije je da omogući inženjerima koji učestvuju u planiranju DM, kvalitetnu sliku o uticaju EV na DM.

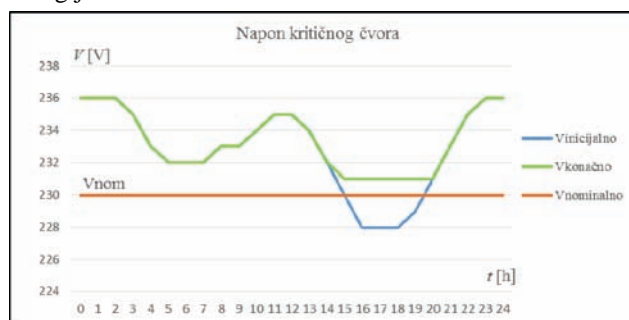
Evidentno je da problem porasta potrošnje električne energije usled instaliranja EVSE predstavlja lokalni problem za distributivne kompanije, a ne globalni za ceo EES [5]. Osnovni razlog za razmišljanje u ovom pravcu jeste činjenica da je udeo EV u ukupnoj potrošnji DM veoma mali i da će tako i ostati u bliskoj budućnosti [1]. Zbog prethodno navedenog, u nastavku će se razmatrati upravo pomenuti lokalni problemi u smislu preopterećenja (Tr SN/NN) i loših naponskih prilika (poslednji čvor NN izvoda) na nivou jednog radnog dana.

Na slici 8, plava kriva predstavlja inicijalno opterećenje Tr SN/NN, dok je zelenom označeno opterećenje nakon redukcije potrošnje EVSE. Primećuje se da je preopterećenje otklonjeno u periodu od 15h do 20h, kada je i potrošnja punjača za EV najveća.



Slika 8 – Opterećenje Tr SN/NN pre i posle primene redukcije potrošnje

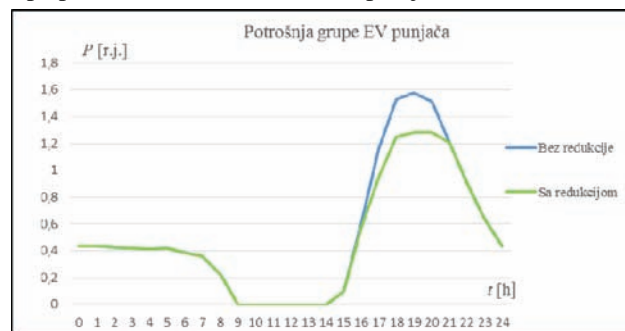
Analizom fazne vrednosti napona poslednjeg čvora NN izvoda u istom periodu na slici 9, uočava se poboljšanje naponskog profila u periodu redukcije potrošnje, što opet doprinosi efektu poboljšanja kvaliteta isporuke električne energije.



Slika 9 – Dijagram promene napona u poslednjem čvoru NN izvoda

Posmatrajući vremenski period vršnog opterećenja do 15h do 20h, moguće je formirati sumarni dijagram potrošnje svih EVSE ispod Tr SN/NN. Na slici 10 je plavom krivom označena inicijalna potrošnja EVSE, dok je zelenom označena potrošnja u optimalnom režimu. Razlika ove dve krive predstavlja ENS koju distributivna kompanija mora da nadomesti potrošačima kroz plaćanje penala. Druga opcija je da se adekvatnim planiranjem rada punjača za EV formira optimalna lista statusa uključenosti za naredni dan.

Na taj način bi se ista količina energije premestila u periode niskih opterećenja (eng. *Valley filling*) [5]. Tada bi se izbegla redukcija potrošnje, a samim tim i šteta koju trpe potrošači i distributivne kompanije usled ENS.



Slika 10 – Promena potrošnje grupe punjača za EV

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je izvršena analiza primene redukcije potrošnje punjača za EV u radijalnim NN mrežama. Formulisan je algoritam za redukciju potrošnje EVSE. U procesu verifikacije, potvrđeno je adekvatno ponašanje režimskih veličina od interesa. Konačno, izvršena je implementacija funkcije za analizu redukcije potrošnje u DMS sistemu. Nedostaci ovog algoritma ogledaju se u zanemarenju reaktivne snage u procesu redukcije, zatim određivanje preopterećenja se vrši na osnovu modula struja (prividne snage) i konačno u trenutku određivanja aktivne snage za koju treba da se spusti potrošnja, ne poznaju se gubici u mreži. Fundamentalni nedostatak jeste činjenica da se nepovratno odseca deo potrošnje. Sa druge strane prednosti algoritma su jednostavnost, mogućnost primene i na druge tipove fleksibilne potrošnje, kao i činjenica da je napravljena dobra teorijska i praktična podloga za primenu optimizacionih algoritama u ovoj mladoj oblasti.

8. LITERATURA

- [1] X.Zhang, C.Mi: Vehicle Power Management – Modeling, Control and Optimization, *University of Michigan*, USA, 2011.
- [2] R.Garcia-Valle, João A.Peças Lopes: Electrical Vehicle Integration into Modern Power Networks, Springer, 2013.
- [3] D.Škrlec: Elektroenergetska infrastruktura za prihvatanje električnih i hibridnih vozila, *Fakultet elektrotehnike i računarstva*, Zagreb 2011.
- [4] D.Popović, D.Bekut, V.Treskanica: Specijalizovani DMS algoritmi, *DMS Group*, Novi Sad, 2004.
- [5] S.Mocci, N.Natale, F.Pilo, S.Ruggeri: Demand side integration in LV smart grids with multi-agent control system, *Electric Power Systems Research*, Vol. 125, August 2015, pp: 23-33.

Kratka biografija:



Ilija Atlagić rođen je u Bihacu 1991. god. Maste rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Elektroenergetski sistemi odbranio je 2015. god.

IMPLEMENTACIJA AUDIO EFEKATA U SKLADU SA VIRTUAL STUDIO TECHNOLOGY STANDARDOM**IMPLEMENTATION OF AUDIO EFFECTS IN ACCORDANCE WITH THE VIRTUAL STUDIO TECHNOLOGY STANDARD**

Miloš Petrušić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su opisani VST standard i interfejs prema kojima su realizovani neki audio efekti u vidu priključaka, uz odgovarajući teorijski deo.

Abstract – Various audio effects have been implemented in form of plug-ins in accordance with the VST standard and interface, with the corresponding theoretical background.

Ključne reči: Audio efekti, Virtual Studio Technology, obrada audio signala

1. UVOD

Muzička produkcija 21. veka je u velikoj meri bazirana na upotrebi računarskih sistema visokih performansi i povećanom razvoju softvera koji ne samo da obezbeđuje visok kvalitet digitalne obrade zvuka, već i vernu emulaciju hardverskih uređaja koji se koriste u muzičkoj industriji. Jedan od ciljeva ovakvog razvoja jeste to da se omogući integracija velikog broja pojedinačnih muzičkih uređaja u okviru jednog uređaja, odnosno da se omogući da veliki broj alata i funkcionalnosti bude implementiran u okviru jednostavnog interfejsa koji je dizajniran za popularne računarske platforme i operativne sisteme. Jedno od najvećih dostignuća u ovoj oblasti je Virtual Studio Technology koji je razvila nemačka kompanija Štajnberg (*engl: Steinberg*).

2. VIRTUAL STUDIO TECHNOLOGY

Virtual Studio Technology je standard koji se koristi za povezivanje i integraciju sintetizatora i audio efekata u formi softverskih komponenti, priključaka.

2.1. Istorija

Kompanija Štajnberg je objavila specifikaciju VST interfejsa i biblioteke za razvoj softverskih dodataka za obradu zvuka 1996. godine. U isto vreme su objavili i Štajnberg Kjubajs 3.02 (*engl: Steinberg Cubase*), host aplikaciju, koja je sadržala prve VST formatirane priključke, reverb, horus, stereo echo i auto-paner. 1999. godine kompanija Štajnberg je unapredila VST interfejs i glavna promena je bila mogućnost da priključci primaju MIDI podatke. Ovim je stvorena podška za uvođenje VSTi formatiranih priključaka..

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vlado Delić, red. prof.

2.2. VST hostovi i priključci

VST hostovi su aplikacije u okviru kojih se pokreću VST priključci. Neki od poznatijih VST host aplikacija su Adobe Audition, FL Studio, Sony Sound Forge, Steinberg Cubase...

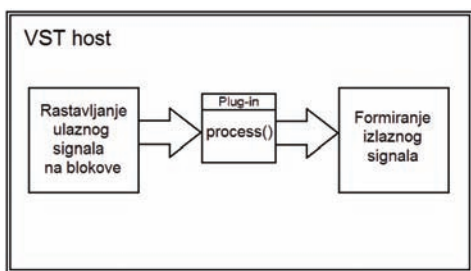
VST priključak je komponenta za procesiranje audio signala koji se koristi u okviru VST host aplikacije. Postoje dve vrste priključaka:

- VSTi (*Virtual Studio Technology Instruments*) generišu zvuk
- VSTe (*Virtual Studio Technology Effects*) procesiraju audio signal.

2.3. VST interfejs

VTS host aplikacija obezbeđuje tok signala koji se obrađuje prema kodu sadržanom u priključku. Priključak uzima odbirke audio signala i nakon obrade ih vraća kao rezultat host aplikaciji. Priključak izvršava svoje procese normalno koristeći procesor računara. Digitalni audio signal se deli u blokove, a podešavanja u host aplikaciji kontrolišu veličinu blokova. Priključak sam vodi računa o statusu sopstvenih parametara koji se koriste u procesiranju, host aplikacija ne sadrži nikakvu informaciju o tome kako je priključak izmenio blok. Sa tačke gledišta host aplikacije, priključak je crna kutija sa proizvoljnim brojem ulaza, izlaza i parametara. Za pokretanje priključaka, host aplikaciji nisu potrebne informacije o procesima unutar istog. Funkcionalnost izvornog koda priključka ne zavisi od platforme. Svi parametri su brojevi sam pomičnim zarezom od 32 bita i moraju biti u opsegu između 0.0 i 1.0, uključujući i te vrednosti, bez obzira na njihovu internu ili eksternu predstavu.

Obrada zvuka unutar priključka postiže se sa jednom od dve metode koje se nazivaju *process()* i *processReplacing()*. Prva metoda je neophodna, dok je druga nije, iako je preporučljivo da obe metode budu implementirane. Dok *process()* uzima ulazne podatke, primenjuje algoritam za obradu i dodaje rezultat na izlaz (akumulira), *processReplacing()* zamenjuje postojeću vrednost u izlaznom baferu novim nizom obrađenih podataka. Host obezbeđuje nizove za ulazne i izlazne podatke, za obe metode. Ova dva parametra su nizovi koji sadrže dva podniza (u slučaju stereo reprodukcije) decimalnih brojeva. Dužina ovih nizova je određena veličinom bloka koja se prosleđuje kao treći parametar. Obradeni podaci se smeštaju u prosleđene bafere za izlazne podatke, što što predstavlja izlaz iz priključka. VST host prihvata ove podatke i vidu blokova i spaja ih u kontinualan signal (slika 1).



Slika 1. VST priključak u okviru host aplikacije

3. DIGITALNI FILTRI

Filtriranjem se vrši selekcija delova signala prema učestanostima koje želimo da odbacimo, zadržimo ili istaknemo. Drugim rečima, filter će modifikovati amplitudu nekih delova signala prema njihovoj frekvenciji.

Različiti tipovi filtera se mogu definisati prema sledećoj klasifikaciji:

Niskofrekvencijski filteri (NF) ostavljaju frekvencije do granične učestanosti f_g i potiskuju učestanosti iznad f_g .

Visokofrekvencijski filteri (VF) ostavljaju frekvencije više od f_g i potiskuju frekvencije ispod f_g .

Propusnik opsega (PO) izdvaja frekvencije između donje (f_{g1}) i gornje (f_{g2}) granične učestanosti.

Nepropusnik opsega (NO) potiskuje frekvencije između između f_{g1} i f_{g2} .

Notch filter uklanja komponente na uskom delu spektra oko određene učestanosti.

Diskretni rezonator naglašava komponente na uskom propusnom opsegu oko određene učestanosti.

Fazni filter propušta sve učestanosti, ali modifikuje fazu ulaznog signala.

Razni audio efekti se realizuju korišćenjem i kombinovanjem ovih osnovnih filtera.

3.1. Implementacija u kanonskoj formi

Funkcionalnost kanoničke strukture drugog reda, prikazana na slici 2, se može postići pomoću sledeće diferencne jednačine:

$$y[n] = b_0x[n] + b_1x[n-1] + b_2x[n-2] - a_1y[n-1] - a_2y[n-2] \quad (1)$$

i može se koristiti za bilo koju prenosnu funkciju drugog reda prema izrazu:

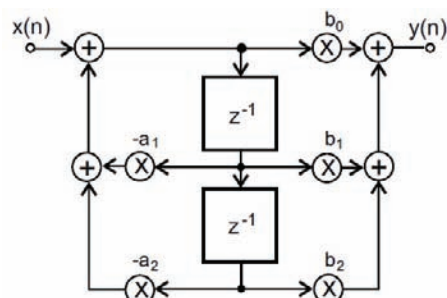
$$H(Z) = \frac{b_0 + b_1Z^{-1} + b_2Z^{-2}}{1 + a_1Z^{-1} + a_2Z^{-2}} \quad (2)$$

Da bi se modifikovala granična učestanost ili faktor potiskivanja svih pet koeficijenata se moraju menjati. Oni mogu biti izračunati iz specifikacija filtera u frekvencijskom domenu ili iz odgovarajućeg prototipa analognog filtera. Jedna od metoda koja se može koristiti je bazirana na bilinearnoj transformaciji. Sledeći set formula sračunava koeficijente za NF filter:

$$\begin{aligned} b_0 &= 1/(1 + 2\xi C + C^2) \\ b_1 &= 2b_0 \\ b_2 &= b_0 \\ a_1 &= 2b_0(1 - C^2) \\ a_2 &= b_0(1 - 2\xi C + C^2) \end{aligned} \quad (3)$$

gde je f_c granična učestanost analognog signala, ξ koeficijent potiskivanja, f_s frekvencija odabiranja i

$$C = 1/(\text{tg}(\pi f_c/f_s)) \quad (4)$$



Slika 2. Filter drugog reda u kanonskoj formi

Prednost ove strukture jeste to što zahteva veoma malo elementarnih operacija da bi se isprocesirao signal. S druge strane, modifikovanje parametara filtera (f_c , ξ) zahteva kompleksnije izračunavanje. Ako se parametri menjaju kontinualno, kompleksnost filtriranja je više zavisna od izračunavanja koeficijenata nego od samog procesa filtriranja.

4. EKVILAJZERI

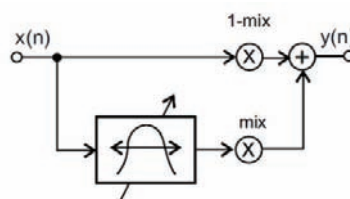
Ekvilajzeri se sastoje od nagibnih (*shelving*) i vršnih (*peak*) filtera koji, za razliku od klasičnih NF, VF, PO i NO filtera mogu i da naglašavaju komponente na određenim delovima spektra signala. Nagibni filteri naglašavaju ili slabe niske ili visoke učestanosti sa parametrima: granična učestanost f_c i pojačanje (*gain*) G . Vršni filteri naglašavaju ili slabe učestanosti na srednjem delu spektra, a parametri koji ih karakterišu su centralna učestanost f_c , širina opsega f_b i pojačanje G . Za vršne filtere često se koriste konstantni Q filteri, filteri kod kojih je Q faktor konstantan. Q faktor je definisan kao odnos širine spektra f_b i centralne učestanosti f_c .

5. VREMENSKI PROMENLJIVI FILTRI

Primenom i kombinovanjem osnovnih filtera na određen način zajedno sa ostalim elementima kao što su niskofrekvencijski oscilator mogu se dobiti razni popularni efekti.

5.1. Wah-Wah filter

Wah-wah efekat se najčešće proizvodi procesorom signala (pedala) koji sadrži jedan propusnik opsega sa promenljivom centralnom učestanošću i malom širinom opsega. Pomeranjem pedale napred-nazad menjamo centralnu učestanost propusnika opsega. Wah-wah efekat se potom miksuje sa direktnim signalom kao što je prikazano na slici 3.

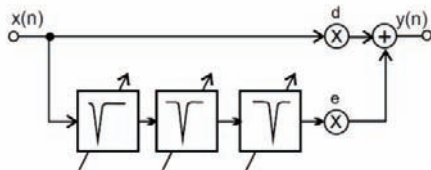


Slika 3. Wah-wah: promenljivi PO filter

Ovaj efekat oblikuje spektar sličan govornom spektru i kao posledica dobija se zvuk sličan izgovoru "wah-wah", odatle potiče i naziv ovog filtera. Ako se variranje centralne učestanosti kontroliše preko ulaznog signala onda se koristi niskofrekvencijski oscilator za menjanje centralne učestanosti. Takav efekat naziva se auto-wah filter. Ako se efekat kombinuje sa sporim promenama amplitude, što prouzrokuje tremolo, efekat se naziva tremolo-wah filter.

5.2. Fejzer

Set notch filtara, koji mogu biti realizovani kao kaskada IIR sekcija drugog reda, koristi se radi procesiranja ulaznog signala. Izlaz notch filtra se potom kombinuje sa direktnim signalom. Frekvencije notch filtara se variraju uz pomoć nisko-frekvencijskog oscilatora (slika 4). Kada se signal posle notch filtra miksuje sa direktnim signalom, komponente između kojih postoji fazni ofset međusobno će se slabiti ili pojačavati. Fejzer efekat se može realizovati i na drugi način, ako se notch filtri zamene faznim filtrima čija centralna učestanost varira. Kaskada faznih filtara prouzrokuje vremenski promenljivi fazni ofset koji dovodi do međusobnog potiranja ili pojačavanja različitih frekvencijskih opsega.



Slika 4. Fejzer efekat

6. EFEKTI BAZIRANI NA SIMULACIJI KAŠNJENJA

Kašnjenja (*delays*) se mogu primetiti prilikom slušanja u većim prostorijama ili na otvorenom gde je okolina specifična u akustičkom smislu. Zvučni talas se odbija o prepreke, najčešće zidove, i biva superponiran na direktan zvučni talas. Ako je zid ili prepreka daleko, na primer litica, pojaviće se eho. Ako je zid blizu izvora, mogu se primetiti refleksije koje utiču na promenu boje zvuka. Na ovakve refleksije je čovek navikao i ne primećuje ih posebno kao pojavu, ali ukoliko bi se slušalac smestio u „gluvu“ sobu, gde nema refleksija, uvideo bi značajnu razliku.

6.1. FIR komb filter

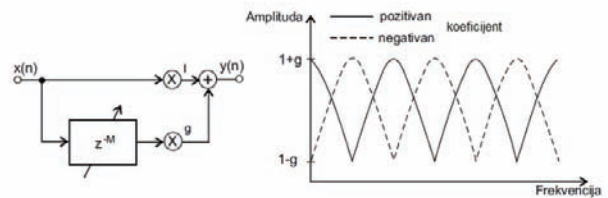
Alat koji simulira jednostruki delay naziva se FIR komb filter. Ulazni signal je zakašnjen za određen vremenski period. Efekat ima smisla samo ukoliko je procesirani (zakašnjeni) signal kombinovan sa ulaznim signalom. Ovaj efekat ima dva parametra: vreme kašnjenja τ i relativnu amplitudu zakašnjenog signala u odnosu na referentni signal u vidu koeficijenta pojačanja g (*gain*). Diferencna jednačina i prenosna funkcija su date izrazima,

$$y[n] = x[n] + gx[n - M] \quad (5)$$

gde je $M = \tau/f_c$, i

$$H(Z) = 1 + gZ^{-M} \quad (6)$$

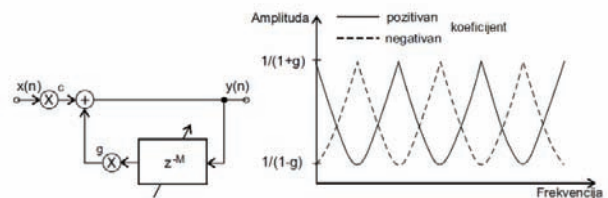
Odziv ovog filtra sastoji se od direktnog signala i njegove zakašanjene verzije. Ovaj jednostavan efekat u vremenskom domenu daje interesane šeme u frekvencijskom domenu. Za pozitivne vrednosti faktora g , filter pojačava sve frekvencije koje su umnošci $1/\tau$ i slabi one frekvencije koje leže između. Prenosna funkcija ovakvog filtra prikazuje niz izbočina (Slika 5) otuda i dolazi naziv komb ili grebenasti filter. Za negativne vrednosti faktora g , filter slabi frekvencije koje su umnošci $1/\tau$ i pojačava one koje leže između. Faktor pojačanja varira između $1+g$ i $1-g$.



Slika 5. FIR komb filter i amplitudska karakteristika

6.2. IIR komb filter

Slično beskonačnim refleksijama koje nastaju na krajevima zatvorenog cilindra, IIR komb filter proizvodi beskonačan niz odziva $y[n]$ za zadati ulaz $x[n]$. Ulazni signal cirkuliše kroz liniju za kašnjenje koja je realizovana preko povratne sprege. Svaki put kad signal prođe kroz liniju za kašnjenje on je oslabljen sa faktorom g . Ponekad je neophodno skalirati ulazni signal faktorom c da bi se neutralisao efekat višestrukog pojačanja koje stvara ovakva struktura. Implementacija ove strukture prikazana na slici 6.



Slika 6. IIR komb filter i amplitudska karakteristika

Za prikazanu šemu i amplitudsku karakteristiku važe sledeće jednačine,

$$y[n] = cx[n] + gy[n - M] \quad (7)$$

gde je $M = \tau/f_c$ i

$$H(Z) = c/(1 + gZ^{-M}) \quad (8)$$

Zbog povratne sprege odziv ovog filtra je beskonačan. Nakon svakog intervala τ kopija ulaznog signala će imati amplitudu g^p gde je p broj prolazaka (ciklusa) ulaznog signala kroz liniju za kašnjenje. Često se kao uslov stabilnosti postavlja nejednačina $|g| \leq 1$. Ukoliko taj uslov nije zadovoljen signal bi rastao u beskonačnost.

6.3. Vibrato, horus i flendžer

Kada automobil prolazi pored slušaoca, mogu se primetiti promene u visini tona usled Doplerovog efekta. Dakle, varijacija u visini tona je posledica promene rastojanja između izvora i slušaoca. Promena rastojanja u primeni digitalnih audio efekata ekvivalentna promeni vremena kašnjenja. Ukoliko periodično variramo vreme kašnjenja prouzrokoćemo periodičnu promenu visine tona. Ovaj efekat se zove vibrato. Da bi se dobio parametar za vreme kašnjenja (delay time) potrebna je linija za kašnjenje i nisko-frekvencijski oscilator (eng. LFO). Kod ovog efekta sluša se samo obrađeni (zakasneli) signal, nema direktnog udela ulaznog signala u izlazu. Tipične vrednosti parametara su 5-10 ms za kašnjenje i 5-14 Hz za LFO.

Ako razmatramo FIR komb filter i ako nekoliko kopija ulaznog signala zakasnimo za 10 do 25 ms sa malim i slučajnim varijacijama čućemo horus efekat (eng: *chorus*) što je slično kombinaciji vibrato efekta zajedno sa direktnim signalom.

U slučaju kada je vreme kašnjenja kratko (manje od 15 ms) i ako se kašnjenje menja sporom učestanošću (npr. 1 Hz), čućemo efekat flendžer (eng: *flanger*). Glavna razlika u odnosu na hours efekat je vreme kašnjenja.

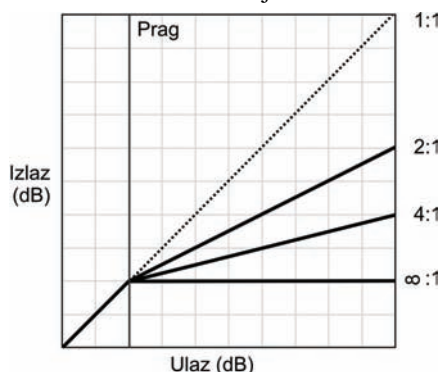
Različitim varijacijama parametara mogu se dobiti još neki efekti, koji imaju posebne nazive zbog specifičnog zvuka koji proizvode. Svi ti efekti se mogu realizovati i preko IIR komb filtara da bi se dobio izražajni efekat.

7. MENJANJE DINAMIKE SIGNALA

Kontroler dinamičkog opsega sastoji se od direktne linije sa kolom za kašnjenje i sporednom putanjom. Sporedna putanja vrši merenje nivoa i računanje faktora pojačanja. Posle algoritma za merenje nivoa nalazi se statična funkcija i deo za podešavanje vremena akcije i otpuštanja (*attack time* i *release time*).

7.1 Statična funkcija

Relacija između nivoa ulaznog signala i nivoa pojačanja je definisana statičnom krivom $G[dB] = f(X[dB])$. Primer ovakve statične krive dat je na slici 7.

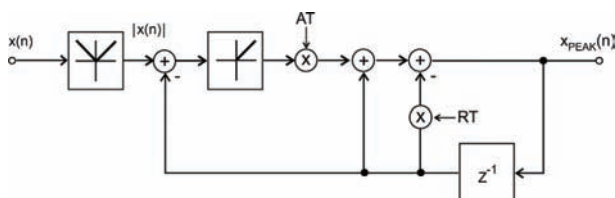


Slika 7. Ulazno-izlazna karakteristika kompresora

Statična funkcija se može opisati uz pomoć dva parametra, prag i nagib, u ovom slučaju faktor kompresije.

7.2 Merenje obvojnice

Na dinamičku prirodu kontrolera dinamičkog opsega utiču vreme akcije i vreme otpuštanja. Ovi parametri imaju značajnu ulogu u kvalitetu zvuka. Brzina kontrole dinamičkog opsega takođe zavisi i od merenja vršnih vrednosti. Merenje obvojnice se vrši uz pomoć sistema prikazanog na slici 8.

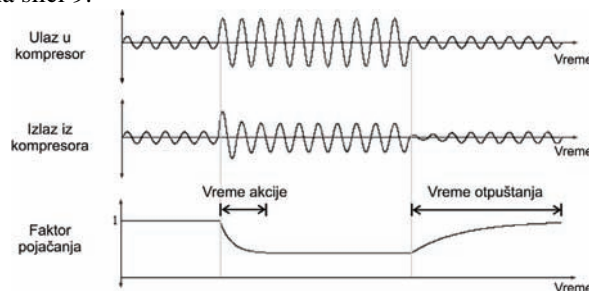


Slika 8. Merenje obvojnice u kontroleru dinam. opsega

7.3 AT i RT koeficijenti

Pošto se modifikovanje dinamičkog opsega vrši postepeno, a ne trenutno, sa ciljem da se minimizuje distorzija koriste se vreme akcije i vreme otpuštanja. Dok vreme akcije predstavlja vreme koje je potrebno da kompresor odreaguje kad vršna vrednost pređe prag, vreme otpuštanja je vreme koje je potrebno da se nivo vrati na staru vrednost od trenutka kad je signal pao ispod praga. Vreme

akcije je za većinu primena malo, između 0.1 do 5 ms, ali može ići i znatno više. Vreme otpuštanja ne mora da bude kratko, često je znatno duže od vremena akcije i uglavnom varira između 100ms do 1s, što je i ilustrovano na slici 9.



Slika 9. Vreme akcije i vreme otpuštanja

8. ZAKLJUČAK

Za svaku od obrađenih oblasti u okviru ovog rada implementirano je nekoliko audio efekata. Realizovan je ekvilajzer sa vršnim filterima pomoću kojeg se nezavisno mogu kontrolisati tri frekvencijska opsega. Wah-Wah efekat sa promenljivim propusnikom opsega realizovan je kao predstavnik vremenski promenljivih.

Realizovani su Vibrato, Flendžer i Delay efekat u vidu univerzalnog comb filtra preko kojeg se mogu simulirati višestruke refleksije zvuka i eho. Kao predstavnik sedmog poglavlja realizovan je Kompresor. Ring Modulator i Tremolo su takođe spadaju u grupu efekata baziranih na menjanju dinamike signala.

Za realizaciju ovih efekata korišćen je programski jezik Ruby (ver. 1.9.3) i biblioteka OpazPlugDK. OpazPlugDK je baziran na jVSTWrapper biblioteci, koja služi za pisanje VST efekata u programskom jeziku Java, i koristi jRuby kao interpreter za Ruby kod. Priključci su testirani u okviru aplikacije VSTHost (ver. 1.54). Instalacija za ovu host aplikaciju, kao i .dll fajlovi, izvršni kod, i pome-nute biblioteke nalaze se na pratećem disku.

S obzirom na to da su ovi efekti bazirani na VST standardu, isti se mogu koristiti u raznim komercijalnim softverima za obradu zvuka, a parametri kojima se vrši podešavanje ovih efekata mogu se menjati u realnom vremenu.

9. LITERATURA

- [1] Udo Zöfeler "DAFX Digital Audio Effects", John Wiley & sons, LTD
- [2] Udo Zöfeler "Digital Audio Signal Processing", John Wiley & sons, LTD
- [3] Virtual Studio Technology - https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Studio_Technology
- [4] Steinberg – Virtual Studio Technology Plug-In Specification 2.0
- [5] Dynamics Processors – Technology & Applications - <http://www.rane.com/note155.html>

Kratka biografija:



Miloš Petrušić rođen je u Novom Sadu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetika, elektronika i telekomunikacije odbranio je 2015. god.

VIZUELIZACIJA VIŠEKRITERIJUMSKOG RUTIRANJA POSADA SMART GRID SISTEMA**VISUALIZATION OF MULTI-CRITERIA CREW ROUTING IN SMART GRID**Danilo Trifunjagić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisan problem planiranja i vizuelizacije rute posada u Smart Grid sistemima. U okviru rada analizirani su kriterijumi potrebni za rutiranje i algoritmi koji se koriste za rutiranje. Ponuđena su rešenja vezana za vizuelizaciju pronađenih ruta.

Abstract – The paper introduces problem of route planning and route visualization for crew in smart grid systems. Criteriums for routing were analysed along with algorithms needed for finding the route. Several solutions are offered for route visualization.

Ključne reči: rutiranje, vizuelizacija, algoritmi za pretragu grafa, smart grid sistemi

1. UVOD

Rad se bavi problemom planiranja i vizuelizacije ruta posada u smart grid sistemima. Planiranje rute posade predstavlja odabir putanje između određenih tačaka na mapi koje je potrebno posetiti, dok vizuelizacija rute predstavlja prikaz te rute korisniku sistema.

Na odabir rute posade utiču razni kriterijumi, a promene i uticaj tih kriterijuma je potrebno ispratiti i pri vizuelizaciji rute. U okviru svih delatnosti koje se obavljaju u smart grid sistemima, potrebno je i blagovremeno reagovati na iznenadne situacije poput kvarova na mreži ili uređajima. Posadama koje se brinu o održavanju i popravkama mreže potrebno je prikazati mesta incidenata kao i poželjnu putanju do tog mesta koja odgovara vozilu kojim se kreću.

Za odabir rute ovih posada moguće je iskoristiti algoritme koji se koriste za odabir rute klasičnih sistema za rutiranje. Razlika je upravo u dodatnim kriterijumima pomoću kojih se utiče na rezultate ovih algoritama.

Odgovarajuća vizuelizacija pomaže korisniku da se fokusira na bitne elemente za njegov zadatak. Takođe, vizuelizacija obezbeđuje lakšu distinkciju različitih tipova ruta timova i kriterijuma rutiranja. Vizuelizacija rute tima u smart grid sistemu ima zadatak da istovremeno ne poremeti bitne oznake na osnovnoj mapi kako bi korisnik lako razlikovao sve elemente sistema.

2. TEHNIKA MAPIRANJA

OSM (Open Street Map), pokrenut u Velikoj Britaniji, je projekat sa ciljem da se kreira besplatna mapa sveta koja u svakom trenutku može da se uređuje, odnosno da se konstantno dopunjava novim podacima [2] kako bi se očuvala njena ažurnost. Osnovna snaga i prednost OSM u

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red.prof.

odnosu na slične projekte je što podatke može da uređuje bilo ko. Na ovaj način se upravo sa rastom baze korisnika povećava i kvalitet i verodostojnost podataka, a sa rastom količine i kvaliteta podataka se podstiču i novi potencijalni korisnici da se pridruže u uređivanju i korišćenju OSM.

Format koji OSM koristi za čuvanje podataka predstavlja topološku strukturu podataka koju čine četiri osnovna tipa podataka:

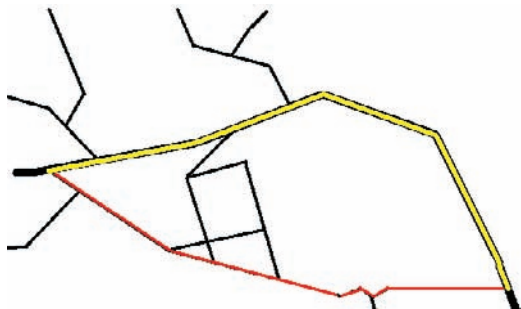
- Čvorovi (nodes, eng.) su tačke sa pripadajućim geografskim koordinatama i koriste se za opis puteva, kao i za opis tačaka na mapi koje nemaju fizičke dimenzije. Na primer, neki stambeni objekat se ne može opisati pomoću tačke, već je potreban poligon, ali se planinski vrh može predstaviti tačkom.
- Putevi (ways, eng.) predstavljaju uređene liste čvorova. Ako ovi čvorovi čine poliliniju onda put može predstavljati reku, autoput ili biciklističku stazu. U slučaju da čvorovi čine zatvorenu poliliniju, odnosno formiraju poligon, putevi mogu predstavljati površine poput zgrade, parkinga, sportskog terena ili šume.
- Relacije (relations, eng.) čine uređene liste čvorova, puteva i relacija. Svaki od ovih elemenata može imati svoju ulogu koja je data u tekstualnom formatu. Relacije se koriste kako bi se spojili elementi u slučaju da čine veću celinu. Na primer, kolovoz koji ima zabranu skretanja u određenoj tački ili promenu ograničenja brzine samo na određenoj deonici.
- Tagovi (tags, eng.) se koriste da bi se dala semantika prethodno navedenim tipovima podataka, odnosno u njima se čuvaju metapodaci o objektima na mapama. Tagovi se definišu u formatu ključ-vrednost, gde ključ predstavlja naziv atributa, a vrednost upravo vrednost tog atributa. Na primer tag „name=Bulevar Oslobođenja“ ima ključ name i vrednost „Bulevar Oslobođenja“ što označava ime nekog elementa na mapi.

3. KRITERIJUMI RUTIRANJA ZNAČAJNI ZA SMART GRID

Na izbor rute utiču različiti kriterijumi. Na prvi pogled može izgledati da je dovoljan kriterijum dužina potencijalne rute posade. Iako je ovaj podatak bitan i u velikoj meri utiče na odabir putanje, postoje još neki kriterijumi koje treba uzeti u obzir. Bitno je imati u vidu da optimalna putanja za jednog korisnika uopšte ne mora biti optimalna za drugog. Na primer, biciklista može preferirati sporedne ulice gde je smanjen ili potpuno onemogućen saobraćaj motornim vozilima, dok bi ista putanja za neko teretno vozilo verovatno bila nemoguća.

2.1 Opšti kriterijumi rutiranja

Pri pominjanju brzine dolaska na cilj, može se zaključiti da je glavni kriterijum u stvari vreme potrebno da se stigne od početne tačke do odredišta. Ipak, ne može se staviti znak jednakosti između dužine rute i vremena potrebnog za dolazak do odredišta. To su dve nezavisne promenljive koje u najvećem broju slučajeva zajedno učestvuju kao kriterijum u pronalasku rute. Može se dogoditi da korisnik želi kraću rutu kojom se nešto duže putuje zbog uštede goriva, ili iz nekog drugog razloga. Nasuprot tome, može se dogoditi da je neka ruta duža, ali se stiže za kraće vreme, na primer zato što veliki deo rute uključuje autoput. Na Slici 1 prikazane su dve rute gde je ruta obeležena crvenom bojom kraća od rute obeležene žutom bojom, ali ruta žute boje uključuje autoput pa se pretpostavlja da se tim putem brže stiže do odredišta.



Slika 1. Duža ruta koja uključuje autoput obeležna žutom bojom

Kriterijum najkraćeg puta je najčešće interno uključen u svaki algoritam rutiranja i u slučaju algoritama koji koriste heuristiku predstavlja osnovu te heuristike. Kriterijum najkraćeg vremena je teže proračunati i uglavnom se implementira indirektno kroz niz drugih kriterijuma. Ne postoje podaci koji tačno govore koliko će trajati putovanje nekom rutom, kao što postoje podaci koji govore kolika je udaljenost između dve tačke. Ipak, ove informacije se mogu pretpostaviti na osnovu drugih podataka kao što su ograničenje maksimalne brzine na kolovozu, dužina kolovoza, broj traka i prosečna prolaznost na tom kolovozu u određenom vremenskom periodu.

2.2 Klasifikacija puteva kao kriterijum za rutiranje

Kako bi se prilikom rutiranja svi prethodno navedeni kriterijumi uzeli u obzir potrebno je te podatke na neki način imati sačuvane. OSM format mapa ograničenja i karakteristike puteva sadrži u tagovima koji se odnose na te puteve. U OSM formatu postoji vrlo široka klasifikacija puteva koja omogućava detaljno modelovanje mape tako da odgovara realnoj situaciji. Tag `highway` označava da se radi o kolovozu, a neke od vrednosti koje može sadržati su sledeće:

- „Motorway“ je kolovoz rezervisan za motorna vozila koji ima fizički razdvojene kolovozne trake za oba smera i uglavnom bar dve trake za svaki smer. U realnosti najčešće predstavlja autoput.
- „Trunk“ je kolovoz sa najvećom važnošću posle autoputa u kolovoznoj mreži jedne države.
- „Primary“ predstavlja sledeći kolovoz po važnosti posle „trunk“-a, najčešće povezuje veće gradove.
- „Secondary“ je sledeći kolovoz po prioritetu posle primary-ja. Najčešće povezuje gradove.

- „Tertiary“ je kolovoz po prioritetu nakon „secondary“-ja. Povezuje uglavnom manje gradove i sela.
- „Unclassified“ predstavlja najmanje bitan kolovoz koji čini kolovoznu mrežu jedne zemlje. Uži i kraći kolovozi od onih koji su klasifikovani kao „tertiary“, ali koji se ne koriste samo za prilaz imanjima, već se vozila slobodno kreću. Često povezuje manja sela. Bitno je napomenuti da „unclassified“ ne znači da se ne zna kojoj klasi pripada kolovoz, već se za to koristi vrednost „road“. „Unclassified“ je preuzeto iz britanskog sistema klasifikacije kolovoza.
- „Residential“ su manji putevi koji uglavnom služe za prilaz stambenim objektima.

2.3 Tip vozila kao kriterijum rutiranja

Kao što je već pomenuto, pored klasifikacije puteva, pri odabiru rute uticaj mogu imati i karakteristike vozila. OSM obezbeđuje tagove koji predstavljaju podatke o maksimalnoj dozvoljenoj visini i težini vozila. Tag `maxheight` predstavlja ograničenje na maksimalnu visinu vozila koje može da se kreće deonicom kolovoza na koju se taj tag odnosi. Od taga `maxwidth`, za rutiranje je mnogo važniji tag `maxweight` koji predstavlja maksimalnu dozvoljenu težinu vozila na određenoj deonici puta. Ovaj tag se češće upotrebljava, uglavnom kod mostova ili kod lokalnih puteva gde se ovo ograničenje koristi kako bi se kolovoz zaštitio od oštećenja tako što će se kretanje teretnim vozilima zabraniti.

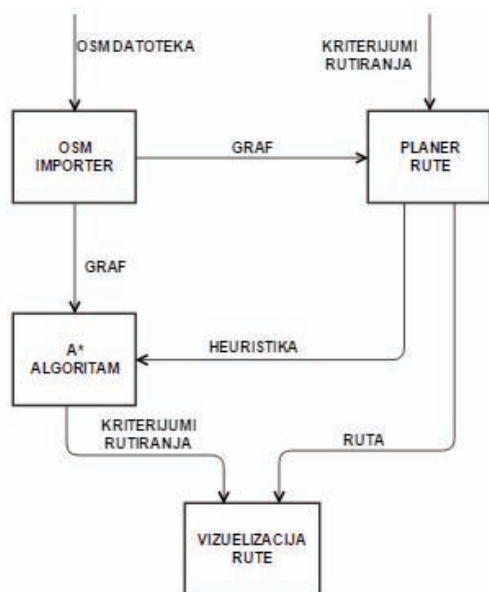
4. ARHITEKTURA REŠENJA

Pored web servisa za mapiranje, softver za planiranje rute se može koristiti u drugim sistemima gde je pronalazak optimalne putanje od važnosti, poput kurirskih službi, ili kao u ovom radu, u smart grid sistemima. Sam softver za planiranje rute može, ali i ne mora da sadrži grafički prikaz. U sistemu u kom je planirano korišćenje planera rute iz ovog rada, detaljan grafički prikaz mapa već postoji. Zbog toga je akcenat na samom odabiru rute, ali i na obezbeđenju svih potrebnih podataka kako bi se sama ruta adekvatno vizuelizovala.

Problem pronalaska putanje između dve tačke se najčešće rešava tako što se mapa modeluje kao graf gde raskrsnice i krajevi kolovoza čine čvorove, a kolovozi čine grane grafa. Nakon toga se problem pronalaska rute svodi na problem pronalaska najkraće putanje iz teorije grafova. Najčešće korišćeni algoritmi za pronalazak najkraće putanje su Dajkstrin algoritam, A* (A-zvezda) algoritam kao i niz algoritama koji dozvoljavaju negativnu cenu grana poput Belman-Fordovog algoritma, Džonsonovog algoritma i drugih.

Na Slici 2 prikazan je dijagram koji predstavlja neke od komponenti sistema za rutiranje i ilustruje kako te komponente međusobno saraduju. Proces rutiranja počinje uvozom OSM datoteke preko komponente na dijagramu označene kao „OSM importer“. Importer OSM datoteku konvertuje u graf. Nakon toga podaci iz ovog grafa se koriste za planiranje rute tako što se odabiraju čvorovi koje je potrebno posetiti kao i kriterijumi rutiranja. Ove operacije se izvršavaju u komponenti na dijagramu označenoj kao „Planer rute“.

Nakon odabira kriterijuma, algoritam za pretragu grafa, u ovom slučaju A* algoritam koristi graf dobijen iz OSM importer komponente i heuristiku dobijenu od planera rute na osnovu izabranih kriterijuma, kako bi se pronašla ruta. Po pronalasku rute ona se prikazuje pomoću komponente na dijagramu označene kao „Vizuelizacija rute“.



Slika 2. Dijagram komponenti sistema za rutiranje i vizuelizaciju

4.1 Pretprocesiranje podataka za rutiranje

Jedna od glavnih dilema prilikom izrade softvera za rutiranje i implementacije nekog od algoritama za pretragu grafova je i da li koristiti pretprocesiranje mape koja se koristi pri rutiranju.

Tehnika pretprocesiranja mapa koja se često koristi uključuje odabir tačaka na mapi koja predstavljaju geografska obeležja (landmarks, eng.) za koja se unapred računaju putanje. Jedan način je da se odaberu udaljene tačke koj se često odabiraju za ciljeve rute, na primer dva grada na suprotnim krajevima jedne zemlje. Zatim se za ova geografska obeležja unapred izračuna optimalna putanja. Nakon toga, svaki put kada se koristi softver za rutiranje, ako je potrebno tražiti putanju između ovih obeležja, ona je unapred poznata i nema potrebe za dodatnim proračunima. Ako se za primer uzmu dva grada kao dva geografska obeležja onda se putanja od jedne adrese u jednom gradu do druge adrese u drugom gradu svodi na to da algoritam za rutiranje traži putanju od prve adrese do najbližeg geografskog obeležja, i zatim od geografskog obeležja u drugom gradu do ciljane adrese.

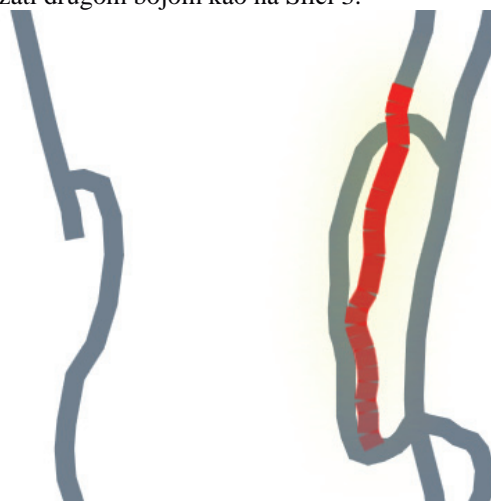
Na ovaj način se vrši velika ušteda u vremenu i prostoru. Dovoljno je imati u vidu koliko mogućih putanja postoji između dva udaljena grada i koliko se vremena može izgubiti pri traženju optimalne putanje. Ovaj tip pretprocesiranja se pokazao kao efekatan kada je u pitanju rutiranje velikih mapa sa mnogo tačaka i razvijenom mrežom puteva.

4.2 Vizuelizacija rute

Problem vizuelizacije rute u smart grid sistemima ogleda se u tome što je elemente mape koji su vezani za sam odabir rute potrebno prikazati što jednostavnije na već

prilično detaljnoj mapi na kojoj je najveći broj detalja i elemenata vezan za električne pojmove, poput napajanja, podzemnih i nadzemnih vodova, trafostanica i drugih elemenata. Kako se korisnik ne bi dodatno opteretio novim pojmovima, potrebno je iskoristiti što manji broj novih elemenata i minimalno modifikovati postojeće tako da korisnik jasno uoči predloženu rutu i neke njene karakteristike, a da to ujedno ne unosi konfuziju u pogledu prikaza i tumačenja ostalih elemenata. Iz prethodno navedenih razloga, umesto dodavanja novih elemenata u prikazu rute, odabrano je rešenje gde se na osnovu boje i stila linije prikazuje kako različiti kriterijumi utiču na rutu.

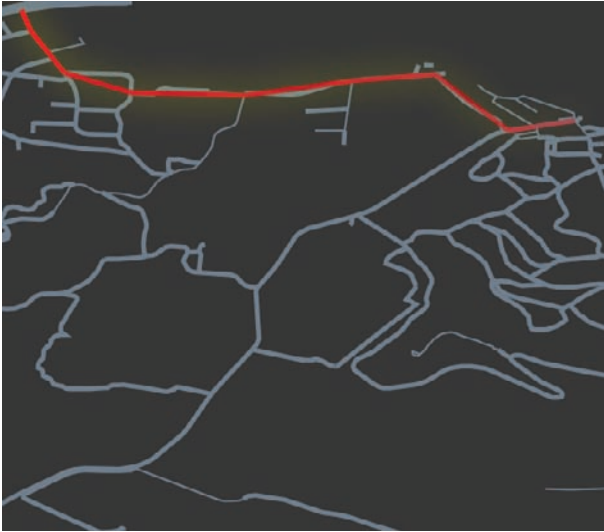
Nakon uspešnog pronalaska rute, korisniku nije dovoljan samo podatak da je ruta pronađena, ili od kojih se ulica sastoji. Na primer moguće je kolovoze koji čine rutu prikazati drugom bojom kao na Slici 3.



Slika 3. Vizuelizacija rute bojenjem puta drugom bojom

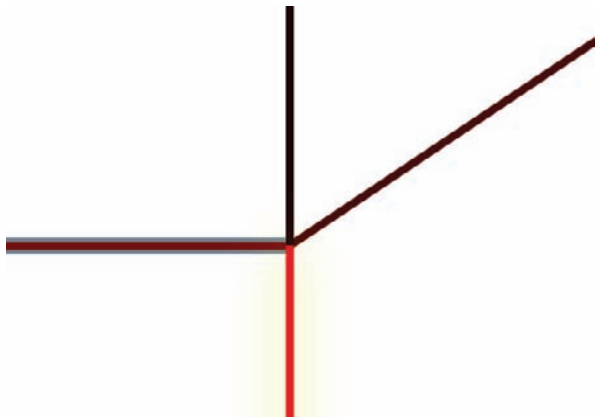
Prilikom korišćenja softvera za rutiranje, jedna od mogućih situacija je da više posada interveniše na više destinacija u određenom vremenskom periodu, pa je u istom trenutku potrebno prikazati više ruta. U ovoj situaciji potrebno je da korisnik jasno razlikuje rute. Jedna od tehnika koja pomaže u ovom slučaju, i koja je implementirana u ovom radu je osvetliti (highlight, eng.) željenu rutu. Na ovaj način korisnik u svakom trenutku može odabrati rutu na koju želi da se fokusira i ona će imati dodatno osvetljene konture, kako bi se lakše uočila. Pored toga, ukoliko je korisniku potreban maksimalan fokus na samo jednu rutu, moguće je aktivirati poseban režim rada, gde se sve ostale rute, kao i deo mape koji nije deo rute, zanemaruju. U ovom režimu rada, ti elementi su i dalje prikazani, ali im je povećana transparentnost i boja elemenata i pozadine je u kontrastu sa rutom na kojoj je fokus. Primer izgleda mape u ovom režimu rada je na Slici 4.

Osim ove mogućnosti, ukoliko korisnik samo želi da ima prikazane rute uz sve ostale elemente prikaza celog sistema, tj. prilikom prikaza i svih ostalih elemenata poput električne mreže, stambenih objekata i slično, takođe je potrebno da je korisnik u mogućnosti da razlikuje veći broj ruta. Jedno od rešenja jeste da se svaka ruta prikaže potpuno drugačijom bojom, ipak, takav način u ovom sistemu nije dobro rešenje jer se veliki broj boja koristi za prikaz nekih drugih elemenata, poput dalekovoda, ili različitih naponskih nivoa.



Slika 4. Prikaz sa maksimalnim fokusom na rutu

Zbog ovog razloga je pribegnuto drugom rešenju gde se sve rute prikazuju istom bojom, ali u različitim nijansama kao na Slici 5. Na ovaj način korisnik je u svakom trenutku svestan da se radi o rutama, a ne o drugim elementima sistema, a istovremeno je u mogućnosti da razlikuje više ruta.



Slika 5. Monohromatski prikaz više ruta

5. ZAKLJUČAK

U radu je analiziran problem pronalaska i vizuelizacije rute posada u smart grid sistemima kao i kriterijuma koji se pri pronalasku koriste. Predstavljeni su problemi i izazovi ove vrste rutiranja, kao i razlike u odnosu na klasični softver za rutiranje. Pored toga urađeno je i poređenje algoritama za rutiranje i odabir adekvatnog algoritma. Ponuđena su rešenja za neke od ovih problema, sa navedenim pozitivnim i negativnim stranama istih. Poseban akcenat dat je na problem vizuelizacije rute i potrebi da se pri rešavanju ovog problema ima u vidu celokupan smart grid sistem.

ako bi se korisnik maksimalno rasteretio uklanjanjem bilo kakve mogućnosti odabira kriterijuma, ovo nije bilo moguće uraditi jer postoje različite situacije u kojima se pronalazak rute može koristiti. Ukoliko se primeti da korisnici koriste iste kriterijume, uvek je moguće sačuvati

te opcije kako korisnik ne bi morao svaki put ponovo da ih odabira prilikom rutiranja.

Rešenje implementirano u ovom radu uspešno pronalazi rute na osnovu različitih kriterijuma i pokazalo se da neki od ovih kriterijuma mogu značajno uticati na odabir rute, poput kriterijuma koji se oslanja na klasifikaciju puteva. Sa druge strane, kriterijumi poput ograničenja na maksimalnu težinu ili visinu vozila na teritorijama gradova često ne utiču značajno na promenu rute. Ipak, ove kriterijume je potrebno uvažiti jer se u suprotnom može dobiti nevalidna ruta. Na primer, vozilo se može navesti na rutu kojom nije dozvoljeno da ide. Ovakva situacija je nedopustiva, ako se uzme u obzir da je nekada neophodno hitno reagovati i kada je vreme za dolazak na cilj ograničeno.

Vizuelizacija rute je predstavljala problem upravo zato što je ova aplikacija za rutiranje deo jednog većeg sistema. Postoji značajna razlika između ove aplikacije i nekih drugih aplikacija za rutiranje upravo u vizuelizaciji. Dok većina aplikacija ima bogatu vizuelizaciju, sa upotrebom mnoštva boja i simbola, u aplikaciji koja je ovde implementirana bilo je potrebno uraditi upravo suprotno, prikazati mapu i rutu što jednostavnije, a opet omogućiti korisniku da razlikuje elemente rute kao i primenjene kriterijume rutiranja.

Aplikaciju je moguće poboljšati na taj način što se mogu pamti mesta do kojih se često pronalazi ruta. Rute posade se najčešće baziraju na obilasku mesta koja već postoje označena na električnoj mreži. S obzirom da su mesta sa kojih posada kreće u većini slučajeva poznata, moguće je unapred izračunati najkraće putanje do često posećivanih mesta.

Prilikom odabira rute tima koja uključuje više odredišta koja treba posetiti, kako bi se korisniku olakšalo planiranje rute i upotreba softvera, može se razmisliti o rešavanju problema sličnom problemu trgovačkog putnika.

Ukoliko bi se ovaj problem rešio u okviru algoritma za rutiranje, korisnik ne bi morao da ručno odabira redosled kojim treba da se obiđu sva odredišta, već bi algoritam sam određivao redosled kako bi se dobio najkraći put.

Drugi problem je što korisnik može insistirati na određenom redosledu posećivanja iz više razloga. Na primer, može se dogoditi da neko odredište predstavlja kritičan kvar i potrebno ga je prvo posetiti.

6. LITERATURA

- [1] P. Neis, A. Zipf, „Analyzing the Contributor Activity of a Volunteered Geographic Information Project — The Case of OpenStreetMap“

Kratka biografija:

Danilo Trifunjagić rođen je u Zrenjaninu 1991. godine.

Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva 2014. godine.

BRZA DETEKCIJA I PREDIKCIJA ISPADA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA NA OSNOVU TIPIČNO DOSTUPNIH TELEMETRISANIH MERENJA**FAST DETECTION AND PREDICTION OF OUTAGES IN DISTRIBUTION NETWORKS BASED ON TYPICALLY AVAILABLE TELEMETERED MEASUREMENTS**Dušan Savković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je razvijen koncept pomoću koga se mogu detektovati i predikтовati ispadi netelemetrisanih zaštitnih elemenata u distributivnim mrežama na osnovu promena vrednosti telemetrisanih merenja aktivne snage. Izvršene su simulacije i prikazani rezultati korišćenja novog koncepta, kao i uticaj tih rezultata na poboljšanje pokazatelja pouzdanosti distributivne mreže.

Abstract – In this paper is developed concept which is used for detection and prediction of outages on non-telemetered protection devices in distribution networks based on active power measurement value changes. Outage simulations were performed and results of usage of this new concept are presented, as well as its impact on improvement of distribution network reliability indices.

Ključne reči: *Detekcija ispada, predikcija ispada, telemetrisana merenja.*

1. UVOD

Jedan od glavnih ciljeva svakog preduzeća za distribuciju električne energije je da održi što kvalitetnije snabdevanje potrošača električnom energijom uz što manje troškove. Međutim, u distributivnim mrežama se često dešavaju kvarovi koji uzrokuju ispadne i dovode do prekida napajanja potrošača. Zato je za distributivna preduzeća bitno da što pre poprave kvar i obnove napajanje potrošačima [1].

Upravo je dugo vreme trajanja ispada bilo motiv za uvođenje koncepta Brze detekcije i predikcije ispada, kojim se detektuju ispadi netelemetrisanih zaštitnih elemenata na osnovu promena merenja aktivne snage. Na osnovu promene merenja aktivne snage i merene struje kvara se vrši predikcija zaštitnog elementa koji je kreirao ispad. Takođe, nakon detekcije ispada se blokira automatsko izvršenje optimizacionih energetske funkcije u oblasti pogodenoj ispadom da bi se predupredile pogrešne regulacione ili prekidačke akcije koje su posledica izvršenja ovih funkcija. Korišćenje ovakvog pristupa znatno utiče na smanjenje ukupnog vremena trajanja ispada u odnosu na korišćenje klasičnog sistema za upravljanje ispadima, što poboljšava pokazatelje pouzdanosti distributivne mreže i stvara znatnu uštedu finansijskih sredstava distributivnom preduzeću.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Duško Bekut, red.prof.

2. BRZA DETEKCIJA I PREDIKCIJA ISPADA

Osnovni preduslov koji je potreban da bi se mogli detektovati i predikтовati ispadi na nekom izvodu je da njegovom početku postoji telemetrisano merenje aktivne snage i taj preduslov je ispunjen na najvećem broju distributivnih izvoda. Poželjno je da postoji i telemetrisani snimač kvara na početku izvoda, pošto se informacijom o vrednosti struje kvara može suziti i tačnije odrediti lista kandidata koji su potencijalno kreirali ispad.

Brza detekcija i predikcija ispada se sastoji iz dva osnovna koraka, i to su:

- detekcija ispada, tj. odlučivanje o tome da li se desio ispad ili ne,
- predikcija kreatora ispada, koja se pokreće kada je detektovano da se desio ispad.

2.1 Opcije Brze detekcije i predikcije ispada

U tabeli 1 su date opcije koje Brza detekcija i predikcija ispada koristi. Opcije zadaje korisnik i služe da se njima uvaži nepouzdanost proračuna i modela mreže kojim se raspolaže. Opcije se mogu različito podešavati za svaki izvod.

Tabela 1. – *Opcije Brze detekcije i predikcije ispada*

Naziv	Oznaka	Jedinica
Granica neosetljivosti propada merenja	$\Delta p_{propada}$	%
Minimalno vreme trajanja propada snage	t_{min}	s
Minimalno odstupanje vrednosti merenja od predviđenog opterećenja	$\Delta p_{opterećenja}$	%
Maksimalno odstupanje proračunate vrednosti aktivne snage	Δp_{max}	r.j.
Maksimalno odstupanje proračunate vrednosti struje kvara	Δi_{max}	r.j.

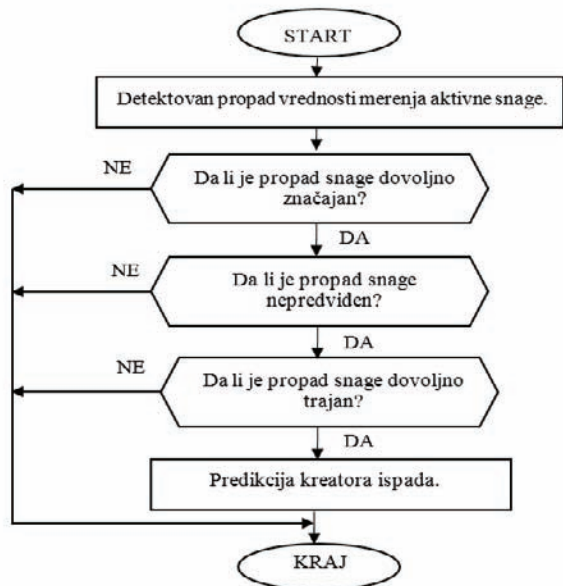
2.2 Detekcija ispada

Za svako detektovano smanjenje vrednosti (propad) nekog merenja aktivne snage, koje nije praćeno otvaranjem nekog zaštitnog elementa i promenom topologije izvoda, se proveravaju razni uslovi da bi se utvrdilo da li je uzrok propada ispad ili neki drugi faktor. Da bi propad vrednosti merenja bio definisan kao ispad potrebno je da bude okarakterisan kao „dovoljno veliko i dovoljno trajno nepredviđeno smanjenje potrošnje“.

U prvom koraku se proverava da li je detektovan propad snage dovoljno značajan (dovoljno velikog obima) prema opciji $\Delta p_{propada}$ iz tabele 1. Ova provera je potrebna da bi se postigla neosetljivost na male promene merenja, pošto je priroda potrošnje takva da se ona neprestano menja, a i da bi se izbeglo reagovanje na ispade malog obima koji se ne mogu precizno prediktovati. Za smanjenje merenja manje od podešenja iz opcija se detektovani propad izbacuje iz razmatranja i nastavlja se sa praćenjem promena merenja u mreži, u suprotnom se prelazi na naredni korak.

Sledeći korak je da se izvrši provera da li je detektovani propad predviđen, prema normalizovanom dnevnom hronološkom dijagramu (NDHD) opterećenja po aktivnoj snazi za posmatrani izvod i prema opciji $\Delta p_{opterećenja}$. Ovim se želi izbeći reagovanje na propade snage koji su posledica predviđenog smanjenja potrošnje na izvodu i predviđeni su sa NDHD. Ako je vrednost merenja nakon propada snage manja od vrednosti sa NDHD za posmatrani trenutak, umanjene za vrednost iz opcija, onda se propad karakteriše kao nepredviđen i prelazi se na naredni korak. U suprotnom, propad se izbacuje iz razmatranja.

Nakon toga se proverava da li je propad snage dovoljno dugotrajan prema opciji t_{min} . Potrebno je da se duže od minimalnog vremena iz opcija održi vrednost merenja nakon propada snage bez značajnog povećanja da bi se propad okarakterisao kao dovoljno trajan, da bi se izbeglo reagovanje na dejstvo uređaja sa automatskim ponovnim uključenjem. Ako je i ovaj uslov zadovoljen, propad se karakteriše kao ispad i dalje se prelazi na predikciju zaštitnih elemenata koji su potencijalno kreirali taj ispad – kreatora ispada. Generalni blok dijagram algoritam procesa detekcije ispada je prikazan na slici 1.



Sl. 1 Generalni blok dijagram algoritma detekcije ispada

2.3 Predikcija kreatora ispada

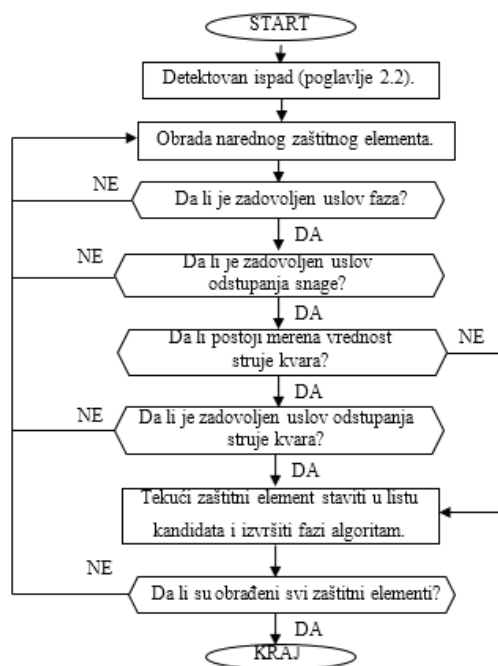
Ulazni parametri ovog proračuna su vrednosti propada aktivne snage po fazama, kao i vrednosti snimljenih struja kratkog spoja po fazama i tip kvara, dobijeni od snimača kvara. Ako na izvodu ne postoji telemetrisani snimač kvara u proračunu će biti korišćena samo vrednost

propada snage. Proračun uzima jedan po jedan netelemetrisan zaštitni element sa izvoda na kojem je detektovan ispad i za svaki proverava različite uslove da bi se odredilo da li će zaštitni element biti predložen kao potencijalni kreator ispada.

Prvo se proveravaju faze zaštitnog elementa. Uslov koji zaštitni element mora da ispuni je da mu se faze poklapaju sa fazama merenja u kojima je detektovan ispad. Ako uslov nije ispunjen očigledno je da zaštitni element nije mogao kreirati ispad, on se izbacuje iz razmatranja i prelazi se na obradu narednog zaštitnog elementa.

Kada je zadovoljen uslov faznosti, prelazi se na proveru aktivne snage koju element štiti. Ta vrednost se dobija na osnovu rezultata automatskog izvršenja proračuna estimacije stanja. Da bi kandidat zadovoljio uslov aktivne snage, vrednost snage koji kandidat štiti, dobijena iz proračuna estimacije stanja [2], koja je relativizovana u odnosu na vrednost detektovanog propada snage mora da bude u granicama koje su zadate sa opcijom Δp_{max} iz tabele 1. Ako je aktivna snaga u zadatim granicama prelazi se na proveru zadovoljenja uslova struje kvara, ako postoji informacija o vrednosti struje kvara. Ako takva informacija ne postoji zaštitni element se uzima kao kandidat i ulazi se u fazi algoritam.

Ako postoji informacija o snimljenoj vrednosti struje kvara, simuliraju se kratki spojevi [2] na svim čvorovima u osnovnoj zoni štice trenutnog zaštitnog elementa i za onu vrednost struje koja je najbliža merenoj vrednosti se proverava da li zadovoljava uslov iz opcija iz tabele 1. Ako se ta vrednost nalazi u granicama definisanih opcijom Δi_{max} zaštitni element se označava kao kandidat i ulazi se u fazi algoritam. Fazi algoritam treba kandidatu da dodeli određeni kvalitet na osnovu odstupanja merenih i proračunatih vrednosti aktivne snage i struje kvara. Globalni blok dijagram algoritam procesa predikcije kreatora ispada je prikazan na slici 2.



Slika 2. Generalni blok dijagram algoritma predikcije kreatora ispada

2.4 Primena fazi logike u Brzjoj detekciji i predikciji

Fazi logika je iskorišćena da bi se zaštitnim elementima koji su označeni kao kandidati dodelio određen kvalitet koji reprezentuje koliko bi neki kandidat treba biti uvažen kao stvarni kreator ispada. Fazi algoritam prima kao ulazne parametre odstupanje proračunatih vrednosti aktivne snage i struje kvara od merenih vrednosti i na osnovu definisanih pravila i funkcija pripadnosti daje stepen pripadnosti izlaznoj promenljivoj kao izlaz, na osnovu kog se određuje konačan kvalitet kandidata koji može biti: dobar, upitan ili loš. Ako ne postoji merena vrednost struje kvara, na ulaz se dovodi samo vrednost odstupanja aktivne snage i na osnovu nje se određuje kvalitet kandidata.

Kada je predloženo više kandidata potrebno je da ih operator prioritizuje na osnovu njihovog kvaliteta i da sam odredi koji od njih je stvarno kreirao ispad. To može uraditi pozivajući po jednog potrošača koji se napaja sa svakog od predloženih kandidata dok ne dobije odgovor koji su potrošači stvarno bez napajanja ili pingovanjem njihovih AMI uređaja, ako postoje. Drugi način da se sačeka prijem barem jednog poziva potrošača koji se napaja sa nekog od kandidata. Pošto je očekivano da se dobije mali broj predloženih kandidata ovaj proces je bez i operator brzo može zaključiti koji zaštitni element je stvarno kreirao ispad i na osnovu toga preduzeti dalje akcije.

3. REZULTATI

Simulirani su različiti ispadi i prikazani su rezultati procesa predikcije kreatora ispada u slučaju simulacije jednog ispada. Urađena je i uporedna analiza pokazatelja pouzdanosti koristeći Brzu detekciju i predikciju i koristeći OMS sistem gde je prikazano koliki se benefiti ostvaruju primenom Brze detekcije i predikcije.

3.1 Primer simulacije ispada

Simulacija je rađena za slučajeve kada postoji i kada ne postoji informacija o snimljenoj vrednosti struje kvara. U simulaciji se polazi od činjenice da je na izvodu detektovan ispad, sa potrebnim merenim vrednostima propada snage i struje kratkog spoja. U ovom primeru je simuliran ispad trofaznog srednjenaponskog (SN) osigurača, u slučaju kad se u njegovoj osnovnoj zoni šticećenja desio jednopolni kratak spoj. Opcije su podešene tako da se uvažava maksimalno odstupanje proračunate vrednosti aktivne snage od 30% i maksimalno odstupanje proračunate vrednosti struje kvara od 10%.

U prvom slučaju su uvažene vrednosti struje kvara i rezultati su prikazani u tabeli 2. U drugoj i trećoj koloni su prikazani parametri kandidata, relativna odstupanja njegove aktivne snage i struje kvara iz oblasti šticećenja u odnosu na merene vrednosti. U četvrtoj koloni je prikazan stepen pripadnosti izlazne funkcije fazi algoritma koji se dobija na osnovu prethodna dva parametra i na osnovu njega je u petoj koloni odredjen kvalitet kandidata.

Brza detekcija i predikcija je kao rezultat dala samo dva kandidata, dok su nakon izvršenja fazi algoritma dobijeni njihovi kvaliteti tako da je očigledno da je prvi kandidat kreirao ispad, a upravo je to element za koji je ispad simuliran. Operator može izvršiti pozive ka nekim potrošačima koji se napajaju sa tog zaštitnog elementa da

bi bio siguran da su potrošači bez napajanja i onda izvršiti slanje ekipa na teren.

Tabela 2. – Rezultati za slučaj sa korišćenjem struje kvara

Red. broj	Odstupanje aktivne snage [r.]	Odstupanje struje kvara [r.]	Stepen pripadnosti	Kvalitet
1.	-0.0475	-0.0233	0.836	Dobar
2.	0.196	0.0831	0.188	Loš

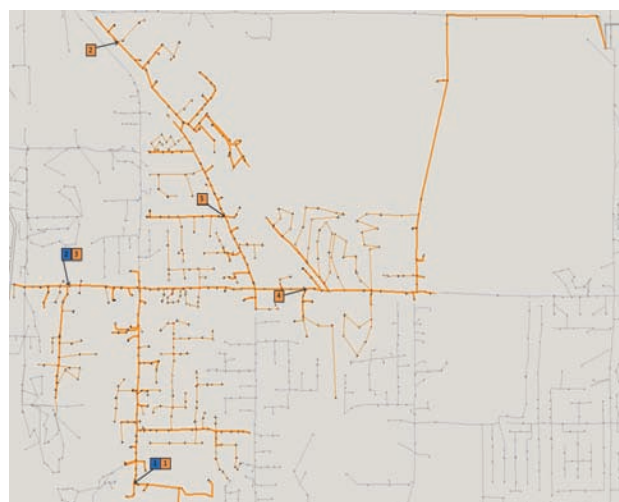
U drugom slučaju je izvršena simulacija istog ispada, ali bez uvažavanja vrednosti struje kvara, za slučaj kada ne postoji snimač kvara na tom izvodu. Rezultati su prikazani u tabeli 3.

Tabela 3. – Rezultati za slučaj bez korišćenja struje kvara

Redni broj	Odstupanje aktivne snage [r.]	Stepen pripadnosti	Kvalitet
1.	-0.0449	0.94	Dobar
2.	-0.117	0.511	Upitan
3.	0.198	0.191	Loš
4.	-0.214	0.187	Loš
5.	-0.263	0.176	Loš

Brza detekcija i predikcija ispada je u ovom slučaju dala pet kandidata, dva iz prethodnog slučaja (1. i 3. kandidat) i još tri kandidata koji su u prvom slučaju bili isključeni iz proračuna zbog neodgovarajuće vrednosti struje kvara u njihovoj oblasti šticećenja. Prema kvalitetu se očigledno vidi koji kandidat je najverovatniji kreator ispada, to je prvi kandidat, čiji ispad je i simuliran.

Na slici 3 je narandžastom podebljanom linijom označena topologija izvoda na kojem je simuliran trofazni ispad. Sa plavim kvadratima su označeni elementi koji su bili kandidati u prvom slučaju, a sa narandžastim kvadratima kandidati u drugom slučaju. Broj predstavlja njihov redni broj iz tabele 3.



Slika 3. Izvod distributivne mreže na kojem je simuliran ispad

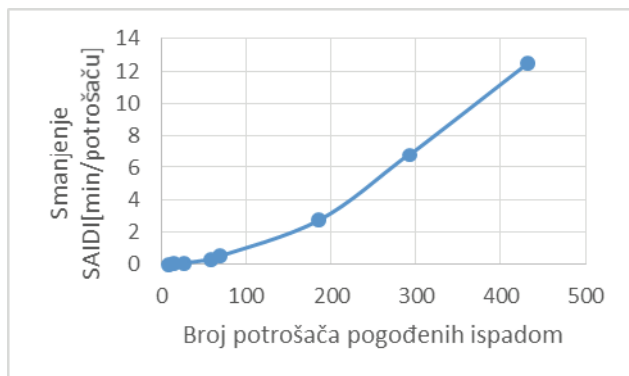
3.2 Kvantitativni benefiti brze detekcije i predikcije ispada u domenu pouzdanosti mreže

U ovom delu je urađena uporedna analiza SAIDI pokazatelja pouzdanosti, koji prikazuje prosečno vreme trajanja prekida napajanja po potrošaču, koristeći OMS sistem i Brzu detekciju i predikciju ispada. Analiza je rađena za ispadne različitog obima i različitog broja potrošača pogođenih ispadom.

Ukupno vreme trajanja ispada se sastoji od vremena detekcije i predikcije ispada, vremena putovanja terenske ekipe i lociranja kvara i vremena popravke i restauracije napajanja. Brza detekcija i predikcija direktno utiče na vreme detekcije i predikcije ispada i značajno ga smanjuje u odnosu na OMS sistem, jer se informacije o nastanku ispada dobijaju gotovo odmah nakon nastanka. Ovo je posebno izraženo kod ispada većeg obima za koje je OMS sistemom potrebno duže vreme da bi se prikupili pozivi potrošača, dok je kod Brze detekcije i predikcije to vreme nezavisno od obima ispada. Takođe, indirektno se utiče na smanjenje vremena lokacije kvara, zato što greške fazne konektivnosti u mreži utiču na vreme lociranja kvara kod OMS sistema, dok je Brza detekcija i predikcija neosetljiva na to.

U uporednoj analizi je na osnovu broja poziva potrošača koji je potreban da bi se izvršilo uspešno prediktovanje za OMS, dobijeno vreme potrebno za detekciju i predikciju ispada pomoću OMS-a. Ovo vreme se povećava sa rastom obima ispada, dok je kod Brze detekcije i predikcije konstantno. Uzeto je da je 85% od ukupnog vremena trajanja ispada odlazi na lociranje kvara, popravku i restauraciju [3] kod OMS-a, dok je kod Brze predikcije i detekcije uzeto 80% zbog brže lokacije kvara, što je posledica neosetljivosti na greške fazne konektivnosti u mreži.

Uporednom analiza je vršena za idealan slučaj kada je potreban minimalni broj potrošača da bi se izvršilo uspešno prediktovanje u OMS-u i za prosečan slučaj potrebnih poziva potrošača, kada ne pristižu u idealno redosledu. Zaključeno je da se ostvaruje smanjenje SAIDI pokazatelja od 19% u idealnom slučaju, do 27% za slučaj prosečnog pristizanja poziva. Kriva na slici 4 predstavlja zavisnost poboljšanja SAIDI pokazatelja od obima ispada.



Slika 4. – Poboljšanja SAIDI pokazatelja

Na osnovu krive se može zaključiti da se veće poboljšanje ostvaruje sa povećanjem obima ispada, što je dobra osobina, jer su ispadni većeg obima bitniji za distributivna preduzeća, pošto čine najveći deo troškova. Takođe se može zaključiti da se za ispadne koji pogađaju preko 150 potrošača ostvaruju znatne uštede koristeći Brzu detekciju i predikciju ispada u odnosu na korišćenje OMS sistema.

4. ZAKLJUČAK

Konceptom Brze detekcije i predikcije ispada se ublažuju posledice malog broja netelemetrisanih zaštitnih elemenata na izvodima distributivnih mreža prilikom ispada tih elemenata, jer je na osnovu rezultata Brze detekcije i predikcije moguće vrlo efikasno odrediti koji zaštitni element je kreirao ispad, što klasičnim načinom detekcije nije moguće tako brzo odrediti. To dovodi do toga da je moguće veoma brzo nakon nastanka ispada poslati ekipu na teren na lokaciju zaštitnog elementa koji je kreirao ispad, što znatno smanjuje vreme koje potrošači trpe zbog prekida napajanja.

Zaključeno je da se poboljšanje pokazatelja pouzdanosti povećava sa povećanjem obima ispada, što je veoma dobro, jer veliki ispadni imaju najveći udeo u ukupnim troškovima ispada distributivnih preduzeća. Korišćenjem Brze detekcije i predikcije ispada se smanjuje vreme trajanja prekida napajanja potrošača usled ispada i poboljšavaju se indeksi pouzdanosti distributivne mreže. Imajući u vidu da su troškovi koje distributivna preduzeća trpe usled ispada veoma veliki, ove uštede mogu biti veoma značajne, što opravdava korišćenje Brze detekcije i predikcije ispada.

5. LITERATURA

- [1] L. Subedi: *Trouble call analysis for single and multiple outages in radial distribution feeders*, Tribhuvan University, 2008.
- [2] D.Popović, D.Bekut, V.Dabić: *Specijalizovani DMS algoritmi*, DMS Group, Novi Sad, 2004.
- [3] P. Feldman: *Distribution Reliability Opportunities* <http://www.EnergyCollection.US/Energy-Reliability/The-Cost-Of-Power-Interruptions-2004-09-01-70.pdf>

Kratka biografija:



Dušan Savković rođen je u Šapcu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2015. god.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE U ZRENJANINU**DESIGN PROJECT OF STRUCTURE OF MULTISTORY RC RESIDENTIAL BUILDING IN ZRENJANIN***Ana Vranjanac, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazan projekat konstrukcije višespratne armiranobetonske stambene zgrade S+Pr+3+Pk, kao i uporedna analiza proračuna graničnog stanja prslina prema PBAB 87 i ACI-318.

Abstract – The project of structure of multistory reinforced concrete residential building basement + ground floor + 3 stories+atic, and a comparative analysis of limit state to crack by PBAB 87 i ACI-318.

Ključne reči: armiranobetonska zgrada, skeletni sistem, prslina.

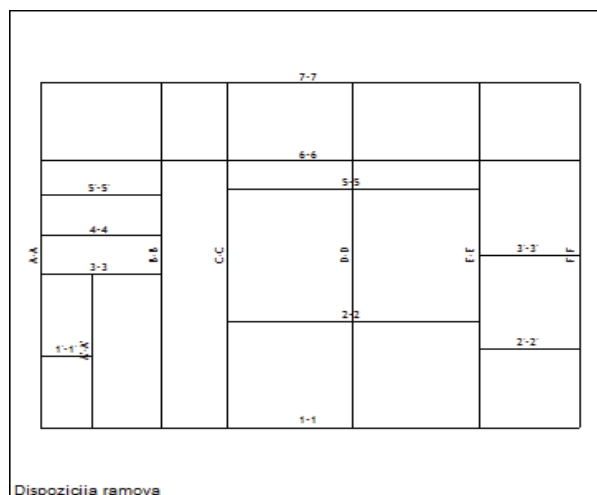
1. UVOD

Projektom zadatkom predviđeno je projektovanje stambene zgrade spratnosti suteran + prizemlje + tri sprata + potkrovlje. Zgrada je u osnovi pravugaona, definisani su gabariti, rasteri stubova, namena pojedinih površina, lokacija i konstruktivni sistem.

2. OPIS PROJEKTA**2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

Konstrukcija zgrade se izvodi kao armiranobetonski skeletni sistem sa platnima za ukrućenje. Položaj konstruktivnih elemenata definisan je sa jedanaest podužnih i šest poprečnih osa. U „X“ pravcu nalaze se ose 1-1, 1'-1', 2'-2', 2-2, 3-3, 3'-3', 4-4, 5-5, 5'-5', 6-6, 7-7. Međusobni rasponi između osa su 3,25 m, 3,70 m, 1,75 m, 1,85 m, 1,55 m i 3,55 m. Ose A-A, A'-A', B-B, C-C, D-D, E-E i F-F se pružaju u „Y“ pravcu i njihovi međusobni rasponi su 2,05 m, 5,325 m, 5,00 m i 3,975 m (slika 1). Objekat je projektovan kao stambeni, sa ulaznim holom, stepeništem i liftom i pet stambenih jedinica u prizemlju. U suteranu su projektovane ostave za stanove, garaže i parking prostor. Na I, II i III spratu nalazi se po pet stambenih jedinica, a u potkrovlju se ne predviđa prostor za stanovanje. Spratna visina suterana je 2,70 m, a ostalih etaža je 2,90 m. Zidovi (sa unutrašnje strane) i plafoni se malterišu produžnim malterom $d = 1,5$ cm i boje polu-disperznom bojom. U sanitarnim prostorijama i kuhinjama zidovi se oblažu keramičkim pločicama, u kupatilima od poda do plafona a u kuhinjama od 1,50 m. Podovi u sobama, trpezarijama i hodnicima su od klasičnog parketa $d = 2,2$ cm, a u kupatilima i kuhinjama od keramičkih pločica. Podovi na terasama su od

mrazootpornih pločica $d = 1,0$ cm. U kupatilima i terasama na konstrukciju treba postaviti hidroizolaciju. Stepeništa i hodnici obrađuju se keramičkim pločicama $d = 1,0$ cm. Fasadni zidovi su debljine $d = 33,0$ cm (opeka 25,0 + izolacija 5,0 cm) i $d = 25,0$ cm (opeka). Unutrašnji zidovi su od pune opeke debljine $d = 25,0$ i $d = 12,0$ cm. Tavanice iznad negrejanih prostorija oblažu se stiroporom $d = 8,0$ cm.



Slika 1. Šema osa

2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Konstruktivni sistem zgrade prema sistemu nosećih elemenata je ukrućen skelet koji se sastoji od grupe podužnih i poprečnih greda, ortogonalno postavljenih ramova, ukrućenih sa zidnim platnima. Međuspratna konstrukcija je projektovana kao polumontažna FERT konstrukcija, debljine $d = 20$ cm.

Međuspratne konstrukcije primaju gravitaciono opterećenje jednog sprata i prenose ga na stubove i grede objekta. Pored toga međuspratna konstrukcija ukrućuje sistem u horizontalnom pravcu i prima horizontalne sile i prenosi ih dalje na vertikalne elemente.

Glavno stepenište u objektu se sastoji iz dve kose ploče i horizontalnog međupodesta. Stepenište se u nivou spratova oslanja na horizontalne grede. Korišćen je beton MB 35.

Dimenzije greda u podužnom i poprečnom pravcu su 40/35, 35/35 cm, 25/35 cm i 25/20 cm. Armiranje greda se vrši armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku.

Dimenzije stubova su 45/45 cm, 40/40 cm, 40/25 cm, 35/35 cm, 35/25 cm i 25/25 cm. Projektovani su tako da

NAPOMENA:

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

zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju u seizmički aktivnim područjima. Betoniraju se betonom MB35. Armiranje stubova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku

Zidovi za ukrućenje postavljani su u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da prime i prenesu na temelje horizontalna seizmička opterećenja i doprinesu celokupnoj krutosti zgrade. Zidna platna su u poprečnom i podužnom pravcu dimenzija $d = 25,0$ cm, a zidovi liftovskog okna su debljine $d = 15,0$ cm. Zidovi za ukrućenje su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Korišćena je marka betona MB35. Armiranje zidova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku.

Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnim trakama dimenzija $120,0/95,0/40,0$ cm.. Temeljne trake se izvode od armiranog betona. Ispod temeljnih traka nasipa se tampon sloj šljunka debljine $d = 10,0$ cm. Ploča suterena je armiranobetonska debljine $d = 10,0$ cm, a ispod nje se takođe nasipa tampon sloj šljunka debljine $d = 10,0$ cm. Preko sloja mršavog betona se postavlja hidroizolacija koja je sa gornje strane zaštićena slojem nearmiranog betona debljine $d = 7,0$ cm. Korišćena je marka betona MB35, a armatura RA 400/500. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen u geomehaničkom elaboratu i on iznosi $\sigma_{doz} = 250,0$ kN/m².

Krovnna konstrukcija je prosta drvena. Pored uticaja od sopstvene težine konstrukcija je proračunata i na dejstvo vetra i snega. Opterećenje od krovne ravni preuzimaju drveni rogovi. Maksimalni osovinski razmak rogova je $e = 90,0$ cm. Rogovi su dimenzija $b/d = 12,0/14,0$ cm. Opterećenje rogova prenosi se na venčanice i rožnjače, koje su dimenzija $b/d = 14,0/14,0$ cm. Opterećenje sa pojedinih rožnjača se prenosi na stubove, dimenzija $14,0/14,0$ cm. A opterećenje sa ostalih rožnjača i venčanica se prenosi na betonsku konstrukciju. Dimenzionisanje je izvršeno metodom dozvoljenih napona. Krov sadrži još konstruktivne elemente, pajante dimenzija $b/d = 14,0/14,0$ cm i klešta $b/d = 8,0/16,0$ cm Celokupnu drvenu krovnu konstrukciju treba izvesti od četinarina II klase maksimalne vlažnosti 18%..

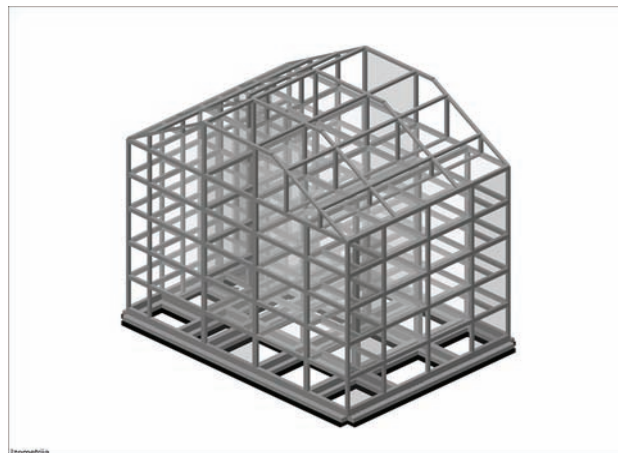
2.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema SRPS U.C7.123/1988, čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovne obloge); korisno opterećenje, u funkciji namene prostorija, prema SRPS U.C7.121/1988; opterećenje snegom iznosi $0,75$ kN/m² osnove krova (Sl. list SFRJ 61/48); opterećenje vetrom je računato prema važećim standardima SRPS U.C7.110, 111 i 112; seizmičko opterećenje je analizirano metodom statički ekvivalentnog opterećenja saglasno Pravilniku [1] (II kategorija objekta, II kategorija tla, VIII seizmička zona).

2.4. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0, korišćenjem linijskih i površinskih

konačnih elemenata. Korišćena su dva modela, model krovne konstrukcije i model armiranobetonske konstrukcije (slika 2). Razlog ovome leži u većem odstupanju rezultata dinamičke analize unificiranog modela (i drvena i betonska konstrukcija modelirani zajedno) od realnih očekivanih rezultata.



Slika 2. 3D izgled konstrukcije

Opterećenja na model su aplicirana kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja, a posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elementa $0,2$ m). Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela podloge – elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od 20 MN/m³. Analiza dejstva horizontalnih opterećenja, kao i modalna analiza, pretpostavlja nedeformabilnost tavanice konstrukcije u svojoj ravni. Statički i dinamički proračun sproveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Modalna analiza je sprovedena sa realnim rasporedom masa bez redukovanja faktora krutosti i modula elastičnosti seizmičkih zidova što omogućuje realniji prikaz sadejstva ploča i seizmičkih zidova.

2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Za sve elemente konstrukcije korišćen je beton MB35. Pri dimenzionisanju elemenata, i za podužnu i za poprečnu armaturu, usvojena je rebrasta RA 400/500. Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima [1], [2], prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je iskorišćena opcija korišćenog softvera. Grede su dimenzionisane kao jednostruko armirane, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijani, obostrano simetrično armirani. AB zidovi su dimenzionisani saglasno Pravilniku [1] i [2]. Dimenzionisanje svih krovnih pozicija je izvršeno metodom dozvoljenih napona. Urađena je kontrola napona pritisaka u stubovima i zidovima.

3. UPOREDNA ANALIZA PRORAČUNA GRANIČNOG STANJA PRSLINA PREMA PBAB 87 I ACI-318

3.1. Opšte

Proračunom prema graničnim stanjima nosivosti nije istovremeno obezbeđeno da se elementi i konstrukcije na željeni način ponašaju i u različitim fazama eksploatacije, pri dejstvima znatno manjeg inteziteta od onih koja bi izazvala lom, odnosno dovela konstrukciju u stanje

granične ravnoteže. Da bi se obezbedilo zahtevano ponašanje elemenata i konstrukcije u eksploataciji, mora se posebno dokazati da nisu prekoračena ni granična stanja upotrebljivosti.

Pod graničnim stanjima upotrebljivosti se podrazumevaju naponsko-deformacijska stanja konstrukcija ili elemenata pri kojima je, pod uticajem najnepovoljnije kombinacije dejstva u eksploataciji, dostignut neki od propisanih ili konvencijalno utvrđenih kriterijuma o pogodnosti konstrukcije za upotrebu. U slučaju prekoračenja tako utvrđenog graničnog stanja upotrebljivosti, konstrukcija ili konstrukcijski element se više ne smatraju podobnim za projektovanu namenu. Za razliku od graničnih stanja nosivosti, za granična stanja upotrebljivosti se ne propisuju koeficijenti sigurnosti jer ta stanja u normalnoj eksploataciji mogu biti dostignuta ali ne smeju biti prekoračena.

U armiranobetonskim elementima, u toku gradnje i u toku eksploatacije, kao posledica veoma različitih uzroka, pojavljuju se prsline. Relativno vrlo niska čvrstoća betona pri zatezanju osnovni je uzrok njihove pojave. Oblik, širina, dužina i dubina prsline, njihov položaj, pravac prostiranja, međusobno rastojanje i ukupan broj, kao i trenutak pojave prsline i njihove promene u toku vremena, veoma su različiti i zavise od čitavog niza faktora.

U toku građenja, prsline u armiranobetonskim elementima mogu se pojaviti još pre očvršćavanja betona. Pravilno spravljanje, ugradnja i negovanje betona najbolje su mere protiv njihove pojave. Posle ugradnje betona prsline se mogu pojaviti usled plastičnog sleganja, plastičnog skupljanja, hidratacije cementa, sprečenosti slobodnih dilatacija itd.

U armiranobetonskom elementu, izloženom složenom savijanju, kada naponi zatezanja u betonu dostignu čvrstoću betona pri zatezanju savijanjem $fbzs$, pojavljuje se prva prsline. Ona se pojavljuje na delu elementa sa najvećim naponima zatezanja, ili u preseku sa izraženom koncentracijom napona zbog prekidanja i sidrenja znatne količine podužne armature, položaja uzengija i poprečnih rebra armature.

U armiranobetonskim elementima, izloženim zatezanju ili savijanju, praktično je nemoguće izbeći da naponi u betonu ne dostignu čvrstoću pri zatezanju, jer bi ovi elementi bili potpuno neracionalni. Pojava prsline je, prema tome, neizbežna. Neophodno je širinu prsline ograničiti.

3.2. Proračun graničnog stanja prsline prema PBAB87

Graničnu širinu prsline a_u neophodno je utvrditi pre izrade statičkog proračuna. U Pravilniku BAB 87, data je samo najveća vrednost, koja ne sme biti prekoračena. Međutim, na osnovu zahteva iz projektog zadatka, ili tehnološkog, hidrotehničkog i drugog projekta, može se usvojiti i manja vrednost. Usvajanje granične širine prsline zavisi od zahteva u odnosu na trajnost i funkcionalnost konstrukcije, vodeći računa i o estetici i nepovoljnim psihološkim utiscima. Najveća vrednost granične širine prsline, data PBAB 87, kreće se od 0,05 mm do 0,4 mm. Zavisi od trajanja dejstva, od agresivnosti sredine i od

zaštitnog sloja betona, odnosno od parametara koji utiču na koroziju armature.

Proračun prema graničnim stanjima prsline, potrebno je dokazati, da karakteristična širina prsline $a_k(t)$ elementa, usled najnepovoljnije kombinacije u toku eksploatacije, u proizvoljnom trenutku vremena t , nije veća od granične vrednosti širine prsline a_u :

$$a_k(t) \leq a_u \quad (1)$$

Pojam karakteristične širine prsline $a_k(t)$ u proizvoljnom trenutku vremena t , uveden je radi uzimanja u obzir neujednačenosti stvarnih širina pojedinih prsline. Karakteristična širina prsline $a_k(t)$ definisana je kao vrednost koja je za 70 % veća od vrednosti srednje širine prsline $a_s(t)$:

$$a_k(t) = 1.7 a_s(t) \quad (2)$$

Srednja širina prsline $a_s(t)$ u trenutku vremena t , predstavlja izduženje, koje odgovara srednjem rastojanju prsline l_{ps} i relativnoj srednjoj dilataciji donje zone zategnute armature $\varepsilon_{a1s,R}(t) < 0$, u odnosu na zategnuti beton u njenoj neposrednoj okolini, uzimajući u obzir uticaj skupljanja betona preko slobodne dilatacije skupljanja betona $\varepsilon_s(t, to)$:

$$a_s(t) = l_{ps} [-\varepsilon_{a1s,R}(t) + \varepsilon_s(t, to)] \quad (3)$$

Relativna srednja dilatacija donje zategnute armature $\varepsilon_{a1s,R}(t)$ se izračunava iz sledećeg izraza:

$$\varepsilon_{a1s,R}(t) = \zeta \varepsilon^II_{a1}(t) = \zeta \frac{\sigma^II_{a1}(t)}{E_a} \quad (4)$$

Koeficijent ζ zavisi od sadejstva zategnutog betona između prsline. Za armiranobetonske elemente izložene čistom savijanju momentom M računa se:

$$\zeta = 1 - \beta_1 \beta_2 \left[\frac{\sigma^II_{a1}(t)}{E_a} \right]^2 \geq 0,4 \quad (5)$$

Preko koeficijenta β_1 uvodi se uticaj stepena prijanjanja između armature i betona. Preko koeficijenta β_2 uvodi se uticaj reoloških karakteristika betona u toku vremena.

Srednje rastojanje prsline l_{ps} određuje se na osnovu analize formiranja stabilizovane slike prsline. Prema Modelu propisa CEB-FIP, određuje se na sledeći način:

$$l_{ps} = 2 \left(a_0 + \frac{e_\phi}{10} \right) + k_1 k_2 \frac{\phi}{\mu_{1z,ef}} \quad (6)$$

Koeficijent armiranja $\mu_{1z,ef}$, koji ulazi u izraz za određivanje srednjeg rastojanja prsline l_{ps} , predstavlja odnos površina donje zategnute armature A_{a1} i efektivne površine zategnutog betona $A_{bz,ef}$:

$$\mu_{1z,ef} = \frac{A_{a1}}{A_{bz,ef}} \quad (7)$$

Efektivna površina zategnutog betona $A_{bz,ef}$, deo je površine zategnute zone betona u neposrednoj okolini šipki donje armature, koji između susednih prsline efektivno prenosi napone zatezanja, određuje se kao zbir efektivnih površina pojedinih šipki donje zategnute armature, širine b_j i visine h_j :

$$A_{b,z,ef} = \sum_j b_j h_j \quad (8)$$

3.3. Proračun graničnog stanja prslina prema ACI-318

Na osnovu velikog broja eksperimenata Gergely and Lutz su predložili izraz za prognoziranje širine prslina kod armiranobetonskih elemenata :

$$w_b = 0.076 \sqrt[3]{tbARfs} \quad (9)$$

gde je w_b - širina prslina u donjoj zoni elementa, t_b -zaštitni sloj betona od donje ivice elementa do armature (dc), $R = (h - kd)/((1 - k) d)$ - faktor koji prikazuje odnos između naprezanja na dnu elementa i naprezanja na visini gde se nalazi armatura, f_s - napon u čeliku, $A = 2b'(h - d)/m$ - efektivna površina betona u zategnutoj zoni, b - širina elementa između težista armature, m - broj šipki armature. Gergely-Lutz koriste izraz $R = 1.2$ koji je potreban za proračun z - faktora :

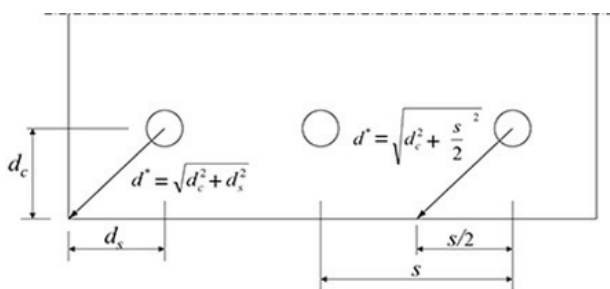
$$z = f_s \sqrt[3]{dcA} \dots\dots\dots(10)$$

Upotreba z -faktora omogućava da se smanji zaštitni sloj betona, odnosno da se smanji dc . U daljem ispitivanju za dobijanje širine prslina, Gergely-Lutz su koristili vrednosti zaštitnog sloja $dc = 0,75-3.31$ in (19-84 mm), ali su samo u tri slučaja dobili vrednost zaštitnog sloja veću od 2,5 in (64 mm). U tom slučaju je bilo teško zadovoljiti zahteve jednačine w_s da zaštitni sloj bude veći od 2 in (50 mm).

Frosch je primetio da je teško zadovoljiti zahtev z -faktora za veće dc i razvio je novi pristup kontroli prslina na nivou napona u armaturi. Na osnovu Bromsovog rada, Frosh je primetio da rastojanje između pukotina zavisi od zaštitnog sloja betona i računao je rastojanje prslina na osnovu izraza :

$$S_c = \Psi_s d^* \dots\dots\dots(11)$$

gde je S_c -rastojanje između prslina, Ψ_s -koeficijent koji utiče na rastojanje prslina, d^* zavisi od zaštitnog sloja betona i rastojanja armature (slika 3).



Slika 3. Proračun d^*

Primećujući da je širina prslina u nivou armature $w_s = \epsilon_s S_c$, Frosh je izveo jednačinu za maksimalnu širinu prslina na donjem delu grede:

$$w_c = 2 \frac{f_s \beta}{E_s} d^* \quad (12)$$

gde je E_s - Young's Modulus, β - ekvivalentan Gergely-Lutz R -vrednosti.

4. ANALIZA REZULTATA

Karakteristična širina prslina u toku vremena, na sredini raspona grede, dobijena proračunom prema PBAB 87 je $a_k(t_0) = 0,198$ mm. Karakteristična širina prslina za isti presek prema ACI-318 je $w_s = 0,24$ mm. Različiti rezultati se mogu objasniti analizirajući formule po kojima se računaju karakteristične vrednosti širine prslina.

Po PBAB87 karakteristična širina prslina se definiše kao vrednost koja je za 70 % veća od vrednosti srednje širine prslina, a ona se računa kao proizvod srednjeg rastojanja prslina i srednje dilatacije donje zategnute armature.

Po ACI-318 vrednost karakteristične širine prslina se dobija u funkciji od napona u čeliku, β koeficijenta, Youngovog modula elastičnosti, zaštitnog sloja betona i osovinskog rastojanja između armature .

5. ZAKLJUČAK

Prema PBAB 87 dobijaju se veće vrednosti srednjih rastojanja prslina nego prema ACI-318,

Konačna vrednost karakteristične širine prslina po ACI-318 veća je od vrednosti koja se dobija po PBAB 87.

6. LITERATURA

- [1] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [2] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton 3*, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [4] B. Petrović: *Odabrana poglavlja iz zemljotresnog građevinarstva*, Građevinska knjiga, Beograd, 1989.
- [5] S. Stevanović: *Fundiranje I*, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [6] ACI 318-14: *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*, American Concrete Institute, September 2014.

Kratka biografija:



Ana Vranjanac rođena je u Zrenjaninu 1985. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-usmerenje konstrukcije odbranila je 2015. godine.

ГРАНИЧНА НОСИВОСТ НА САВИЈАЊЕ ПРАВОУГАОНИХ
АРМИРАНО-БЕТОНСКИХ ПРЕСЕКА ПРЕМА ЕВРОКОДУ
ULTIMATE BENDING CAPACITY OF RECTANGULAR
REINFORCED CONCRETE SECTIONS ACCORDING TO EUROCODE

Милош Ранковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Кроз овај рад анализирани су основне прорачуна носивости на право савијање армиранобетонских правоугаоних пресека према правилима и принципима које прописује Еврокод. Првенствено су разматране тачније методе прорачуна, односно методе које користе комплексније математичке интерпретације физичких и механичких особина примењених материјала како би се што реалније анализило понашање пресека изложених савијању.

Abstract – Through this work were analyzed basic calculations on bending capacity of reinforced concrete rectangular sections, according to the rules and principles prescribed by the Eurocodes. Primarily, they are considered more accurate methods of calculation or methods that use complex mathematical interpretation of physical and mechanical properties of materials applied to more realistically analyze the behavior of sections exposed to bending.

Кључне речи: Армиранобетонски правоугаони пресеци, бетонске конструкције, гранична носивост на савијање, прорачун према Еврокоду

1. КОНЦЕПТ ПРОРАЧУНА ПРЕМА ЕВРОКОДУ

1.1 Концепт поузданости конструкције

Сагласно Еврокоду конструкција мора бити прорачуната и изграђена тако да са прихватљивом вероватноћом остане подобна за употребу за коју је намењена, узимајући у обзир њен предвиђени век и њено коштање. Такође је потребно да са одговарајућим степеном поузданости издржи сва дејства и све утицаје који вероватно могу да настану у току извођења и у току експлоатације, и има адекватну трајност у односу на трошкове одржавања.

Захтевани ниво поузданости процесу пројектовања постиже се применом методе парцијалних коефицијената. Овде је прорачуном потребно доказати да ни за једну прорачунску ситуацију није прекорачено ни једно релевантно гранично стање, када су у идеализованим моделима коришћене прорачунске вредности дејстава (или утицаја од дејстава) као и носивости.

Прорачуном се разматрају две основне групе граничних стања:

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Зоран Брујић.

- Гранична стања носивости
- Гранична стања употребљивости

Гранична стања носивости обично су повезана са колапсом конструкције или неког дела, док се гранична стања употребљивости односе се на понашање конструкције кроз експлоатациони век, где се пре свега мисли на ниво остварених деформација, ширину прслена и ниво вибрација.

У великом броју случајева гранична стања носивости су „строжија“ па се прорачун одвија на начин да се елементи (пресеци) димензионишу према граничној носивости а затим контролишу у погледу употребљивости. Овде је битно нагласити да носивости пресека у прорачуну не одговарају стварним „експлоатационим“ носивостима јер су добијене методом парцијалних коефицијената, односно применом редукованих (прорачунских) својстава употребљених материјала, бетона и челика.

1.2 Физичко-механичка својства бетона

Основне механичка својства бетона су његове чврстоће (на притиса, затезање, смицање) и деформабилност дефинисана кроз пластично деформисање до лома. Сагласно Еврокоду у Табели 1. дата је класификација бетона заснована на карактеристичној чврстоћи при притиску на цилиндар при старости бетона од 28 дана.

Табела 1. Класе бетона према Еврокоду

	Класе чврстоће бетона													
f _{ck} [Мпа]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
f _{ck, cube} [Мпа]	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105
E _{cm} [Гра]	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44
ε _{c2} [%]	2.0								2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	
ε _{cu2} [%]	3.5								31.0	2.9	2.7	2.6	2.6	
n	2.00								1.75	1.60	1.45	1.40	1.40	

За потребе прорачуна пресека у граничном стању носивости користи се радни дијаграм бетона, односно сагласно Еврокоду, прорачунски дијаграм у облику парабола-права, приказан на слици 1.

Функција прорачунског дијаграма дата је у облику:

➤ за интервал $0 \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{c2}$

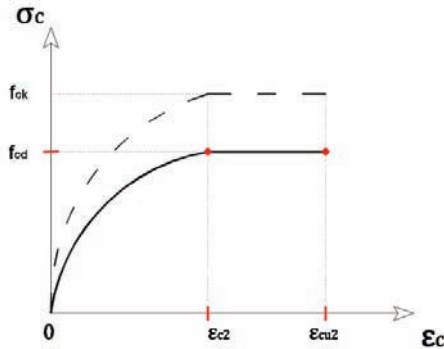
$$\sigma_c = f_{cd} \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c2}} \right)^n \right] \quad (1)$$

➤ за интервал $\epsilon_{c2} \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{cu2}$

$$\sigma_c = f_{cd} \quad (2)$$

Где се прорачунска чврстоћа бетона на притисак дефинише изразом:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} \quad (3)$$



Слика 1. Прорачунски дијаграм напон-дилатација за бетон при притиску

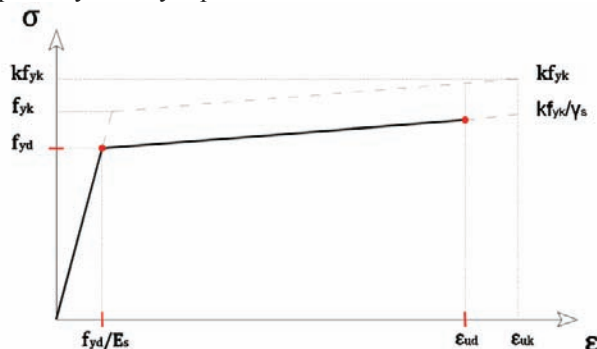
1.3 Физичко-механичка својства челика

Бетонски челици или челици подобни за армирање класификују се према основним својствима којима се описује њихово понашање (напон на граници развлачења f_{yk} , дуктилонст дефинисана односом вредности чврстоће при затезању и границе развлачења $(f_t/f_y)_k$, итд.). Табелом 2. приказана је основна подела арматурног челика.

Табела 2. Класе челика подобних за армирање

Класа челика	A	B	C
Карактеристична граница развлачења f_{yk} [MPa]	400 до 600		
Минимална вредност $k = (f_t / f_y)_k$	$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15$
Карактеристична дилатација при максималној сили ϵ_{uk} [%]	≥ 25	≥ 50	≥ 75

За математичку интерпретацију у прорачуну попречних пресека препоручује се примена билинеарног прорачунског дијаграма са завршном граном у нагибу, приказаног на слици 2.



Слика 2. Прорачунски дијаграм напон-дилатација челика за арматуру

Изрази којима се описује зависност напон-дилатације:

➤ за интервал $0 \leq \epsilon_s \leq \epsilon_{ye}$

$$\sigma_s = E_s \cdot \epsilon_s \quad (4)$$

➤ за интервал $\epsilon_{ye} \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{ud}$

$$\sigma_s = f_{yd} \cdot \left(1 + \frac{\epsilon_s - \epsilon_{ye}}{\epsilon_{uk} - \epsilon_{ye}} \cdot (k - 1) \right) \quad (5)$$

С тим да се за прорачунску вредност модула еластичности може усвојити $E_s = 200.0 \text{ GPa}$, док се препоручена прорачунска вредност граничне дилатације рачуна из израза:

$$\epsilon_{ud} = 0.9 \cdot \epsilon_{uk} \quad (6)$$

2. ГРАНИЧНА НОСИВОСТ ПРЕСЕКА

2.1 Појам граничне носивости

Гранична носивост пресека представља максималну вредност спољашњег утицаја коју пресек може да савлада сагласно теорији граничног стања носивости, односно спољашњи утицаји (оптерећење) који би довели посматрани пресек у стање граничне равнотеже представљају граничну носивост тог пресека.

Сам прорачун граничне носивости армирано-бетонских пресека заснива се на пет основних претпоставки:

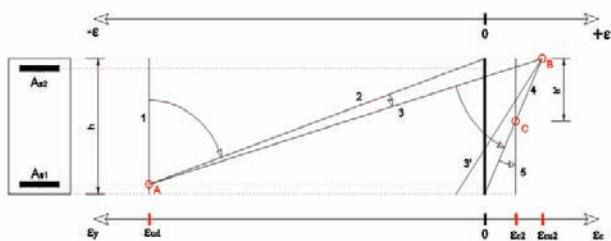
- Равни пресеци остају равни и након остварених деформација (Бернулијева хипотеза)
- Дилатација у арматури која пријања са бетоном једнака је дилатацији у околном бетону
- Чврстоћа бетона при затезању је занемарена
- Напон у бетону се одређује сагласно усвојеном прорачунском дијаграму за бетон
- Напон у арматури се одређује сагласно усвојеном прорачунском дијаграму за челик

На нивоу пресека, равнотежа се успоставља између спољашњих и унутрашњих сила. Спољашње силе представљају утицаје акције који делују на сам пресек док се унутрашње силе развијају у пресеку, као силе реакције, за остварено напонско-деформацијско стање.

На други начин може се рећи да спољашњи утицаји „деформишу“ пресек изазивајући одговарајуће напрезање унутар самог пресека. Посматрајући армирани бетон као композитни материјал, деформисање армирано-бетонског пресека биће могуће све док се не исцрпи капацитет једног од градивних материјала достизањем максимално допуштене-граничне дилатације.

2.2 Деформацијске области

Знајући деформацијске капацитете употребљеног бетона и челика за један армирано-бетонски пресек је могуће предвидети све расподеле дилатација при којима се успоставља гранична равнотежа. На овај начин се формирају деформацијске области приказане на слици 3. зависно од спољашњег оптерећења које изазива дату расподелу.



Слика 3. Деформацијске области

Област I – ограничена линијама 1 и 2 – област деловања силе затезања у фази малог ексцентрицитета
 Област II – ограничена линијама 2 и 3 – сложено савијање уз лом по арматури
 Област III – ограничена линијама 3 и 4 – сложено савијање уз лом по бетону
 Област III' – ограничена линијама 3' и 4 – сложено савијање уз неефикасно искоришћење арматуре
 Област IV – ограничена линијама 4 и 5 – област деловања силе притиска у фази малог ексцентрицитета

Изузимајући област IV распореди дилатација добијени су ротирајући дилатациону линију око тачака граничних дилатација челика и бетона. У области деловања силе притиска у фази малог ексцентрицитета граничне расподеле дилатација се добијају у односу на тачку С у чијем нивоу дилатација пресека одговара дилатацији ϵ_{c2} , док је њен положај у односу на више притиснуту ивицу пресека дефинисан растојањем:

$$h' = \left(1 - \frac{\epsilon_{c2}}{\epsilon_{cu2}}\right) \cdot h \quad (7)$$

3. ПРОРАЧУН ГРАНИЧНЕ НОСИВОСТИ НА САВИЈАЊЕ

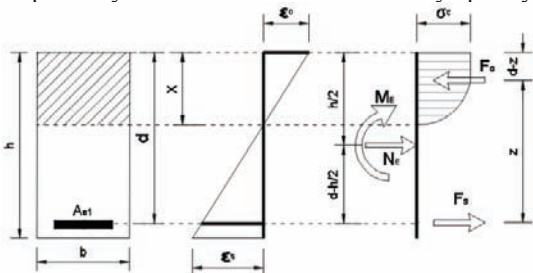
3.1 Савијање једноструко армираних пресека

Прорачун граничне носивости једноструко армираних пресека оптерећених на савијање своди се на решавање услова граничне равнотеже исписаних у облику суме спољашњих и унутрашњих сила на нивоу пресека:

$$\Sigma N = F_s - F_c + N_{Ed} = 0 \quad (8)$$

$$\Sigma M = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot (d - h/2) - F_c \cdot z = 0 \quad (9)$$

Где се као унутрашње силе јављају: сила притиска у зони притиснутог бетона и сила затезања у арматури.



Слика 4. Сложено савијање једноструко армираног пресека

Као помоћни алат при прорачуну и димензионисању могуће је формирати табеле које садрже без димензионе коефицијенте а као репрезентативни

имају коефицијент носивости μ_{Rd} . Применом табела, проблем одређивања потребне количине арматуре једноставно се решава усвајањем механичког коефицијента армирања ω из услова једнакости коэф. спољашњег упоредног момента μ_{Es} и коэф. граничне носивости.

$$\frac{M_{Es}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \mu_{Es} = \mu_{Rd} \quad (10)$$

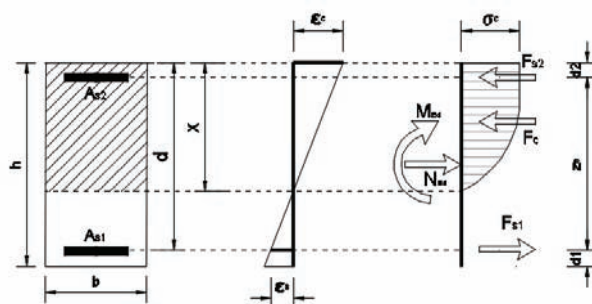
$$A_s = \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{\sigma_s} - \frac{N_{Ed}}{\sigma_s} \quad (11)$$

Због лимитиране дужине текста, пример и примена конкретних табела изостаје.

3.2 Савијање двојно армираних пресека

Двојно армирани пресеци су пре свега општији случај армирања. За разлику од једноструко армираних ови пресеци налазе примену у свим елементима конструкције, и кроз све деформацијске области.

Прелазак са једноструко на двојно армиран пресеке обавезан је у областима деловања нормалне силе (притиска или затезања) у фази малог ексцентрицитета. Док је препоручена употреба двојног армирања и у случајевима сложеног савијања у области III' због ефикаснијег коришћења арматуре.



Слика 5. Двојно армиран пресек изложен савијању

Систем једначина граничне равнотеже за двојно армиране пресеке гласи:

$$\Sigma N = N_{Ed} + F_{s1} - F_{s2} - F_c = 0 \quad (12)$$

$$\Sigma M = M_{Ed} - F_c \cdot z_c + F_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1\right) - F_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2\right) = 0 \quad (13)$$

Уместо примене табела са бездимензионалним коефицијентима код двојно армираних пресека практичнији су дијаграми интеракције који графички представљају зависност граничне носивости исказане кроз коефицијенте нормалне силе n_{Rd} и момента савијања m_{Rd} . Представљајући спољашње оптереће њепреко коефицијената:

$$n_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \quad (14) \quad m_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \quad (15)$$

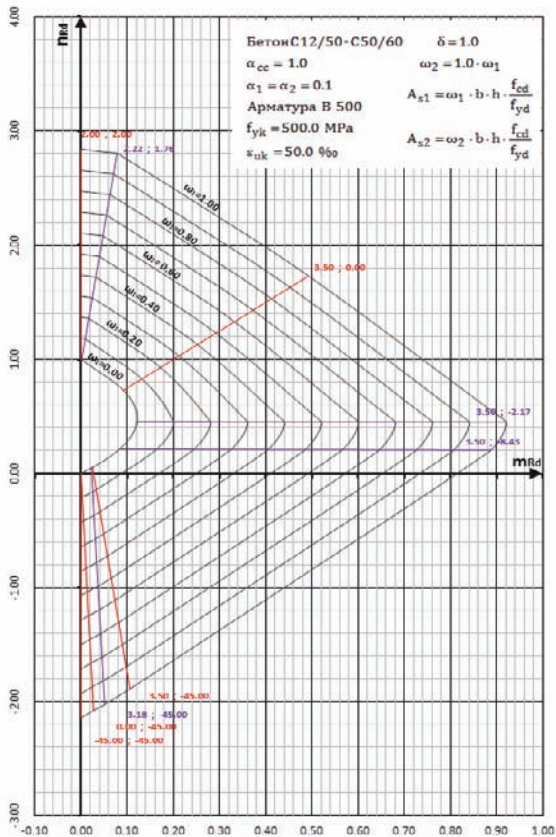
систем условних једначина сведе се на проблем графичког проналажења одговарајуће носивости пресека, односно на испуњавање услова:

$$n_{Ed} = n_{Rd} \quad (16) \quad m_{Ed} = m_{Rd} \quad (17)$$

3.3 Дијаграми интеракције

Конструисање интеракционих дијаграма у основи представља решавање услова граничне равнотеже пресека за све могуће граничне дилатације. Користећи одговарајући софтвер могу се испрограмирати табеле које ће као резултат рачунати коефицијенте m_{Rd} и m_{RD} зависно од улазног параметра кога представљају карактеристичне дилатације пресека.

Као и табеле за димензионисање, дијаграми интеракције се могу примењивати зависно од класе употребљених материјала, како бетона тако и челика. Разлике које условљавају класирање интеракционих дијаграма пре свега произилазе из чињенице да се за описивање понашања материјала користе функције које се међусобно разликују. Конкретно везано за прорачунске дијаграме бетона, из табеле 1. јасно се види да је бетонима виших класа гранична дилатација мања од 3.5‰ а закривљени део дијаграма није више описан квадратном параболом већ кривом степена мањег од два.



Слика 6. Интеракциони дијаграм

Такође, класе челика се међусобно разликују не само по карактеристичним вредностима већ и по облику прорачунских дијаграмима. Конкретно, прист чврстоће након достизања границе великих издужења разликује се по класама, плус што се квалитетнији челици карактеришу већом вредношћу граничне дилатације.

4. ДУКТИЛНОСТ ПРЕСЕКА

Поред носивости као битна карактеристика пресека јесте и његова способност пластичног деформисања непосредно пре лома – дуктилност пресека. Познавање дуктилности, односно захтевање одређеног нивоа дуктилности, пре свега има за циљ

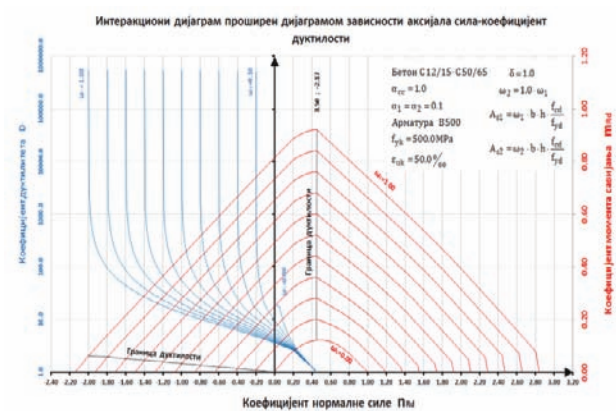
пројектовање пресека који ће имати најављени лом у случају евентуалног преоптерећења. Такође, у статички неодређеним конструкцијама прерасподела утицаја могућа је само у случају постојања одговарајућих дуктилних пресека.

Посматрајући дијаграм момент-кривина као зависност између оптерећења и деформације пресека за меру дуктилности изабран је фактор дуктилитета исказан односом граничне и кривине при којој затегнути челик достиже границу развлачења:

$$D = \frac{X_d}{X_{ye}} \quad (18)$$

Дакле, дуктилност пресека одређена је познавањем карактеристичних кривина. Из чињенице да интеракциони дијаграми садрже све могуће вредности граничних кривина произилази да њиховим проширењем, на начин да се за сваку граничну одреди и одговарајућа кривина на граници развлачења затегнутог челика, можемо на глобалном нивоу анализирати дуктилност кроз све доформацијске области.

Битно је нагласити да из саме дефиниције појма дуктилности произилази да ово није одлика доминантно притиснутих пресека, односно пресека који не поседују довољно затегнуту арматуру. Овим се јасно издваја област пресека који не поседују никакву дуктилност, условно речено имају дуктилост једнаку јединици. Док је интервал дуктилних пресека са друге стране ограничен вредностима коефицијента дуктилности које асимптотски теже бесконачности.



Слика 7. Интеракциони и дијаграм дуктилности

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] ЕН1990: Основе прорачуна конструкција, Београд 2006
- [2] ЕН1992-1-1: Прорачун бетонских конструкција. Општа правила и правила за зграде, Београд 2006

Кратка биографија:



Милош Ранковић: рођен је у Ваљеву 1990. год. Након завршене средње грађевинске школе 2009. године уписује Факултет техничких наука у Новом Саду, одсек Грађевинарство. Звање дипломираног инжењера грађевинарства стиче 2013. године.

Мастер рад, на истом факултету, из области Бетонских конструкција одбранио је у октобру 2015. године.

**PROJEKAT SANACIJE "SUBOTIČKOG MOSTA" PREKO KANALA DTD
PROJECT OF REPAIR OF "SUBOTIČKI "BRIDGE OVER CHANNEL DTD**Srđan Kosorić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U praktičnom dijelu ovog rada je predstavljena procjena stanja prednapregnutog mosta na kanalu DTD, izvršen kontrolni proračun na opterećenja prema savremenim propisima i dati predlozi mjera koje treba poduzeti na saniranju oštećenja i defekata na ovom objektu. U teorijskom dijelu rada dat je osvrt na tehnologije i tehnološke procese građenja monolitnih mostova.

Abstract – In the practical part of this paper assessment of prestressed bridge over channel DTD is presented, Control calculation of loads according to modern regulations is also done as well as suggestions of measures for repair of detected damages on this object. The theoretical part is related to review of technologies used in the construction of monolithic bridges.

Ključne reči: AB konstrukcija, most, defekti, oštećenja, statički proračun, sanacija

1. UVOD

Ovaj rad se sastoji od dvije međusobno nezavisne cjeline. Prvi dio se odnosi na teorijski osvrt načina izgradnje monolitnih mostova i tehnologija koje se pri tome upotrebljavaju. U drugom, praktičnom dijelu je obavljena procjena stanja "Subotičkog mosta" na kanalu DTD sa prijedlogom mjera za sanacione radove koje treba izvesti da bi se očuvala njegova funkcija.

2. TEHNOLOGIJA GRAĐENJA MONOLITNIH MOSTOVA**2.1. Uvod**

Za mostovima, kao građevinama koje prevode saobraćaj čovjek je od postojanja osjećao potrebu. Razvoj građenja mostova nije tekao bez teškoća i prema tome razvijao se vijekovima lagano i pretežno usvajajući znanja stečena na već ranije izgrađenim objektima. Takođe razvoj se odigravao uporedo sa novim tehničkim i tehnološkim otkrićima ali i potrebama koje su oni izazivali.

3. GRAĐENJE TEMELJA I STUBOVA**3.1. Građenje temelja za stubove monolitnih mostova**

Temelji stubova mogu se izvoditi kao plitki temelji (kada su uslovi za temeljenje dobri - kvalitetno tlo), ili kao duboki temelji (šipovi, bunari, kesoni) kada uslovi za temeljenje nisu dobri. Plitki temelji se koriste ako se tlo dobre nosivosti nalazi na dubini od 5-7 m.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Vlastimir Radonjanin.

Ako se temeljenje obavlja na suvome onda je postupak temeljenja stubova mosta isti kao i kod temeljenja drugih konstrukcija.

Za temelje u vodi se najčešće pribjegava rešenjima koje podrazumijevaju pregrađivanje jednog dijela vodene prepreke putem tzv. "Larsen talpi" ili sličnih sistema (Slika 1).



Slika 1. Postavljanje talpi za temelj mosta

Jedan od tehnoloških postupaka koji se koriste pri izgradnji i plitkih i dubokih temelja je i podvodno betoniranje a najpoznatija metoda je "Tremie" metoda. Što se tiče dubokih temelja su uobičajena dva načina izvođenja; putem šipova i bunara koji omogućavaju prenos opterećenja do dobro nosivog tla.

3.2. Građenje stubova monolitnih mostova

Oporci ili obalni stubovi su takvi da ih je najlakše graditi na klasičan način, betoniranjem na licu mjesta. Obično su konstruktivno gledano slični niskim zidovima pa su postupci građenja analogni onima u visokogradnji. Osnovni načini izvođenja rasponskih stubova betoniranjem na licu mjesta jesu oni pri kojima se koristi standardna, potpuna oplata, segmentna (sektorska) oplata i klizna oplata.

4. GRAĐENJE RASPONSKIH KONSTRUKCIJA**4.1. Izvođenje na nepokretnim skelama**

Najstarija i najduže primjenjivana tehnologija na postavljanju rasponske konstrukcije, je betoniranje dugih odsječaka na licu mjesta. Do sredine 20 vijeka dominantne su bile drvene skele koje su se mogle upotrijebiti samo na jednom objektu a kasnije počinje upotreba aluminijumskih i čeličnih skela koje se lako demontiraju i mogu upotrebljavati na sledećem objektu.

4.2. Izvođenje na pokretnim skelama

Pokretnim skelama nazivamo one koje se bez rasklapanja mogu premještati uzduž ili poprijeko u odnosu na most. Ovakve skele su pogodne ako tlo ispod mosta ravno i dobre nosivosti, ako most nije uzdignut visoko iznad tla i ako ima više jednakih polja.

4.3. Izvođenje na lansirnim skelama

Ovim postupkom se izvode mostovi raspona jednog polja do oko 50m. Lansirne skele se po pravilu uglavnom oslanjaju na stubove mosta ili na privremeni pomoćni stub (Slika 2).

Skela se u sledeće polje lansira ili u djelovima ili u jednom komadu ispod ili iznad rasponske konstrukcije putem hidrauličkih naprava.



Slika 2. Lansirna skela ispod rasponske konstrukcije

4.4. Izvođenje konzolnim postupkom

Kada se u ovom postupku betoniraju sektori na licu mjesta, što je odlika monolitne gradnje, građenje počinje na unaprijed završenim stubovima tako da postepeno nastaju konzolni djelovi prikladno pričvršćeni za stub. Prilikom konzolne izgradnje nosač prolazi kroz različite statičke faze; na početku je čista konzola a na samom kraju prelazi u gredni ili ramovski sistem.

4.5. Izvođenje postupkom navlačenja ili potiskivanja

Čitava rasponska konstrukcija ili njeni djelovi mogu se izraditi na obali a zatim uzdužno premjestiti na njihova konačna mijesta na mostu.

U zavisnosti od toga da li se konstrukcija navlači sistemom užadi ili se gura sistemom hidrauličkih presa govorimo o navlačenju ili potiskivanju. Iza obalnih stubova betonira se dio konstrukcije dužine obično $L/4$ ili $L/2$. Posle očvršćavanja betona čitav betonski dio konstrukcije se uz pomoć hidrauličnih presa (ili putem užadi) gura (navlači) naprijed preko teflonskih ležajeva.

5. STRUČNI DIO - PROCJENA STANJA I SANACIJA MOSTA

5.1. Uvod

Most je izgrađen 1964 godine preko kanala DTD na međunarodnom magistralnom putu M-22.1 Novi Sad - Subotica.

Postojeći most je objekat sa tri otvora raspona $45.60 + 81.80 + 45.60$ m i dvije obalne konstrukcije 2×12.00 m što daje ukupnu dužinu mosta od 197.00 m. Širina kolovoza je 7.50 m a postoje i dvije pješačke staze 2×2.20 m što daje ukupnu širinu mosta od 11.90 m.

Poprečni presjek gornjeg stroja mosta je jedan sanduk oblika trapeza sa konzolama, visine 2.40 m (u polju). Nad srednjim osloncima (stubovima) ta visina je povećana na 3.50 m pomoću parabolinih vuta. Rebra sanduka su debljine 25 cm, donja ploča je debljine 15 cm i ima širinu od 260 cm.

Gledano u podužnom pravcu, na svakih 6.69m sanduk mosta je pregrađen poprečnim rebrima debljine 14cm. Pješačke staze su riješene iz montažnih elemenata.

Primjenjen je sistem prednaprezanja IMS, kablovima $6\varnothing 7$ Svi stubovi mosta fundirani su pomoću otvorenih okruglih bunara. Srednji stubovi projektovani su u obliku platna konstantne širine $b = 280$ cm.

6. VIZUELNI PREGLED

Detaljan vizuelni pregled obavlja se sa ciljem utvrđivanja stvarnog stanja konstrukcije i svih njenih elemenata, pri čemu se misli na procjenu stvarnog stanja njene nosivosti, stabilnosti upotrebljivosti i trajnosti. Most je izdjeljen na cijeline po kojima se obavio vizuelni pregled. Same cijeline su zaokružene po konstrukcijskim cijelinama mosta (npr stubovi, temelji, glavni nosač...).

Gledajući u pravcu od Subotice ka Novom Sadu stubovi su obilježeni oznakama S1, S2, S3, S4. Takođe gledajući samo gornji stroj mosta on je podjeljen na 6 zona između osa radi lakšeg prezentovanja lokacije defekata i oštećenja. Zone 1 i 6 su za prelazne konstrukcije, zone 2 i 5 se pružaju od obalnih stubova do srednjih stubova a zone 3 i 4 predstavljaju srednji raspon mosta.

6.1. Obalni stubovi S1 i S4

Vizuelnim pregledom utvrđena su slična oštećenja i defekti na oba ova elementa. Karakteristični defekti su mjesta segregacije, manja betonska gnjezda i nedovoljan zaštitni sloj betona. Oštećenja su oljuskana zaštitna boja, odlomljeni ivični dijelovi betona, vertikalne pukotine, i korodirala armatura u unutrašnjosti. Na krilnim zidovima ovih stubova primjetno je oljuskivanje ukrasnog površinskog sloja betona sa biološkom korozijom i korodiralim šipkama armature. Zaštitne ploče sa keglji su većim delom nestale ili su uništene. Kao uzrok propadanja betona i korozije armature može se smatrati procurivanje vode sa kolovoza kroz vodopropusne dilatacione sprave i njeno slivanje do stubova.

6.2. Rječni stubovi S2 i S3

Vizuelnim pregledom utvrđena su oštećenja i defekti manjeg, lokalnog obima. U pitanju su tragovi oplata i lokalna oštećenja ivičnog betona vjerovatno od mehaničkog udara.

6.3. Zona 1 i 6

Vizuelnim pregledom utvrđena su slična oštećenja i defekti na oba dijela konstrukcije. Karakteristični defekti su tragovi oplata, iscurivanje cementnog mlijeka i lokalna betonska gnjezda. Oštećenja su najveća u oslončkim zonama ispod dilatacionih sprava gdje su vidljive korodirale šipke armature i odvaljeni ivični dijelovi betona. Razlog je isti na obje strane, slivanje vode sa kolovoza niz te elemente. Primjećene su i vertikalne pukotine, dvije u zoni 1 a jedna u zoni 6 koje su posljedica rane termičke kontrakcije. Najuočljivije oštećenja su na montažnim pločama pješačkih staza gdje je izrazito primjetna korozija na armaturi, odvaljeni čitavi slojevi betona a na nekim mjestima su ploče potpuno uništene. Uzrok je zalivanje spojnicama između ploča livenim asfaltom koji je tokom godina usljed prolaska teškog saobraćaja popustio i otvorio put za prolaz vode sa kolovoza na donju stranu ploča što je kombinovano sa mrazom i malim zaštitnim slojem dovelo do ovoga (Sl. 3).



Slika 3. Oštećenja kod oslonca zone 1

6.3. Zona 2 i 5

Vizuelnim pregledom utvrđena su slična oštećenja i defekti na oba dijela konstrukcije. Defekti se ponavljaju kao i zonama 1 i 6 a treba napomenuti i postojanje tragova korozije na površini betona usljed malog zaštitnog sloja.

Najveća oštećenja su ponovo u oslonačkoj zoni i na pločama pješačkih staza. U oslonačkoj zoni su pored već pomenutih oštećenja vidljivi i krajevi pomoćnih kablova za utezanje koji su korodirali usljed nedostatka zaštitnih "kućica" koje su postavljene na ostalim mjestima na konstrukciji (Slika 4).



Slika 4. Oštećenja na pločama pješačkih staza

6.3. Zona 3 i 4

Vizuelnim pregledom utvrđena su oštećenja i defekti na dostupnim djelovima konstrukcije koji nisu većeg obima i povljaju se kao i na ostalim djelovima konstrukcije lokalno. Treba napomenuti postojanje vidljivih tragova naslaga kalcijum karbonata niz sanduk na mjestima gdje se nalaze rupe za odvod bez slivnika, što je dobar indikator da su ta mjesta ugrožena korozijom betona kao i veliki stepen oštećenja na pločama pješačkih staza.

7. NEDESTRUKTIVNA ISPITIVANJA MOSTA

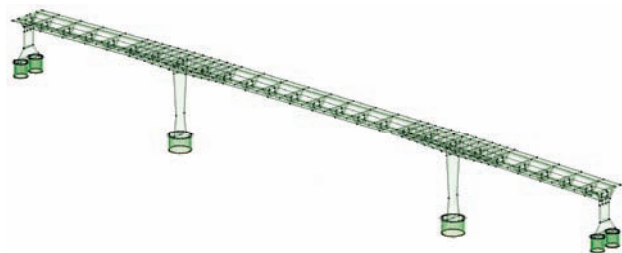
Obavljena su nedestruktivna ispitivanja pojedinih dijelova mosta putem određivanja dubine karbonizovanog sloja betona fenolftaleinom i ispitivanja površinske tvrdoće betona putem sklerometra. Fenolftaleinskim testom su ispitani stubovi S1 i S4 a sklerometrom stubovi S1, S2 i S4. Zaključak je da je beton na stubu S1 karbonizovan do dubine od 9mm dok je na stubu S4 taj sloj oko 5mm. Posle obrade rezultata dobijenih putem sklerometra zaključeno je da su marke betona u stubovima MB 35.

8. ANALIZA PRIKUPLJENIH PODATAKA

Nakon pregleda mosta i ispitivanja utvrđeno je da nisu ugrožene nosivost i stabilnost konstrukcije mosta, ali je ugrožena trajnost i funkcionalnost. U cilju obezbeđenja daljeg funkcionisanja mosta i produženja njegovog veka trajanja neophodno je preduzeti mere na sanaciji uočenih defekata i oštećenja.

9. KONTROLNI PRORAČUN MOSTA

Kontrolni proračun izveden je sa ciljem da se utvrdi stanje napona i deformacija (ugiba) u postojećoj konstrukciji tj. da se utvrdi da li je postojeća konstrukcija projektovana i izvedena polovinom prošlog vijeka sposobna da primi sve uticaje u skladu sa novijim propisima. Proračun je izveden u softverskom paketu "AxisVM 12" koji se zasniva na metodi konačnih elemenata. Na slici 5 prikazan je 3D model mosta za proračun.



Slika 5. Žičani 3D model mosta

Analizirani su slučajevi sledećih opterećenja; stalno opterećenje, korisno opterećenje, opterećenje vjetrom i seizmičko opterećenje u pravcu upravnom na pravac odvijanja saobraćaja, paralelno sa pravcem odvijanja saobraćaja i vertikalno seizmičko opterećenje. Uticaji dobijeni iz kombinacija ovih opterećenja superponirani su sa uticajima dobijenim od prednaprezanja.

Za korisno opterećenje je mjerodavno vozilo V600 pošto je u pitanju magistralni put. Analizom rezultata proračuna i upoređivanjem sa dozvoljenim naponima betona izveden je zaključak da naponi nisu prekoračeni ni za jednu kombi-naciju opterećenja u elementima glavnog nosača i stubova mosta.

Takođe rezultati proračunskih ugiba na mostu se nalaze ispod granica dozvoljenih ugiba.

Provjerom armature u krstasto-armiranoj gornjoj ploči sanduka izveden je zaključak da nije potrebno ojačavanje tog elementa i da ugrađena armatura zadovoljava.

10. PREDLOG SANACIONIH MJERA

U cilju obezbeđenja daljeg funkcionisanja mosta i produženja njegovog veka trajanja neophodno je preduzeti mere na sanaciji uočenih defekata i oštećenja i to: zamjena dilatacionih sprava, zamjena konzolnih ploča na pješačkim stazama, rešiti odvođenje vode sa mosta kroz slivnike i cevi, zamena ležišta u oslonačkim zonama, saniranje svih zona sa nedovoljnom debljinom zaštitnog sloja betona i korodiralom armaturom, "popravak" zona betona sa vidljivim segregacijama i nedovoljno zbijenim betonom, injektiranje prslina i ostali dodatni radovi poput zamjene asflatnog sloja i "popravke" pješačke ograde.

10.1. Zamjena dilatacionih sprava

Odlučeno je da stare dilatacione sprave budu zamjenjene novim vodonepropusnim, jer je curenje i slivanje vode jedan od glavnih uzroka oštećenja na mostu. Izabrane su nove dilatacione sprave tipa "ALGAFLEX T120".

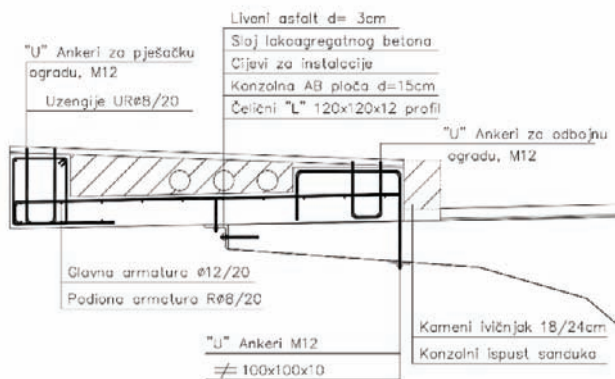
10.2. Zamjena slivnika i cijevi za odvod vode

Novi sistem odvodnjavanja vode sa kolovoza biće tzv. otvoreni sistem u kome će biti zamjenjeni slivnici i slivničke cijevi koji su dotrajali ili uopšte nisu postojali.

10.3. Zamjena montažnih ploča pješačkih staza

Zbog propadanja starih konzolnih ploča i visokog stepena oštećenja na njima one će biti zamjenjene novim takođe montažnim, prefabrikovanim pločama (Slika 6). Mjesta spojnice biće zalivena poliuretanskom masom što bi trebalo spriječiti probleme koji su se desili starim pješačkim stazama.

Spajanje sa glavnim nosačem ovih montažnih elemenata obavice se putem ankeri. Sva armatura kao i ankeri su proračunati na najnepovoljnije uticaje za nove elemente.



Slika 6. Nova konzolna ploča pješačke staze

10.4. Zamjena ležišta kod stubova S1 i S4

Stari oslonički sistemi tipa klatno biće zamjenjeni novim modernim neoprenskim ležištima. Pri tome će biti napravljeni i ležišni kvadri na koje će se nova ležišta osloniti. Kvadri će putem ankeri biti pričvršćeni za stub a ležišta će specijalnim lijepkom biti pričvršćena za kvadere. Armatura kvadri i ankeri su proračunati na najnepovoljnije uticaje. Biće upotrebljena ležišta ALGABLOC NB 500x700x174

10.5. Sanacija oštećenja po pojedinim elementima

Na stubovima S1 i S4 će biti povećan zaštitni sloj betona na 10cm prije čega će se ukloniti oštećeni beton i korodirala armatura očistiti ili zamjeniti. Novi sloj biće armiran mrežom Q069 i zbog poboljšanja veze staro-novo biće postavljeni ankeri Ø6. Koristiće se trofrakcijski beton MB 35.

Stubovi S2 i S3 biće sanirani tako što će na njima biti popravljena lokalna oštećenja ugradnjom reparaturnih maltera ručnim putem.

Zona 1 i 6 će zbog sličnih oštećenja biti slično i sanirane. Pukotine će biti popunjene injektiranjem poluuretanskog materijala. Na krilnim zidovima će biti uklonjen zaštitni sloj betona do dubine 20cm, armatura će biti očišćena ili zamjenjena a zatim će se pristupiti betoniranju novog sloja trofrakcijskim betonom marke MB30. Ivični dijelovi

osloničkih zona biće popravljene ručno reparaturnim malterima uz čišćenje i po potrebi zamjenu armature.

Na zonama 2 i 5 u osloničkim dijelovima popravke će biti izvršene kao i u zonama 1 i 6. Ostala mjesta lokalnih oštećenja (betonska gnjezda, vidljive mrlje korozije...) tako će se i tretirati uz popravak reparaturnim malterima, čišćenje armature i premazivanje zaštitnim sredstvima.

Zone 3 i 4 će takođe biti lokalno sanirane jer je zaključak da sem betonskih gnjezda i sličnih lokalnih oštećenja nisu puno stradale dok će slojevi kalcijum-karbonata biti zanemareni jer oni nisu pravo oštećenje već samo indikator budućih oštećenja.

10.6. Ostali radovi na sanaciji

Osim radova potrebnih za povrat trajnosti i funkcionalnosti konstrukcije potrebno je obaviti i radove kao što su postavljanje hidroizolacije na kolovoz, zamjena asfaltnih slojeva novim, rekonstrukcija pješačke ograde, Postavljanje nove vertikalne komunikacije do pješačke staze i sl.

11. ZAKLJUČAK

Osnovni uzrok propadanja mosta je višedecenijsko zanemarivanje u njegovo neodržavanje. Sva uočena oštećenja uglavnom imaju isti uzrok: procurivanje vode sa kolovoza i njeno slivanje niz konstrukciju. Do toga je došlo zbog neadekvatne opreme (vodopropusne dilatacije) ili zbog propadanja nekih elemenata (mjesta spojnice na pločama pješačke staze, odvodne cijevi). Stepen deterioracije objekta mogao je biti smanjen pravovremenim pregledima ili održavanjem.

12. LITERATURA

- [1] M. Malešev, V. Radonjanin: Skripta sa predavanja, "Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [2] M. Malešev, V. Radonjanin: Skripta sa predavanja, "Sanacije betonskih konstrukcija", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [3] Mihajlo Muravljev: "Osnovi teorije i tehnologije betona", Beograd 2005
- [4] J. Radnić, A. Harapin, G. Šunjić, "Mostovi, odabrana poglavlja", Split-Mostar, 2004.
- [5] "Priručnik za projektovanje puteva u republici Srbiji", Beograd, 2012
- [6] Z. Brujić: Skripta sa predavanja, "Betonske konstrukcije", Fakultet tehničkih nauka, NoviSad
- [7] B. Kovač, P. Brana, D. Vidaković: Nastavni materijal za predavanja, "Tehnologija građenja", Osijek

Kratka biografija:



Srdan Kosorić rođen je u Sarajevu 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo, Modul Konstrukcije iz oblasti Procene stanja i sanacije konstrukcija odbranio je 2015. godine.

**PROCENA STANJA, DOGRADNJA I SANACIJA STAMBENE ZGRADE
U BAČKOM PETROVCU****ASSESSMENT, UPGRADE AND REPAIR OF THE APARTMENT BUILDING
IN BAČKI PETROVAC**

Nataša Benka, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazana procena stanja, nadogradnja i sanacija stambene zgrade u Bačkom Petrovcu. U teorijskom delu rada je prikazan način ojačanja zidanih zidova FRP materijalima. U prvom delu stručnog rada su prikazani rezultati detaljnog vizuelnog pregleda objekta i data je ocena stanja sa aspekta nosivosti, stabilnosti i trajnosti. Dominantna oštećenja na objektu su nastala usled dejstva vlage. U drugom delu rada je urađena nadogradnja objekta, koja podrazumeva izradu novog sprata i potkrovlja. Potom je formiran prostorni model objekta sa nadogradnjom, sprovedena je statička i dinamička analiza sa proverom napona u zidovima i tlu, i na kraju su predložene mere sanacije.

Abstract – This paper presents an assessment, upgrading and repair of the apartment building in Bački Petrovac. The theoretical part of the paper presents a method of reinforcement of masonry walls with FRP materials. The first part of the practical work presents the results of a detailed visual inspection of the facility and the assessment in terms of load capacity, stability and durability. The dominant structure damages are caused by the action of moisture. In the second part of practical part the upgrading the facility is made, which includes building a new floor and attic. Then a special model of the structure with the upgrade part is formed. The static and dynamic analysis to check the stresses in the walls and the ground are done and at the end measures of repair are proposed.

Ključne reči: defekti, oštećenja, procena stanja, sanacija, ojačanje, dogradnja.

1. UVOD

Ovaj rad se sastoji od dve međusobno nezavisne celine, teorijskog i praktičnog dela. Teorijski deo rada predstavlja naučno - istraživački deo sa temom „Ojačanja zidanih konstrukcija FRP materijalima“, a praktični deo se odnosi na procenu stanja, nadogradnju i sanaciju stambene zgrade u Bačkom Petrovcu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Malešev, red.prof.

**2. TEORIJSKI DEO - OJAČANJE ZIDANIH
KONSTRUKCIJA FRP MATERIJALIMA****2.1. Uvod**

Zbog toga što je seizmičkim proračunom dobijeno da su u zidu C (podrum) prekoračeni naponi smicanja, potrebno je ojačati zid. Ojačanje će biti izvršeno sa FRP šipkama. Za ojačanje horizontalnih spojnica zidova će se koristiti „repointing“ metoda, dok će se za ojačanje vertikalnih spojnica koristiti NSM FRP metoda (sečenje, odnosno zasecanje spojnica). Ovakva kombinacija je odabrana kao najpovoljnija prema podacima iz analizirane literature. Za ojačanje su odabrane CFRP šipke proizvođača SIKA (Carbodur - Rods) prečnika 6mm i dužine 6m i masa za popunjavanje Sikadur AnchorFix.

2.2. Procedura ojačanja „repointing“ metodom

Procedura se sastoji od: zasecanja dela maltera u horizontalnim spojnica zida upotrebom brusilice dimenzija koje su za 50% veće od prečnika šipke, postavljanja zaštitnih traka, čišćenja žlebova vakumiranjem ili vazduhom pod pritiskom, ispunjavanja horizontalnih spojnica sa epoksidnom ili cementnom pastom, ugradnje šipki u spojeve, poravnanja i uklanjanja zaštitnih traka. (Slika 1.).



Slika 1. - Umetanje paste i ugradnja šipki

Kako bi osigurali ispravno učvršćenje između epoksidne paste i maltera, mora se očistiti prašina iz kanala uz pomoć vazdušnog kompresora pre popunjavanja spojeva. Može se upotrebiti maskirna ili neka druga samolepljiva traka kako bi se izbegle mrlje. U slučaju da je zid zidan tako da mu se vertikalne spojnice poklapaju, tada se FRP šipke mogu i u njih ugraditi.

**2.3. Procedura ojačanja NSM metodom (usecanje
vertikalnih spojnica)**

Procedura se sastoji od: zasecanja keramičkih blokova zida upotrebom brusilice dimenzija koje su za 50% veće od prečnika šipke, postavljanja zaštitnih traka, čišćenja žlebova vakumiranjem ili vazduhom pod pritiskom, ispunjavanja vertikalnih žlebova epoksidnom ili cementnom pastom, ugradnje šipki u spojeve, poravnanja i uklanjanja zaštitnih traka. (Slika 2.)



Slika 2. - Zasecanje zida, ugrađivanje FRP šipki i popunjavanje epoksidom

3. STRUČNI DEO

3.1. Tehnički opis konstrukcije

Na teritoriji Bačkog Petrovca su postojala naselja još u 13.veku. Bački Petrovac je poznat po mnogim kulturnim i obrazovnim institucijama, kao što je npr.Narodni muzej. U ovom kraju je poljoprivreda vrlo razvijena. Područje Bačkog Petrovca je u sistemu kanala Dunav-Tisa-Dunav, ima lovišta i druge prirodne atraktivnosti.

Stambena zgrada se nalazi u Bačkom Petrovcu, ulica Kubaniova, blok F2, južno-bački okrug. Zgrada je građena 1976.godine. (Slika 3.).

Zgrada je spratnosti Su+Pr+2sp. Pravougaonog je oblika, dimenzija u osnovi 16.67x14.18m. Suterenski prostor se nalazi ispod jednog dela objekta, odnosno objekat je rešen tako da ima dva dela koja su po visini smaknuta za polovinu visine etaže (postoji viši i niži deo objekta).

Zgrada ima jedan, glavni ulaz. Podrum ima 8 prostorija i namenjene su za ostave, površina 12.74m² do 14.11m². Prizemlje poseduje 3 dvosobna stana, površina 52.36m² i 64.16m². Prvi sprat se sastoji od 3 dvosobna stana, površina 59.19m² i 64.16m². Drugi sprat se sastoji od 2 dvosobna stana, površina 59.19m². Vertikalna komunikacija je omogućena pomoću stepeništa. Svi stanovi imaju hodnik, kuhinju, nišu, 2 sobe, kupatilo, ostavu, plakar i balkon.



Slika 3. Spoljašnji izgled zgrade (južna fasada)

3.2. Konstruktivni sistem

Konstruktivno, objekat je rešen tako da su glavni konstruktivni elementi noseći zidovi od "giter" blokova debljine d=29cm (ili pune opeke debljine d=25cm u produžnom malteru) i armirano-betonski stubovi (unutar objekta i na glavnoj fasadi). Noseći zidovi su postavljeni u oba ortogonalna pravca i ojačani su vertikalnim serklažima. AB stubovi su povezani AB gredama u visini međuspratne konstrukcije. Pregradni zidovi su debljina d=12cm i d=7cm.

Tavanica je polumontažna tipa "TM5" koju je projektant usvojio sa ukupnom debljinom d=25cm (20+5cm) da bi se lakše postavile instalacije i da bi u svim prostorijama

bio ravan plafon. Povezana je sa zidovima preko horizontalnog serklaža, a sa AB stubovima preko AB greda. Horizontalne sile vetra primaju noseći zidovi.

Temeljna konstrukcija je gabarita 17.2x14.6m. Trake ispod zidova i kontra greda ispod stubova su projektovane na dubini od -1.50m, što znači da su prilikom izvođenja radova obratili pažnju da se radovi izvode u suvom. Izvedena je potrebna hidroizolacija poda, a podna betonska ploča je lako armirana sa Ø6/25 u oba pravca. Armatura je postavljena u sredini debljine ploče, radi veze i ukrčenja temeljnih stopa. Ispod svih armiranih stopa je postavljen tampon sloj debljine d=10cm marke betona MB15.

Krov je ravan, obrađen kao neprohodni i sastoji se od sledećih slojeva: šljunak 5cm, hidroizolacija 1cm, cementna košuljica 3cm, perlit beton 5-15cm, armiranobetonska ploča TM5 i cementni malter 2cm.

Unutrašnje stepenište je armiranobetonsko, dvokrako. Sastoji se od kose ploče dp=17cm i podestne ploče dp=14cm. Dimenzije gazišta su 7x17/29 (podrum) i 9x17/29 (ostale etaže).

Spoljno stepenište je dvoslojno (teraco beton i beton). Debljina gazišta je d=6cm, dok su nosači poprečnog preseka 20/30cm.

3.3. Procena stanja

Vizuelni pregled je obavljen sa unutrašnje i spoljašnje strane objekta. Na slici 4. je dat prikaz karakterističnih oštećenja na objektu.



Slika 4. *Levo: Mrlje od vlage, mali zaštitni sloj betona, otpadanje površinskog sloja maltera.*

Desno: Kristalizacija soli, otpadanje maltera, ljuaskanje završnog sloja, mrlje od vlage

Na osnovu makroskopskog pregleda konstrukcije, utvrđeni su sledeći defekti i oštećenja:

- Mali zaštitni sloj betona,
- Betonska gnezda,
- Nepravilan raspored armature,
- Mrlje od vlage,
- Fleke i mrlje od prašine i buđi,
- Ljuaskanje i otpadanje površinskog sloja,
- Trošan malter i otpadanje maltera,
- Kristalizacija soli,
- Biološka korozija,
- Habanje,
- Korozija armature
- Pukotine usled širenja materijala
- Oštećenja od mraza
- Dotrajalo spoljašnje stepenište i
- Dotrajale instalacije i dotrajala drvena vrata u podrumu,

Na osnovu vizuelnog pregleda, može se zaključiti da, globalno gledano, nosivost i stabilnost objekta, zbog prisutnih oštećenja na nosećim zidovima i stubovima nisu narušene. Narušena je funkcionalnost podrumskih prostorija usled neodržavanja instalacija i nesprečenog ulaska atmosferskih padavina u podrum.

Na spoljašnjem stepeništu, na ulazu u zgradu, uočena su značajna oštećenja izazvana dejstvom mraza i korozijom armature, pa je nosivost i stabilnost ovog elementa konstrukcije narušena, a funkcionalnost ugrožena.

Trajnost objekta, naročito elemenata u omotaču objekta (fasadni zidovi, AB stubovi, AB ploče i grede balkona, ravan krov), smanjena je usled starosti objekta, dugovremenog delovanja atmosferilija, neodržavanja instalacija, oluka i svih drugih elemenata koji su zaduženi da odvede vodu dalje od objekta.

Hidroizolacija i drugi slojevi koji se nalaze na krovnoj ploči (elementi ravnog krova) su oštećeni usled starosti i direktne izloženosti atmosferilijama.

U cilju produženja eksploatacionog veka objekta, naročito sa aspekta trajnosti, potrebna je sanacija svih uočenih oštećenja i nedostataka. Takođe je potrebna konstrukcijska sanacija ili zamena ulaznog spoljašnjeg stepeništa, a radi poboljšanja komfora, potrebna je energetska sanacija ravnog krova i fasadnih zidova.

U okviru sanacije ravnog krova i poboljšanja termičkog komfora objekta, predložena je njegova zamena kosim krovom uz istovremeno dograđivanje još jedne etaže. Time bi se povećala korisna površina zgrade za još tri stambene jedinice i dobio tavaniski prostor za zajedničko korišćenje.

3.4. Dogradnja objekta

Pre izvođenja sanacionih radova pristupa se nadogradnji objekta. Nadogradnja se vrši prvenstveno iz razloga sanacije postojećeg ravnog krova, koji je izveden na predmetnom objektu i koja sada prokišnjava pa iziskuje dosta investiranja, kako bi se objekat zaštitio od prodiranja vode. Oko ravnog krova je postavljen AB venac, koji zajedno sa prodorima dimnjaka takođe predstavlja problem. Još jedan razlog za nadogradnju je i taj što poslednja etaža stanova nije dovoljno toplotno izolovana, tako da se na plafonu ispod ravnog krova već godinama javlja buđ i predstavlja kako estetski problem, tako i zdravstveni problem u tim stanovima. U međuvremenu se javila i potreba za još nekoliko stanova. Kosi krov će imati drvenu noseću konstrukciju, sistema vešaljke, a kao krovni pokrivač odabran je Tegola Canadese (krovna folija 0.5mm, daščani opšiv-OSB ploča 18mm, rogovi 12/14). Krov je složene konfiguracije, zbog krovnih badža kojima se formiraju novi otvori na fasadi u sobama u potkrovlju, kako bi se izbegla rešenja sa ležećim krovnim prozorima i kako bi se obezbedilo dovoljno svetla u prostorijama.

Prilikom rešavanja konfiguracije dograđene etaže, zadržana je postojeća denivelacija u okviru spratova, tako da je jedan stan projektovan na nižem nivou (do dvorišta) sa punom spratnom visinom (stan A) i dva stana su u potkrovlju i orjentisana su prema ulici (stanovi B i C). Zadržane su dimenzije objekta u osnovi, postojeće vertikale, raspored vertikalnih nosećih elemenata, dok je međuspratna konstrukcija projektovana kao "YTONG Bela tavanica". AB stubovi se postavljaju iznad

postojećih i predstavljaju produženi skelet i na dograđenom delu (slika5).

Novo stepenište je armiranobetonsko i produžava se sa krakovima najpre do trećeg sprata (do kote +7.38), a dalje do potkrovlja (kota +8.86).

Međuspratna konstrukcija je polumontažna konstrukcija (YTONG BELA tavanica) od gredica, ležajnica, ispune i tankoslojnog maltera.

Zidovi ispune su od siporeks blokova debljine $d=25\text{cm}$ (zbog male težine i dobrih termoizolacionih svojstava). Pregradni zidovi su od siporeks blokova debljine $d=10\text{cm}$. Zidovi prema spoljašnjem prostoru su od siporeksa, koji je sa spoljašnje strane obložen stiroporom kao toplotnom izolacijom. Na stiropor se postavlja mrežica za nošenje fasadnog završnog premaza.

Slojevi ravnog krova se skidaju do ploče međuspratne tavanice. Skida se AB venac, osim onog dela koji se nalazi iznad balkona do ulice. Ruši se međuspratna konstrukcija iznad stepeništa kako bi se omogućila vertikalna komunikacija za novu etažu.



Slika 5. - Izgled ulične fasade nakon nadogradnje

Konstrukcija objekta je modelirana u softverskom paketu *Tower 6.0*. Isti model je korišćen i za statički i dinamički proračun, kao i za potrebe dimenzionisanja konstrukcijskih elemenata.

Nakon nanošenja opterećenja i dimenzionisanja uočeno je prekoračenje napona na zidu u osi C, pa se pristupa njegovom ojačanju, kao i proširenju svih temeljnih traka radi smanjenja napona u tlu koji su veći od dozvoljenih.

3.5. Sanacioni radovi

Redosled izvođenja sanacionih radova je sledeći:

- Uklanjanje šuta koji se vremenom nakupio u podrumu objekta.
- Rušenje ploča podruma pomoću ručnog pneumatskog čekića.
- Uklanjanje trotoara oko objekta.
- Iskop zemlje oko i unutar objekta radi sanacije temelja.
- Odošenje zemlje van objekta.
- Osiguranje iskopa od odrona tla.
- Iskop zemlje u lamelama ispod postojećih temeljnih traka.
- Betoniranje novih temeljnih traka.
- Nasipanje zemlje u unutrašnjosti objekta.
- Postavljanje novih ploča podruma
- Popunjavanje malterskih spojnica
- Zamena trošnih opeka i blokova.
- Postavljanje horizontalne hidroizolacije zidova u podnožju suterena HIO metodom i metodom bušenja.
- Postavljanje vertikalne hidroizolacije na zidovima.
- Postavljanje termoizolacije na donjoj površini AB ploče iznad podruma.

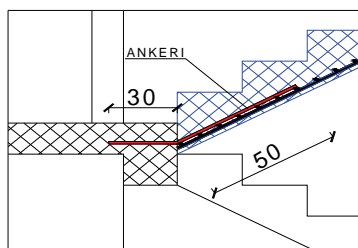
- Zatrpavanje objekta u nivou suterena
- Ojačanje zidova „repointing“ metodom i NSM metodom.
- Uklanjanje elemenata ravnog krova.
- Uklanjanje dela tavanice drugog sprata.
- Odnosnje šteta van objekta.
- Postavljanje skele od čeličnih cevi oko objekta.
- Obijanje fasade i maltera i uklanjanje spoljašnjeg stepeništa.
- Odnosnje šteta.
- Uklanjanje postojeće stolarije objekta i ugrađivanje nove.
- Sanacija AB greda i stubova.
- Izvođenje novog spoljašnjeg AB stepeništa.
- Izvođenje ETICS fasade.
- Izrada olučnih instalacija.

Da bi se ostvarila vertikalna komunikacija sa trećim spratom potrebno je, pre svega, probiti postojeću tavanicu iznad drugog sprata. Na slici 6 je prikazan deo tavanice koji se uklanja.



Slika 6. Sečenje tavanice brusilicom za beton

Veza između stepenišnog kraka i postojeće podestne grede se ostvaruje ankerima. Ankeri se stavljaju na rastojanju od 10 cm. (slika 7)



Slika 7. Veza stepenišne ploče i postojeće podestne grede

4. ZAKLJUČAK

U cilju produženja eksploatacionog veka objekta, naročito sa aspekta trajnosti, potrebna je sanacija svih uočenih oštećenja i nedostataka.

Treba istaći da je sanacija objekta vrlo zahtevan posao, što govori da se posebna pažnja treba posvetiti pravilnom projektovanju, izvođenju i održavanju objekta.

5. LITERATURA

- 1) M.Malešev, V.Radonjanin: Skripta sa predavanja Procena stanja i održavanje građevinskih objekata, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- 2) M.Malešev, V.Radonjanin: Skripta sa predavanja Oštećenja i sanacija zidanih konstrukcija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- 3) Ž.Radosavljević, D.Bajić: Armirani beton, Elementi armirano-betonskih konstrukcija, Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
- 4) M.Muravljev, B.Stevanović: Zidane i drvene konstrukcije zgrada, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2003.
- 5) M.Gojković, B.Stevanović: Drvene konstrukcije, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2001.
- 6) B.Blagojević: Građevinske konstrukcije, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1996.
- 7) S.Stevanović: Fundiranje I, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- 8) Tumialan, G.F.Micelli and A.Nanni: Strengthening of Masonry Structures with FRP Composites, Structures 2001., Washington DC, 2001.
- 9) John Curtis Wylie: Experimental Testing of Unreinforced Masonry Walls Strengthened with Orthogonal Near-Surface Mounted CFRP Subject to Out-of-Plane Loading, Raleigh, North Carolina, 2009.
- 10) J.G.Tumilian and A.Nanni: Strengthening of Masonry Walls with FRP Bars, Composites Fabricator Magazine, Arlington, VA, March 2002.
- 11) Internet adrese: <http://srb.sika.com>, <http://www.dramin.eu>, <http://www.hio-technology.com>, www.ytong.com, <http://www.austrotherm.rs>

Kratka biografija:



Nataša Benka (rod. Gatarić), rođena je 1986. godine u Sisku. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti građevinarstvo - Modul konstrukcije - Procena stanja i sanacija konstrukcija, odbranila je u 2015.godini.

PRIMENA SAVREMENIH ANALITIČKIH METODA U ODREĐIVANJU LOKACIJA ZA POSTAVLJANJE POSTOMATA**APPLICATION OF MODERN ANALYTICAL METHODS IN DETERMINING LOCATIONS FOR POSTAL KIOSKS**Branislav Manojlović, Valentina Basarić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazana primena savremenih analitičkih metoda u sprovođenju istraživanja potrebnih radi donošenja odluke o izboru odgovarajućih lokacija za postavljanje postomata. Metode koje su upotrebljene za obradu raspoloživih podataka su Linearna Regresija, Višestruka Linearna Regresija i Metoda višekriterijumske analize. Softverski alati primenjeni pri obradi podataka su Excel softverski paket i softverski paket Quantum GIS verzija Brighton 2.6.

Abstract – In this paper are shown the use of modern analytical methods in conducting research needed for decision making about right locations for installing postal kiosks. Methods that are used for processing available data are Linear Regression, Multiple Linear Regression and Method of multi-criteria analysis. Software tools used for processing data are Excel software tool and software package Quantum GIS version Brighton 2.6.

Ključne reči: Analitičke metode, lokacije, postomati.

1. UVOD

Matematički modeli su matematički iskazi o ponašanju nekog realnog sistema. Pomoću njih se opisuju odnosi među varijablama. Postoje deterministički i statistički modeli. Primena modelovanja sistema pomoću raznih matematičkih modela, uz korišćenje raspoloživih baza podataka, ima važno mesto u planiranju i organizovanju funkcionisanja poštanskog sistema koji postoji i posluje u dinamičkom okruženju. Osnovna karakteristika tog okruženja je postojanje mnoštva parametara i faktora koji utiču na sistem poštanskog saobraćaja, što dovodi do jasne potrebe za pažljivim posmatranjem i praćenjem svih promena u tom okruženju.

Po definiciji: "Poštanski saobraćaj je delatnost koja javno i organizovano obavlja prenos unapred propisanih i poštanskih pošiljaka od pošiljaoca do primaoca". Dok pojam "poštanska pošiljka" podrazumeva sve ono što pošta pod određenim uslovima primi od pošiljaoca sa obavezom da to prenese i uruči primaocu [1].

Obeležja poštanskog sistema kao velikog i složenog sistema jesu ta da u poštanskom saobraćaju postoji određeni kompleks veza i odnosa, čime i sam poštanski saobraćaj odražava sistem sa većim brojem podsistema.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Valentina Basarić, docent.

Cilj rada je da se prikaže praktična primena savremenih analitičkih metoda, softverskih alata i aplikacija u analizi rada poštanskog preduzeća i da se rezultati dobijeni na taj način upotrebe za poboljšanje poslovanja tog preduzeća. Upravo ovakav pristup treba da ukaže na korisnost upotrebljenih alata i metoda.

2. REGRESIJSKE ANALIZE

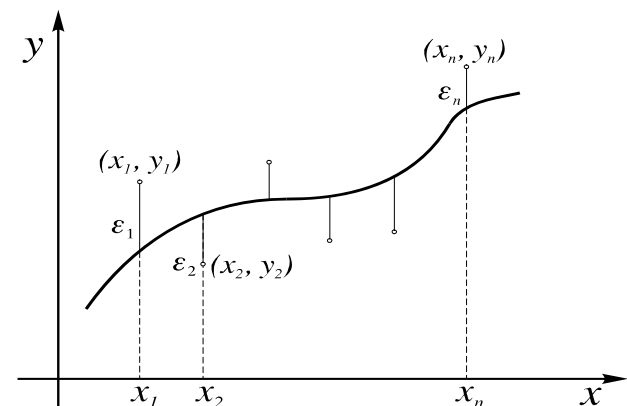
Razvijen je čitav niz softverskih paketa koji imaju mogućnost aproksimacije poznatih matematičkih krivih na bazi poznatih vrednosti promenljivih uz istovremeno izračunavanje nepoznatih parametara koji stoje uz nezavisne promenljive i izračunavanje koeficijentata korelativne zavisnosti.

2.1. Metod najmanjih kvadrata

Postoji više matematičkih funkcija za pronalaženje funkcionalane zavisnosti između dve ili više promenljivih od kojih se najčešće koriste:

- $Y = a_0 + a_1 * x$, prava linija (opšti oblik jednačine prave),
- $Y = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2$, parabola (kvadratna kriva).

Za utvđivanje kojom od matematičkih krivih je najbolje aproksimirati stvarne vrednosti, potrebno je najpre nacrtati dijagram stvarnih vrednosti i na osnovu njih nacrtati matematički poznatu krivu (slika 1). Kada je poznata matematička jednačina krive, moguće je odrediti konstante u jednačini, koristeći onoliko tačaka na krivi (ili oko nje) koliko ima konstanti.



Slika 1. Kriva kojom su aproksimirane stvarne vrednosti

Definiše se kriva koja najmanje odstupa od realnih vrednosti. Tačke $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots (x_n, y_n)$ su stvarne vrednosti utvrđene eksperimentom, merenjem ili slično.

Dužine $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ su greške aproksimacije, odnosno odstupanja eksperimentalne vrednosti od predpostavljene vrednosti. Odstupanje može biti pozitivno, negativno ili nula. Navedene vrednosti omogućavaju da se definiše *Metod najmanjih kvadrata*.

“Mera odstupanja pretpostavljene krive od datih podataka”, proporcionalna je:

$$S = \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_n^2 \quad (1)$$

“Ukoliko je dati izraz manji, utoliko je aproksimacija bolja”. Kvadriranje se vrši kako bi se obezbedile sigurne pozitivne vrednosti, što je takođe moguće postići i upotrebom apsolutne vrednosti.

2.2. Linearna regresija

Linearni oblik je često najpogodniji za formulisanje zavisnosti između promenljivih. Kod linearnih jednačina promenljive su direktno proporcionalne jedna drugoj, ova zavisnost nacrtana na dijagramu formira pravu liniju. Izražava se pomoću linearne jednačine:

$$Y = a + b \cdot X \quad (2)$$

Data jednačina predstavlja opšti oblik jednačine prave i u njoj figuriraju parametri: zavisna promenljiva (Y), nezavisna promenljiva (X), parametri modela (a, b).

2.3. Višestruka linearna regresija

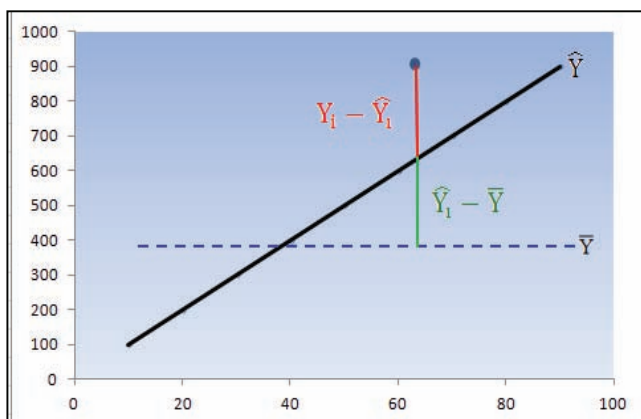
Osobina linearnih modela je da oni mogu biti korišćeni da se opišu i odnosi između nekoliko promenljivih. To se radi tako što se jednostavan model sa dve promenljive proširi na sledeći način:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + \dots + a_n \cdot X_n \quad (3)$$

Gde su: Y – zavisna promenljiva, X_1, X_2, \dots, X_n – nezavisne promenljive, a_0, \dots, a_n – konstante odnose se na funkciju Y i ne zavise od X. Regresione krive kojim se vrše prognoze, nazivaju se *trendom* ili *linijom trenda*.

2.4. Koeficijent korelacije

Za procenu kvaliteta izbora odgovarajuće veze između pojava, koristi se *koeficijent korelacije*. Ovaj koeficijent se još naziva i koeficijent odstupanja ili faktor devijacije.



Slika 2. Određivanje koeficijenta korelacije

Mera jačine linearne veze opisana koeficijentom korelacije:

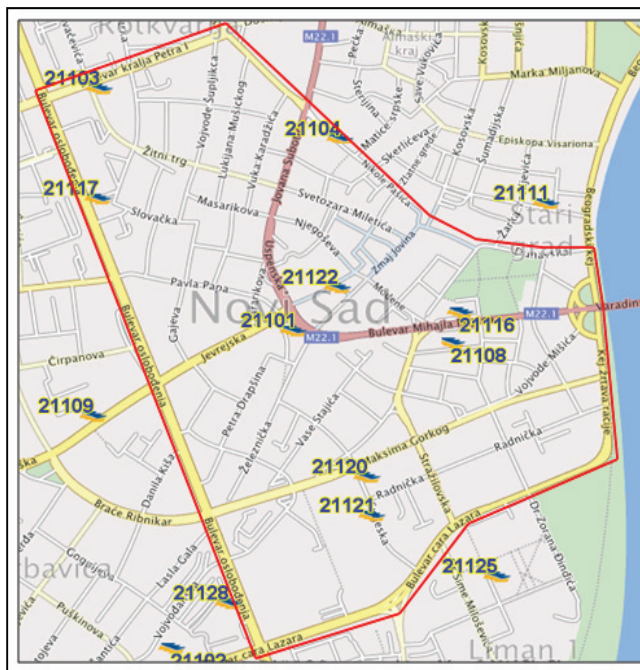
$$R = \pm \sqrt{\frac{\sum(Y_1 - \hat{Y}_1)^2}{\sum(Y_i - \bar{Y}_i)^2}} \quad (4)$$

Koeficijent korelacije je mera jačine linearne veze i uzima vrednosti između -1 i +1. Kada se koeficijent korelacije približava jedinici, znači da je linearna veza između promenljivih X i Y jaka, pa samim tim je i linearni model bolji i prognoza je tačnija. U suprotnom ne postoji dobra linearna veza pa je i greška veća a usled toga je i prognoza manje tačna.

3. ISTRAŽIVANJE ZAHTEVA ZA POŠTANSKIM USLUGAMA

Istraživanje zahteva za poštanskim uslugama obuhvata promet pismonosnih pošiljaka na određenom delu grada Novog Sada u vremenskom periodu od mesec dana (25 radnih dana). Područje grada Novog Sada koje je obuhvaćeno analizom je dostavna zona jedinice poštanske mreže 21101 Novi Sad, JP “Pošta Srbije” (prikazano na slici 3). U prostornom smislu ovo područje je ograničeno sledećim ulicama:

- Bulevar Kralja Petra,
- ulica Kisačka,
- ulica Nikole Pašića,
- ulica Dunavska,
- ulica Kej Žrtava Racije,
- Bulevar Cara Lazara,
- Bulevar Oslobođenja.



Slika 3. Područje analize

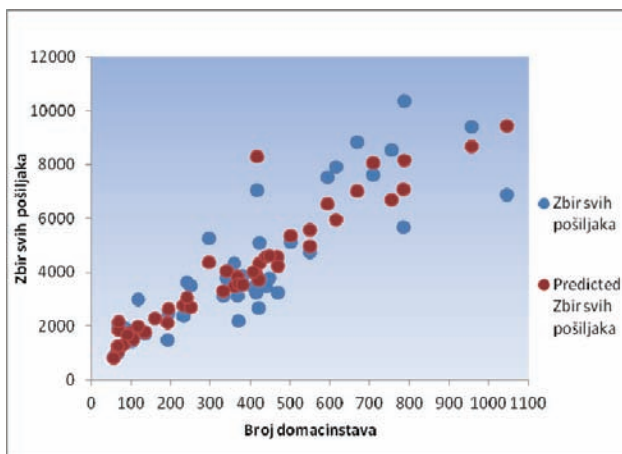
Glavno prostorno područje koje je analizirano je dostavno područje pošte 21101 Novi Sad. Ovo dostavno područje obuhvata 45 saobraćajnih zona, koje su dalje podeljene na 405 PAK-ova. Kao osnovni predmet analize iskorišćeni su podaci o “prometu” različitih pismonosnih pošiljaka u odnosu na kućne adrese primalaca u okviru dostavnog područja pošte 21101 Novi Sad.

4. FORMIRANJE MODELA POTRAŽNJE

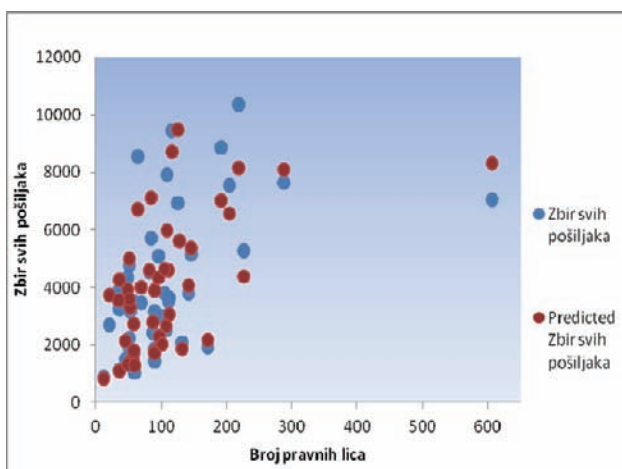
Primenom linearne regresije i višestruke linearne regresije, nad raspoloživim podacima, utvrđeno je da postoji očigledna korelacija između broja pošiljaka i broja domaćinstava što je opisano linearnim trendom.

Odatle se može prognozirati siguran trend porasta broja pošiljaka sa porastom broja domaćinstava. Trend kretanja nivoa svih pošiljaka kao celine u odnosu na broj pravnih lica je analiziran na isti način i utvrđeno je da postoji korelacija između broja pošiljaka i broja pravnih lica pa se može prognozirati siguran trend porasta broja pošiljaka sa porastom broja pravnih lica.

Posmatranjem odnosa ukupnog broja svih pošiljaka sa brojem domaćinstava i brojem pravnih lica, može se predvideti porast prometa pošiljaka na analiziranom području. Time se sagledava stvarni i prognozirani broj pošiljaka u odnosu na broj domaćinstava (Grafik 1) i u odnosu na broj pravnih lica (Grafik 2)



Grafik 1. Stvarni i prognozirani broj svih pošiljaka u odnosu na broj domaćinstava



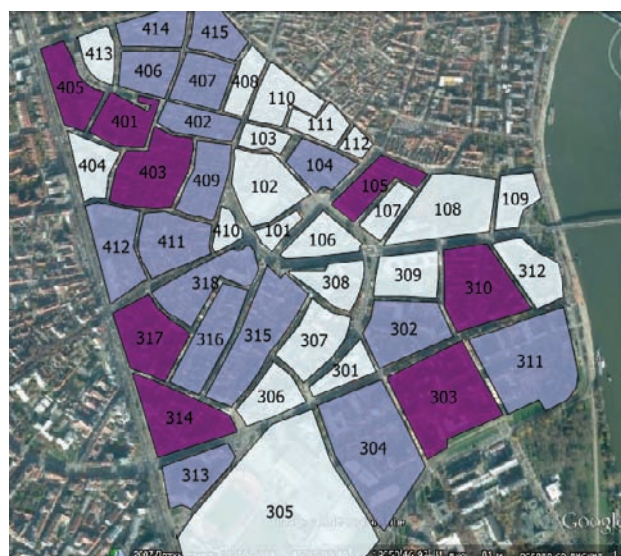
Grafik 2. Stvarni i prognozirani broj svih pošiljaka u odnosu na broj pravnih lica

Primenjena linearna regresija i višestruka linearna regresija, nad raspoloživim podacima, je dala dovoljno materijala da se dalje primenom savremenih vizuelnih alata, kao što su alati GIS-a, mogu sagledati najbolja mesta na posmatranom području za raspoređivanje postomata sa ciljem kreiranja najoptimalnije mreže poštanskih jedinica na posmatranom području.

5. DEFINISANJE BROJA I RASPOREDA POSTOMATA

Jedinice poštanske mreže za pružanje poštanskih usluga otvaraju se na osnovu prostornih, funkcionalnih i ekonomskih kriterijuma [3]. Pri tome mora se obratiti

pažnja na stanje tržišne zone u određenom području. Ukupan broj korisnika poštanskih usluga na posmatranom području daje stanje tržišne zone na tom području (slika 4).



Slika 4. Koncentracija korisnika (stanje tržišne zone)

Prema dobijenim podacima o stanju tržišne zone vrši se sagledavanje rasprostranjenosti jedinica poštanske mreže u odnosu na tržišnu zonu i pokrivenost tog područja, prikazano na slici 5.



Slika 5. Zone koje pokrivaju jedinice poštanske mreže

Sagledavanjem površine koju obuhvataju prikazane pošte i podataka o broju korisnika u svakoj zoni i broju pošiljaka u prometu u okviru svake od zona, može se utvrditi da li je aktuelna mreža poštanskih jedinica na analiziranom području dobro rasprostranjena.

Time je moguće uočiti eventualna preklapanja u nadležnostima pojedinih jedinica poštanske mreže kao i područja koja su nedovoljno pokrivena ili nisu uopšte pokrivena uslugom.

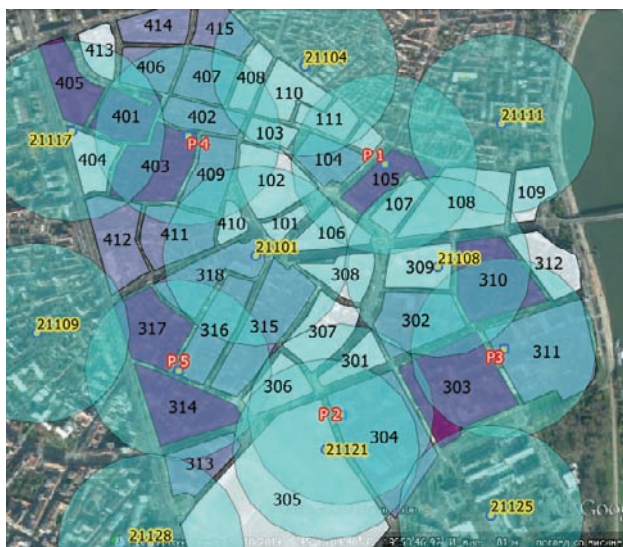
5.1. Reorganizacija poštanske mreže

Postupak ukidanja klasičnih poštanskih jedinica na navedenim lokacijama i postavljanje postomata na novim

predloženim lokacijama daje za rezultat izmenjenu mrežu poštanskih jedinica.

Učinak reorganizacije poštanske mreže vidimo na slici 6.

Sada više nema zona koje nisu adekvatno pokrivena uslugom, jer je novi raspored jedinica poštanske mreže, zajedno sa postomatima takav da ove jedinice pokrivaju svaku zonu u podjednako i u potpunosti sa adekvatnom uslugom.



Slika 6. Zone koje pokriva izmenjena poštanska mreža

6. IZBOR NAJOPTIMALNIJEG UREĐAJA

Pronalaženje najboljeg rešenja, između više ponuđenih alternativa je suština metoda višekriterijumskog odlučivanja (MCDM).

Odabir najpogodnijeg postomata za implementaciju u poštansku mrežu na posmatranom području, izvršen je metodom višekriterijumskog odlučivanja uz upotrebu tablične forme.

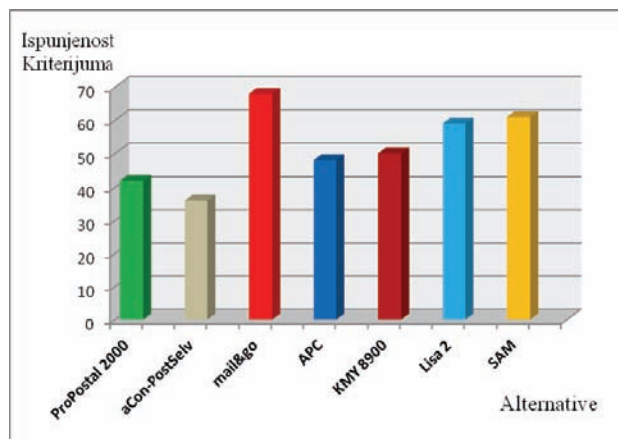
Suština metode se ogleda u izradi matrice koja će obuhvatiti odgovarajuće kriterijume za definisane alternative i dodeljivanje težinskih vrednosti datim kriterijumima.

Alternative u ovom slučaju su sledeći modeli postomata:

- Postomat ProPostal 2000,
- Samouslužna mašina aCon – PostSelv,
- Poštanski Kiosk "mail&go",
- Automatski Poštanski Centar APC (Automated Postal Center),
- Samouslužni poštanski kiosk KMY 8900,
- Samouslužni uređaj Lisa 2,
- Samouslužna Automatska Mašina SAM (Self-service Automated Machine).

Kriterijumi u ovom slučaju su tehničke karakteristike ovih uređaja, odakle proizilazi pouzdanost u njihovom radu i kvalitet pružene usluge.

Dobijeni rezultati, se mogu videti na grafiku 3. Gde najveću vrednost ispunjenosti kriterijuma ima postomat *Postal Kiosk mail&go*. To znači da je on upravo najoptimalnija alternativa među ponuđenim uređajima.



Grafik 3. Rezultati obračuna

7. ZAKLJUČAK

Sprovedena analiza je pokazala da broj pošiljaka raste sa porastom broja domaćinstava i broja pravih lica. Trend porasta broja pošiljaka pokazao se kao linearan u najvećem broju slučajeva. Najveći broj pošiljaka u prometu u posmatranom periodu, su pošiljke tipa "O"-obična pismonosna pošiljka.

Analiza je pokazala da porastom grada, u smislu dalje izgradnje stambenih i poslovnih objekata, može opravdano da se očekuje povećanje broja korisnika i siguran porast prometa pismonosnih pošiljaka, što direktno utiče na broj i raspored postomata na datom području.

Novo tehnologije koje se uvode u poštansku delatnost moraju pratiti trendove razvoja gradova i kretanja stanovništva, kako bi na pravi način mogle da zadovolje tražnju za poštanskim uslugama na tržištu.

Prikazani primer obrade i analize podataka primenom savremenih analitičkih metoda i alata, pokazao je kolika je njihova praktična upotrebljivost u realnim situacijama. Pomoću ovih metoda i alata moguće je obezbediti bolje poslovanje svakog preduzeća a ne samo preduzeća koja se bave poštanskom delatnošću, jer su ove metode i alati zapravo univerzalni.

8. LITERATURA

- [1] Kujačić M., "Osnovi poštanskog saobraćaja", Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2009.
- [2] Jovanović V., Đurđev B., Stankov U., "GIS – Geografsko Informacioni Sistemi", Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno Matematički Fakultet, Novi Sad, 2012.
- [3] Šarac D., "Modeli upravljanja poštanskom mrežom", Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2014.

Kratka biografija:



Branislav Manojlović rođen je u Rumi 1982. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2015. godine.

Valentina Basarić doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. godine, od 2011. godine je u zvanju docent na Katedri za saobraćajne sisteme. Uža naučna oblast interesovanja – saobraćajni sistemi.

**АНАЛИЗА СТАВОВА ПЕШАКА У САОБРАЋАЈУ У САРТРЕ 4 ИСТРАЖИВАЊУ
ANALYSIS OF THE ATTITUDES OF PEDESTRIAN ROAD USERS IN SARTRE 4
RESEARCH**

Дамир Војиновић, Факултет техничких наука, НовиСад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Утврђивање понашања и ставова пешака као учесника у саобраћају ради унапређења безбедности на путевима. На међународном нивоу се чине значајни напори на развоју и примени мера које за циљ имају промену понашања појединих учесника у саобраћају. У раду су анализирани ставови и понашања пешака као рањиви учесници у саобраћају.

Abstract – Determining the behavior and attitudes of pedestrians as well as other road users in order to improve road safety. At the international 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 attitudes and behavior of pedestrians as vulnerable road users.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, понашање, ставови, пешаци, остали учесници у саобраћају.

1. УВОД

Пешаци су најрањивији корисници саобраћајног система због разних разлога, попут недостатка заштите као и због њиховог карактера и понашања приликом сусретања са моторним возилима. Као последица, познавање ставова, понашања и перцепције пешака може се искористити за боље разумевање и спровођење мера за побољшање безбедности пешака. Неколико постојећих истраживања дошло је до корисних и значајних резултата у погледу ставова, навика и перцепције пешака (Yagil, 2000).

Предмет рада су ставови пешака. Анализа је заснована на САРТРЕ 4 истраживању и састојала из два дела:

- Дескриптивна анализа: учесталост, проценат и поређења на нивоу држава у погледу ставова о безбедности пешака у саобраћају, анализе према старости, величину града и врсте зоне.
- Дубинска анализа: статистичка анализа и моделовање путних навика пешака, ставови о безбедности пута и понашање на основу фактора и групних анализа.

Пешаци су путовали пешачењем дневно или најчешће четири пута седмично (92%). Док у комбинацији са бициклом, у већини земаља, пешаци су путовали бициклом мање од једном месечно (52%).

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др. Драган Јовановић, ванр, проф.

2. ДЕСКРИПТИВНА АНАЛИЗА

Већина пешака је много или прилично забринута због криминала, загађења, здравствене неге, незапослености и саобраћајних незгода (више од 70%). Велика варијација међу пешацима била је забринутост због застоја и гужви.

Процент пешака који су рекли да су путеви веома или прилично безбедни износио је од 24% (Грчка) до 92% (Финска). Пешаци из земаља северне и западне Европе су много задовољни са стањем путева, у поређењу са земљама централне и јужне Европе (График 1.).

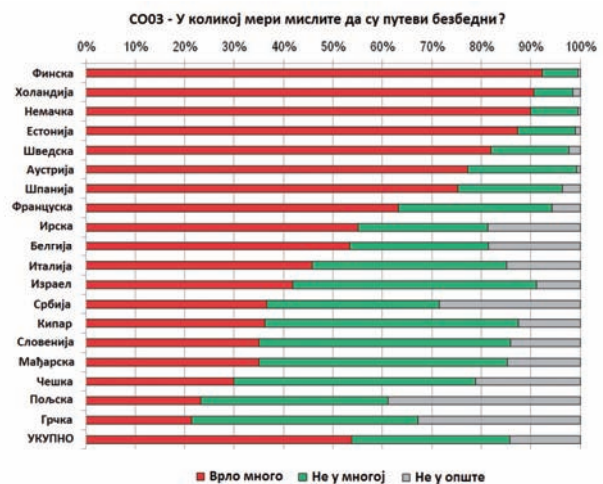


График 1. У коликој мери мислите да су у вашој земљи путеви по којима путујете безбедни?

Процент пешака који верују да су путеви постали веома или прилично безбеднији у току последњих десет година износи од 22% (Грчка) до 79% (Финска). Већина испитаника види много или прилично користи од употребе уређаја за ограничење брзине у аутомобилима, уређаја за детекцију умора и алкобрава у аутомобилима.

Велика већина пешака имају веома много или прилично користи од употребе камера за откривање преласка кроз црвено светло (више од 80%). Процент пешака који строго подржавају за још „зона од 30 km/h“ мањи је у поређењу са осталим мерама, иако је ово мера са нарочитим циљем за побољшање безбедности пешака.

Најмањи проценат пешака који никад или ретко прелазе улицу када је укључено црвено светло је у Шведској (45%), док је највише у Пољској (88%).

У већини земаља, велика већина пешака никад или ретко носи рефлектујућу гардеробу (више од 80%). У севернијим земљама (Шведска, Естонија, Финска, Ирска), пешаци ову гардеробу носе прилично често. Разлог је вероватно због комбинације временских услова и сличне културе.

У погледу ометања пажње приликом шетања, најмањи проценат пешака који ретко или никад не разговарају преко телефона је у Шведској (18%). Постоје велике варијације међу пешацима који никад не користе телефон, опсег се креће од 3% у Естонији до преко 45% у Мађарској и Словенији.

Скоро половина од свих пешака је веома прилично задовољна са стањем тротоара. Генерално, скоро половина пешака је веома или прилично задовољна одвајањем бицикличких од пешачких стаза.

Највећи проценат пешака који су веома или прилично задовољни безбедношћу је у Финској (85%).



График 2. *Колико сте као пешак задовољни са вашом безбедношћу?*

Са аспекта величине насеља, разлике између урбаних, субурбаних и руралних зона су углавном приметне код прелажења на црвено светло, коришћења мобилних телефона и музичких уређаја током шетње, што је доста мање заступљено у руралним зонама и малим градовима. Даље, непрописно прелажење улице и непрописно паркирана возила која због недостатка паркинг места блокирају пролаз су мање заступљена у руралним зонама. Са друге стране, ношење рефлектујуће одеће и избегавање појединих улица или раскрсница је мање заступљено у урбаним зонама.

3. ДУБИНСКА АНАЛИЗА

Ова анализа је вршена са намером да обухвати значајније групе пешака на основу њихових навика путовања.

За поставку анализе коришћене су променљиве „Коришћење превозног средства“ и „Учесталост шетања“. Варијационе трансформације ових променљивих су вршене и резултоване у зависне променљиве за групну анализу. Те променљиве су:

- Укупна дужина путовања (сума свих видова превоза);
- Процент растојања у km за видове транспорта.

Након ових варијација, анализа је резултовала четири врсте пешака:

- Тип 1: „**Просечно растојање за путника, кратко растојање за пешака и корисника јавног превоза**“.Тип 1 обухвата 44,5% популације пешака.
- Тип 2: Слично типу 1, „**Велика растојања за путника и пешака**“.Тип 2 обухвата 9,9% популације и најмања је група.
- Тип 3: „**Кратка растојања за путника – углавном пешаче или бициклом**“.Тип 3 обухвата 24,1% популације пешака.
- Тип 4: „**Просечно растојање за путника, кратко растојање за пешака и учестали бициклиста**“.Тип 4 обухвата 21,5% популације пешака.

Четири типа која су произишла из групне анализе су присутна у различитим размерама у појединачним земљама (График 3).

Тип 1 обухвата 44,5% популације пешака. Значајно је висок у Белгији, а у Израелу и Мађарској мало изнад просека. У Холандији, Ирској и Шведској овај тип је мало испод просека него у осталим земљама.

Тип 2 обухвата 9,9% популације и најмања је група. Значајно више присутан у Немачкој, Аустрији и Естонији него у осталим земљама. У Србији, Шведској и Израелу је високо присутан. У Италији је веома мало присутан.Тип 3 је веома различито присутан у односу на државе. Доста изнад средине (24,1%) је у Кипру, Пољској и Ирској, а испод је у Аустрији, Израелу, Белгији, Француској и Србији.Тип 4 има сличну размеру као тип 3 (21,5%). Значајно је заступљен у Италији и Аустрији, док је у Немачкој, Шведској, Шпанији и Грчкој испод просека.

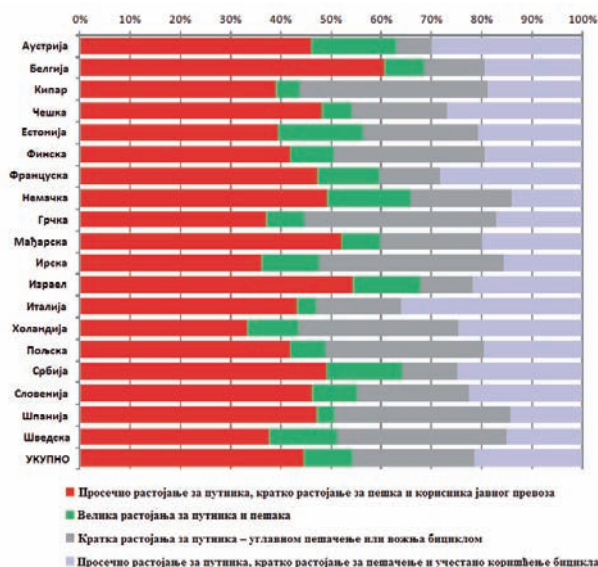


График 3. *Пропорција типова пешака према земљама, у %*

Следећи корак анализе је да се покушају уочити групе променљивих које одражавају ставове пешака, њихове навике и схватања. Из тог разлога се користи анализа истраживачког фактора. Ова техника има два главна циља: први да разуме структуру великог броја променљивих и други да редукује број променљивих

на изводљиву величину, а да истовремено задржи што више оригиналних информација.

Главна анализа компоненти је вршена на променљиве за испитивање, са намером да се обухвате све значајније групе променљивих (компоненти) које одражавају понашања пешака. Посматране компоненте су:

- Задовољење пешачком околином;
- Ставови према казнама;
- Ставови према електронским уређајима у возилима;
- Ставови према ограничењу брзине и надзору;
- Понашање и пажња пешака;
- Ставови према мерама безбедности за пешаке;
- Узнемиреност због осталих корисника пута;
- Промена понашања.

Као следећи корак, групна анализа се спроводи даље. Групна анализа је сличне технике као анализа главних компоненти чији је циљ груписање случајева (појединаца). У овој анализи циљ је груписање пешака у значајније групе. Групном анализом одређене су три групе пешака:

ГРУПА 1: „Позитивни ставови, позитивно понашање“

- Задовољење околином пута,
- Слагање са кажњавањем,
- Слагање са уређајима,
- Слагање са ограничењем брзине и надзором,
- Просечно предузимање ризика и одвлачење пажње,
- Прихватање мера за пешаке.

ГРУПА 2: „Негативни ставови, негативно понашање“

- Незадовољство са околином пута,
- Неслагање са мерама и казнама,
- Неслагање са уређајима,
- Неслагање са ограничењем брзине и надзором,
- Високо предузимање ризика одвлачење пажње,
- Висока промена понашања.

ГРУПА 3: „Мешовити ставови, позитивно понашање“

- Просечно задовољење са околином пута,
- Слагање са кажњавањем,
- Просечно слагање са уређајима,
- Просечно слагање са ограничењем брзине и надзором,
- Мало предузимање ризика и одвлачење пажње,
- Неслагање са мерама за пешаке,
- Без узнемиравања због других корисника пута,
- Без промене понашања.

37% пешака мушког пола спада у групу 1, што сугерише да они имају позитивне ставове и понашања, док 38% има негативне ставове и понашања. Само 25% има мешовите ставове. Скоро половина жена (48%) има позитивне ставове и понашања, док 25% и 27% њих спада у остале две групе (График 4.).

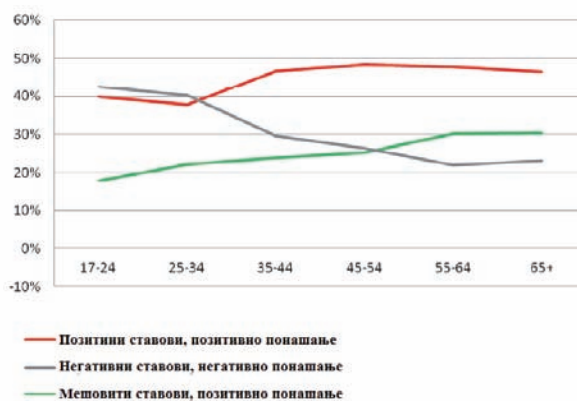


График 4. Пропорција типова пешака према старосним групама, у %

Иако највише пешака спада у групу 1, а најмање у групу 2, овај тренд је обрнут код пешака млађих од 34 године, који су имали негативне ставове и понашања (график 3.12). Старосне групе 17-24 и 25-34 имале су најмањи проценат мешовитих ставова (група 3).

Процент „позитивних ставова и позитивног понашања“ већи је од 40% у скоро свим земљама, осим у Аустрији, Холандији, Шпанији и Немачкој (График 5.). У ове четири земље, пешаци су једнако заступљени кроз три групе. Највећи проценат „негативних ставова и негативних понашања“ је у Италији (48,2%), Кипру (46,5%), Шведској (39,3%) и Грчкој (38,9). Најразуђенија група је „мешовити ставови, позитивна понашања“, која је имала приметно мали проценат у Грчкој (5,6%), Кипру (6,9%) и Естонији (8,1%), док је истовремено имала и неке највеће проценте попут оних у Мађарској (40,5%), Финској (39,2%) и Шпанији (38,7%).

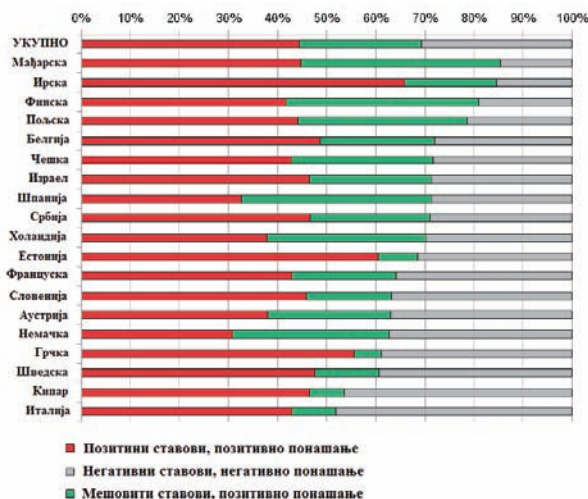


График 5. Пропорција група пешака према земљама, у %

4. ЗАКЉУЧАК

Неколико земаља у свету схватило је значај и корист којима се користе пешаци као „остали учесници у саобраћају“. На такав начин, као што је на пример путовање на посао, може заменити путовање аутомобилом. Штавише, пешачењем се позитивно одражава на здравље људи, док са еколошког аспекта,

значајно се може одразити на смањење емисије штетних гасова, који се сматрају као један од важнијих глобалних проблема. Режији кретања код ових корисника нуди доста предности као што су здрав начин живота, превоз је веома јефтин, не загађује животну средину, редукује ниво буке и саобраћајног загушења.

Из дескриптивне и дубинске анализе пешачких реаговања, могу се направити бројна занимљива запажања:

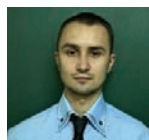
- Чини се да су пешаци веома забринути за поједина друштвено-економска питања, укључујући загађење, незапосленост и здравствену негу. Само у неколико земаља пешаци су се забринули о застоју у саобраћају.
- Чини се да су пешаци више задовољни са стањем путева, откривено је да су они постали безбеднији и да представљају важну бригу за безбедност саобраћаја код влада северних и западних земаља Европе, док је то тотална супротност код земаља јужне и централне Европе.
- Пешацима су веома користиле безбедносне мере за прекорачење брзине, возњу у алкохолисаном стању и умор, нарочито за возаче рецидивисте. Интересантно је да се чини да они нешто мање подржавају увођење више зона од 30 km/h, чак иако је то посвећено безбедности пешака.
- Штавише, пешаци се генерално слажу са повећаним спровођењем и строжијим казнама, нарочито у погледу конзумирања алкохола, као и не ношења кацига за мотоциклисте.
- Укупно, запажено је да пешаци не подржавају толико мере чији је циљ да смање брзину саобраћаја и то се чини контраинтуитивним, али се може приписати чињеници да они не желе да прихвате да проведу више времена у аутомобилима или јавном превозу као путници. Испоставило се да су пешаци мање свесни ризика повезаног са брзином саобраћаја, иако су прилично свесни ризика повезаног са конзумирањем алкохола.
- Пешаци опајају смањен ризик повезан са мотоциклистима, затим са возњом аутомобила, док јавни превоз доживљавају као најбезбеднији вид превоза.
- Иако у већини земаља пешаци ретко или никад не прелазе улицу на црвено светло на семафору, пропорција да то раде често се креће од 10% до 30%. Прелажење на необележеним прелазима се чини да је прилично распрострањено понашање. Са друге стране, они често избегавају путеве и раскрснице које се сматрају опасним.

- Небезбедна или ометајућа понашања су присутнија у урбаним зонама, нарочито са повећањем величине града, него у руралним зонама. Са друге стране, употреба рефлектујуће одеће и избегавање одређених улица или раскрсница је распрострањенија у руралним подручјима.
- Мушкарци чешће прелазе улицу на црвено светло или на погрешним местима, док жене и старији чешће избегавају опасне улице или раскрснице.
- Пешаци користе мобилни телефон прилично често док шетају, али музичке уређаје користе ретко. То може бити делимично због мање заступљености ових уређаја у укупној популацији него мобилних телефона и можда због тога ствара неопходан осећај за смањење ризика.
- Задовољење пешака путном инфраструктуром се смањује са величином града, вероватно због бољих пешачких објеката у већим градовима.
- Најмлађе и најстарије групе су веома често задовољне са путном инфраструктуром. Супротно, старији људи су мање задовољни са брзином и величином саобраћаја.
- Пешаци, нарочито жене, се прилично узнемиравају због возача аутомобила, мање због мотоциклиста и још мање због бициклиста. Резултати ових питања су утицали на ниво мобилности сваког вида у свим земљама.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] SARTRE 4 Survey: „European road users’ risk perception and mobility“, 2010
- [2] Yagil, D.: „Beliefs, Motives and Situational Factors Related to Pedestrians Self-Reported Behaviour at Signal-Controlled Crossings“, Transportation Research Part F, 3, 1-13, 2000

Кратка биографија:



Дамир Војиновић рођен је у Новом Саду 1990. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2015. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

ANALIZA RADA POŠTA U RJ POŠTANSKOG SAOBRAĆAJA „SREMSKA MITROVICA” VIZUALIZACIJOM PUTEM QGIS PROGRAMA**ANALYSIS OF POST OFFICE WORK IN RJ POSTAL TRAFFIC „SREMSKA MITROVICA” THROUGH QGIS PROGRAM VISUALIZATION**

Nataša Kujavić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazano je korišćenje QGIS-a za predstavljanje i vizuelno analiziranje rezultata analize rada pošta u RJ poštanskog saobraćaja „Sremska Mitrovica”. Sprovedena analiza odnosi se na fizički obim obavljenih usluga koje pruža Javno Preduzeće „Pošta Srbije”, na produktivnost zaposlenih i na ostvaren finansijski rezultat rada.

Abstract – In this paper, usage of QGIS for implementation and visual analyzing of the results of data analysis of post office work in RJ Postal Traffic "Sremska Mitrovica". The analysis refers to the volume of the services provided by the Public Enterprise "Pošta Srbije", the productivity of employees and the financial result of the work.

Ključne reči: GIS, poštanska usluga, analiza rada pošte, vizualizacija, QGIS

1. UVOD

Geografski informacioni sistem je sistem za upravljanje prostornim podacima i njima pridruženim karakteristikama. U najužem smislu to je računarski sistem sposoban za integrisanje, memorisanje, uređivanje, analiziranje i prikazivanje geografskih informacija. GIS je oruđe koje dopušta korisnicima analiziranje prostornih informacija, uređivanje podataka i stvaranje interaktivnih upitnika. GIS omogućava vizuelizaciju i analizu informacija iz baze podataka na nov način, otkrivajući ranije skrivene veze među informacijama. Zbog višestrukih prednosti u analizi prostornih podataka, za izradu projekata koji prati ovaj master rada korišćen je open source softver QuantumGIS. A rad je koncipiran tako da pokaže praktičnu primenu softverskog alata QGIS u vizuelizaciji analize rada pošta u RJ poštanskog saobraćaja „Sremska Mitrovica“.

2. GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEM

Prvi geografski informacioni sistemi datiraju iz šezdesetih godina i vezuju se za Kanadu. To su bili veoma komplikovani sistemi. Prikazivanje prostornih podataka je bilo složeno. Korišćen je primitivni interfejs za pregled i prikazivanje podataka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Kranjac, doc.

U ranim fazama razvoja GIS tehnologije, stručnjaci su se pre svega koncentrisali na prikupljanje podataka, aplikacije i projekte, provodeći veći deo vremena u pravljenju baza podataka i formiranju geografskog sadržaja [5].

Elementi GIS-a pružaju osnovu da se savladaju mnogi izazovi, kao što su, na primer, poboljšanje efikasnosti, inteligentno donošenje odluka na osnovu prostornih informacija i slično.

2.1. GIS komponente

GIS čine sledeće komponente (segmenti):

- Korisnici,
- Programska podrška,
- Tehnička (računarska) oprema (hardver),
- Podaci [7].

Najvažniji deo GIS-a su podaci. Podaci o prostoru (kartografski i tablični) mogu se dobiti konverzijom klasične papirnate dokumentacije u odgovarajuće GIS kompatibilne formate ili kupovinom već postojećih GIS podataka koji postoje na tržištu [7].

3. TIPOVI PODATAKA KOJI SE KORISTE U GISU

Osnovna karakteristika GIS-a je prostorna integracija podataka: baza podataka sa raznim atributima, tj. podacima o nekom području, geografskom pojmu je direktno povezana sa odgovarajućim objektima na karti. [6]

Podaci koji se koriste u GIS-u mogu se naći u tri osnovna oblika:

- Vektorski podaci,
- Tabelarni podaci,
- Rasterski podaci [2].

Izvori podataka mogu biti različiti, od tabelarnih baza podataka preko analognih karti, pa sve do satelitskih snimaka određenog područja.

Upravljanje podrazumeva manipulaciju sa podacima - organizovanje, uređivanje i održavanje baze podataka. Tabelarni podaci, a u zadnje vreme i grafički, čuvaju se u relacionim bazama podataka. Ove baza podataka formirane su kao skup tabela. Zajednička polja u različitim tabelama koriste se za njihovo povezivanje. Ova izuzetno jednostavna ideja koristi se zbog svoje fleksibilnosti i široke primene i u raznim drugim aplikacijama van GIS-a [6].

Kvalitet podataka koji se koriste u GIS-u definišu sledeći parametri:

- Ažurnost,
- Preciznost,
- Tačnost podatka,
- Potpunost,
- Konzistentnost.

3.1. Standardni zapisi geografskih informacija

Prostorne informacije u GIS-u zapisuju se uz pomoć geografskih karakteristika: tačke, linije i poligona.

- Tačke su najjednostavnije prostorne karakteristike (entiteti) koje služe za prikaz objekata. Tačkama se mogu označavati lokacije pošta. Niz povezanih tačaka sačinjavaju linije, odnosno niz povezanih (x,y) koordinata stvara liniju [9].
- Linije se koriste za predstavljanje linijskih entiteta, na primer puteva i ruta. Njima se takođe mogu predstaviti elementi kao što su administrativne granice [9].
- Površine (poligoni) su niz zatvorenih linija i koriste se da bi opisale razmatrane površine kao što su područja, zgrade, administrativne oblasti. Površine kao geografske karakteristike se u GIS terminologiji označavaju kao poligoni [9].

4. OBLASTI PRIMENE GIS TEHNOLOGIJE

GIS tehnologija se konstantno razvija kako bi izlazila u susret zahtevima koji dolaze iz prakse, odnosno industrije, uprave i obrazovanja, a koji se neprekidno menjaju. Vizualizacija odnosa, veza i modela podataka pruža nove mogućnosti za donošenje odluka zasnovanih na informacijama koje GIS sadrži, čime se povećava efikasnost poslovanja [4].

Pet osnovnih i najčešćih vidova upotrebe GIS-a su: analiziranje, kartiranje, merenje, nadgledanje, modelovanje i menadžment. Glavne oblasti u kojima je GIS našao najveći nivo upotrebe su:

- Vladine institucije i javni servis,
- Poslovno i uslužno planiranje,
- Logistika i transport,
- Životna sredina.

Uz pomoć GIS alata mogu se vizualizovati sve geografske karakteristike određenog područja.

5. USLUGE GIS-A KOJE PRUŽA POŠTA SRBIJE

U cilju analize teritorijalne dostupnosti poštanske usluge građanima, racionalizacije transporta i dostave poštanskih pošiljaka, od 2002. godine Pošta Srbije razvija geografsko informacioni sistem - GIS [8].

Pošta Srbije je razvila GIS portal i na taj način omogućila građanima i korisnicima poštanskih usluga da koriste GIS tehnologiju i poštime prostorne podatke, kao i kvalitetniji prikaz područja na kome se usluge vrše [8].

Javno preduzeće „Pošta Srbije” je razvilo sledeće usluge bazirane na geografskom informacionom sistemu:

- Isporuka podataka o prostornom položaju kućnog broja,

- Isporuka podataka o prostornom položaju ulica,
- Isporuka podataka o prostornom položaju PAK-a,
- Generisanje alfanumeričkog podatka na osnovu prostornog položaja kućnog broja,
- Generisanje alfanumeričkog podatka na osnovu prostornog položaja PAK-a,
- Isporuka podataka o broju domaćinstava na nivou kućnog broja,
- Isporuka podataka o broju domaćinstava na nivou PAK-a [8].

6. KLASIFIKACIJA USLUGA KOJE PRUŽA JAVNO PREDUZEĆE „POŠTA SRBIJE“

U poštanskom saobraćaju postoji više osnova za klasifikaciju poštanskih usluga. Pravilnikom o opštim uslovima za obavljanje usluga uređeni su uslovi pod kojima se vrše poštanske usluge, izvršena je njihova klasifikacija, određene vrste pošiljaka koje su predviđene za korisnike poštanskih usluga [1].

Poštanske usluge su usluge prijema, prenosa i uručjenja/isplate poštanskih pošiljaka. U zavisnosti od načina obavljanja, sadržine, dimenzija, vrednosti, mase, načina pakovanja i brzine prenosa, one obuhvataju:

- Pismonosne usluge,
- Uputničke usluge,
- Paketske usluge,
- Posebne usluge,
- Usluge dodatne vrednosti,
- Usluge po posebnom zahtevu [1].

7. LOKALNI POŠTANSKO LOGISTIČKI CENTRI

Termin logistički centar generalno označava one lokacije koje su specijalno organizovane i opremljene za obavljanje logističkih aktivnosti. Logistički centar je čvorište u određenoj oblasti gde se, na komercijalnoj osnovi od strane različitih operatera, obavljaju sve aktivnosti koje se odnose na transport, logistiku i distribuciju robe – i u nacionalnom i u međunarodnom tranzitu.

Poštansko logistički centri se u skladu sa nadležnostima koje imaju dele na: regionalne poštansko logističke centre (Beograd, Novi Sad i Niš) i lokalne poštansko logističke centre (Subotica, Sombor, Sremska Mitrovica, Zrenjanin, Pančevo, Valjevo, Užice, Požarevac, Čačak, Kraljevo, Kragujevac, Kruševac, Jagodina, Šabac i Priština).

8. RADNA JEDINICA SREMSKA MITROVICA

Radna Jedinica poštanskog saobraćaja Sremska Mitrovica obuhvata područje Srema, što uključuje pet opština, a to su: Sremska Mitrovica, Stara Pazova, Indija, Ruma i Šid. Kao podloga za izradu projekta koji prati ovaj rad, korišćena je Bing Aerial with labels. Kreiran je poseban vektorski sloj (layer) na kom su ucrtane tačne lokacije pošta koje su predmet istraživanja (Slika 1).



Slika 1. Prikazane lokacije pošta

9. ANALIZA RADA POŠTA U RJ „SREMSKA MITROVICA“ VIZUALIZACIJOM PUTEM QGIS PROGRAMA

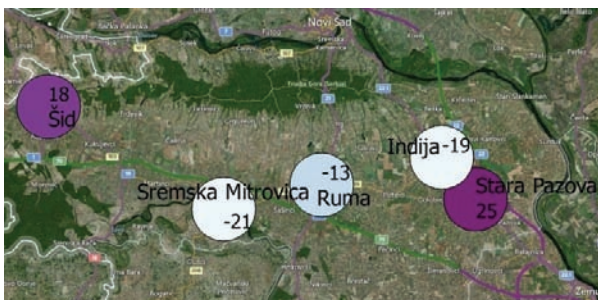
Budući da svoj rad bazira na korišćenju geografskih mapa u digitalnom obliku i baza podataka koje se odnose na informacije o prostoru i objektima (imena, klasifikacije po raznim kriterijumima i sl.), GIS omogućava jasnu prezentaciju podataka, odnosno generisanje raznovrsnih vizuelnih mapa i izveštaja, prikazivanje podataka sa geografskim kontekstom, izračunavanje sumarnih informacija za specifičnu oblast, selekcija poštanskih usluga prema unapred definisanim tipovima [3]. Vizualizacija informacija u obliku karte ima niz značajnih prednosti u odnosu na numeričke izveštaje. Raspored, pravila kretanja i promene nekih vrednosti puno je lakše uočiti na tematskoj karti, nego što se može naći u tablicama sa slovnobrojčanim podacima [7].

9.1. Fizički obim izvršenih usluga

Na osnovu fizičkog obima izvršenih usluga koji je dat za svaku pojedinačnu poštu u RJ poštanskog saobraćaja „Sremska Mitrovica“ a za period januar-decembar 2013. godine i 2014. godine, moguće je korišćenjem alata QuantumGIS programa vizualizovati i na osnovu toga analizirati u kojim granicama se kreće fizički obim određene usluge. Odnosno u kojim poštama je došlo do povećanja, pada fizičkog obima i u kom procentu.

9.1.1. Obične pismonosne usluge

Uz pomoć QGIS programa, odnosno njegovih alata, moguće je u procentima predstaviti odnos fizičkog obima običnih pismonosnih usluga za svih pet pošta analiziranih u okviru RJ poštanskog saobraćaja „Sremska Mitrovica“. Nakon što su podaci koji su prikupljeni uneti u atribut tabelu, omogućeno je da se uz pomoć alata u QGIS-u izvrši matematičko izračunavanje odnosa fizičkog obima običnih pismonosnih usluga. Nakon izračunavanja moguće je vizualizovati dobijene rezultate i na taj način analizirati odnos fizičkog obima usluge (Slika 2).



Slika 2. Odnos fizičkog obima običnih pismonosnih usluga izražen u procentim

Kao što se vidi sa slike jedinica poštanske mreže koja je ostvarila najveće povećanje fizičkog obima običnih pismonosnih usluga je JPM 22300 Stara Pazova. Uočljivo je povećanje fizičkog obima običnih pismonosnih usluga u JPM 22300 Stara Pazova za 25% i u JPM 22240 Šid za 18%. Dok je s druge strane, u posmatranom periodu prisutan pad fizičkog obima običnih pismonosnih usluga u JPM 22000 Sremska Mitrovica za 21% i u JPM 22400 Ruma za 13%.

9.1.2. Ekspres usluge

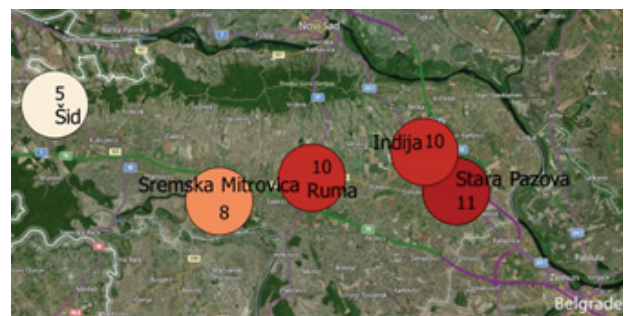
U posmatranom periodu zapaženo je povećanje odnosa fizičkog obima ekspres usluga, a pad je prisutan samo u JPM 22320 Indija za svega 4%. Uočljivo je povećanje odnosa fizičkog obima ekspres usluga za najviše 45% u JPM 22400 Ruma, što je skoro duplo povećanje za period od godinu dana. Na sledećoj slici prikazana je vizualizacija odnosa fizičkog obima ekspres usluga (Slika 3).



Slika 3. Odnos fizičkog obima ekspres usluga izražen u procentima

9.1.3. Uputničke usluge

Nakon unošenja prikupljenih podataka o uputničkim uslugama u QGIS program, i nakon izračunavanja odnosa fizičkog obima uputničkih usluga, dobijena je nešto drugačija slika u odnosu na ostale analizirane usluge. Vizualizovani su dobijeni rezultati, zapaženo je isključivo povećanje odnosa fizičkog obima navedene usluge (Slika 4).

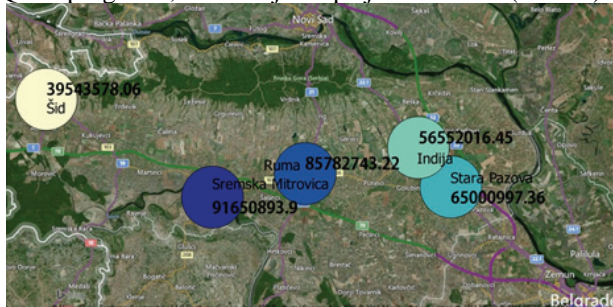


Slika 4. Odnos fizičkog obima uputničkih usluga izražen u procentima

Najveće povećanje fizičkog obima uputničkih usluga uočljivo je u JPM 22300 Stara Pazova za 11%. Kada se posmatra period tokom 2014. godine a u odnosu na 2013. godinu za analiziranu uslugu, može se zaključiti da je došlo do približno ravnomernog povećanja fizičkog obima ove usluge u svim poštama RJ poštanskog saobraćaja „Sremska Mitrovica“. Na osnovu prikazanog povećanja fizičkog obima ove usluge dolazi se do zaključka da su korisnici pošte zadovoljni kvalitetom pružanja uputničkih usluga.

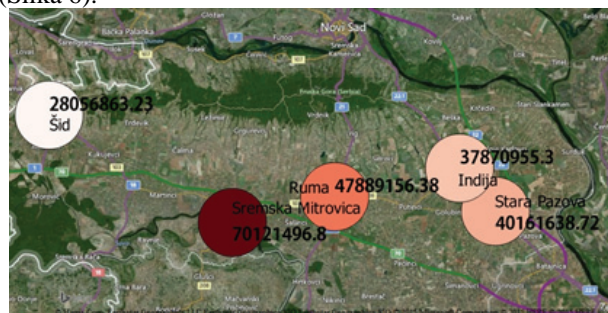
9.2. Finansijski rezultat rada

Nakon unošenja podataka o finansijskom rezultatu ostvarenih prihoda i rashoda u RJ poštanskog saobraćaja "Sremska Mitrovica" a za period januar-decembar 2014. godine u QGIS, moguće je analiziranje ostvarenih rezultata rada pošta RJ. Klasifikaciju finansijskog rezultata ostvarenih prihoda moguće je prikazati putem QGIS programa, korišćenjem opcije Graduated (Slika 5).



Slika 5. Finansijski rezultat prihoda

Može se zaključiti da je najveće prihode ostvarila JPM 22000 Sremska Mitrovica od 91 milion dinara. A najniže prihode ima JPM 22240 Šid: 39 miliona dinara. Prihode JP PTT Saobraćaja Srbija obezbeđuju: rezervisane poštanske usluge, nerezervisane poštanske usluge, komercijalne usluge i ostali poslovni prihodi. Kada je reč o rashodima, dolazi se do zaključka da najviše rashode ima JPM 22000 Sremska Mitrovica, od 70 miliona dinara (Slika 6).



Slika 6. Finansijski rezultat rashoda

Rashode poslovanja JP PTT Saobraćaja Srbija čine: materijalni troškovi, troškovi zaposlenih, nematerijalni troškovi, operativni troškovi i amortizacija.

Na osnovu navedenih podataka o prihodima i rashodima RJ poštanskog saobraćaja "Sremska Mitrovica", može se izračunati rezultat ukupnog rada, a zatim izvršiti i klasifikacija finansijskog rezultata rada pošta RJ poštanskog saobraćaja "Sremska Mitrovica" korišćenjem opcije Graduated u QuantumGIS programu (Slika 7).



Slika 7. Finansijski rezultat rada RJ poštanskog saobraćaja "Sremska Mitrovica"

Na osnovu prikazanih rezultata rada RJ poštanskog saobraćaja "Sremska Mitrovica", a za period januar-decembar 2014. godine, može se zaključiti da je najbolji finansijski rezultat ostvarila JPM 22400 Ruma sa rezultatom od 37 miliona dinara. Dok je najmanji finansijski rezultata ostvarila JPM 22240 Šid sa iznosom od svega 11 miliona dinara.

10. ZAKLJUČAK

Korišćenje geografskih informacionih sistema je odličan alat za analizu parametara, vizualizacijom u prostoru. Klasifikovanjem i sistematizovanjem prikupljenih pouzdanih informacija (podataka), omogućeno je pravljenje jedinstvene baze podataka koju je u svakom trenutku moguće proširiti ili nadograditi.

S obzirom na misiju pošte, a na osnovu urađenih analiza i dobijenih rezultata, koji su vizuelno predstavljeni, došlo se do zaključka da je potrebno:

- uticati na povećanje produktivnosti zaposlenih,
- povećanje fizičkog obima izvršenih usluga,
- podizanje nivoa kvaliteta usluga kako bi se privukli potencijalni korisnici,
- povećavati atraktivnosti poštanskih usluga,
- osmisliti i ponuditi nove usluge na tržištu,
- uticati na porast ukupnog finansijskog rezultata rada.

Kroz ovaj rad, pokazano je da se GIS sistemi, mogu upotrebljavati za vizuelno analiziranje podataka o radu pošta u jednoj radnoj jedinici. Pošta kao sistem treba da bude fleksibilna, u korak sa modernim trendovima poslovanja i sve zahtevnijim korisnicima.

11. LITERATURA

- [1] M. Kujačić, „Poštanske usluge i mreže“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.
- [2] M. Kranjac, „Geografski informacioni sistemi“, skripte, Novi Sad, 2013.
- [3] M. Kujačić, „Nove tehnologije i usluge u poštanskom saobraćaju“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.
- [4] <http://www.rgf.bg.ac.rs/> preuzeto u maju 2015.
- [5] <https://www.yumpu.com/> preuzeto u maju 2015.
- [6] <http://www.meste.org/> preuzeto u junu 2015.
- [7] <http://rudar.rgn.hr/> preuzeto u septembru 2015.
- [8] <http://www.posta.rs/> preuzeto u avgustu 2015.
- [9] <https://geoinformator.wordpress.com/> preuzeto u maju 2015.

Kratka biografija:



Nataša Kujavić rođena je u Zagrebu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Geografski informacioni sistemi u saobraćaju odbranila je 2015.god.

PRIKAZ KOORDINATNIH SISTEMA SOFTVERSKOG PAKETA QGIS I NJIHOVE PRIMENE U ANALIZI LOKACIJA JEDINICA POŠTANSKE MREŽE U NOVOM SADU**REPRESENTATION OF QGIS SOFTWARE PACKAGE COORDINATE SYSTEM AND THEIR APPLICATION IN ANALYSIS OF POSTAL SERVICE UNITS IN NOVI SAD**

Boris Babin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Tema rada su geografski informacioni sistemi, odnosno njihov istorijski razvoj i sadašnja infrastruktura koja to omogućava. Akcenat je stavljen na koordinatne sisteme koje koriste geografski informacioni sistemi i na primere njihove primene u analizi lokacija jedinica poštanske mreže na području grada Novog Sada.

Abstract – Subject of this work are geographical information systems, and their historical development and current infrastructure that makes it possible. Emphasis is placed on the coordinate system used by geographic information systems and examples of their application in the analysis of location of the postal network in the city of Novi Sad.

Ključne reči: GIS, koordinatni sistemi, jedinice poštanske mreže, QGIS

1. UVOD

U današnje vreme je malo oblasti u kojima informaciono-komunikacione tehnologije nemaju direktnu ili indirektnu ulogu. Na taj način i geografski informacioni sistemi, kao savremene informacione tehnologije direktno utiču na obradu i način korišćenja podataka o prostoru. Geografski informacioni sistemi služe za čuvanje i obradu različitih vrsta geografskih podataka.

Kako su ovi podaci sve brojniji, a njihova upotreba sve rasprostranjenija, bilo je neophodno sve te podatke i informacije sistematizovati i objediniti. Jedna od najvećih prednosti GIS-a jeste to da je GIS okruženje koje omogućava povezivanje i pretraživanje odnosa među prostornim podacima i njihovim atributima što je namera da se pokaže na konkretnim primerima u ovom radu.

2. ISTORIJAT I RAZVOJ GIS-A

Geografski informacioni sistemi počeli su sa razvojem ranih šezdesetih godina prošlog veka.

Njihov razvoj možemo prikazati na vremenskoj liniji sa četiri ključna perioda:

- Pionirski, od ranih 1960-ih do 1975. godine
- Eksperimentalni, od 1973. do ranih 1980-ih
- Komercijalni, od 1982. do kasnih 1980-ih
- Savremeni, od 1990. do danas.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Kranjac, docent.

Kao najraniji primer u literaturi se često može naići na mapu engleskog lekara John Snow-a koju je napravio 1854. godine u Londonu za vreme širenja bolesti kolere (Slika 1). To je bio prvi slučaj da je neko na mapi koristio elemente koji danas mogu predstavljati neke od osnovnih delova jednog GIS-a.



Slika 1. Mapa iz 1854. Godine - najraniji primer GIS-a [1]

3. KONCEPT GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA

Geografski informacioni sistem (GIS) je sistem za kreiranje i upravljanje prostornih podataka sa pripadajućim atributima. U užem smislu, to je kumpjuterski sistem sposoban za integraciju, skladištenje, editovanje, analizu i prikaz informacija vezanih za prostornu lokaciju. U širem smislu, GIS je "pametna karta" koja omogućuje korisnicima da kreiraju interaktivne upite, analizu prostornih informacija i sprovođenje promena [2]. GIS integriše pet osnovnih komponenti koje su u sprezi (korisnici, podaci, analiza, harver i softver).

3.1 Funkcionisanje GIS-a

Nabranjanje definicija o GIS-u i uspostavljanje tvrdnji o mogućnosti GIS-a da beleži i manipuliše prostornim podacima neće rezultovati uvidom u funkcionalnost GIS-a. Možda je stoga uputnije podeliti operacije koje jedan GIS paket može da uradi u pet osnovnih grupa:

1. Pribavljanje prostornih podataka
2. Upravljanje prostornim podacima
3. Upravljanje bazama podataka
4. Vizuelizacija podataka
5. Prostorne analize.

3.2 Rasterski, vektorski i hibridni tipovi podataka

Generalno, raster se sastoji od matrice ćelija (piksela), organizovanih u redove i kolone, gde svaka ćelija sadrži vrednost koja predstavlja informaciju, kao npr. temperatura. Rasteri su i digitalne aerofotografije, satelitski snimci, digitalne slike ili skenirane mape.

U rasterskom formatu mogu se predstaviti realne pojave kao što su: diskretni podaci, kontinualni podaci i slike.

Diskretni podaci najčešće prikazuju pojave kao što su klase zemljišta, tipovi ili slično. U kontinualne podatke spadaju fenomeni kao što su temperatura, visinski podaci ili spektralni podaci (satelitski snimci ili aerofotografije). U slike spadaju skenirane mape i crteži.

Pored rasterskih, koriste se i vektorski tipovi podataka. Karakteristika vektorskih podataka je ta, što se čuvaju koristeći koordinate. Prostorni entiteti se često predstavljaju kao geometrijske figure. Različiti objekti iz realnosti se predstavljaju različitim tipovima geometrijskih figura:

1. tačka;
2. linija;
3. poligon [3].

Prostorni fenomen može se prikazati geometrijski u vektorskom ili rasterskom formatu. Hibridni tipovi podataka koriste vektorske i rasterske podatke zajedno unutar jedinstvenog sistemskog okruženja, kombinujući bolja svojstva vektorskih i rasterskih podataka. Mogu se razlikovati različite faze integracije [3]:

- hibridna vizualizacija;
- hibridno procesiranje;
- hibridna struktura podataka;

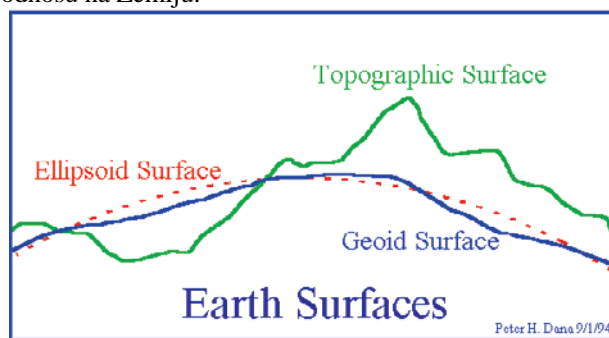
4. KOORDINATNI SISTEMI

Koordinatni sistemi igraju veoma važnu ulogu u geografskim informacionim sistemima. Oni se koriste u svakom segmentu od geografskih informacija i vektorske geometrije do geodetskih projekcijskih mapa. Kao takvi, koordinatni sistemi čine jezgro GIS-a. Važno je shvatiti da implementacija koordinatnog sistema u GIS omogućava geografskim podacima da budu prikazani kao vektorski podaci. Sa druge strane, geodetski podaci različitih izvora se mogu zajedno koristiti upotrebljavajući tehnike slojeva i transformacija koordinatnih sistema. Poznajući referentni sistem izvornih podataka, lako se može izvršiti transformacija ovih podataka u drugi koordinatni sistem. U krajnjoj liniji, bez implementacije koordinatnog sistema, GIS bi bio sveden na običnu bazu podataka.

4.1 Opšti pregled

Jedno od osnovnih svojstava podataka GIS-a jeste njihova prostorna referenca. Prostorni položaj definisan je u odnosu na fizičku površ Zemlje. Prvi problem predstavlja aproksimacija. Zemlja kao telo može se posmatrati iz dva aspekta: matematičkog i fizičkog. Ako se posmatra matematički, aproksimacija se vrši sferoidom (uglavnom lopta ili rotacioni elipsoid) i ovakva interpretacija omogućuje definisanje trodimenzionalnog položaja u prostoru. Iz aspekta fizike zemlja se može posmatrati kao geoid, nulta ekvipotencionalna površ, pogodna za definisanje visinskog datuma. Tako objedinjeno definiše

se i položajna i visinska referentna površ (Slika 2). Geodetski datum definiše veličinu i oblik zemljinog elipsoida, kao i koordinatni početak i orijentaciju u odnosu na Zemlju.



Slika 2. Prikaz dveju aproksimacija i stvarnog izgleda Zemljine površi [4]

Najčešće korišćeni sferoidi sa svojim karakteristikama (velika poluosa a i parametar spljoštenosti f ili poluprečnik r) [4]:

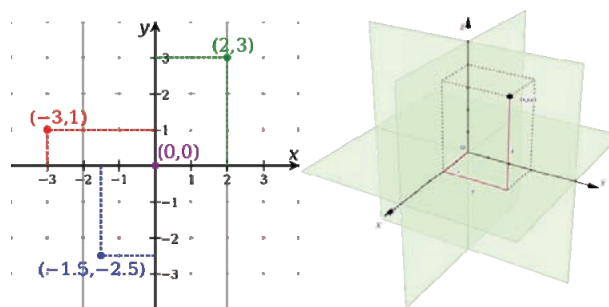
Sferoid	Parametri sferoida
WGS84	$a = 6378137:000$ $f = 298:25722$
BESSEL	$a = 6377397:155$ $f = 299:15281$
GoogleEarth	$r = 6378137:000$

4.2 Pravougle i sferne koordinate

Koordinatni sistem je skup parametara pomoću kojih se opisuju lokacije na Zemljinoj površi. U GIS-u se mogu koristiti koordinatni sistemi sa sfernim i ravnim koordinatama, koji mogu biti: Geografski koordinatni sistem (lat,long), Kartezijev ili matematički (x,y).

4.2.1 Kartezijev koordinatni sistem

Zasluga za otkriće Kartezijevog koordinatnog sistema kako on danas nosi ime, pripala je francuskom matematičaru Reneu Descartesu (1596.-1650.) koji ga je imenovao po svojoj latinskoj verziji imena Cartesius. Kartezijev dvodimenzionalni koordinatni sistem određuje položaj tačke u ravni, a kartezijev trodimenzionalni koordinatni sistem određuje položaj tačke u prostoru.



Slika 3. Dvodimenzionalni i trodimenzionalni Dekartov koordinatni sistem [5]

Tačka O zove se centar koordinatnog sistema, brojevnii pravac x zove se osa x ili apscisa, a brojevnii pravac y osa y ili ordinata koordinatnog sistema. U trodimenzionalnom koordinatnom sistemu nazivi osa (apscisa i ordinata) nisu uslovljene, ali ukoliko se koriste tada je uobičajeno treću, z-osu, nazvati aplikata. Katkad govorimo skrećeno o x-osi ili y-osi, odn. o osama koordinatnog sistema. Na svaku od osa smešten je brojevnii pravac, gde svaki realni broj: celi, racionalni ili iracionalni, ima jedinstveno mesto na osi.

4.2.2 Geografski koordinatni sistem

Položaj tačke se zaviso od koordinatnog sistema izražava u stepenima (lučno rastojanje od Ekvatora u odnosu na središte Zemlje). Ovako izražena vrednost pokazuje ugao koji zaklapaju duži povučene iz centra Zemlje kroz referentnu tačku i tačku kojoj određujemo mesto (Slika 4).



Slika 4. Geografski koordinatni sistem [6].

Položaj tačke severno ili južno u odnosu na ekvator se naziva geografska širina ili latituda (latitude). Uporednici ili paralele su zamišljeni krugovi koji povezuju sve tačke na površini Zemljine kugle koje se nalaze na istoj geografskoj širini. Najveća paralela je Ekvator (Equator), dužine 40,075 km, a ostali, manji uporednici su mu paralelni i nalaze se severno i južno.

Položaj tačke istočno ili zapadno od Griničkog podnevnika se naziva geografska dužina ili longituda (longitude). Podnevak ili meridijan je luk koji spaja Severni i Južni pol prostirući se pravcem sever-jug. Ovaj luk nema oblik polovine kružnice zato što je Zemlja blago spljoštena na polovima i njen poprečni presek na pravcu sever-jug je u stvari elipsa. Podnevnici su dobili naziv po tome što je Sunce tačno iznad ovog podnevnika u podne.

5. KARTOGRAFSKE PROJEKCIJE

Kartografska projekcija predstavlja matematičku transformaciju sa koordinata referentnog sistema na ravanske koordinate: $(\lambda, \phi) \rightarrow (x, y)$. Da bi podaci na svim slojevima bili upotrebljivi, moraju biti u istoj kartografskoj projekciji i koordinatnom sistemu. Kartografska projekcija u matematičkom smislu predstavlja prevodjenje informacija iz trodimenzionalne Zemljine zakrivljene površine na dvodimenzionalan medij: papir ili kompjuterski ekran.

5.1 Podela kartografskih projekcija

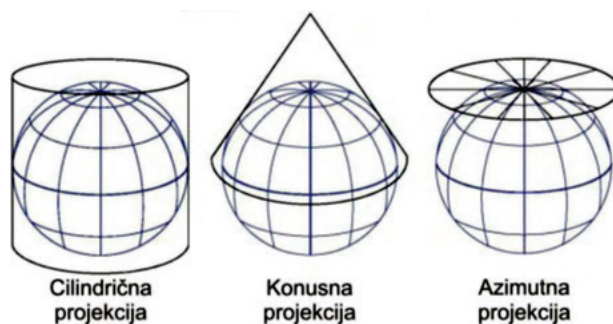
Podela kartografskih projekcija može se izvršiti na osnovu tri kriterijuma [6]:

- prema vrsti deformacija,
- prema položaju projekcione površi i
- prema vrsti projekcione površi.

U zavisnosti od vrste deformacija koje nastaju prilikom preslikavanja, projekcije mogu biti:

konformne–zadržava se jednakost oblika i uglova; ekvidistantne–zadržava se jednakost dužina po određenim pravcima i ekvivalentne–zadržava se jednakost površina. Prema položaju projekcione površi, projekcije mogu biti: normalne, poprečne i kose.

Prema vrsti projekcione površi sve projekcije mogu biti: perspektivne, konusne, cilindrične (Slika 5).



Slika 5. Kartografske projekcije [6]

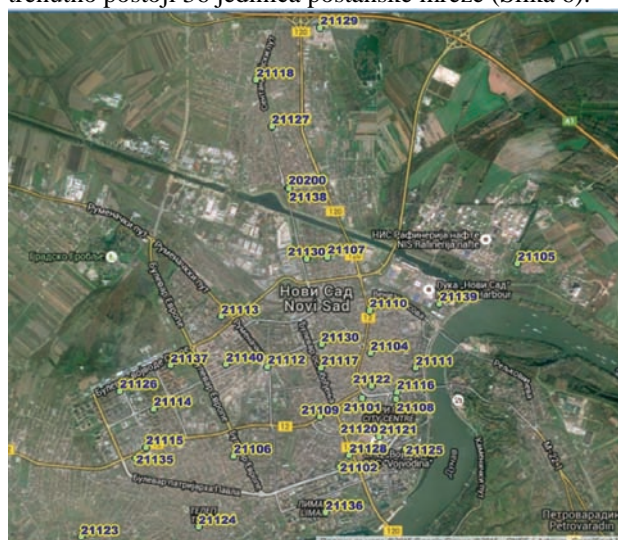
6. DRŽAVNI KOORDINATNI SISTEM SRBIJE

Od 1924. godine, u Srbiji je u upotrebi Beselov elipsoid kao referentni elipsoid, odnosno dimenzije dvoosnog obrtnog elipsoida koji je merenjima od 1831. godine do 1838. godine odredio nemački naučnik Vilhelm Fridrih Besel. Iste, 1924. godine, Gaus-Kriggerova projekcija je usvojena kao državna projekcija u Srbiji. Nakon gotovo 100 godina, od 1. januara 2011. godine u Republici Srbiji se u skladu sa Zakonom o katastru i državnom premeru, primenjuje novi državni - prostorni referentni sistem (ETRS89), usvojen je novi referentni dvoosni obrtni elipsoid (GRS80), a usvojena je i nova državna projekcija (UTM) [7].

7. ANALIZA TERITORIJALNE DOSTUPNOSTI JEDINICA POŠTANSKE MREŽE NA PODRUČJU GRADA NOVOG SADA

Za prikaz lokacija korišten je softverki paket QGIS, a kao osnovna mapa korišćena je Google-ova hibridna mapa tj. ortofoto snimak sa ucrtanim ulicama.

Prilikom ucrtavanja tačnih koordinata korišćen je državni referentni koordinatni sistem u ravni projekcije, odnosno SRB_ETRS89/UTM, dok su koordinate preuzete sa GIS portala pošte Srbije. Na užem području Novog Sada trenutno postoji 36 jedinica poštanske mreže (Slika 6).



Slika 6. Lokacije jedinica poštanske mreže.

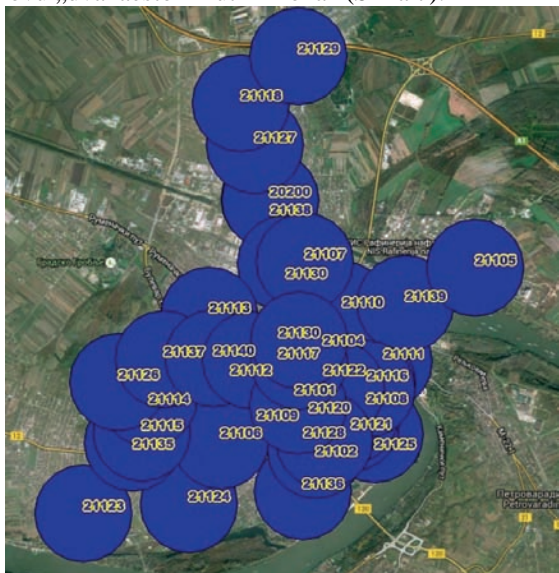
Prostorni kriterijumi za otvaranje jedinica poštanske mreže za pružanje usluga korisnicima zasnovani su na metodi "minutnih zona" pod kojim se podrazumeva maksimalni vremenski interval potreban da korisnik poštanske usluge dodje do jedinice poštanske mreže za pružanje poštanskih usluga korisnicima [8].

Danas se primenjuju sledeće "minutne zone":

- za gradove preko 300.000 stanovnika kriterijum "desetominutne zone",
- za gradove od 50.000 do 300.000 stanovnika kriterijum "dvanaestominutne zone",
- za gradove do 50.000 stanovnika kriterijum "petnaestominutne zone",
- za ostala naselja zbijenog tipa kriterijum "dvadesetominutne zone",
- za naselja razbijenog tipa kriterijum "dvadesetpetominutne zone",
- za turistička mesta u sezoni kada je priliv stanovnika veći od 2000, kriterijum "dvanaestominutne zone" [8].

Ucrtavanje „minutnih zona“ moguće je pomoću programa QGIS korišćenjem bafera. Radi lakšeg definisanja minutnih zona potrebno je odabrati projekciju koja koristi metrički koordinatni sistem umesto lučnog.

Prema poslednjem zvaničnom popisu stanovništva iz 2011. godine ukupan broj građana Novog Sada (bez okolnih naselja) iznosi 231.798. Iz tog razloga, a prema metodi „minutnih zona“, lako se može zaključiti da se potreban broj jedinica poštanske mreže može odrediti na osnovu „dvanaestominutnih zona“ (Slika 7).

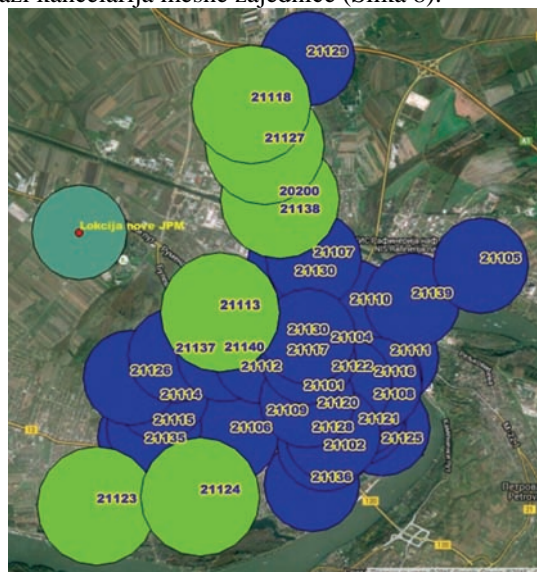


Slika 7. Dvanaestominutne zone.

Prilikom analiziranja „dvanaestominutnih zona“ može se primetiti da određeni delovi grada nisu pokriveni. Razlog za to leži u činjenici da su to delovi grada gde je zastupljena niska gradnja, odnosno u ovim delovima grada nema visokih stambenih zgrada, skoro su sve kuće, ali relativno zbijenog tipa, pa nema potrebe za otvaranjem novih JPM.

Delovi grada gde nije pokrivena čitava teritorija „dvanaestominutnom zonom“ su: Adice, Telep, Industrijska zona, Vidovdansko naselje, Slana Bara, Klisa, Gornje Livade, Avijatičarsko naselje, dok u Sajlovu uopšte ne postoji jedinica poštanske mreže. Ostali delovi grada su potpuno pokriveni „dvanaestominutnom zonom“, dosta lokacija pokriveno je sa dve ili više jedinica poštanske mreže. Ovako veliki broj jedinica poštanske mreže potreban je iz razloga što je u tim delovima grada povećana dnevna migracija stanovništva. Kako bi se pokrio čitav grad, mrežom pošte Srbije moguće je definisati različite „minutne zone“ za različite mesne zajednice u gradu. Analiza teritorijalne

pokrivenosti poštanskom mrežom, kombinacijom „dvanaestominutnih“ i „petnaestominutnih“ zona, pokazuje da je pokrivena cela teritorija grada Novog Sada izuzev Sajlova. Iz tog razloga postoji potreba za otvaranjem nove JPM u Sajlovu. Najbolja lokacija za izgradnju objekta, gledajući teritorijalnu pokrivenost, bilo bi mesto gde se nalazi kancelarija mesne zajednice (Slika 8).



Slika 8. Predlog otvaranja nove JPM.

Ovim bi bila zadovoljena potpuna pokrivenost užeg područja grada Novog Sada poštanskom mrežom.

8. ZAKLJUČAK

Softverski paket QGIS se pokazao kao sasvim solidan alat, što se tiče mogućnosti upotrebe različitih kooordinatnih sistema i kartografskih projekcija, lakog i jednostavnog georeferenciranja i izvršavanja datumske transformacije.

Upotrebom odgovarajućih koordinatnih sistema i projekcija, a u cilju analiziranja teritorijalne pokrivenosti, užeg područja Novog Sada, poštanskom mrežom pokazano je kolika je ukupna pokrivenost „minutnim zonama“ u gradu, uočena su mesta koja nisu dovoljno pokrivena i izvršeno je predimenzionisanje „minutnih zona“ na tim mestima. Takođe je dat i predlog otvaranja nove jedinice poštanske mreže u naselju Sajlovo.

9. LITERATURA

- [1] S. Bogdanović, „Korišćenje GIS tehnologije u izgradnji modela prostornih podataka“, Beograd 2012.
- [2] M. Worboys, M. Duckham, „A Computing Perspective“, CRC Press, 2004.
- [3] <http://webhelp.esri.com>, preuzeto u septembru 2015.
- [4] www.rgf.bg.ac.rs preuzeto u avgustu 2015.
- [5] <https://sh.wikipedia.org>, preuzeto u oktobru 2015.
- [6] www.megatrend-edu.net, preuzeto u avgustu 2015.
- [7] <http://www.rgf.rs/>, preuzeto u septembru 2015.
- [8] D. Šarac, „Modeli upravljanja poštanskom mrežom“, Novi Sad 2013.

Kratka biografija:



Boris Babin rođen je u Vrbasu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2015. god.



THE IMPACT OF THE DWELLING SIZE ON TRIP GENERATION RATES

Valentina Basarić^{1}, Ana Vujičić¹, Ilija Tanackov¹ and Vuk Bogdanović¹*

¹University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

**Contact person: plast@uns.ac.rs*

Abstract: Extensive traffic surveys conducted in Novi Sad in 2009 for the purpose of the transport model NOSTRAM represent a good foundation for creating transport models. The study, whose results are presented in this paper, aimed at identifying and mathematically modeling the impact of certain socio - economic parameters and land use on trip generation patterns. Individual household served as the observation unit, whereas dwelling size, number of household members and the degree of motorization served as independent variables affecting the household mobility. Regression analysis was employed in modeling trip generation as a function of dwelling size. The trip generation rates obtained by cross - classification analysis of the number of trips and all three independent variables are also reported.

Keywords: *transport planning, four - stage model, trip generation model, regression analysis, cross - classification analysis*

1. INTRODUCTION

Transport models play the key role in the process of transport planning, as their outputs determine the quality of traffic demand forecasts and the development of urban systems policies. Such models are required to mimic the transport system of a city, which is open and cybernetic, as well as affected by a series of development restrictions. Historically, the four - stage model has been the most widely used as well as most contested. Nonetheless, it is currently an integral part of all modern software tools employed in transport planning. Modern computer programs significantly contribute to the execution of traffic studies, owing to much faster and easier assessment and description of network characteristics, as well as ability to support a much greater number of the transport network attributes.

They also facilitate testing of alternative solutions and rapid visualization of the most suitable ones. However, the quality of the complete four - stage model, i.e., transport development and land - use urban systems forecasts, will always depend on the quality the database (available information) utilized in the modeling process.

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Ane Vujičić. Mentor je bila dr Valentina Basarić.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji Towards the Humane City, Novi Sad, novembar 2015.

Comprehensive traffic studies conducted in 2009 in Novi Sad (comprising of home interviews, surveys on the outer cordon, a survey of foreign travelers, and traffic counting) allowed for a high - quality database and transport model NOSTRAM to be formed. The research presented here focused on the development and enhancement of the trip generation model included in NOSTRAM. Individual household was chosen as the observation unit, whose mobility is in the classical literature on traffic modeling typically associated with the degree of motorization, household size and income. However, due to the insufficient reliability of the reported income, this item was excluded from the 2009 survey. Thus, in this work, income is proxied by the household dwelling size, which is included as the third independent variable in the model. Upon the completion of the analysis of the selected variables, regression equation was formed, which links the household mobility with the dwelling size. Finally, crossing the categories pertaining to all three independent variables with mobility facilitated development of the matrix of trip generation rates for different household categories.

2. STUDY AREA AND RESEARCH METHODOLOGY

Using the NOSTRAM database, and the data yielded by the household survey conducted in 2009, 1593 households were selected for further analyses. Table 1 provides general information on the sample characteristics. "Household survey" analyzed in this study were conducted in the following boroughs (Figure 1):

- Inner area in the vicinity of Bulevar Oslobođenja (14 traffic zones),
- Liman 1, 2, 3 and 4 (12 traffic zones),
- Banatić (13 traffic zones),
- Rotkvarija (6 traffic zones),
- Novo Naselje and Satelit (8 traffic zones).

Table 1. General information on the sample characteristics

Sample from all surveyed households:	1 593 (38.41%)
Sample from the household members that kept the trip diary:	4 085 (47.28%)
Average number of household members:	2.56
Number of trips realized per day:	10 025
Number of passenger cars:	993
Average number of passenger cars per household:	0.62
Average mobility per household:	6.29 trip/day/household
Average mobility per household member:	2.45 trip/day/member

The decision to adopt the level of motorization and household size as variables affecting mobility resulted from a comprehensive review of pertinent literature reporting on their high correlation and causality. The degree of motorization adopted in this work excluded possession and usage of company cars and professional drivers. Approximately 50% of the surveyed individuals reported holding Category B drivers license.

The specificity of the analysis presented in this paper stems from the adoption of dwelling size as the third independent variable. The primary hypothesis was that the size of the household dwelling affects the mobility as an indirect indicator of income. It was further assumed that the purchasing power, reflected in the possession of a large property size, also incurs greater financial outlays in the form of utility bills, taxes, rent or mortgage loan repayments. Consequently, suburban zones and areas where individual housing predominates were excluded from the analyses. According to the data from the selected sample summarized in Table 1, 75% of the survey respondents were property owners, while the remaining 25% were tenants.



Figure 1. Traffic zones in Novi Sad from which the households included in the study sample were selected [1]

1. Motorization level – 3 categories (no passenger car, one passenger car, two or more passenger cars)
2. Household size – 5 categories (1, 2, 3, 4 and 5 or more members)
3. Dwelling size – 8 categories (based on the floor area in m²)

Trip generation rates for each household category were calculated by crossing the data from the "Household survey" with that yielded by the "Individual survey", in which trips made by all household members 6 years of age or older were recorded.

3. RESEARCH RESULTS

Dwelling size is typically closely linked with the number of household members. However, as shown in Figure 2, living comfort also depends on the household income.

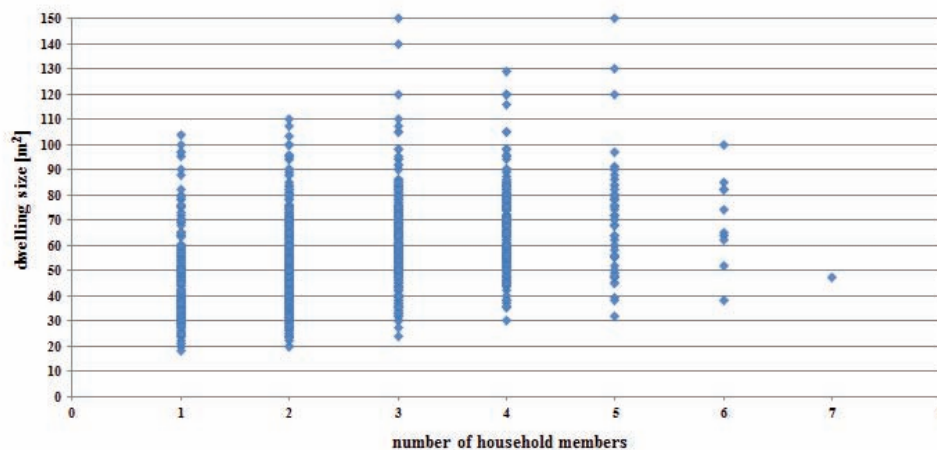


Figure 2: Dwelling size as a function of the number of household members

Based on the dwelling size, households were grouped into 8 categories, as shown in Figure 3. The findings indicate that the greatest proportion of dwellings (23.48%) occupied area between 51 and 60 m². It should be noted that the average dwelling size for this sample was 56.24 m². Dwellings exceeding 91 m² in area were rare in the studied area, and were thus grouped into one category comprising only 3.08% of the sample. Moreover, properties

exceeding 150 m² are negligible, and are assumed to be private houses (comprising only 0.1% of the residential properties in the studied area).

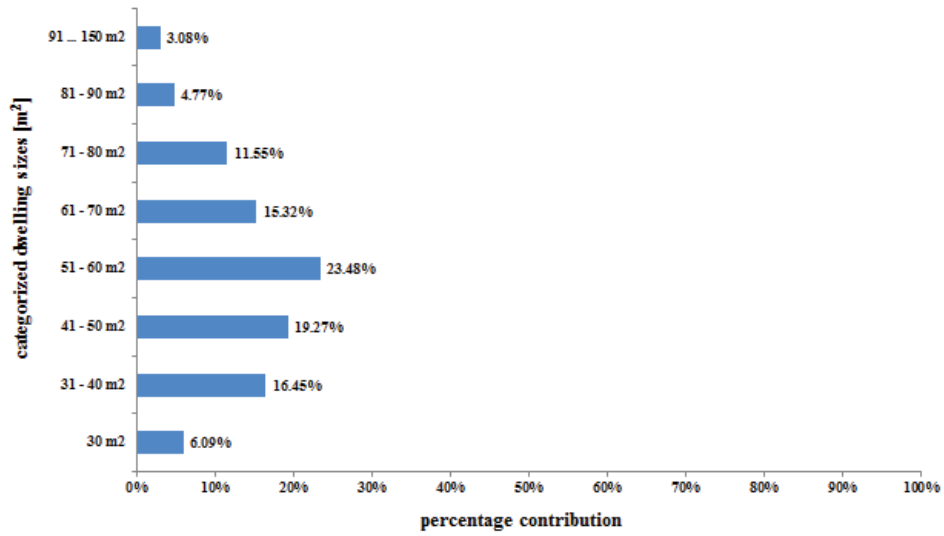


Figure 3. Percentage contribution of the categorized dwelling sizes

For the household categories formed as a function of the dwelling size, the average trip generation rates were calculated (Figure 4).

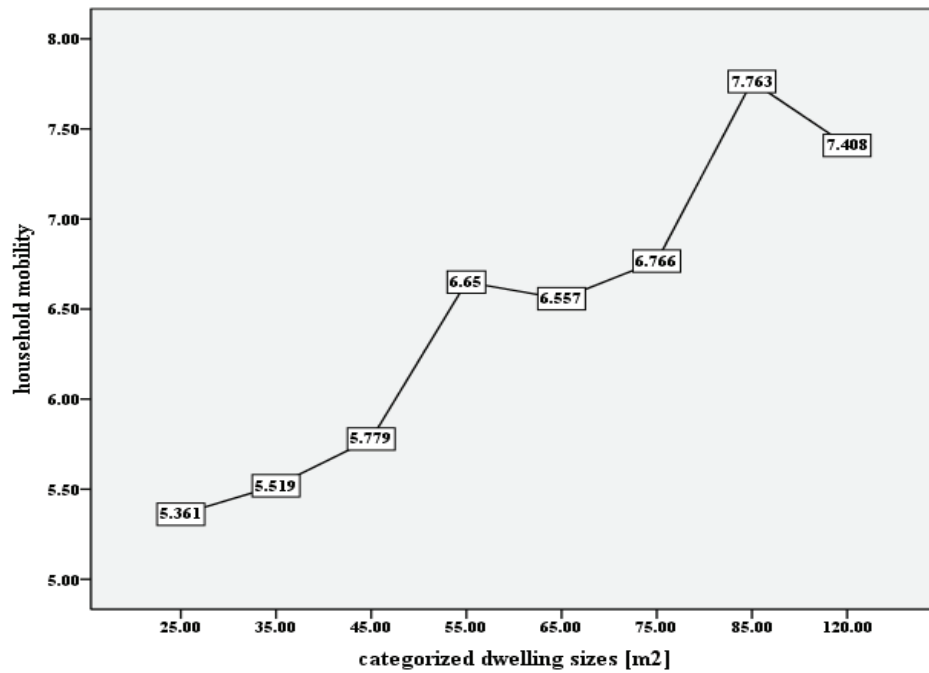


Figure 4. Household mobility as a function of dwelling size

Linear regression analysis was adopted when describing the effect of dwelling size on the trip generation rate. For statistical evaluation of the regression results, the coefficient of determination R^2 was used, as it shows the proportion of variation in the variables included in the regression. The linear equation given by the Expression (1) describes the household trip generation rate (y) as a function of dwelling size (x) with a satisfactory coefficient of determination:

$$y = 0.025x + 4.868 \quad (1)$$

$$R^2 = 0.796$$

Although linear regression was initially a recommended approach for modeling trip generation, in the late 1960s, an alternative method was proposed and quickly became established as the preferred approach in the United Kingdom (Ortuzar, J. De D. and Willumsen, L.G. 2011). The new method was termed *category analysis* in the UK (Wootton and Pick 1967), while in the USA it was denoted as *cross - classification*. Essentially, it is based on estimating the number of trips generated per household for a given support as a function of household attributes. In this study, utilizing the cross-classification from the NOSTRAM database, trip generation rates for the aforementioned household categories were obtained, as a function of all three studied parameters (Table 2). Each cell of the matrix represents the household trip generation rate or mobility, as determined by dwelling size, number of household members and possession of a passenger car. Using this information, it is possible to calculate the current, as well as predict the future, mobility in any traffic zone in Novi Sad.

Matrix cells containing *n.d.* – *no data* indicate that no answers were provided in the surveys selected for this study based on which household mobility could be calculated. Cells showing *n.d.** - *no data** indicate that, while survey answers were available, they did not yield reliable mobility estimates, due to insufficient number of households in the sample.

Table 2. Household mobility in Novi Sad, based on categorization in terms of dwelling size and other parameters

S	D	Categorized dwelling sizes [m ²]							
		do 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	91 ... 150
		[trip/day/household]							
0	1	4.22	3.78	3.33	3.95	4.60	n.d.*	n.d.*	n.d.*
	2	7.13	5.72	5.46	5.82	5.67	4.29	n.d.*	5.00
	3	6.00	5.59	7.05	7.26	6.84	7.16	7.93	8.83
	4	n.d.*	n.d.*	6.37	7.89	9.08	7.52	7.55	8.86
	5 +	n.d.	n.d.*	n.d.*	n.d.*	9.60	9.56	11.17	10.50
1	1	4.42	4.87	3.73	3.67	2.83	3.63	n.d.*	n.d.*
	2	6.14	6.04	5.87	5.85	4.95	5.13	4.57	n.d.*
	3	n.d.*	7.07	7.23	7.39	6.33	6.65	8.40	6.25
	4	n.d.	9.33	8.50	8.26	7.48	7.59	7.90	10.17
	5 +	n.d.	n.d.*	11.80	9.83	7.83	9.38	8.60	n.d.*
2 +	1	3.20	2.80	3.86	4.80	n.d.*	n.d.*	n.d.	n.d.*
	2	n.d.*	9.00	5.33	4.64	4.00	n.d.*	n.d.*	n.d.
	3	n.d.	6.00	6.00	7.67	6.50	9.25	n.d.	n.d.*
	4	n.d.	n.d.*	n.d.*	10.20	6.80	7.86	10.20	n.d.
	5 +	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

S - degree of motorization;

D - number of household members;

4. CONCLUSION

The research results presented in this paper have a twofold significance. First, it has been established that household dwelling size can be employed as a significant variable in the trip generation models. This implicitly necessitates the inclusion of the "independent" variable that enables forecasting the traffic demand as a function of the changes in land use. Further research in this area should thus focus on more accurate determination of the correlation between household income and the living "comfort" expressed through dwelling size. Such studies would establish whether the dwelling size should be included as a variable in modeling traffic demand in other areas of Novi Sad and its suburbs.

Second, the significance of the results reported here stems from the new model developed through categorical analysis. For each household category, defined in terms of the level of car ownership, household size and dwelling size, the trip generation rate was calculated. However, in order to calculate the trip generation for each zone, it is necessary to perform categorical analysis separately for different trip purposes.

The main disadvantage associated with this group of models pertains to the implicit assumption that the calculated rate will remain constant in the forecast period. Another shortcoming relates to the availability of the data that can be employed when specifying the independent variables included in the model. In other words, the quality of the traffic model output is determined by the available input and thus requires support of sociological research and a quality database on land use.

In accordance with these shortcomings, a model obtained through categorical analysis that incorporates various trip purposes can be used for short-term trip generation forecasts only. In the long term, it is necessary to conduct additional studies either in the form of common cross - sectional surveys or appropriate panel surveys, depending on the output quality and the associated costs.

5. REFERENCES

- [1] City of Novi Sad. 2015. GIS portal, <http://www.mapanovisad.rs/mapserver2015/nsmaps/>
- [2] Ortuzar, J. De D. and Willumsen, L.G. 2011. *Modelling Transport – 4th Edition*, John Wiley & Sons, Ltd, UK
- [3] Urbanism Public Enterprise. 2009. *Saobraćajna Studija Grada Novog Sada Sa Dinamikom Uređenja Saobraćaja – NOSTRAM (Traffic Study of Novi Sad with the Traffic Management Dynamics)*. Novi Sad Serbia: Urbanism Public Enterprise. Available: <http://www.nsurbanizam.rs/sites/default/files/1770> Saobraćajna studija - PDF
- [4] Vračarević, R., 2002. *Transportation Planning Fundamentals – skripta*, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad
- [5] Wootton, H.J. and Pick, G.W. 1967. A model for trips generated by household. *Journal of Transport Economics and Policy* 1, 137-153.

ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA I PREDLOG REVITALIZACIJE SISTEMA JAVNOG PREVOZA NA PODRUČJU ŠAPCA
ANALYSIS OF THE PRESENT SITUATION AND THE PROPOSED REVITALIZATION OF THE PUBLIC TRANSPORT SYSTEM IN THE CITY OF SABAC

 Marija Milinković, Milan Simeunović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratka sadržaj – U okviru rada izvršena je analiza postojećeg stanja sistema javnog prevoza na području grada Šapca i dati su predlozi za njegovo poboljšanje. Istraživanja su obuhvatila sistemsko brojanje putnika u jednom radnom danu kao i anketu korisnika izvršenu na slučajnom uzorku. Na osnovu dobijenih rezultata predložena su rešenja koja će doprineti poboljšanju sistema javnog prevoza na području grada Šapca. Predložena rešenja će doprineti da se kvalitet prevozne usluge podigne na viši nivo, a da sistem pri tom funkcioniše kao ekonomski održiv.

Gljučne reči: javni prevoz, kvalitet prevozne usluge

Abstract – Within this thesis an analysis was carried out showing the current state of public transport in the city of Sabac and proposals were given on how to improve it. The research included a systematic count of passengers during one working day as well as a random sample survey of public transport users. According to obtained results and data certain solutions were proposed which are meant to improve the public transport system in the city of Sabac. A new tariff system and a new route network were proposed as possible methods for raising the quality of transport to a higher level.

1. UVOD

Rad obuhvata analizu postojećeg stanja sistema javnog prevoza na području grada Šapca, kako u pogledu transportne ponude tako i u pogledu transportne potražnje. Da bi se utvrdile karakteristike postojećeg sistema javnog prevoza neophodno je izvršiti analizu transportne ponude. Sa druge strane transportne zahteve korisnika neophodno je analizirati na osnovu istraživanja, odnosno podataka dobijenih sistemskim brojanjem i anketom.

Pored navedenih karakteristika potrebno je na osnovu razvijenog troškovnog modela, izvršiti utvrđivanje operativnih troškova poslovanja na nivou čitavog sistema. Za izradu ovog diplomskog rada korišteni su podaci dobijeni sistemskim brojanjem koja su izvršena za potrebe izrade studije javnog prevoza na području Šapca.

U radu su razmatrane i mogućnosti poboljšanja funkcionisanja postojećeg sistema. Dati su predlozi za novi tarifni sistem i sistem karata, novu mrežu linija i red vožnje.

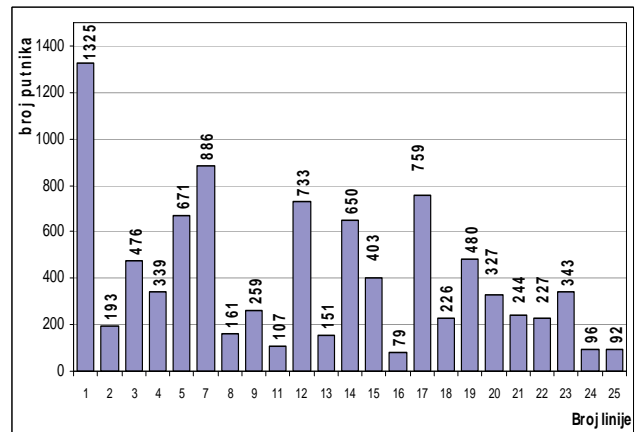
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Simeunović, docent.

2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

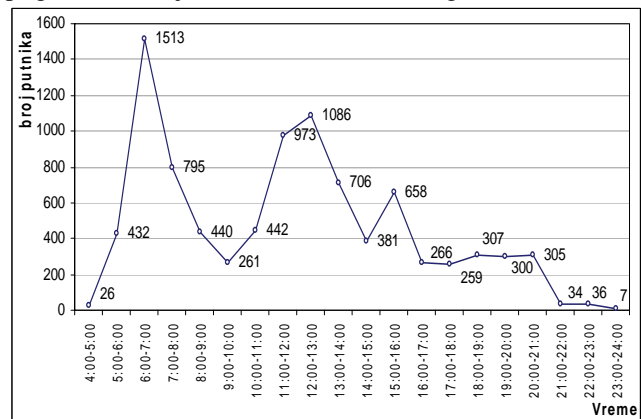
Istraživanja su obuhvatila sistemsko brojanje putnika na svim linijama u jednom radnom danu kao i anketu korisnika izvršenu na slučajnom uzorku.

Brojanjem putnika u sistemu javnog prevoza na području Šapca, u jednom radnom danu, utvrđene su karakteristike putničkih tokova i rada sistema. Brojanjem je utvrđeno da je na gradskim linijama realizovano ukupno 3004 vožnji putnika, a na prigradskim linijama 6224 vožnji putnika, odnosno 9227 vožnji putnika na nivou celog sistema.



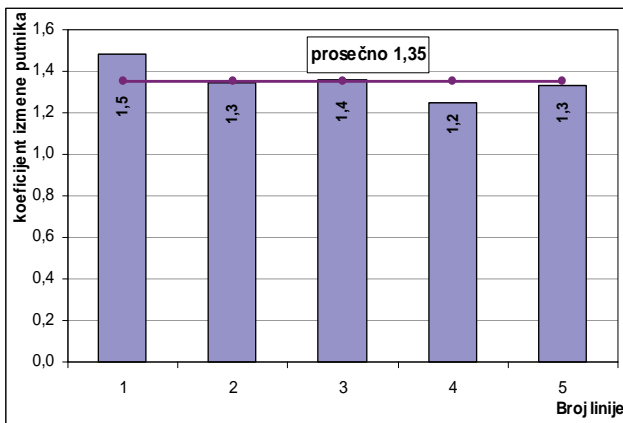
Grafik 1. Broj vožnji putnika po linijama u toku dana

U narednim tabelama i grafičkim ilustracijama izvršen je prikaz rezultata dobijenih istraživanjima na gradskim i prigradskim linijama na dan 25.04.2013. god.

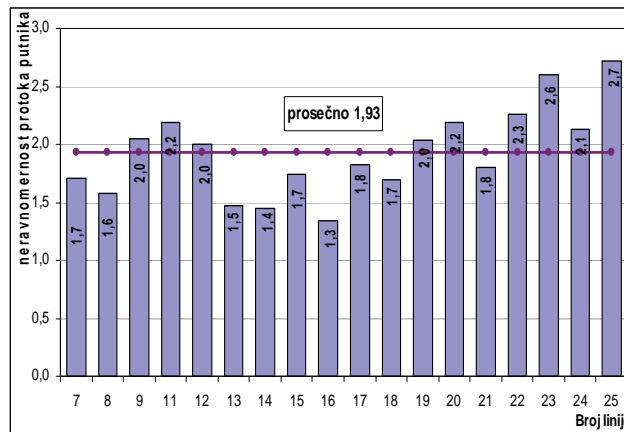


Grafik 2. Časovna raspodela vožnji putnika u toku dana

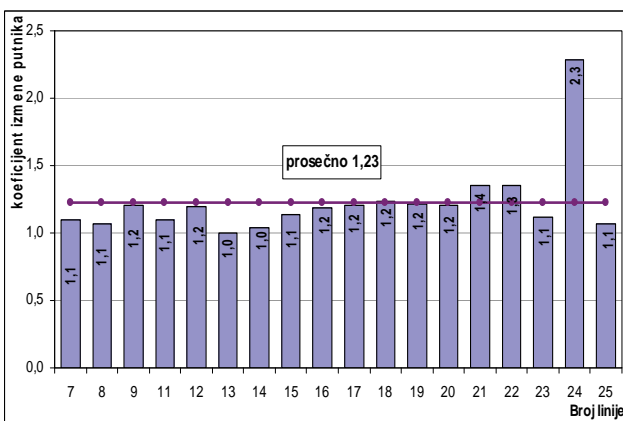
Pored osnovnih, najvažnije izvedene karakteristike transportnih zahteva su neravnomernost protoka i koeficijent izmene putnika. Koeficijent izmene putnika predstavlja odnos ukupnog broja putnika i maksimalnog protoka putnika.



Grafik 3. Koeficijent izmene putnika prikazan po linijama na mreži gradskih linija

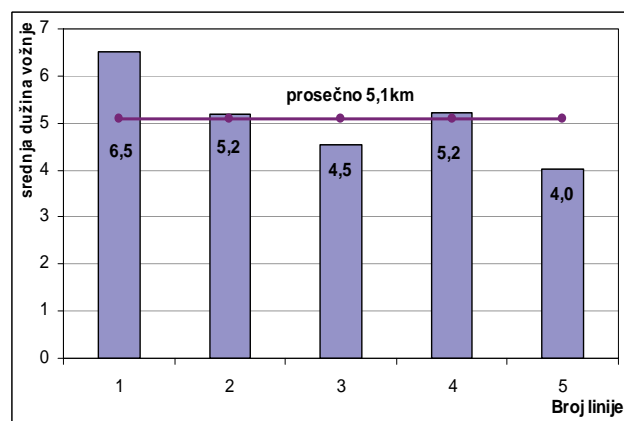


Grafik 5. Faktor neravnomernosti protoka na prigradskim linijama



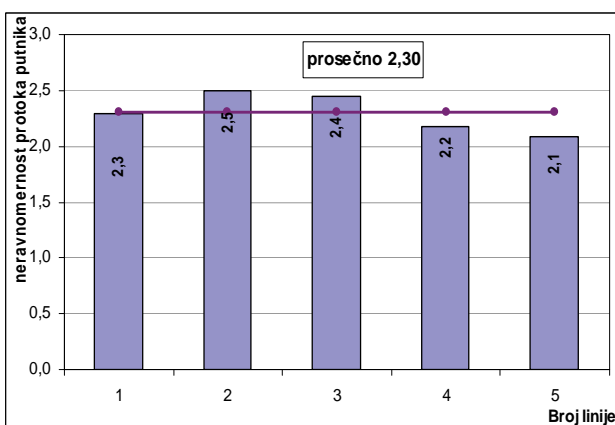
Grafik 4. Koeficijent izmene putnika prikazan po linijama na mreži prigradskih linija

Srednja dužina vožnje predstavlja prosečno rastojanje na kome se preveze jedan putnik na jednoj liniji ili celoj mreži linija javnog prevoza.

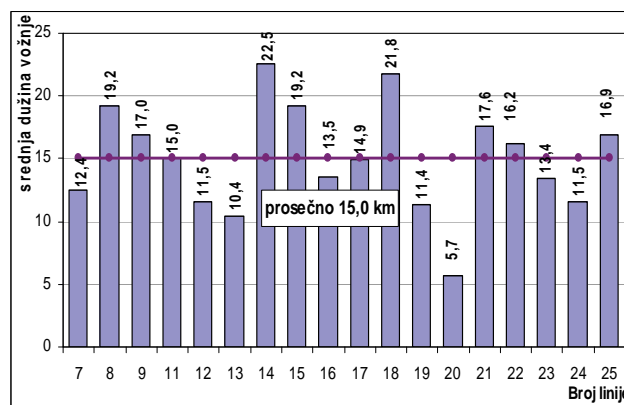


Grafik 6. Srednja dužina vožnje po linijama na mreži gradskih linija

Neravnomernost protoka se najjednostavnije definiše kao odstupanje od prosečne vrednosti. Neravnomernost protoka se može posmatrati u vremenu i prostoru. Neravnomernost protoka duž linije se izražava faktorom neravnomernosti protoka.



Grafik 5. Faktor neravnomernosti protoka na gradskim linijama



Grafik 7. Srednja dužina vožnje po linijama na mreži prigradskih linija

3. PREDLOG REVITALIZACIJE

3.1. Predlog tarifnog sistema i sistema karata

Pod modelom novog tarifnog sistema na kompletnoj mreži gradskih i prigradskih linija u Šapcu, podrazumeva se postupak kojim se određuje “najbolje rešenje”, tj. izbor optimalnog tarifnog sistema. Novoizabrani optimalni tarifni sistem treba da predstavlja kompromis između želja – zahteva (kriterijuma za izbor) i mogućnosti (ograničenja). Osnovni cilj unapređenja tarifnog sistema u Šapcu je da se definiše model integrisanog tarifnog sistema za određivanje sistema karata i sistema cena za usluge prevoza u JGPP-u. Okviri u kojima su ova rešenja tražena su vezana za postojeći tarifni sistem, nivo cena i prihoda u postojećim uslovima, pošto su nagle promene u tarifnom sistemu (kako je ranije navedeno) osetljive, kako za korisnike tako i za prevoznike.

Predlaže se model zonskog tarifnog sistema u gradskom i prigradskom prevozu putnika u Šapcu.

Predlažu se sledeća dva bazična tipa karata:

- Karte za jednu vožnju (pojedinačne karte), kupljene u vozilu, i to:
 - A.1. Karta za jednu vožnju u jednoj zoni (prvoj, drugoj ili trećoj)
 - A.2. Karta za jednu vožnju u dve zone (prvoj i drugoj, ili drugoj i trećoj,)
 - A.3. Karta za jednu vožnju u sve tri zone (prva, druga i treća)

Karte važe za jednu neprekidnu vožnju (bez presedanja) u odgovarajućem broju zona, na svim gradskim i prigradskim linijama JGPP-a u Šapcu.

- B. Vremenske pretplatne karte “na ime” za određene zone
 - B.1. Mesečne pretplatne karte za jednu zonu (prvu, drugu ili treću)
 - B.2. Mesečne pretplatne karte za dve zone (prvu i drugu ili drugu i treću)
 - B.3. Mesečne pretplatne karte za sve tri zone (prva, druga i treća)

Karte važe za mesec dana određenog meseca, za neograničen broj vožnji putnika, na svim gradskim i prigradskim linijama JGPP-a. Mesečne pretplatne karte “na ime” važe za sledeće kategorije korisnika:

- zaposlene,
- za studente i učenike srednjih škola,
- za učenike osnovnih škola,
- za penzionere (sa višom i nižom penzijom)
- građane koji nisu obuhvaćeni prethodnim statusima.

3.2. Predlog mreže linija i reda vožnje

Prilikom analize gradske mreže linija nisu uočene potrebe za izmenama trase postojećih linija, ali je uočena smanjena prostorna pristupačnost sistema u pojedinim delovima grada i nedovoljna međusobna povezanost većih delova grada, koja je nastala kao posledica težnje da trase svih gradskih linija prolaze kroz najuži centralni deo grada. Kao rešenje za otklanjanje navedenog problema u okviru nove mreže projektovana je kružna linija. Nova linija će predstavljati vezu između postojećih linija i slabije opsluženih delova grada, kao i direktnu vezu između svih najznačajnijih lokacija u gradu: bolnice, autobuske stanice, železničke stanice, opštine, suda,

gradske pijace, srednjih škola, glavnih presačkih tačaka prigradskih i gradskih linija.

3.3. Troškovni model

Da bi se utvrdila očekivana cena koštanja sistema javnog prevoza neophodno je izračunati sledeće troškove:

- Troškove zarada,
- Amortizaciju vozila,
- Amortizaciju prostora za smeštaj i održavanje vozila,
- Ostali troškovi koji u sebi sadrže: održavanje objekata za smeštaj i parkiranje vozila, osiguranje imovine, porez na imovinu, komunalne usluge, kancelarijski materijal i ostale manje troškove,
- Redovne servise vozila na određenoj kilometraži po preporuci proizvođača,
- Redovno održavanje vozila,
- Troškove potrošnje goriva,
- Troškove osiguranja vozila i putnika, troškovi registracije,
- Troškove potrošnje guma.

Ostali troškovi su uzeti normativno/iskustveno, i u proračun su ušli kao procenat na već detaljno izračunate troškove na nabavnu vrednost vozila, procenjenu vrednost objekata za smeštaj i održavanje vozila i ostalih troškova.

VRESTE TROŠKOVA	Cena po kilometru
Plate zaposlenih	0.24635
Gorivo	0.36522
Osiguranje vozila	0.02636
Gume	0.04174
Ostali troškovi	0.00921
Amortizacija objekata i alata	0.02061
Redovni servisi, Održavanje vozila	0.13679
Amortizacija vozila	0.09119
Ukupno (EUR)	0.93747
UKUPNO (DINARA)	108

3.4. Analiza odnosa troškova i prihoda

Koncept javnog prevoza u Šapcu je zasnovan na tome da prevoznici budu biran putem konkursa. Svaki od prevoznika koji učestvuje na tenderu mora ispuniti opšte uslove koji su propisani za preduzeće, vozni park i osoblje. Ukoliko prevoznik ne ispunjava uslove tendera, njegova ponuda neće biti razmatrana. Na osnovu ponuđene cene prevoznika i utvrđenog obima prevoza vršice se obračun troškova.

Razlika između troškova i prihoda od prodatih karata predstavljaće nedostajuća sredstva koja grad Šabac treba da obezbedi iz budžetskih sredstava. Planirani nivo subvencija i dotacija na godišnjem nivou iznosi oko 60 miliona dinara. Tehničkim putem u ovom trenutku nije moguće utvrditi da li će i koliko porasti prihodi u sistemu javnog prevoza u Šapcu.

Na osnovu analiza zasnovanih na podacima dobijenim istraživanjima očekivani bruto prihod od prodatih karta je oko 194 miliona dinara na godišnjem nivou. Porez na usluge u javnom gradskom i prigradskom prevozu iznosi 10 %, pa je očekivani neto prihod od prodaje karata oko 174,6 miliona dinara. Očekivana cena koštanja je oko 235

milona dinara. Razlika između očekivane cene koštanja i prihoda na godišnjem nivou iznosi oko 56 miliona dinara.

4. ZAKLJUČAK

U okviru istraživanja koje je obuhvatilo brojanje i anketu putnika, istraživane su karakteristike korisnika i putovanja, transportni zahtevi, ponuda, i kvalitet sistema javnog masovnog prevoza putnika (JMPP) na svim gradskim i prigradskim linijama u nadležnosti lokalne samouprave grada Šapca. Istraživanje na svim linijama izvršeno je u jednom radnom danu tj. 25.04.2013. god. (četvrtak) pri čemu je bilo angažovano 100 brojača koji su bili raspoređeni u vozila prema unapred definisanom rasporedu. Pored brojanja izvršena je i anketa korisnika sistema javnog prevoza prema unapred definisanim anketnim obrascima.

Osnovni cilj istraživanja je bio da se sagledaju prevozni zahtevi sa jedne strane i prevozna ponuda sa druge strane. Na osnovu prevoznih zahteva i ponude izvršena je analiza izmeritelja rada, na bazi koje je moguće sagledati kvalitet prevozne usluge.

Pored brojanja putnika za svakog korisnika izvršena je evidencija koju vrstu karte koristi, a za pojedinačne karte kupljene u vozilu evidentirana je i cena. Na osnovu ovih podataka moguće je utvrditi prihode od prodatih karata. Srednja dužina vožnje se značajno razlikuje na gradskim i prigradskim linijama, što je i očekivano s obzirom na dužinu i karakter samih linija. Srednja dužina vožnje na gradskim linijama iznosila je 5,1 km, a na prigradskim 15 km. S obzirom na primenjeni tarifni sistem i sistem karata očekivano je da će izmena putnika imati veoma male vrednosti, što je analizom podataka i utvrđeno.

Prilikom brojanja vršena je evidencija vrste karte koju su putnici koristili u prevozu kao i visina nadoknade za prevoz (cena karte). Na osnovu analiza može se konstatovati da su u javnom prevozu na području Šapca u primeni dve vrste karata i to pojedinačne kupljene u vozilima i mesečne.

Troškovnim modelom utvrđeno je da troškovi operativnog poslovanja prevoznika na nivou sistema, za postojeći red vožnje iznose oko 108 din/km. Dakle, nedostajuća sredstva po jednom kola km iznose 8 dinara. Kako ukupno ostvareni kilometri na godišnjem nivou iznose 1973896 to proizilazi da su nedostajuća sredstva oko 60 miliona dinara.

Da bi sistem javnog prevoza na području Šapca odžao projektovani kvalitet usluge neophodno je izvršiti korekcije u traifnom sistemu. Osnovni cilj unapređenja tarifnog sistema u Šapcu jeste da se definiše model integrisanog tarifnog sistema za određivanje sistema karata i sistema cena za usluge prevoza u JGPP-u. Predložen je model zonskog tarifnog sistema u gradskom i prigradskom prevozu putnika na području Šapca.

Kao rešenje problema smanjene prostorne pristupačnosti sistema u pojedinim delovima grada projektovana je nova kružna linija koja će predstavljati vezu između postojećih linija i slabije opsluženih delova grada.

5. LITERATURA

- [1] Banković R., Organizacija i tehnologija javnog gradskog putničkog prevoza, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd 1994.
- [2] Gladović P., Politika finansiranja i tarifna politika u JGPP-u, Saobraćaj u gradovima 2/95, Beograd 1995.
- [3] EUROPEAN COMMISSION, WHITE PAPER, Brussels, 28.3.2011 SEC(2011) 359 final.
- [4] Veslinović M. Simeunović M., Praktikum sa zbirkom zadataka iz tehnologije javnog gradskog transporta putnika, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2013
- [5] Veslinović M. Simeunović M., Sistem kvaliteta u drumskom transportu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2013.
- [6] Vučić V., Urban Transit systems and Technology, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, 2007.
- [7] Sistemsko-generalno brojanje i anketa putnika u javnom gradskom i prigradskom prevozu putnika na području Šapca, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2014.
- [8] Vučić, V. :Urban Transit Operation Planning and Economics, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, 2005.

Kratka biografija

Marija Milinković rođena je u Valjevu 1990. godine. Fakultet tehničkih nauka upisala je kao redovan student 2009. god. na odseku za Saobraćaj - smer: Drumski saobraćaj. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je 2015. godine.

Milan Simeunović rođen je 1971. godine u Valjevu. Zaposlen na Departmanu za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

АНАЛИЗА ТРАНСПОРТНИХ ПОТРЕБА И ЗАХТЕВА У СИСТЕМУ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА НА ПОДРУЧЈУ НОВОГ САДА СА ПРЕДЛОГОМ ЗА ПОБОЉШАЊЕ

ANALYSYS OF CITY PUBLIC TRANSPORTATION LINES IN NOVI SAD

Јована Николић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Систем јавног градског путничког превоза у пракси чине више подсистема који задовољавају потребе за превозом. У малим и градивима средње величине најчешће је у примени само аутобуски подсистем јавног превоза. Овај подсистем има своје карактеристике и специфичности. Основни предмет овог дипломског рада је анализа транспортних потреба и захтева у систему јавног градског превоза на подручју Новог Сада и предлог мера за побољшање квалитета услуге.

Abstract – The system of public passenger transport in practice makes it more subsystems that meet the needs of passenger transport. The most common subsystem of public urban passenger transport in small and medium-sized cities the bus, along with its infrastructure and organization, quality of services and economy. The main subject of this paper is analyze transportation needs and demands of the public transportation system in the area of Novi Sad..

Кључне речи: Јавни превоз, показатељи рада.

1. УВОД

Јавни градски путнички превоз (ЈГПП) се састоји од превозних система са устаљеним трасама (површине на којима раде возила) који саобраћају према унапред утврђеним возним редовима. Коришћење јавног градског превоза доступно је свакоме ко плати цену превоза према утврђеној тарифи. Најзначајнији подсистеми су аутобус, трамвај и метро, али поред ових постоје и други подсистеми јавног превоза (тролејбус, брза градска железница, итд).

ЈГПП има двоструку функцију: то је просторно економичан облик транспорта, који са једне стране растеређује загушене градске саобраћајнице, а са друге обезбеђује превоз онима који не располажу никаквим другим саобраћајним средством. С обзиром на величину градова као и проблеме који се јављају кроз градски транспортни систем, неопходно је сагледати различите стратегије развоја система јавног превоза у зависности од величине градова. Постоје две основне стратегије у погледу развоја градова, и то “одрживи развој” и “квалитет живота”.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Милан Сименуновић, доцент

2. КАРАКТЕРИСТИКЕ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА

2.1. Статички елементи линија

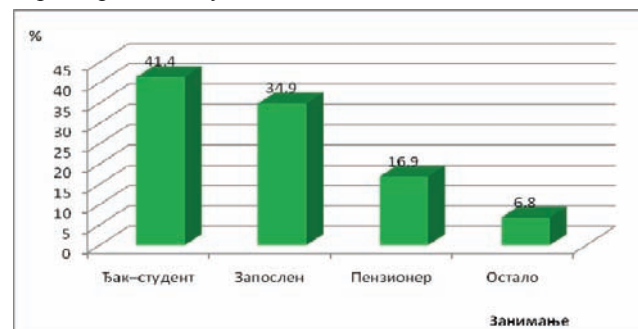
Статички елементи линије представљају предуслов за функционисање ЈГПП-а, као и за постизање одговарајућег квалитета превозних услуга. У статичке елементе линија спадају: траса и дужина линије, терминуси, стајалишта и гравитационо подручје. Наведени елементи су јасно дефинисани на подручју Новог Сада и представљају део базе података коришћених у изради овог рада.

2.2. Динамички елементи линија

Динамички елементи линије утврђени су редом вожње и мењају се у складу са променама превозних захтева на линији. Под превозним захтевима на линији подразумева се број путника који се превози на свим деоницама дуж линије. Динамички елементи линије истовремено представљају и значајне параметре квалитета ЈГПП-а. Основни динамички елементи линије су: број возила на линији у карактеристичном периоду, време обрта, брзина, интервал и фреквенција возила на линији и превозна способност линије у карактеристичном периоду времена.

3. ТРАНСПОРТНЕ ПОТРЕБЕ

Ради добијања података о карактеристикама путовања у ЈГПП, као и мишљења корисника о систему јавног превоза, спроведена је анкета корисника, на подручју где превоз обавља ГСП Нови Сад. Анкета је вршена непосредним интервјуом корисника јавног превоза, према унапред дефинисаним питањима у оквиру анкетног обрасца. Питања су подељена у три групе и на основу добијених одговора, могуће је сагледати карактеристике путника, карактеристике путовања и мишљење корисника о увођењу трамваја на подручју Новог Сада. У овом раду приказане су најважније карактеристике путничких токова.



Слика 1. Графички приказ одговора корисника о занимању

Занимања корисника јавног превоза су посебно значајна из разлога што је генерисање путовања условљено сврхама путовања, која су у уској повезаности са занимањима.

Анализом података утврђено је да су у структури занимања корисника јавног превоза најзаступљенији ђаци и студенти са 41,4 %, а затим запослени са 34,9 %. Ове две групе корисника учествују са 76,3 %.

Карактеристике путовања најбоље одсликавају транспортне потребе. Анкетом је обухваћен један низ питања која се односе на карактеристике путовања и то пре свега:

1. изворно–циљна кретања,
2. учесталост коришћења јавног превоза
3. врста карте
4. број преседања и
5. које линије користе

На основу претходно наведених карактеристика у раду су сагледане транспортне потребе корисника.

4. КАРАКТЕРИСТИКЕ ПУТОВАЊА

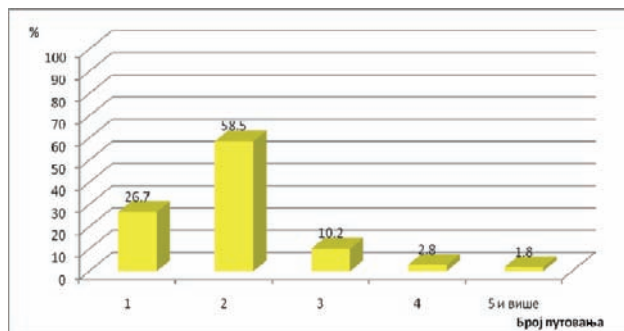
Посматрано по сатима у току периода вршења анкете, највећи број корисника је анкетирани у времену од 12:00 часова до 13:00 часова (10,1 %), док је најмањи број анкетираних у периоду 18:00–19:00 часова (4,9 %).

Сврха највећег броја путовања у јутарњем периоду су посао и школа или факултет. Током дана, учешће путовања са овим сврхама се смањује, до последња два сата, када долази до повећања броја анкетираних чији је циљ путовања посао и до потпуног изостанка анкетираних чији је циљ путовања школа или факултет.

Циљна путовања “повратак кући“, у периоду након 10:00 х су доминантна у односу на остале сврхе путовања, а у периоду истраживања 14:00–19:00 х, ова путовања чине више од 50 % од укупног броја путовања, посматрано за све сврхе за сваки сат. Циљна путовања са сврхом “куповина“ и “остало“ се јављају током целог периода истраживања и њихова дистрибуција по сатима нема неких значајнијих одступања, осим у првом сату истраживања.

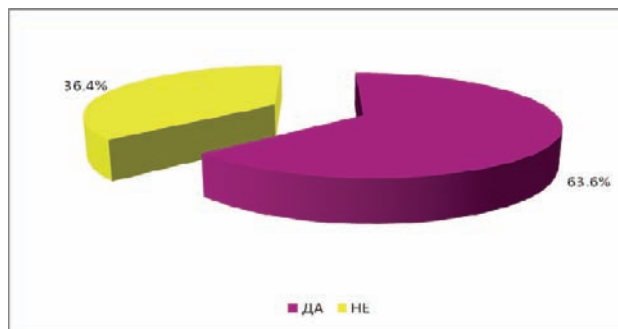
Структура карата коју користе корисници јавног превоза, у највећој је зависности од структуре занимања анкетираних корисника. Највише је заступљена месечна ђачка карта са 36,6 %, а затим месечна радничка карта са учешћем од 29,6 %, док је најмање заступљена дневна карта са 0,7 %. Значајна је заступљеност и појединачне карте купљене у возилу, која у структури карата учествује са 14,1 %.

Доводећи у везу број путовања са картама које корисници поседују, уочава се да без обзира на врсту карте, највише анкетираних корисника у току дана користити јавни превоз два или 4 пута. Изузетак је дневна карта, чије је учешће за два путовања у току дана 8,5 % и карта купљена у возилу, чије је учешће за четири путовања 2,8 %. Сви корисници, без обзира на карту коју поседују, у најмањем проценту реализују једну вожњу у току дана.



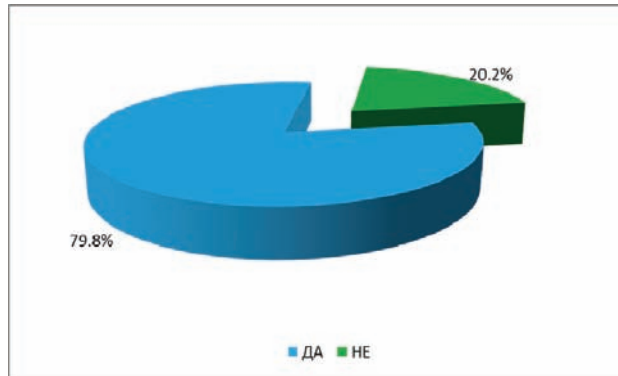
Слика 2. Графички приказ структуре путовања корисника који поседују појединачну карту

4.1. Мишљење корисника о трамвају



Слика 3. Графички приказ структуре одговора корисника на питање да ли знају да је у периоду од 1911. до 1958. год. у Новом Саду постојао трамвај

Од укупног броја анкетираних корисника, 63,6 % је дало потврдан одговор на питање: “Да ли знате да је у Новом Саду постојао трамвај од 1911. год. до 1958. год.?” Анализом одговора по старосној структури, може се видети да је 37,1 % најмлађе популације од укупно анкетираних из ове групе дало позитиван одговор, док је од укупног броја анкетираних преко 65 година, 88 % корисника знало да је постојао трамвај у Новом Саду.



Слика 4. Графички приказ структуре одговора корисника о потреби увођења модерног трамваја

5. РЕАЛИЗАЦИЈА РЕДА ВОЖЊЕ И ТРАНСПОРТНИ ЗАХТЕВИ

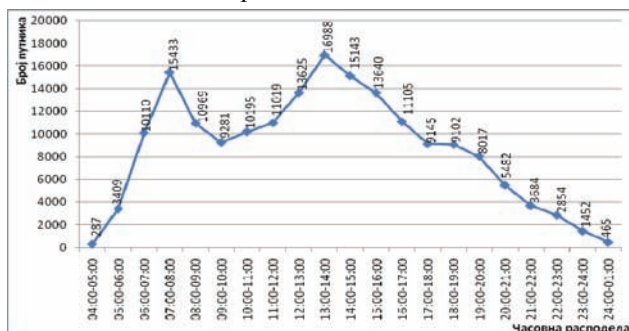
Транспортни захтеви у систему јавног превоза утврђени су на основу системског бројања путника. Системско бројање путника урађено је у оквиру посебног пројекта за потребе развоја система јавног превоза на подручју Новог Сада. Целодневним бројањем у 2010. години је утврђено да је на градским

линијама реализовано укупно 181.405 возњи путника. На линији број 7 Лиман IV–Сателит–Ж.станица–Футошка пијаца–Лиман IV је реализован највећи број возњи путника 25.728, што чини 14,18 % укупног броја возњи на градском подручју. На линији број 8 Ново насеље–Центар–Лиман I реализовано је 20.470 возњи путника, што чини 11,28 %. Најмањи број возњи путника реализован је на линијама 16 Железничка станица–Пристанишна зона, 15 Центар–Индустријска зона СЕВЕР и 10 Центар–Индустријска зона ЈУГ на којима је реализовано 167, 916 и 954 возњи путника, што чини 0,09, 0,50, и 0,53 %, респективно.

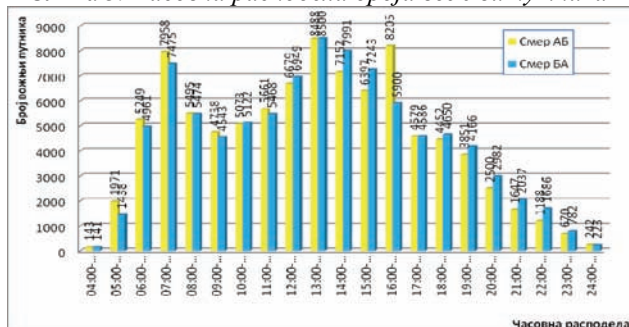
Према резултатима бројања путника из 2000. године на градској мрежи линија реализовано је 223.721 возњи путника. Имајући у виду овај податак, закључује се да је број возњи путника на градским линијама у 2010. години смањен у односу на 2000. годину за око 19 %.

5.1. Расподела транспортних захтева по часовима у току дана

Часовна расподела транспортних захтева обухвата приказ укупног броја возњи путника на градским линијама на нивоу дана и протоке путника на нивоу дана по часовима. Резултати су анализирани као укупни на нивоу дана за градске линије, као укупни по смеровима кретања за градске линије и за сваку линију појединачно по смеровима кретања. На основу анализе добијених резултата, закључује се да се преподневни вршни сат јавио у периоду између 07:00 и 08:00 часова када је на градским линијама захтев за превозом износио 15433 возњи путника, док се послеподневни вршни сат јавио у периоду између 13:00 и 14:00 часова када је захтев за превозом био 16988 путовања. Преподневни вршни сат је чинио 8,51 % свих дневних захтева за превозом, а послеподневни вршни сат је чинио 9,36 % свих дневних захтева за превозом.



Слика 5. Часовна расподела броја возњи путника



Слика 6. Часовна расподела возњи по смеровима

6. ПРЕДЛОГ ПОБОЉШАЊА ОРГАНИЗАЦИЈЕ РАДА ЈГПП

Ради подизања квалитета превозне услуге на један виши ниво као и због перманентног унапређење квалитета превозне услуге у Новом Саду, предлаже следећи редослед активности:

- избор стратешког опредељења организације система према одабраном моделу;
- дефинисање јасне стратегије и политике финансирања (дефинисање програмског уговора);
- оснивање Дирекције за јавни превоз;
- дефинисање послова, обавеза, одговорности и начина њихове реализације по нивоима одлучивања, (стратешки, тактички и оперативни);
- уговорно решавање односа између града и превозника;
- обнова возног парка и доношење стратешког опредељења за потребне годишње инвестиције за перманентни развој;
- утврђивање потребних превозних капацитета за сваку линију са циљем обезбеђења потребног комфора путника, посебно за вршна оптерећења;
- анализа захтева корисника система и измена постојећег реда возње;
- увођење новог информационог система који ће омогућити реализацију пројектованих редова возње са минималним одступањима, као и правремене и изменљиве информације корисницима у реланом времену on-line;
- дефинисање начина контроле пројектованог реда возње од стране независног градског органа (нпр. Дирекција) и санкционисање неизвршења преузетих обавеза.

Модел финансирања целокупног система јавног градског и приградског превоза на подручју Новог Сада треба да буде базиран на "Програмском уговору". Програмским уговором потребно је:

- уредити међусобне односе и утврдити реалне текуће трошкове пословања система ЈГПП (цена коштања);
- дефинисати контролу извршења плана;
- дефинисати норме квалитета превозне услуге;
- дефинисати елементе за образовање цене превоза и начин покривања текућих трошкова пословања као и потребна средства и изворе финансирања за унапређење и развој система.

Предлаже се једно од два алтернативна модела организације и управљања системом ЈГПП-а и то: задржавање постојећег модела организације (модел регулисаног режима, уз јасно дефинисање надлежности и обавеза по нивоима одлучивања) и стратешко опредељење ка моделу ограничене конкуренције.

Зонски тарифни систем који је примењен на комплетној мрежи линија у Новом Саду се може сматрати добрим. У Новом Саду и даље карте се купују код возача. Сасвим је јасно да возача треба ослободити наплате, али се мора водити рачуна да при том не дође до губитка дела прихода који се остварује овим путем. Из наведеног разлога потребно је продајну мрежу појединачних карата посебно

уредити. Продаја појединачних карата ван возила, ствара могућности да се возач ослободи продаје карата у возилу. Смањење удела продатих карата у возилу треба да буде етапно и у дужем временском периоду. Најефикаснији начин за прелазак на куповину појединачне карте ван возила је увођење селективних цена тако да карта у возилу буде најскупља.

Примењени систем наплате услуге превоза на подручју Новог Сада, спада у такозвани класичан систем и он се тренутно у развијеном делу света сматра застарелим и превазиђеним. Увођење савременог система наплате у систем јавног превоза у Новом Саду, спада у домен стратешких одлука Града. Избор неког од савремених система наплате треба да буде заснован на цени коштања система, спремности понуђача да их одржава и осавременењује, тако да се прате савремени трендови, могућности примене у нашим условима, могућности праћења планираног развоја система на подручју Новог Сада и сл.

7. ЗАКЉУЧАК

Бројање је реализовано на седамнаест градских линија и тридесет пет линија приградског и међумесног превоза. Поред бројања извршена је и анкета корисника система на унапред дефинисаним локацијама–стајалиштима.

Основни циљ истраживања је био да се сагледају превозни захтеви са једне стране и превозна понуда са друге стране. На основу превозних захтева и понуде извршена је анализа измеритеља рада, на бази које је могуће сагледати квалитет превозне услуге. Анкета је вршена непосредним интервјуом корисника јавног превоза, према унапред дефинисаним питањима у оквиру анкетног обрасца. Приликом бројања, утврђено је да је реализовано 2.365 полазака на градским линијама. Реализација пројектованог реда вожње готово је потпуна.

Број вожњи путника на градским линијама у 2010. години смањен је у односу на 2000. годину за око 19 %.

На основу анализе добијених резултата, утврђено је да се се преподневни вршни сат јавио у периоду између 07:00 и 08:00 часова када је на градским линијама захтев за превозом износио 15.433 путовања, док се слеподневни вршни сат јавио у периоду између 13:00 и 14:00 часова када је захтев за превозом био 16.988 путовања. Укупан број вожњи путника, добијен прогнозом, на нивоу целокупног система за месец октобар износи око 7.300.000.

Анкетом корисника система јавног превоза путника утврђено је да 32,7 % корисника преседа једном или више пута, а да 67,3 % корисника до свог циља путовања стиже директном вожњом.

Готово 80 % анкетираних корисника је мишљења да је потребно увођење модерног трамваја у систем јавног превоза на подручју Новог Сада. Изнад 60 %, анкетираних корисника сматра да је трасу трамваја неопходно поставити кроз пешачку зону или кроз њен део.

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Банковић Р.: „Јавни градски путнички превоз“, Научна књига, Београд, 1982.
2. Веселиновић М., Симеуновић М.: „Практикум са збирком задатака из Технологије јавног градског транспорта путника“, Нови Сад, 2013.
3. „Пројекат одвијања јавног градског и приградског превоза путника у Новом Саду“, Нови Сад, 2004.
4. „Системско-генерално бројање и анкета путника у јавном градском и приградском превозу путника на подручју Новог Сада“, Нови Сад, 2011.

Кратка биографија:



Јована Николић је рођена у Врању 1990. године. Дипломирала је на Факултату техничких наука 2013. године (основне академске студије) на смеру Саобраћај, Саобраћај и транспорт, где је завршила и дипломске – мастер студије.

KORIŠĆENJE QGIS-A ZA ANALIZU POTREBA POŠTANSKIH USLUGA U RURALNOM PODRUČJU VOJVODINE - SALAŠI**USE OF GIS TO ANALYZE NEEDS OF POSTAL SERVICES IN RURAL AREAS OF VOJVODINA – COUNTRY HOUSE**

Maja Milaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratka sadržaj – Ovaj istraživački rad bavi se analizom potreba za poštanskim uslugama u ruralnim područjima na teritoriji Vojvodine gde je akcenat stavljen na salaše. Vizuelizacija rezultata ankete predstavljena je primenom QGIS-a. Anketa je sprovedena u 30 Vojvođanskih salaša. Dobijeni podaci su analizirani i obrađeni u MS Office Excel, a zatim su vizuelno prikazani u vidu projekta pomoću softverskog paketa QGIS.

Abstract – This research paper analyzes the need for postal services in rural areas in the territory of Vojvodina, where the emphasis is placed on the farm. Visualization of the survey results is presented using QGIS. The survey was conducted in 30 Vojvodina farm. The obtained data were analyzed and processed in Microsoft Office Excel, and then are visually displayed in the form of the project using a software package QGIS.

Ključne reči: GIS, Quantum GIS, Pošta, analiza ankete, prikaz podataka.

1. UVOD

GIS predstavlja kompjuterizovani, integrisani sistem za prikupljanje, kompiliranje, skladištenje, održavanje i rad sa prostornim i atributnim podacima geografsko lociranim na zemlji ili u prostoru.

To je kompjuterski softverski sistem koji čini srce jednog geoinformacionog sistema, sa mogućnostima održavanja, editovanja, analiziranja i razmene geografski referenciranih podataka i informacija. Ovaj softver omogućava dalje korisnicima da pravljenjem prostornih upita rade kompleksne analize, kreiraju planove ili karte sa statističkim podacima i prezentiraju rezultate svojih istraživanja generisanjem grafičkih i alfanumeričkih izveštaja u integrisanom okruženju.

Osnovna specifičnost poštanskog saobraćaja jeste u dostupnosti poštanske mreže svim korisnicima, u svako naselje u zemlji, pa i ono najmanje.

Drugim rečima, poštanska mreža, koja obuhvata veliki broj poštanskih jedinica, dislociranih u svim naseljima, stoji na raspolaganju korisnicima u pogledu prijema i isporuke, odnosno dostave poštanskih pošiljaka, i vršenja drugih usluga.

Ovaj rad obuhvata korišćenje geografskih informacionih sistema (QGIS-a) za sprovođenje i analiziranje ankete koja se odnosi na JP „Pošta Srbije“, odnosno na potrebu

korisnika za poštanskim uslugama u ruralnim područjima (salašima). Dobijeni rezultati su analizirani i predstavljeni vizuelno u softverskom paketu QGIS.

Cilj rada jeste da se uradi anketa u trideset salaša na teritoriji Vojvodine i utvrdi njihova potreba za poštanski uslugama, ali i da se ispita mogućnost za poboljšanjem davanja poštanskih usluga u ruralnim područjima.

Ukupan broj ljudi (vlasnika salaša) koji su popunili anketu u papirnoj formi je 30. Anketa je obuhvatila sledeće okruge: Južnobački okrug, Severnobački okrug, Južnobanatski okrug, Zapadnobački okrug, Sremski okrug, Severnobanatski okrug, Srednjobanatski okrug.

2. GIS

Geografski informacioni sistem (GIS) je kompjuterski sistem za prikupljanje, obradu, prenos, arhiviranje i analizu podataka koji imaju i geografske reference. Sveobuhvatni GIS podrazumeva [3]:

1. unos podataka sa mape, fotografije iz vazduha, satelita, anketa i drugih izvora,
2. skladištenje podataka, pretraživanje i upite,
3. transformaciju podataka, analizu i modeliranje, uključujući i prostornu statistiku,
4. izlazne dokumente, kao što su mape, izveštaji i planovi.

Uglavnom, sve što se dogodi, dogodi se negde. Mesto događaja i odvijanja svih ljudskih aktivnosti je referentno vezano za Zemlju i određeno jedinstvenom lokacijom. Geografski informacioni sistemi su specijalizovani sistemi koji prate ne samo pojave, aktivnosti, događaje, već i to gde se pojave, aktivnosti i događaji nalaze.

Na taj način geografska lokacija ili gde se nešto nalazi postaje bitan atribut aktivnosti, rukovođenja, strategija, planova i odluka. Ovo, ključno svojstvo GIS-a, postiže se spregom tri savremena tehnološka segmenta: geografsko informacioni sistemi; sistemi za globalno pozicioniranje (GPS) i daljinske detekcije [1].

2.1. Komponente GIS-a

Da bi radio, GIS sistem mora da ima [6]:

- hardver,
- softver,
- tačne podatke,
- ljude.

Hardver sadrži opremu potrebnu za podršku (potporu) mnogih aktivnosti, koja je potrebna za geoprostornu analizu, u rasponu od prikupljanja do analize podataka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Kranjac, docent.

Centralni deo opreme je radna stanica, koja vodi GIS softver i mesto je vezivanja pomoćne opreme.

Različite vrste softvera su važne. Glavni u ovome je GIS aplikacioni paket. Ovakav softver je bitan za stvaranje, uređivanje i analizu prostornih podataka i atributnih podataka, pa ti paketi sadrže veliki broj geoprostornih funkcija svojstvenih za njih. Proširenja ili dodaci su softver koji proširuje mogućnosti GIS programskog paketa. Komponenta GIS softvera je suprotnost primenjenom GIS softveru. GIS komponenta traga za izgrađivanjem softverskih aplikacija koje zadovoljavaju određenu namenu, i stoga su ograničene u svojim mogućnostima prostorne analize.

Podatak je srž svakog GIS-a. Postoje dve osnovne vrste podataka koji se koriste u GIS-u, vektorski i raster podaci. Geobaza predstavlja bazu podataka koja je na neki način upućena na lokacije, mesta na zemlji. Oni su grupisani u dve različite grupe: vektorske i raster. Vektor podatak je prostorni podatak i predstavljen je tačkasto, linijama i poligonima. Raster podatak je baziran na podacima koji su kao slike iz vazduha i digitalni modeli. Zajedno sa ovim podacima je i podatak poznat kao atributivni, opisni podatak. On je definisan kao dodatna informacija o svakom posebnom delu smeštenom u tabelarnom obliku.

Dobre profesionalne veštine i obučerenost potrebni su u GIS procesu. Tri faktora su ključna: obrazovanje, karijera i umrežavanje. Ključna je edukacija; uzimajući pravu kombinaciju klase. Veoma je važan odabir prave vrste posla. Osoba koja je vrlo vešta u GIS analizi ne bi trebala tražiti posao kao GIS programer ukoliko nisu preduzete potrebne mere programske klase [6].

2.2. Quantum GIS

Quantum GIS je vrhunac ponude slobodnog softvera. QGIS ili open source projekat baziran na radu dobrovoljaca – utoliko su dostignuća na ovom projektu značajnija. Koncipiran oko projekta GRASS, QGIS je slobodan GIS softver, a radi na Linux, Windows i Mac OS X platformama. QGIS je danas perjanica slobodnog GIS softvera, a daljim razvojem ove tehnologije i dostupnosti prostornih informacija, njegov značaj samo će rasti. Veće firme će verovatno uposliti profesionalne konsultante za izbor GIS platforme, a izbor će zavisiti od količine informacija kojima raspolažu, kao i od odabira servera za baze podataka. Mala i srednja preduzeća nemaju takvih problema, pa će QGIS u tim sredinama biti odlično rešenje čije će prednosti u funkcionalnosti, ceni i dostupnosti retko ko moći da ignoriše [2].

GIS radi sa dva fundamentalno različita tipa geografskih podataka/mapa:

- rasterski model i
- vektorski model.

Vektorski podaci se dele na tri vrste: poligone, linije (ili lukove) i tačke. Poligoni se koriste da se predstave područja kao što je granica grada (na mapi velikih razmera), jezera ili šuma. Linija (ili luk) se koristi kako bi se predstavile linearne karakteristike. Najčešći primeri su reke, putevi i ulice. Tačkasti podaci se koriste kako bi se

označile karakteristike koje ne zauzimaju područje. Nemaju dimezije i stoga pomoću njih ne može da se izmeri ni dužina ni površina. Primeri gde se koriste su škole, mesta ukrštanja, most, značajna mesta [5].

Raster se sastoji od redova i kolona ćelija, koje se nazivaju pikseli, pri čemu svaka od tih ćelija ima jednu, određenu brojnu vrednost. U slučaju slika, ta brojna vrednost, predstavlja broj boje (boje su kodirane brojevima). Rasteri se mogu prikazati po kanalima, RGB kanali, odnosno, u crvenom, zelenom i plavom delu spektra vidljive svetlosti. Preklapanjem tako pripremljenih rastera, njihovim različitim kombinovanjem, može se dobiti znatno veći broj informacija o nekom području. Rasterski podatak je skenirana karta u JPG-u, TIF-u (i slično) ili tzv. Layout koji se štampa.

3. OBLASTI PRIMENE GIS-A

Pet osnovnih i najčešćih vidova upotrebe GIS-a su:

- Kartiranje,
- Merenje,
- Nadgledanje,
- Modeliranje i
- Menadžment.

Drugo značajno polje primene GIS-a odnosi se na veštačko okruženje. GIS aplikacije, u ovom slučaju, su uglavnom bazirane na vektorima, jer je potreban visok nivo preciznosti objekata i njihovih granica. Glavni korisnici GIS-a u slučaju izgrađenog okruženja uglavnom su državni organi. Ključna polja primene GIS-a u ovom slučaju se odnose na mrežnu analizu, marketing analizu, razvojno planiranje i naknadne izmene planova. Značajno polje primene GIS-a u izgrađenom okruženju odnosi se na katastarsko kartiranje gde su osnovne jedinice u bazama parcele [1].

3.1. Primena GIS-a u poštanskom saobraćaju

U poštanskom saobraćaju GIS je postao aktuelan kada je njegov menadžment shvatio značaj prostornih podataka za donošenje odluke o eventualnom zatvaranju postojećih nerentabilnih i otvaranju novih poštanskih objekata na idealnim lokacijama gde koncentracija stanovnika i/ili preduzeća značajno utiče na povećanje broja potencijalnih korisnika.

U cilju analize teritorijalne dostupnosti poštanske usluge građanima, racionalizacije transporta i dostave poštanskih pošiljaka, od 2002. godine Pošta Srbije razvija geografsko-informacioni sistem - GIS. Pošta je geopozicionirala (pozicionirala na mapi) kompletnu uličnu mrežu Srbije, tj. oko 100.000 kilometara ulica i puteva.

Na osnovu informacija o adresama na kojima poštari vrše dostavu, Pošta Srbije je georeferencirala oko 900.000 kućnih brojeva u svim većim naseljima u Srbiji. U cilju uređenja kućnih sandučića korisnika poštanskih usluga formirana je baza svih domaćinstava u Srbiji, pa je Pošta Srbije u mogućnosti da korisnicima GIS usluga ponudi i informaciju o broju domaćinstava za svaku zgradu na mapi.

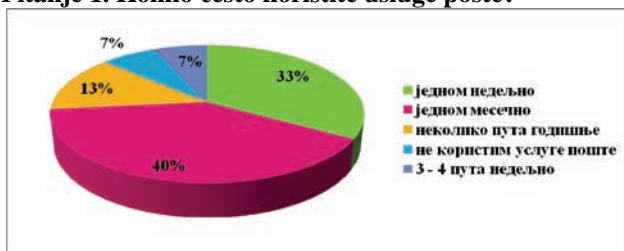
Za ruralna područja, na kojima nije urađena numeracija zgrada ili na kojima Pošta Srbije nije pozicionirala sve kućne brojeve, Pošta nudi prostorne položaje PAK-a.

Poligon PAK-a obuhvata skup zgrada koje pripadaju delu jedne ulice. Uz svaki poligon PAK-a moguće je, pored opsega kućnih brojeva koje obuhvata, dobiti i informaciju o broju domaćinstava. Pošta Srbije je georeferencirala preko 110.000 PAK-ova na području cele Srbije [4].

4. PRIKAZ SPROVEDENE ANKETE

U ovom poglavlju biće prikazani rezultati sprovedene ankete na teritoriji Vojvodine, odnosno u njenim ruralnim područjima tj. salašima. Anketa je sprovedena u periodu od 07.09.2015. do 25.09.2015. godine, u papirnoj formi. Anketu je obuhvatila 30 Vojvodanskih salaša i popunili su je vlasnici salaša putem telefona ili e-maila.

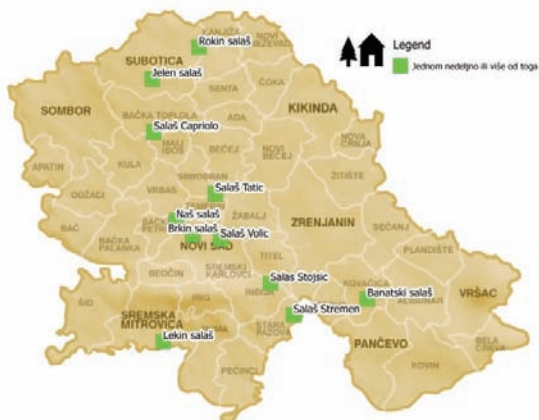
Pitanje 1. Koliko često koristite usluge pošte?



Slika 1. Grafički prikaz dobijenih rezultata na pitanje „Koliko često koristite pošte?“

Na slici 1. možemo videti da 33% ispitanika koristi usluge pošte jednom nedeljno; 40% ispitanika koristi usluge pošte jednom mesečno, a to je ujedno i najveći broj ispitanika; 13% koristi usluge pošte nekoliko puta godišnje; 7% ispitanika ne koristi usluge pošte. Zbog dva ispitanika, odnosno, 7% dodata je i mogućnost odgovora 3 do 4 puta nedeljno na postavljeno pitanje.

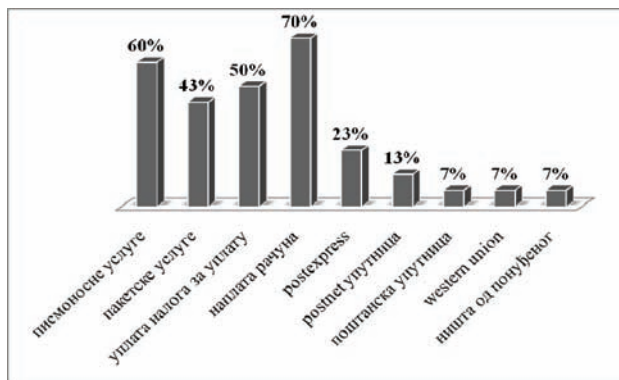
Vizuelizacija dobijenih rezultata putem QGIS-a za odgovor “jednom nedeljno”. Na slici 2. prikazana je mapa Vojvodine sa ucrtanim salašima koji usluge pošte koriste jednom nedeljno.



Slika.2. Salaši koji usluge pošte koriste jednom nedeljno

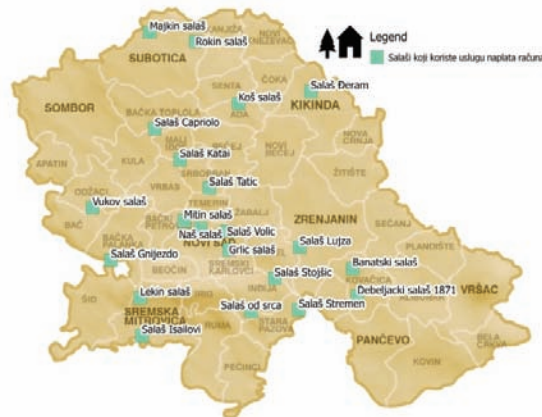
Pitanje 2. Koje usluge pošte najviše koristite?

Na osnovu dijagrama na slici 3. možemo zaključiti da se od poštanskih usluga najviše koristi naplata računa 70%, zatim slede pismonosne usluge sa 60%, uplata naloga za uplatu 50%, paketske usluge 43%, postexpress 23%, postnet uputnica 13% dok poštansku uputnicu i western union koristi 7% ispitanika. Takođe, 7% ispitanika ne koristi ništa od ponuđenog.



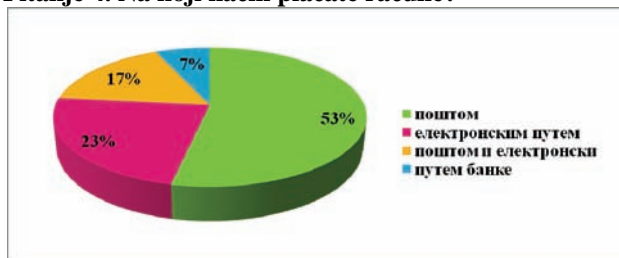
Slika 3. Grafički prikaz dobijenih rezultata na pitanje „Koje usluge pošte najviše koristite?“

Vizuelizacija dobijenih rezultata putem QGIS-a za odgovor „naplata računa“. Na slici 4. prikazana je mapa Vojvodine sa ucrtanim salašima koji koriste poštansku uslugu naplata računa.



Slika 4. Salaši koji koriste uslugu naplata računa

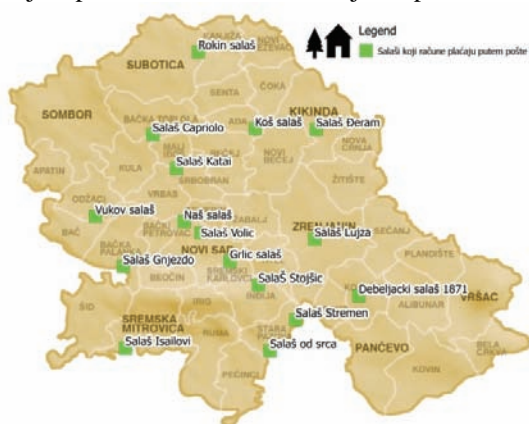
Pitanje 4. Na koji način plaćate račune?



Slika 5. Grafički prikaz dobijenih rezultata na pitanje „Na koji način plaćate račune?“

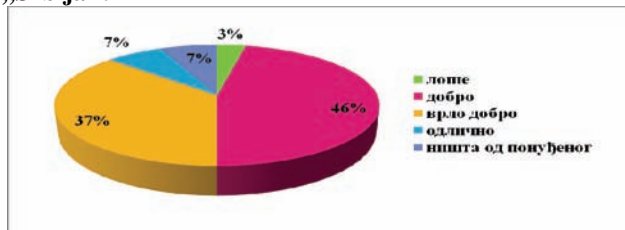
Možemo zaključiti da najveći broj ispitanika i dalje ima najviše poverenja u poštu što se tiče plaćanja svojih računa, 53%. Sledi elektronski način plaćanja računa sa 23%, dok oba vida plaćanja računa koristi 17% ispitanika. Najmanji broj ispitanika, 7%, ide u banku lično. To sve je grafički prikazano na slici 5. Oni koji elektronskim putem plaćaju račune koriste M-banking, E-banking, telenor banku. Takođe, naglasili su mi da taj način plaćanja koriste isključivo zbog gužve, velikih redova, vremena čekanja u pošti. Elektronsko plaćanje predstavlja veliku olakšicu i uštedu vremena, sa par klikova sve se brzo realizuje. Pošta da bi zadržala svoje korisnike ali i pridobila nove treba da radi na mogućnosti uvođenja elektronskog plaćanja.

Vizuelizacija dobijenih rezultata putem QGIS-a gde smo uz pomoć ankete dobili salaše čiji vlasnici svoje račune plaćaju u pošti. Na slici 6. vidimo njihov prikaz.



Slika 6. Salaši koji račune plaćaju u pošti

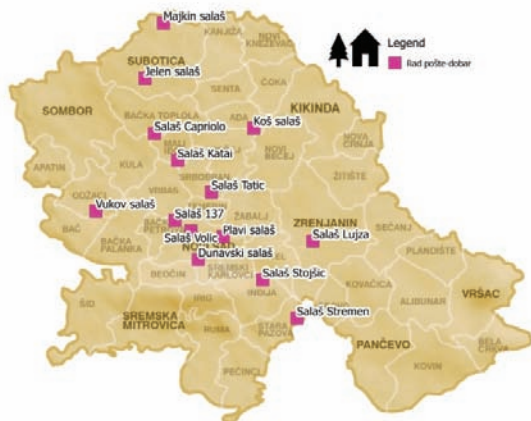
Pitanje 3. Ocenite Vaše zadovoljstvo radom JP PTT „Srbija“?



Slika 7. Grafički prikaz dobijenih rezultata na pitanje „Ocenite Vaše zadovoljstvo radom JP PTT „Srbija“?“

Na slici 7. možemo videti da je 46% ispitanika ocenilo rad pošte kao dobar, to je ujedno i najveći broj. 37% kaže da je rad pošte vrlo dobar, a odličan samo 7%, dok je isti procenat i onih bez odgovora pošto ne koriste poštanske usluge. 3% je reklo da je rad pošte loš. Pošta mora da radi na tome kako bi zadovoljila potrebe svojih korisnika, zadržala svoj ugled i time povećala ocene svog rada.

Vizuelizacija dobijenih rezultata putem QGIS-a gde na slici 8. možemo videti salaše koji misle da je rad pošte dobar. Ovaj odgovor je izabrana za analizu upravo iz razloga što najveći broj ispitanika smatra da je rad pošte dobar.



Slika 8. Salaši koji su ocenili rad pošte kao dobar

5. ZAKLJUČAK

Selo (ili ruralno naselje) je jedna od tri vrste ljudskih naselja. Osnovni je oblik teritorijalne, socijalne i ekonomske organizacije stanovništva koje se bavi poljoprivredom. Pored grada i mešovitog naselja, kao polifunkcijskih naselja, selo se može definisati kao monofunkcijsko naselje, tj. naselje u kome je prevashodno zastupljeno samo jedno zanimanje, i to prvenstveno poljoprivreda.

Selo je naziv za svako naselje sa manjim brojem stanovnika. U srpskoj žitnici Vojvodini, salaši su sinonim za seoski turizam, a bogata ponuda i lokalna obeležja značajan su spomenik vojvođanske kulture.

Da li pošta može da učini nešto više za salaše i omogućiti im pristupačnije korišćenje poštanskih usluga pokušali smo da saznamo anketirajući trideset salaša.

Da bi zadržala svoje korisnike ali i pridobila nove, pošta, mora da teži ka stalnom usavršavanju svog poslovanja, slušanju zahteva svojih korisnika, proširenju asortimana svojih usluga, uvođenju inovativnih rešenja, samim tim će se i povećati broj ljudi koji smatra da je rad pošte odličan.

6. LITERATURA

- [1] Jovanović, V., Geografski informacioni sistemi, PMF Novi Sad i Univerzitet Singidunum, Beograd, 2012.
- [2] Kranjac, M., Materijal sa predavanja, Geografsko informacioni sistemi u saobraćaju, 2014.
- [3] Čekerevac, A., Anđelić, S., Glumac, S., Dragović, N., Savremene tendencije primene GIS tehnologije, Međunarodna naučna konferencija, Kruševac, 2010.
- [4] www.posta.rs
- [5] <http://www.gislounge.com/geodatabases-explored-vector-and-raster-data/>
- [6] <http://www.gislounge.com/what-is-gis/>

Kratka biografija:



Maja Milaković rođena je u Sremskoj Mitrovici 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranila je 2015. god.

ANALIZA UTICAJA LOKACIJA SAMOUSLUŽNIH POŠTANSKIH TERMINALA NA DOSTUPNOST POŠTANSKIH USLUGA KORIŠĆENJEM QGIS-A**ANALYSIS OF INFLUENCE OF THE SELF-SERVICE POST TERMINALS TO THE POST SERVICES ACCESSIBILITY BY USING QGIS**

Darko Todorović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Predmet istraživanja ovog rada jeste korišćenje softverskog paketa QGIS, kako bi se putem vizualizacije raspoloživih podataka doslo do optimalnih saznanja koliki uticaj lokacija samouslužnih poštanskih terminala ima na poboljšanje dostupnosti poštanskih usluga.

Abstract – The subject of this paper is to using software package QGIS in order to visualization of available data determine the optimal knowledge of the impact location self-service postal terminal has to improve the availability of postal services.

Cljučne reči: Samouslužni poštanski terminali, GIS, QGIS.

1. UVOD

U današnjem društvu gde svaki sekund ima izuzetnu vrednost, čovek uglavnom bira nove tehnologije koje će mu olakšati život i omogućiti više slobodnog vremena. Tako je u svakoj oblasti, pa se ni oblast poštanskog saobraćaja ne razlikuje po tom pitanju. Korisnici žele brz, jeftin i dostupan servis. A da bi se to omogućilo potrebno je izvršiti reorganizaciju postojećeg stanja.

Osnovni ciljevi ovog istraživanja su:

- upoznavanje sa mogućnostima poštanskih samouslužnih terminala;
- analiza dostupnosti poštanske mreže upotrebom QGIS-a;
- povećanje dostupnosti poštanske mreže upotrebom poštanskih samouslužnih terminala;
- analizom rezultata dobijenih putem upitnika doći do optimalnih rešenja.

Na osnovu urađenog istraživanja i dobijenih rezultata može se doći do potrebnih saznanja koja se odnose na uticaj poštanskih samouslužnih terminala na: povećanje dostupnosti poštanskih usluga, podizanje kvaliteta usluga, smanjenje troškova dostave, povećanje zadovoljstva korisnika usluga, podizanje atraktivnosti poštanskih usluga.

2. GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI (GIS)

Geografski informacioni sistemi su zasnovani na svojevrsnim principima, a najpogodnija reč koja ih objašnjava je integracija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Kranjac, docent.

Realno posmatrano, snaga geografskog informacionog sistema, za razliku od ostalih informacionih sistema, jeste u njegovoj sposobnosti da integriše (ujedini) prostorne i neprostorne informacije [1].

Geografski informacioni sistem (GIS) se može opisati kao racionalno organizovan skup računarskog hardvera, softvera, geografskih podataka i korisnika, koji je projektovan tako da omogućava efikasno prikupljanje, čuvanje, obradu, analizu i prostorno prikazivanje geografskih i svih drugih informacija koje su od interesa za korisnika [2].

2.1. Funkcionalno i konceptualno svojstvo GIS-a

Geografski informacioni sistemi su specijalizovani sistemi koji prate ne samo pojave, aktivnosti, događaje, već i to gde se pojave, aktivnosti i događaji nalaze. Na taj način geografska lokacija ili gde se nešto nalazi postaje bitan atribut aktivnosti, rukovođenja, strategija, planova i odluka. Ovo, ključno svojstvo GIS-a, postiže se spregom tri savremena tehnološka segmenta: geografskih informacionih sistema, sistema za globalno pozicioniranje (GPS) i daljinske detekcije (RS – Remote Sensing).

Konceptualno, geografski informacioni sistem obuhvata sve aspekte jednog geo – sistema i ima mogućnost procesiranja širokog skupa informacija o prirodi, stanovništvu i privredi. Geografski prostor je realni sistem visokog nivoa složenosti. Procese unutar sistema prati nagli porast broja informacija o strukturama, funkcijama i relacijama [1].

2.2. Tehnološko svojstvo GIS-a

Tehnološki posmatrano, geografski informacioni sistem je kompjuterski sistem koji čine hardver, softver, prostorni podaci, tematski podaci, analitički podaci za upravljanje, analizu i pokazivanje svih formi geo – referenciranih podataka.

U geografsko informacionom sistemu se uz pomoć novih tehnologija rukuje mapama odnosno kartografskim slojevima sa zasebnim podacima o pojavama i procesima na Zemlji. Svako svojstvo pojave u realnom svetu se nalazi u tabelama atributa i povezano je sa pozicijom na karti odnosno mapi. Mapa je glavni metod identifikacije i predstavljanja lokacije sa geografskim karakteristikama. Mapa je grafički prikaz gde su karakteristike (npr. lokacija pošte), relativne jedna u odnosu na drugu. Za GIS softver veoma je važno da podržava veliki broj mapa. GIS radi sa dva različita tipa geografskih mapa:

- „vektorski“ model i
- „rasterski“ model.

3. PRIMENA GIS-A U POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU

U poštanskom saobraćaju GIS je postao aktuelan kada je njegov menadžment shvatio značaj prostornih podataka za donošenje odluke o eventualnom zatvaranju postojećih nerentabilnih i otvaranju novih poštanskih objekata na idealnim lokacijama gde promene koncentracije stanovnika i/ili preduzeća značajno utiču na promenu broja potencijalnih korisnika [3].

U JP PTT saobraćaja „Srbija“ za rad sa geografskim informacionim sistemima se koristi softverski paket MapInfo. Osnovni preduslov za kreiranje valjanih i upotrebljivih vektorskih mapa je dobra i detaljna podloga. Kao podlogu za kreiranje može se koristiti detaljna topografska mapa ili ortofoto snimak u razmeri ne manjoj od 1:3000 za gradska jezgra i ne manjoj od 1:25000 za ruralna područja i putnu mrežu između naselja [4]. Na osnovu raspoloživih podataka moguće je podeliti neko područje po određenom kriterijumu na odgovarajući broj segmenata. Ako kao kriterijum izaberemo obima potražnje neke konkretne usluge u poštanskom saobraćaju, moguće je grubo definisati sledeće grupe korisnika:

- a) fizička lica,
- b) pravna lica – veliki korisnici,
- c) pravna lica – potražuju mali obim usluga i
- d) pravna lica koji nisu korisnici usluga Pošte.

U ovom delu moguće je otvoriti još jednu grupaciju u kojoj bi se našli i potencijalni korisnici sa posmatranog tržišta čije su eventualne potrebe uočene na bilo koji način [4].

Geo-prostorni/GIS podaci u poštanskom saobraćaju se mogu koristiti za analizu tržišta i strategija koje se na njemu sprovode (iscrtavanje i mapiranje tržišne oblasti, analiza potencijala i tržišnog udela operatora, identifikacija nepokrivenog tržišta, identifikacija elastičnosti tražnje itd.), ciljnog marketinga (tržišna segmentacija bazirana na korisniku, marketing baziran na direktnoj pošti), kao i raspoložive mreže (lokacija jedinica poštanske mreže i nepokrivenog tržišta).

S druge strane, geo-demografski podaci omogućavaju analizu mogućeg prodora na nepokrivene oblasti (vezivanje raspoloživih adresa za demografske podatke), kao i kreiranje novih usluga koja bi predstavljala vid prilagođenog programa. GIS i geo-demografski podaci i aplikacije su očito alati koje je moguće integrisati u poštansko poslovanje i na taj način steći prednost prvenstveno zahvaljujući poboljšanju odnosa s korisnicima.

4. TIPOVI SAMOUSLUŽNIH UREĐAJA I NAČINI NJIHOVE PRIMENE

Samouslužni uređaji polako postaju naša svakodnevnica, kako kod nas tako i u celom svetu. Kako tehnologija poslednjih godina naglo napreduje, na tržištu se može naći veliki broj savremenih uređaja koji su automatizovani i u velikom broju slučajeva mogu u potpunosti da zamene čoveka. Ovakvi uređaji predstavljaju spoj novih tehnologija u izradi i funkcionisanju. Danas skoro svaki uređaj poseduje internet konekciju (kablovski, WiFi, ADSL), kao i stalnu vezu sa kontrolnim centrom ili serverom. Na ovaj način je obezbeđeno samostalno funkcionisanje uređaja, koji su daljinski kontrolisani, odnosno prati se njihov rad, i u slučaju kvara ili greške u

radu šalje se serviser da reši problem na licu mesta. U nastavku rada prikazana su neka rešenja koja se već koriste u evropski i svetskim poštanskim upravama, a koja predstavljaju ključna rešenja koja bi se mogla koristiti i u Pošti Srbije, kao i rešenje koje je Pošta već implementirala u Srbiji [5].

4.1. Iskustva drugih poštanskih operatera

Nemačka

U Nemačkoj su u upotrebi takozvane Post24/7 (Slika 1.), koje predstavljaju samouslužne terminale koji rade 24 časa dnevno, 7 dana u nedelji.



Slika 1. Post24/7 [6]

Svaki terminal je opremljen uređajem (PACKSTATION ili PAKETBOX), koji omogućuju da korisnici mogu poslati male pakete na bilo koju lokaciju. Takođe, ovaj uređaj ima i poseban termalni štampač koj izdaje poštanske marke. Kako se navodi, slanjem paketa sa ove stanice, korisnik uštedi minimum po jedan evro za svaki paket u odnosu na klasično slanje u poštanskoj jedinici. Ukoliko se korisnik registruje na ovoj stanici, može da podiže pakete koji su mu poslani, bez odlazaka u poštu. Sistem korisniku šalje SMS ili email obaveštenje da mu je pristigao paket i da je paket ostavljen u Post24/7 za koju se korisnik registrovao.

Francuska

Poštanska uprava Francuske – La Poste instalirala je u prostorijama pošta 2100 kioska Lisa2 izgleda prikazanog na Slici 2. koji omogućavaju slanje pisama, paketa i kupovinu poštanskih markica, čime je smanjila gužve na šalterima, a samim tim i broj zaposlenih na prijemu pismonosnih pošiljaka.



Slika 2. Lisa2

5. ISTRAŽIVANJE ZASTUPLJENOSTI POŠTANSKIH SAMOUSLUŽNIH TERMINALA I NJIHOVIH LOKACIJA

Jedan od glavnih ciljeva svih poštanskih preduzeća je dostupnost usluga korisnicima, a to se može postići samo dobrim odabirom lokacija njihovih jedinica. Pored tradicionalnih i dobro poznatih mesta za pružanje poštanskih usluga, danas postoje, nove, savremene još

pristupačnije i fleksibilnije mogućnosti za njihovo pružanje upotrebom poštanskih samouslužnih terminala. Kako bi se utvrdila dostupnost poštanskih usluga po okruzima u Srbiji korišćen je GIS, odnosno softver QGIS. Analizom broja terminala Pošte Srbije i Poštanske štedionice, tj. njihovog zajedničkog broja kao što je prikazano na slici 3. dolazimo do saznanja da svaki okrug ima bar dva terminala, dok većina daleko više. Ponovo prednjači okrug Grad Beograd sa 115 terminala, dok prvi sledeći je Južno-Bački okrug sa 24. Na osnovu ovih informacija možemo zaključiti da bi saradnja između ove dve organizacije u pogledu terminala imala veoma pozitivne efekte. Pošta bi povećala dostupnost svoje mreže korisnicima, a Poštanska štedionica dobila besplatan marketing i smanjenje troškova.



Slika 3. Ukupan broj poštanskih samouslužnih terminala po okruzima [7]

Takođe prilikom postavljanja poštanskih samouslužnih terminala na novim lokacijama ova saradnja bi se nastavila i na taj način svi troškovi postavljanja i održavanja bili bi podeljeni između ove dve organizacije.

5.1. Analiza dostupnosti jedinica poštanske mreže i samouslužnih terminala na području grada Šapca



Slika 4. Lokacije pošta i samouslužnih terminala na području grada Šapca [7]

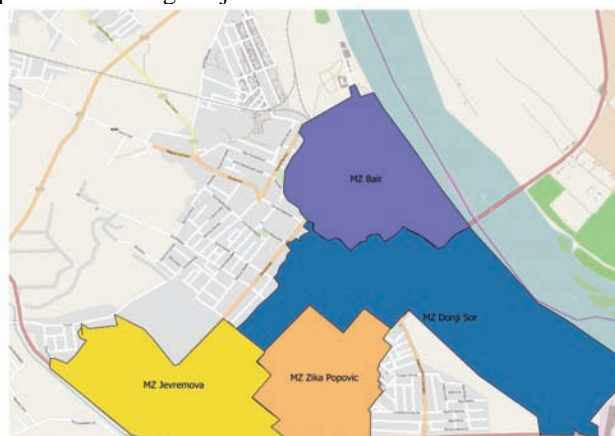
Pošto smo sagledali dostupnost jedinica poštanske mreže po okruzima na teritoriji Srbije, sada ćemo to isto uraditi na području grada Šapca. A sve sa ciljem da se uz pomoć poštanskih samouslužnih terminala poveća dostupnost poštanskih usluga. Na teritoriji grada Šapca od poštanske mreže postoji:

- 9 jedinica poštanske mreže;
- 1 ATM uređaj pošte.

Dok je broj bankomata Poštanske štedionice 3. To znači da postoji 12 mogućih lokacija gde se mogu postaviti poštanski samouslužni terminali, a da se ne traži nova lokacija.

5.2. Analiza rezultata dobijenih putem upitnika

U istraživanju koje je sprovedeno učestvovalo je 200 korisnika poštanskih usluga koji su punoletni i pripadaju različitim starosnom dobu. Anketa je sprovedena na teritoriji grada Šapca, tačnije u 4 mesne zajednice (MZ Bair, MZ Donji Šor, MZ Žika Popović, MZ Jevremova). U svakoj od navedenih mesnih zajednica koje su prikazane na slici 5. anketirano je po 50 korisnika poštanskih usluga koji su stanovnici tih MZ.



Slika 5. MZ na teritoriji grada Šapca u kojima je sprovedena anketa

Procenat muških ispitanika u ovom radu iznosi 48%, a ženskih 52%. Na području MZ Bair procenat ženskih ispitanika je 56%, a muških 44%, dok je na području MZ Donji Šor procenat muških ispitanika 58%, a ženskih 42%, to je ujedno i jedina MZ gde je broj muških ispitanika veći od broja ženskih ispitanika. Isti procenat muških i ženskih ispitanika je na području MZ Žika Popović, a na području MZ Jevremova procenat ženskih ispitanika je 60%, a muških 40%.

Tabela 1. Pitanja iz ankete sa rezultatima

1. Da li znate šta je poštanski samouslužni terminal?	Da		Ne	
	Broj	%	Broj	%
	26	13	174	87
2. Da li želite poštanski samouslužni terminal?	Da		Ne	
	Broj	%	Broj	%
	96	48	104	52
3. Da li želite da Vas služi čovek ili terminal?	čovek	terminal	čovek i terminal	
	56	40	104	
	28%	20%	52%	

4. Da li Vam je potrebna edukacija u oblasti PTT usluga?	Da		Ne	
	Broj	%	Broj	%
	185	92,5	15	7,5

5. Paketi koje šaljete najčešće su mase:	do 5kg.	od 6-10kg.	od 11-20kg.	ne šalje
	66	39	23	72
	33%	19,5%	11,5%	36%

6. MOGUĆA REŠENJA

Kako bi se došlo do najboljih rešenja kako po pitanju tipa poštanskog samouslužnog terminala, tako i po pitanju lokacije na kojoj on treba da se nalazi koristićemo informacije do kojih smo došli putem ankete i podataka o dostupnosti jedinica poštanske mreže koje smo predstavili putem GIS-a.

Analizirajući mape dobijene putem GIS-a, takođe može se zaključiti da postoje dve lokacije koje bi mogle da budu idealna za postavljanje poštanskih samouslužnih terminala to su: Glavna pošta koja već poseduje ATM uređaj i TC Roda gde se takođe nalazi pošta i koji bi zbog svoje frekventnosti potencijalnih korisnika bio izuzetno pogodan.

Jedan od najpogodnijih poštanskih samouslužnih terminala koji bi zadovoljio sve ove potrebe korisnika je LISA 2, ali on nije predviđen za postavljanje van zgrada tako da bi mogao da se koristi samo unutar tržnog centra ili u prostoriji pošte, i na taj način smanji redove čekanja i poveća dostupnost usluga.

7. ZAKLJUČAK

Savremeni poštanski sistemi funkcionišu sa velikim brojem inovativnih uređaja među kojima su i poštanski samouslužni terminali, koji im omogućavaju da automatizuju pružanje usluga i obezbede brz i kvalitetan servis. Novi poštanski uređaji preuzimaju primat u odnosu na tradicionalni poštanski servis koji se pruža putem šaltera pošte. Njihovim svakodnevnim razvojem sve je veći broj novih usluga koje se uz pomoć poštanskih samouslužnih terminala pružaju pored već postojećih.

Upotrebom GIS-a možemo olakšati pronalaženje idealne lokacije za postavljanje poštanskih samouslužnih terminala. I na taj način povećati dostupnost poštanskih usluga kao i brzinu povraćaja investicije u poštanski samouslužni terminal.

Najfrekventnija mesta u gradu kao što su trgovi i centri i trgovini predstavljaju u najvećem broju slučajeva, lokacije na koje se postavljaju samouslužni terminali. Na taj način se omogućuje potencijalnim korisnicima, dostupnost poštanskih usluga i van radnog vremena pošte, bez redova čekanja i obavljanje više dnevnih obaveza na jednom mestu.

U razvijenim zemljama sveta elektronska trgovina donosi velike benefite za sve učesnike u njoj, a posebno za poštanske operatore koji imaju povećani obim usluga. Korišćenjem poštanskih samouslužnih terminala koji imaju pregratke za preuzimanje pošiljaka postižu se značajene uštede u fazi uručivanja, koja je inače najskuplja faza u procesu prenosa pošiljaka. Korisnik na taj način bira mesto i vreme kada želi da preuzme pošiljku u zavisnosti od svojih obaveza, tj. sve je podređeno potrošaču.

Da bi poštanski samouslužni terminali zaživeli potrebno je da postoji raspoloženje korisnika za to. Na osnovu ankete koja je sprovedena u ovom radu može se zaključiti da većina korisnika poštanskih usluga ne bi imala ništa protiv upotrebe samouslužnih terminala.

Čak 72% ispitanika bi želelo da ga uslužuje čovek i terminal. A vremenom bi se taj broj konstantno povećavao imajući u vidu iskustva iz drugih zemalja. Korisnici bi shvatili prednosti poštanskih samouslužnih terminala, prevashodno u dostupnosti poštanskih usluga 24 časa, 7 dana u nedelji.

8. LITERATURA

- [1] Jovanović, V., Đurđev, B., Srdić, Z., Stankov, U., „Geografski informacioni sistemi“, Beograd, 2012.
- [2] Kranjac, M., „GIS u saobraćaju“ – skripta, FTN, Novi Sad, 2014.
- [3] www.posta.rs, 02.01.2015.
- [4] Grgurović, B., Štrbac, S., „Primena Geografskog informacionog sistema u segmentaciji tržišta poštanskih usluga“, Infoteh-Jahorina, mart 2009.
- [5] Marčić, B., „Određivanje lokacija za postavljanje samouslužnih poštanskih terminala primenom GIS-a – master rad, FTN, Novi Sad, 2012.
- [6] <http://de.wikipedia.org/wiki/Paketbox>, 10.03.2015.
- [7] Todorović, D., - autor master rada

Kratka biografija:

Darko Todorović rođen je u Koceljevi 1990. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Poštanski saobraćaj i telekomunikacije – Geografski informacioni sistemi u saobraćaju odbrani je 2015. godine.

**ВРЕДНОВАЊЕ СТОПЕ И ФАКТОРА НЕЗГОДА НА ЛОКАЦИЈАМА СА
ВИСОКИМ РИЗИКОМ ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА****VALUATION RATES AND CRASH FACTORS AT SITES WITH A HIGH RISK TRAFFIC
FLOW**

Милан Филиповић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – *Значајни напори су учињени скоријих година да се путовање аутопутевима учини безбедним. Циљ рада је да се идентификују узрочни фактори саобраћајних незгода на аутопутевима са две траке и одговарајуће ефективне противмере које би требало значајно да смање ове саобраћајне незгоде. Ефективне противмере могу бити утврђене само ако су познати узрочни фактори ових саобраћајних незгода. Обим рада је ограничен на аутопутеве са две траке у Вирџинији у периоду од 2001 до 2004.*

Abstract – *Considerable efforts have been made in recent years to make highway travel safer. The purpose of this study was to identify causal factors of crashes on two-lane highways and corresponding effective countermeasures that should significantly reduce these crashes. Effective countermeasures can be identified only if the causal factors of these crashes are known. The scope of the research was limited to two-lane highways in Virginia with data from 2001 through 2004.*

Кључне речи: *Стопе саобраћајних незгода, узроци, фактор, високи ризик, аутопут.*

1. УВОД

Саобраћајне незгоде су постале глобални проблем човечанства, проблем свих региона, држава и локалних заједница. Савремен приступ у управљању безбедношћу саобраћаја на путевима заснива се на непрекидном процесу праћења обележја постојећег стања, дефинисању жељеног стања и предузимању оптималних мера у циљу приближавања постојећег жељеном стању. Значајни напори су учињени скоријих година да се путовање аутопутевима учини безбедним.

Саобраћајни инжењери настављају да истичу значај идентификације узрочних фактора за саобраћајне незгоде на појединим деловима пута и у различитим функционалним класама аутопутева. Циљ рада је да се идентификују узрочни фактори саобраћајних незгода на аутопутевима са две траке и одговарајуће ефективне противмере које би требало значајно да смање ове саобраћајне незгоде.

Обим рада је ограничен на аутопутеве са две траке у Вирџинији у периоду од 2001 до 2004.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. МЕТОД РАДА

Метод рада дефинисан је следећим корацима:

1. Спровести истраживање литературе и публикација које се односе на студију.
 2. Одабрати места са високим ризиком за саобраћајне незгоде на аутопутевима са две траке у Вирџинији.
 3. Сакупити све податке о саобраћајним незгодама за изабрана места.
 4. Сакупити оперативне податке за дата места.
 5. Анализирати податке саобраћајних незгода за релевантне варијабле.
 6. Анализирати геометријске податке за дата места који би се користили у анализи.
 7. Користити анализу уз помоћ “стабла одговорности” да би се утврдили главни узрочници саобраћајних незгода.
 8. Користити генерализовано линеарно моделирање (GLM) да се развију модели предвиђања дешавања саобраћајних незгода на местима.
- Како би се одредили узрочни фактори саобраћајних незгода на аутопутевима Вирџиније, било је неопходно да се одаберу места високог ризика за саобраћајне незгоде. Од листе од 1.623 могуће деонице, 1.160 деоница је имало више од 10 саобраћајних незгода током испитиваног периода од 4 године, 932 деонице су имале више од 15, и 752 више од 20 саобраћајних незгода.

Карактеристике деоница и саобраћајних незгода у свакој листи су испитане. 3 листе деоница су упоређиване према распореду типова деоница, као што су урбане наспрам руралних и примарне наспрам секундарних, и по расподели карактеристика саобраћајних незгода, као што су главни фактор, доба дана и временски услови. Истраживачи су одлучили да искористе листу деоница са 15 и више саобраћајних незгода, зато што би ово обезбедило довољно велики број деоница за насумични одабир при укључивању места са високом стопом саобраћајних незгода. У овом тренутку одабира места, листа је доведена на 932 места.

После одређивања крајњег списка локација за анализу, проста претрага у бази саобраћајних незгода Одсека за саобраћај и транспорт обезбедила је све елементе из сваког појединачног полицијског извештаја. Елементи извучени из базе саобраћајних незгода за сваки извештај укључивали су датум саобраћајне незгоде, сат саобраћајне незгоде, временске услове, услове подлоге и осветљења и разне друге варијабле.

3. РЕЗУЛТАТИ

3.1 Анализа саобраћајних незгода

Истраживачки тим је оценио које би независне варијабле биле релевантне у анализи саобраћајних незгода. Истраживачи су одлучили да би анализа била ефективнија и лакше изводљива ако би ове варијабле биле прегруписане у мањи број категорија. Ове варијабле су укључивале временске услове, осветљеност пута, тип возила, маневар возила и поступак возача.

У анализи типова возила, истраживачи су усмерили пажњу на упоредне типове возила која су учествовала у саобраћајној незгоди. На пример, при сличној разлици у брзинама између возила, саобраћајна незгода која је укључивала аутомобиле са 2 путника ће често резултовати саобраћајном незгодом мање тежине, него она у коју је било укључено путничко возило или возило са приколицом. Анализа је даље узела у обзир да ли су возила укључена у саобраћајну незгодом била слично усклађена или неусклађена.

3.2 Анализа геометријских података

Нагиб дуж сваког сегмента израчунат је коришћењем x - и y - координате. Промена у дужини може се израчунати коришћењем Једначине 1., а промена у ширини је израчуната Једначином 2.

$$\Delta \text{дужине} = \frac{\pi}{180^\circ} \left[\frac{a^2}{\sqrt{a^2 \cos^2 \vartheta + b^2 \sin^2 \vartheta}} + h \right] \cos \vartheta \quad (1)$$

$$\Delta \text{ширине} = \frac{\pi}{180^\circ} \left[\frac{a^2 b^2}{(a^2 \cos^2 \vartheta + b^2 \sin^2 \vartheta)^{\frac{3}{2}}} + h \right] \quad (2)$$

где је: $a = 6378137$ m (полу-главна оса)

$b = 6356752,3142$ m (полу-мања (споредна) оса)

ϑ = географска ширина ($^\circ$)

h = висина

Када су x - и y - координате (дужина и ширина) одређене, хоризонтално растојање између било које две тачке може се наћи коришћењем Једначине 3.

$$\Delta \text{растојање} = \sqrt{(\Delta \text{дужина})^2 + (\Delta \text{ширина})^2} \quad (3)$$



Слика 1. Дужина тетиве и средња ордината мера узетих за сваку кривину

Радијус кривине је израчунат коришћењем Једначине 4.

$$R = \frac{c^2 + 4h^2}{8h} \quad (4)$$

где је: R = радијус кривине

c = дужина тетиве

h = дужина средње ординате.

У случајевима где је пут имао угао од 90° , обично указујући на заустављање и ортогонално скретање десно, кривина је класификована као «лакат» кривина. Ове кривине су класификоване у посебне категорије за креш анализу саобраћајних незгода.

3.3 Анализа методом стабла

Оперативни и подаци о незгодама су комбиновани. Подаци за сваку саобраћајну незгодом и сваку варијаблу постављени су у категорије за анализу. За један сет варијабли, вредност категорије била је иста за сваку саобраћајну незгодом на том одређеном месту. На пример, број знакова упозорења дуж сегмента пута коришћен је за дату категорију за сваку саобраћајну незгодом на датом месту. Густина укрштања израчуната је дељењем броја главних укрштања дуж трасе са дужином трасе. Број семафора и СТОП знакова израчунат је на сличан начин. Брзинска разлика је разлика између постављеног ограничења брзине и оперативне брзине (85%-тна брзина). Негативне вредности указују прекорачење, а позитивне указују на безбедну возњу. Иако оперативна брзина и ограничења брзине обезбеђују вредне информације о сваком месту, брзинска разлика побољшава знање о карактеристикама места и може да утиче на одређење дешавања саобраћајних незгода.

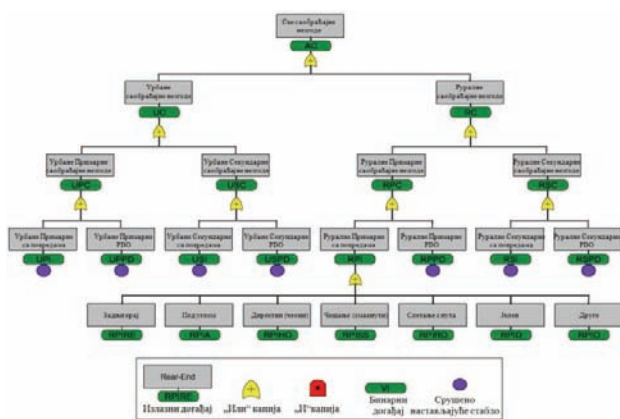
Свака варијабла је била подељена у категорије за анализу.



Слика 2. Коришћени симболи у анализи стабла кривике

За анализу, саобраћајне незгоде су груписане према класификацији аутопута и типу незгоде. Како је ово истраживање тежило да идентификује узрочне факторе и предложи противмере, резултати би били најприменљивији, ако би били специфични за класификацију пута. Анализа је одвојено узела у обзир примарне руралне, секундарне руралне, примарне урбане и секундарне урбане аутопутеве. Саобраћајне незгоде дуж траса са овим класификацијама су даље дељене по типу судара. Најзаступљенији типови саобраћајних незгода су били слетање с пута, судари од позади, под углом, налети на животиње, „чешања“ и директни судари. Анализа „стабла кривике“ је затим примењена да се дође до бољег разумевања ефеката варијабли и њихових комбинација на саобраћајне незгоде. Стабло кривике је хијерархијски модел који се користи да се анализира ризик. Он пружа графички приказ недостатака компоненти и описује све односе између компоненти. Сви догађаји кроз стабло одређени су неком комбинацијом основних догађаја. Догађај на врху стабла, познат и као корен стабла, је догађај који представља најопштију потврду ризика. „Стабло

кривиче“ омогућава истраживачу да одреди најмањи сет пресека, који представља најкраћи ланац догађаја који су довели до грешке или недостатка. Најмањи пресек ће пружити секвенцу варијабли за коју је највероватније да ће довести до саобраћајне незгоде. Засебно стабло кривиче је развијено за сваку класу аутопута (примарни урбани, секундарни урбани, примарни рурални и секундарни рурални). На овај начин, ланац догађаја који доводи до саобраћајне незгоде је јединствен за сваку класу аутопута. Саобраћајне незгоде за сваку класификацију аутопута се даље деле на типове незгода. С обзиром да се узима у обзир и тежина саобраћајне незгоде, и због тога што узрочни фактори саобраћајних незгода могу варирати зависно од тежине саобраћајне незгоде, развијена су 2 стабла кривиче за сваки тип незгоде: једно за незгоде са повредама и фаталне саобраћајне незгоде и једно за саобраћајне незгоде само са материјалном штетом (PDO).



Слика 3. Иницијално стабло кривиче

Карактеристике пута или саобраћаја су јединствене за свако место, и укључују ADT, траке за скретање, проценат теретних возила и друго. Карактеристике саобраћајне незгоде су добијене из појединачних полицијских извештаја о саобраћајним незгодама и могу варирати од случаја до случаја за дату локацију. Ове варијабле укључују временске услове и услове осветљења, ширину трака и банкина, сат саобраћајне незгоде и друго. Иако ширине трака и банкина изгледају као путне карактеристике, дужине одабраних места омогућавају да ширине површина могу бити променљиве дуж трасе. Најтачније представљање ширина подлоге било је на основи појединачних саобраћајних незгода. Односи последица су такође узети у обзир, посебно између датих карактеристика пута и карактеристика саобраћајних незгода. Оваква организација омогућава комплетније знање секвенце догађаја који су водили саобраћајним незгодама. Иако је анализа варирања (ANOVA) могла да буде примењена у укупној анализи, анализа стабла кривиче нуди комплетнију слику узрока саобраћајних незгода. ANOVA има капацитет да анализира главне и односне ефекте између независних варијабли. Постоје 2 кључна разлога зашто је стабло кривиче одабрано пре ANOVA. Прво, процедура разматрања сваке од варијабли и могућих интеракција између варијабли у

ANOVA би просто одузела превише времена. Друго, софтвер стабла кривиче резултате износи графички, на начин сличан стаблу одлучивања. Свака грана догађаја на стаблу представља узрочни фактор, и најкраћи пресеци су приказани у лако разумљивом и интуитивном формату.

4. ЛИНЕАРНО МОДЕЛИРАЊЕ

Стабло кривиче обезбедило је варијабле које су биле повезане са наступањем различитих типова саобраћајних незгода. Ова информација је на почетку коришћена да се развију линеарна моделирања за сваки тип незгоде за сваку класификацију аутопута, користећи ниво значајности (α) од 10%. Када су резултати стабла кривиче анализирани, утврђено је да су у већини случајева, односне варијабле биле исте за саобраћајне незгоде са повредама, материјалном штетом и фаталне саобраћајне незгоде. Стога је развијено уопштено линеарно моделирање (GLM) за све тежине саобраћајних незгода, али за свих 7 типова саобраћајних незгода у све 4 класификације аутопутева, што даје укупно 28 (GLM). Одлучено је да ће бити развијен један модел за све типове саобраћајних незгода на урбаним примарним двотрачним аутопутевима и један за урбане секундарне двотрачне аутопутеве.

Уопштено линеарно моделирање омогућава начин да се установи квантитативан однос између места и карактеристика саобраћајних незгода и наступања саобраћајне незгоде. Број саобраћајних незгода не мора нужно да прати нормалну расподелу. Уместо тога, може да прати Поасонову или негативну биноминалну расподелу (Hauer, 1997; Persaud и Lord, 2000). За ову анализу, негативна биноминална и Поасонова расподела су биле коришћене за сваки од модела. Уопштено линеарно моделирање је продужетак традиционалног простог линеарног моделирања, али омогућава да зависна варијабла прати било коју од расподела у експоненцијалној фамилији. Логаритамска функција је коришћена да се опише како су саобраћајне незгоде повезане са линеарним комбинацијама варијабли. Типичан пример уопштеног линеарног моделирања дат је у Једначини 5.

$$\text{Очекиван број саобраћајних незгода (по типу саобраћајне незгоде)} = \exp(\alpha + \beta_1 x \text{ Glavniefekat1} + \beta_2 x \text{ Glavniefekat2} + \beta_3 x \text{ Glavniefekat3} + \beta_4 x \text{ Interaktivniefekat1} + \beta_5 x \text{ Interaktivniefekat2}) \quad (5)$$

где је: α = константни или пресретни услов
 $\beta_1 - \beta_5$ = Кофицијенти или параметри за главне или интерактивне ефекте.

Уопштена линеарна моделирања су развијена да би се проценио број саобраћајних незгода које би требало да се догоде дуж поједине трасе.

Из анализе стабла кривиче и линеарног моделирања, истраживачи су најзад били у могућности да идентификују које су варијабле имале највећи утицај на различите типове незгода. Кофицијенти за сваки параметар, или варијаблу, у моделу су указали који је ефекат варијабла имала на наступање саобраћајне

незгоде и колико је ефекат био јак. Ова информација је била коришћена да се предложи противмере за сваки тип саобраћајне незгоде у свакој од класификација аутопута. Овај крајњи корак је довео до испуњења циља ове студије.

5. ПРЕПОРУКЕ

Треба нагласити да је у развоју модела изнетих у овом истраживању, пажња посвећена узрочним факторима који би инжењери могли да промене. Други фактори, као људски и фактори природне средине нису били испитани. Истраживачки тим препознаје да ови фактори имају неког утицаја на наступање саобраћајних незгода и стога даје следеће препоруке:

1. Ово истраживање се треба поновити за урбане путеве са две траке. Иако је ово истраживање било довољно темељно за руралне путеве, не може се исто рећи за урбане путеве са две траке. Иако су истраживачи уложили сваки могући труд да прибаве адекватне податке за све типове путева, нису имали успеха у прибављању података за адекватан број локација који би омогућили детаљну анализу урађену макар једнако добро као и за руралне. Истраживачки тим је укључио све урбане локације које су им биле доступне, али је број ових локација био знатно мањи него код руралних путева, и био је мање адекватан за предузету детаљну анализу. Подаци на додатним местима ће побољшати развој модела предвиђања саобраћајних незгода за ове типове путева.

2. Треба развити и применити план за исправљање геометријских недостатака повезан са значајним узрочним факторима на местима са високим бројем слетања са пута. Нађено је да је значајни геометријски узрочни фактор за слетања са пута закривљеност пута. Места са високим бројем слетања, на којима је радијус кривине мањи од минимума неопходног за дозвољену брзину, требају бити издвојена, и радијуси кривине повећани на најмање неопходне за дату ограничену брзину.

3. Треба развити и применити план за постављање трака за престојавање и скретање на раскрсницама на местима са високим бројем саобраћајних незгода са сударима од позади, које већ немају ове траке. Значајни фактор који би требало да смањи број саобраћајних незгода од позади је постојање трака за скретање у раскрсницама.

4. Треба развити и применити план за постављање обавезних ограничења брзина на местима на којима је закривљеност тренутно неадекватна постављеним ограничењима брзина. Ова обавезна ограничења ће се заснивати на постојећој закривљености тако да тренутне закривљености буду адекватне обавезном ограничењу брзине. Требаће нешто више времена да се Препорука 2 уведе. У међувремену, постављањем нижих ограничења брзина које одговарају тренутној закривљености, вероватно је да ће се смањити број слетања са пута, будући да је студија показала да неадекватна закривљеност тежи да резултира већим бројем слетања са пута.

6. ЗАКЉУЧАК

Сваки узрочни фактор није неопходно повезан са само једним типом саобраћајне незгоде. Резултати

добити из стабала кривице показују, на пример, да су уже ширине трака повезане са саобраћајним незгодама од позади, под углом и чеоним саобраћајним незгодама на примарним путевима. Иако анализа стаблом кривице може да идентификује неколико узрочних фактора за дати тип саобраћајне незгоде, не мора нужно да значи да сви фактори играју значајну улогу у наступању саме саобраћајне незгоде.

Уопштено линеарно моделирање (GLM) може бити ефективно за препознавање значајних узрочних фактора и квантификовање ефеката ових фактора на наступање саобраћајних незгода.

Слетања са пута су претежни тип саобраћајних незгода на руралним путевима са две траке, које прате саобраћајне незгоде од позади. Анализа стаблом кривице показује да ова два типа саобраћајних незгода чине више од 50% свих саобраћајних незгода на примарним путевима са две траке; других 5 типова чине мање од 50% свих саобраћајних незгода.

Значајни узрочни фактори за слетања на руралним путевима са две траке су AADT, радијуси кривина (закривљеност) и чињеница да ли је претицање дозвољено или није. Модели указују да висок AADT, мала закривљеност и дозвољено претицање доводе до повећања броја слетања са пута.

Значајни узрочни фактори за саобраћајне незгоде од позади на примарним путевима са две траке су AADT, постојање трака за престојавање и скретање у раскрсницама, да ли је претицање дозвољено или не и учесталост и густина раскрсница дуж деонице пута. Развијени модели указују да висок AADT, висока густина раскрсница и дозвољено претицање доводе до повећања броја саобраћајних незгода од позади, док постојање трака за престојавање и скретање доводи до њиховог смањења.

7. ЛИТЕРАТУРА

Hauer, E. *Observational Before-After Studies in Road Safety*. Elsevier Science, Inc., Oxford, U.K, 1997.

Persaud, B.N., and Lord, D. *Accident Prediction Models With and Without Trend*. Paper presented at the Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC, January 2000.

Кратка биографија:

Милан Филиповић рођен је у Нишу 1988. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2015. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОПАСНИХ МЕСТА СУБЈЕКТИВНОМ МЕТОДОМ НА ПОДРУЧЈУ НОВОГ САДА**IDENTIFICATION OF BLACK SPOTS BY SUBJECTIVE METHOD IN NOVI SAD**Милан Богдановић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – САОБРАЋАЈ**

Кратак садржај – Идентификација опасних места представља прву фазу у процесу управљања опасним местима. Последњих година развија се нови приступ идентификације применом субјективног метода. У раду су приказана искуства у идентификацији опасних места субјективном методом на подручју Новог Сада.

Abstract – Identification of black spots is the first stage in the black spot management process. In recent years, developed a new approach to identification using subjective methods. The paper presents the experience in the identification of black spots by subjective method in Novi Sad.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, понашање, аутоматизовани системи.

1. УВОД

Од свих система којима се људи морају свакодневно бавити, систем друског саобраћаја је најсложенији и најопаснији. Саобраћајне незгоде представљају један од највећих здравствених, социјалних и привредних проблема. Према Светском извештају о превенцијама повреда у друском саобраћају, годишње погине око 1,2 милиона људи и око 50 милиона бива повређено у саобраћајним незгодама (WHO, 2004).

Управљање ризицима у друском саобраћају, односно саобраћајним незгодама, представља велики изазов за сваку државу због комплексних и разноврсних садржаја активности и специфичне тактике и методике спречавања саобраћајних незгода. Државе ове изазове решавају на различите начине. Неке државе су последњих година успешно развиле и координирају националну стратегију са циљем редуцирања ових појава (Јовановић, 2005).

Идентификација места са потенцијалним проблемима безбедности представља први и најзначајнији корак у процесу смањења саобраћајних незгода. Оваква места која имају снижени ниво безбедности у односу на остале делове путне мреженазивамо опасним местима односно у стручној терминологији позната као „крне тачке“. У раду је примењен субјективни метод за идентификацију опасних места на подручју Новог Сада.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. УПРАВЉАЊЕ ОПАСНИМ МЕСТИМА

Локације које имају повећан број саобраћајних незгода су дефинисане као концентратори саобраћајних незгода, локације високе опасности, жаришта, црне тачке или опасна места.

Опасна места су обично повезане са одређеним карактеристичним местима на путној мрежи као што су прометне раскрснице или оштре кривине. Опасна места је тешко прецизно дефинисати, јер постоје многи фактори који су повезани са њима. Ови фактори укључују степен и врсту ризика, карактеристике путева, изложеност саобраћају и тежину саобраћајне незгоде. Места са потенцијално опасним карактеристикама понекад се описује као сиве тачке (Sorensen and Elvik, 2008).

Иако термин опасно место указује на прецизну локацију често се користи и у означавању читавих деоница. Да би се класификовала као таква, опасна места се углавном оцењују у погледу њиховог степена опасности, односно вероватноће да опасно место буде повезано са настанком саобраћајне незгоде. Ризик од настанка саобраћајне незгоде није јединствен на целој путне мреже, односно на појединим локацијама ниво ризика ће бити већи од општег нивоа ризика у околним подручјима путне мреже тј. саобраћајне незгоде ће се концентрисати на овим локацијама са релативно високим ризиком од настанка исте.

Опасна места на путевима представљају значајно поље рада у побољшању безбедности саобраћаја. Интервенција на местима са кумулативним бројем саобраћајних незгода се посматрају као једна од најефикаснијих приступа превенције саобраћајних незгода на путевима. Поред анализе и третмана, идентификација опасних места, која представља процедуру проналажења таквих места на путној мрежи, третира се као једна од најзначајнијих фаза у управљању опасним местима.

За разлику од објективних метода за утврђивање опасних места који се заснивају искључиво на анализама саобраћајних незгода, њихових последица, путних и саобраћајних карактеристика, субјективни метод за утврђивање опасних места представља учешће/укључивање јавности у програм безбедности саобраћаја. Овај приступ омогућава добијање информација о потенцијалним опасним местима на основу њиховог искуства у саобраћајним незгодама у којима су били непосредни учесници, очевици или су једноставно на том месту доживели неку непријатну ситуацију у погледу безбедности у саобраћају.

Субјективни метод за утврђивање опасних места се углавном користи у земљама где не постоје адекватне

базе података о насталим саобраћајним незгодама, на основу којих би се објективним методама идентификовале опасне деонице и места на путу. Поред психолошког ефекта на учеснике у саобраћају активним учешћем у програму безбедности саобраћаја, субјективним методом се могу идентификовати опасна места на којима није било евидентираних саобраћајних незгода или пак није ни било саобраћајних незгода већ једноставно учесници у саобраћају таква места доживљавају опасним. На овај начин се истраживачима обезбеђује шанса да сакупе драгоцене податке кроз учешће јавности субјективним методом што значајно помаже у идентификовању и лоцирању потенцијалних опасних места пре настанка саобраћајне незгоде.

3. ИСТРАЖИВАЊЕ ОПАСНИХ МЕСТА НА ПОДРУЧЈУ НОВОГ САДА

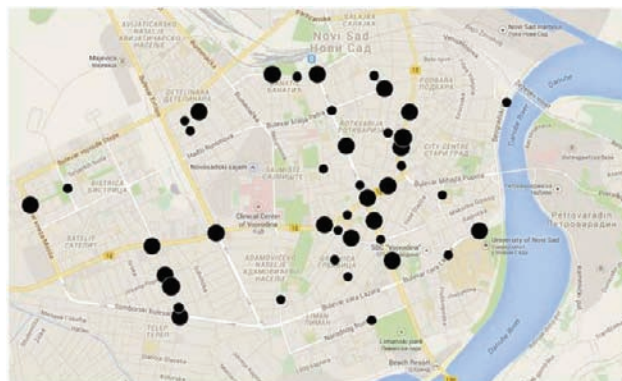
3.1. Увод

Субјективни метод идентификовања опасних места се може спроводити на више начина, односно, у групним дискусијама, радионицама и анкетама за испитивање безбедности саобраћаја у оквиру заједница, организација и институција. Субјективним методом се могу утврдити сва постојећа и потенцијална опасна места, међутим овај процес идентификације није нимало лак ни једноставан. У овом раду идентификација опасних места вршена је анкетирањем учесника у саобраћају. Након окончавања истраживачког дела, приступљено је обради добијених података. Подаци добијени анкетирањем укупно 60 учесника у саобраћају су унети у матрицу – базу података у MS Office Excel програму. Формирана база података са укупно 15 колона и 116 редова који уједно представљају број пријављених опасних места од стране испитаника је направљена тако да садржи све податке који су наведени у анкетном обрасцу што ће касније омогућити детаљно истраживање и укрштање добијених података путем пивотирања података.

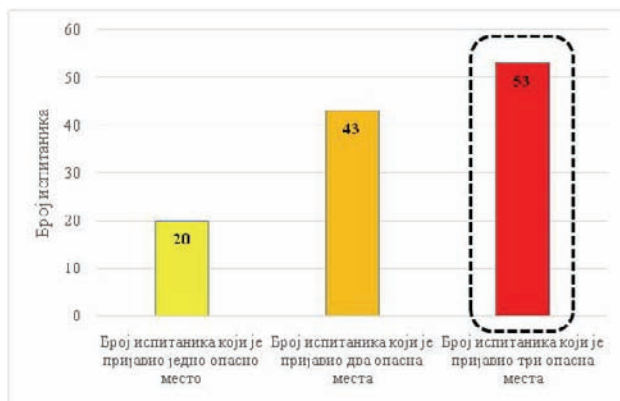
3.2. Резултати истраживања

Из формиране базе података је утврђено да су испитаници пријавили укупно 116 опасних места односно идентификованасу 43 опасна места, од чега је 20 опасних места идентификовано од стране два или више испитаника односно 23 опасна места је идентификовано од стране само једног испитаника (Слика 1.).

Уколико посматрамо број идентификованих опасних места по једном испитанику односно анкетном обрасцу, може се рећи да испитаници градску саобраћајну мрежу не доживљавају као безбедну средину, јер ако узмемо у обзир да анкета претходно није била најављена и да је преко 80 % испитаника у тренутку анкетирања пријавило више од једног опасног места, што се може видети на слици број 2. Такође је утврђено да је свако од испитаника у просеку идентификовао по 2,28 опасних места на градској саобраћајној мрежи на територији Града Новог Сада.



Слика 1. Сумирани приказ опасних места



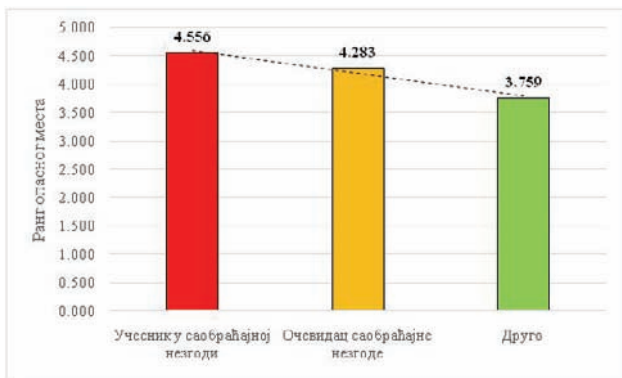
Слика 2. Квантитативна расподела броја пријављених опасних места од стране испитаника

Поред описа опасног места где испитаник може тачно навести факторе односно разлогезашто одређено место доживљава као опасно, испитаник се изјашњава и о свом учешћу на одређеном опасном месту на градској саобраћајној мрежи Града Новог Сада. Ово се пре свега односи на то да ли је испитаник на одређеном опасном месту доживео неку од опасних ситуација у виду:

- учешћа у некој од саобраћајних незгода на идентификованом опасном месту,
- у својству очевидца саобраћајне незгоде на идентификованом опасном месту,
- учесник је био у некој од небезбедних ситуација која је захтевала коришћење дефанзивне вожње односно избегавања опасних ситуација које су изазване условима саобраћаја или условима пута на идентификованом опасном месту.

Посебно занимљив део у идентификовању опасних места представља рангирање опасности, јер на тај начин испитаници изражавају субјективни интензитет опасности који доживљавају на одређеном месту у градској саобраћајној мрежи на територији Града Новог Сада. Као што је и наведено у делу који се односи на израду односно дизајн анкетног обрасца испитаници опасна места оцењују рангом опасности од један до пет.

Најнижи ранг опасности представља опасно место оцењено оценом један док се оценом пет означава опасно место највишег ранга опасности. На слици 3 је дат приказ рангирања опасности у зависности од тога која је учешће испитаника на опасном месту.



Слика 3. Рангирање опасности у зависности од учешћа испитаника на опасном месту

3.3. Анализа опасних места

Опасно место: Булевар краља Петра I – Кисачка

Раскрсница Булевар краља Петра I и Кисачке улице приказане на слици 4, се налази на насељу Роткварија. Ово место је као опасно идентификовано од највећег броја испитаника који су обухваћени у истраживању. Чињенице да укупно шеснаест испитаника ово место доживљава као опасну средину и просечна оцена од 4,5 по рангу опасности говоре најбоље о томе колико ова раскрсница пружа утисак небезбедне средине на градској саобраћајној мрежи Града Новог Сада. Укрштање ових двеју улица је извршено под правим углом, али проблем у геометријском смислу ове раскрснице представља Доситејева улица чије је укрштање са Кисачком улицом смакнуто за неколико метара.



Слика 4. Булевар краља Петра I – Кисачка

Највећи број испитаника као разлог класификовања овог места као опасно је навео лошу уређеност раскрснице, тј. њен неправилан геометријски облик који је проузрокован изласком Доситејевог улице на ову раскрсницу.

Треба напоменути да је раскрсница у тренутку истраживања била регулисана саобраћајним знаковима, данас се регулисање саобраћаја на овој раскрсници врши путем светлосне саобраћајне сигнализације, што је уједно био и предлог шест испитаника који су ово место пријавили као опасно. Поред постављања светлосне саобраћајне сигнализације, реконструкција раскрснице и постављање кружног тока су такође предлози испитаника као мере за унапређење безбедности. Ограничење овог предлога унапређења безбедности се огледа у неповољном окружењу раскрснице у погледу могућности проширења или постављања кружног тока на постојећој локацији.

Опасно место: Булевар Јаше Томића – Париске комуне
Раскрсница Булевар Јаше Томића и Париске комуне се налази на насељу Банатић и представља друго рангирано опасно место по броју испитаника који су ово место означили као опасно. Слика 5 приказује изглед раскрснице, на основу које се може закључити да је раскрсница трокрака са укрштањем улица под правим углом.



Слика 5. Булевар Јаше Томића – Париске комуне

Као недостатак безбедности на овој раскрсници сви испитаници су навели неадекватан начин регулисања саобраћаја, непоштовања прописа и постојања пешачког прелаза на сваком прилазу раскрсници. Истраживање је спроведено у периоду када је раскрсница Булевар Јаше Томића – Париске комуне била регулисана саобраћајним знаковима. Данас регулисање саобраћаја на овој раскрсници се врши путем светлосне саобраћајне сигнализације. Готово једногласни предлог за унапређење безбедности на овој раскрсници од испитаника се односио на постављање семафора односно регулисање саобраћаја на раскрсници путем светлосне саобраћајне сигнализације.

Опасно место: Јеврејска

Иако је реч о улици, као конкретно опасно место у овој улици испитаници су пријавили пешачки прелаз приказан на слици 6. Укупно осам испитаника су ово место означили као опасно и рангирани просечном оценом 4,25 на скали опасности.



Слика 6. Јеврејска

Ако посматрамо улогу испитаника на овом опасном месту можемо видети да је знатно већи број идентификовања од стране испитаника који ово место повезују са саобраћајним незгодама у односу на испитанике који имају остале субјективне разлоге при идентификацији овог места као опасног.

Чак два испитаника који су ово место означили као опасно су учествовали у саобраћајној незгоди, а њих четири су били очевици саобраћајне незгоде.

Конкретни разлог за умањење безбедности на овом месту јесте пешачки прелаз тј. укрштање великих токова друмских возила и токова пешака.

У одређеном броју случаја код возача и пешака приприближавању пешачком прелазу јавља се дилема да ли пропустити пешака/возило или продужити. Ова дилема доводи до нагле реакције возача која се манифестује наглим кочењем и налетањем возила које се кретало иза возила које је нагло прикочило, у најгорем случају може доћи и до налетања возила на пешака који се налази на пешачком прелазу.

Испитаници су такође истакли да фактори који доприносе умањењу безбедности у овој улици представљају клизав коловоз и непрописно паркирање и заустављање на самој улици што додатно отежава право-времено уочавање пешака и заустављање возила.

3.4. Резиме

Као и сваки систем истраживања, систем идентификације опасних места субјективним методом има предности и недостатке. У овом раду на истраживања и на основу анализе података добијених овом методом можемо рећи да су:

1. Позитивне стране субјективног идентификавања опасних места:

- Идентификација опасних места без претходног услова поседовања одређених база података и информација о одређеном месту које се може дефинисати као опасно.

- Добијање виталних података о идентификацији опасних места на градској саобраћајној мрежи, на којима су учесници у саобраћају учествовали у саобраћајним незгодама или били очевици саобраћајних незгода, а које нису документоване од стране надлежних органа односно да ове саобраћајне незгоде нису обухваћене неком од база података које се користе у објективним истраживањима опасних места.

- Идентификовање опасних места на градској саобраћајној мрежи на којима се нису догодиле саобраћајне незгоде, али опасно место као такво поседује све предуслове за изазивање настанка исте. На овај начин се може извршити превенција саобраћајних незгода пре него да су се догодиле на одређеним опасним местима.

- Подстицање учешћа јавности у подизању нивоа свести и учествовању у повећању безбедности на локалној саобраћајној мрежи идентификовањем опасних места.

2. Негативне стране субјективног идентификавања опасних места:

- У истраживачком делу, односно анкетирању, може доћи до идентификавања одређених места на којима су испитаници били у својству учесника односно очевица саобраћајне незгоде изазване искључиво људским фактором, односно бахатом вођњом и непоштовањем саобраћајних прописа. Ова места не можемо назвати опасним, али су свеједно као таква означена од стране испитаника.

- Испитаници нерадо учествују у давању било каквих информација, што је умногоме утицало на смањење узорака испитаника као и ограниченост у погледу

ширег спектра социо-економских карактеристика испитаника.

- Мали број испитаника је био вољан да скицира опасно место односно конкретне узроке/факторе због којих одређено место доживљавају као опасно, поред тога и овај мали број испитаника који је пристао, није извршио вешто скицирање тако да овај податак у скоро сваком случају није био употребљив.

4. ЗАКЉУЧАК И ПРЕПОРУКЕ

Субјективни метод у овом истраживању представља поуздану методу за идентификовање опасних места на саобраћајној мрежи.

Као предлоге мера за унапређење овог истраживања можемо навести:

- Најава учесницима у саобраћају путем медија да ће се спроводити истраживање у погледу идентификације опасних места како би испитаници били боље упознати са истраживањем и имали мању одбојност у попуњавању анкетног обрасца.

- Анкетирање испитаника путем web портала. Оснивање интернет странице на којој би испитаници у сваком тренутку могли да попуне online анкетни образац. На овај начин би се обезбедио константан прилив информација односно ажурирање базе података о новим и идентификованим опасним местима на саобраћајној мрежи.

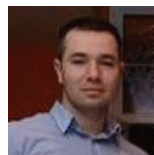
- Формирање понуђених одговора са опасним местима на анкетном образцу, при чему би испитаник само вршио рангирање степена опасности на одређеном месту и износио своје разлоге нарушавања безбедности на одређеним опасним местима.

5. ЛИТЕРАТУРА

[1] Јовановић, Д.: Управљање ризицима у друмском саобраћају, докторска дисертација, ФТН, Нови Сад, 2005.

[2] Sorensen, M., Elvik, R.: Black Spot Management and Safety Analysis of Road Networks-Best Practice Guidelines and Implementation Steps, 6th Framework Programme RIPCORDER-ISEREST-Deliverable, 2008.

Кратка биографија:



Милан Богдановић рођен је у Крушевцу 1986. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2015. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

ФАКТОРИ КОЈИ УТИЧУ НА ДОНОШЕЊЕ ОДЛУКЕ ПЕШАКА ПРИЛИКОМ ПРЕЛАСКА КОЛОВОЗА НА „MID-BLOCK“ ЛОКАЦИЈАМА**FACTORS WHICH AFFECT ON PEDESTRIAN CROSSING DECISION MAKING PROCESS AT MID-BLOCK LOCATIONS**

Милош Латиновић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Циљ рада јесте да се истражи прихватање временског растојања надлазећег конфликтног возила од стране пешака приликом прелажења коловоза на mid-block локацијама у урбаној средини. Рада разматра величину размака који је одбијен или прихваћен од стране пешака. Вероватноћа прихватања растојања од стране пешака зависи од комбинације различитих независних варијабли као што су фактори саобраћаја, окружења и лични фактори и ова зависност је моделована коришћењем бинарне логистичке регресије.

Abstract – This research aims to investigate pedestrians traffic gap acceptance for mid-block street crossing in urban areas. The paper discusses about the size of traffic gaps rejected and accepted by pedestrians. The likelihood of pedestrians accepting gaps between vehicular traffic as a combination of different influencing independent variables such as traffic, environmental and personal factors was studied and modelled using binary logistic regression.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, пешаци, прихватање ризика

1. УВОД

Човек као креатор саобраћајног система је уједно најзначајнији фактор у контури човек-возило-пут-околина. Велик је утицај човека који на различити начине делује на активну и пасивну безбедност саобраћаја. Посебно се истиче утицај човека у смислу способност, знања, ставова и понашања човека, јер заправо његов утицај на безбедност саобраћаја није довољно истражен. Ипак, досадашња истраживања су омогућила да се неки утицаји прецизније објасне, па чак и измере. Неки од најважнијих елемената човека и њихов утицај на активну и пасивну безбедност саобраћаја јесу: пол, старост, способност, знање-обука, ставови, искуство, понашање, умор, социо-демографска обележја.

У овом раду је спроведено опсервационо истраживање у Бања Луци, где је фокус усмерен на сегменту саобраћајница које се налазе између две узастопне раскрснице тзв. Mid-Block деоницу. Проблем ће бити разматран у складу са истраживањима која су

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

спроведена у више земаља широм свет при чему ће посебан акценат бити усмерен на процес доношења одлуке пешака о преласку коловоза и преузимању ризика на овакавим деоницама.

2. ЧОВЕК КАО ФАКТОР БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Човек је најзначајнији фактор у контури човек-возило-пут-околина. Безбедност саобраћаја је такав систем у којем човек можемо посматрати кроз вишеструку улогу. Човек на безбедност саобраћаја може да утиче на следеће начине: као креатор саобраћајног система, као лице задужено за контролу и уређење таквог система, или као највећи број људи који су дефинисани под појмом учесника у саобраћају. Неки од најважнијих елемената човека и њихов утицај на активну и пасивну безбедност саобраћаја јесу: пол, старост, способност, знање-обука, ставови, искуство, понашање, возња под утицајем, умор, социо-демографска обележја [1]. Кад је реч о страдању пешака, са аспекта повреда, познато је да они представљају најслабије заштићену категорију учесника у саобраћају. Један од разлога је директно остварење контакта са возилом које учествује у саобраћајној незгоди. Безбедност пешака зависи од услова саобраћајног окружења и могућности друштва да створи услове који су повољни и безбедни за њихово кретање. Опасност коју неки корисник пута уноси у саобраћај највише зависи од начина понашања, својства са којим учествује у саобраћају и природе кретања, односно начина савладавања простора [2]. Данас у свету сваке године 270.000 учесника у саобраћају у својству пешака плати цену „небезбедности“ сопственим животом, што чини 22% од укупне структуре настрадалих [3]. На просторима Сједињених Држава проценат погинулих пешака је забележен на 14 подеоку [4] док у Европи број погинулих пешака износи 22%. У Србији највећи број саобраћајних незгода са настрадалим лицима 2014. године је припала категорији „обарања или гажења пешака“ укупно 2.704 саобраћај нелезне. У односу на укупан број саобраћајних незгода са настрадалим лицима овај број чини 21%. Република Српска ће накнадно бити разматрана у даљем раду из разлога спроведеног пилот истраживања које се односи на пешаке, па према подацима о укупној структури погинулих, у 2014. години пешаци су чинили 22% Многобројна истраживања у свету, као и статистичке анализе подстичу на све већу безбедност пешака и дају им приоритет приликом планирања саобраћаја,

спровођења саобраћајних кампања итд. Установљено је да сложеност саобраћајних услова битно утиче на понашање пешака. Под сложеним условима се може посматрати утицај урбанизације, саобраћајног окружења, начин контроле саобраћаја, густина-брзина саобраћајног тока итд., на пешаково понашање.

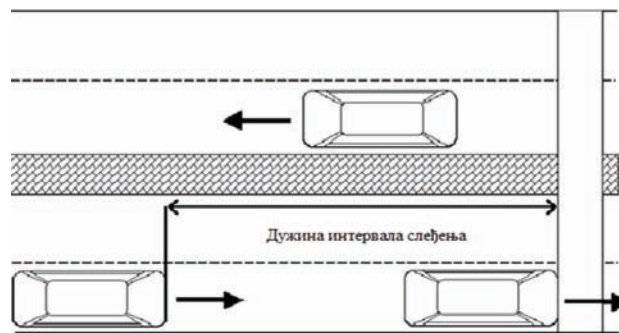
3. ПРЕЛАЗАК ПЕШАКА НА "MID-BLOCK" ДЕОНИЦАМА

Прелазак коловоза у својству пешака представља један од најсложенијих процеса које саобраћај поставља за ову категорију учесника. Један од разлога је повећана опасност у тренутку ступања на коловоз, јер пешак од тад дели саобраћајну површину са другим учесницима у саобраћају, а пре свега моторним возилима. Начин савладавања простора од стране учесника у саобраћају је данас постао предмет многобројних обсервационих и експерименталних истраживања из којих се покушава стећи ново искуство и допринос који иде у корист целокупном друштву, као и учесницима саобраћајног система. Пре преласка коловоза, већина пешака прилагођава своје понашање реалним условима у којима се одвија саобраћај. Оправдања се могу пронаћи из превентивних разлога или смањења могућности било какве конфликтне ситуације, док се у неким околностима понашање приликом преласка коловоза манефестује на такав начин да се може тумачити као веома ризично. У многобројним истраживањима прелазак пешака преко коловоза је углавном описан на основу фактора који утичу на њихово понашање и даљу одлуку о преласку.

Интервал слеђења возила се може описати на основу временског или просторног растојања односно размака слеђења возила. Интервал слеђења возила у саобраћајном току представља време између проласка чела два узастопна возила кроз замишљени пресек посматране деонице пута. Основна јединица је 1 секунд. Под појмом растојања слеђења подразумева се просторни размак између чела-фронталних делова два узастопна возила у саобраћајном току, који је изражен у метрима.

Интервал слеђења возила представља један од кључних фактора који утиче на процес доношења одлуке и даље понашање пешака приликом преласка коловоза. Овај фактор је у директној зависности од густине и брзине саобраћајног тока. Са порастом брзине саобраћајног тока долази до смањења просторног растојања између узастопних возила на посматраној деоници пута. Такође, вредност просторног растојања је реципрочна са густином саобраћајног тока. Поред густине и брзине тока, на интервал слеђења возила утиче систем контроле саобраћаја, хетерогеност саобраћајног тока, тип возила, као и стил вожње од стране управљача моторног возила.

Процес преласка у овом случају је дефинисан на основу субјективних-индивидуалних особина пешака, који су у интеракцији са објективним факторима. У свим анализама, процес преласка као и понашање пешака је тумачено на основу видео снимка. Посебна пажња у већини опсервационих истраживања је усмерена на:



Слика 1. Дужина интервал слеђења два узастопна возила.

- Демографске карактеристике (пол, старосно доба);
- Време чекања/доношења одлуке;
- Брзина пешака;
- Ризично понашање при преласку-Rolling gap;

4. МЕТОДОЛОГИЈА

Метадологија ће у овом поглављу бити разматрана на основу иностраних искустава у овој области, док ће на даље уследити опис метадологије и начин реализације опсервационог истраживања спроведеног у Републици Српској.

У већини студија базе података о факторима који утичу на понашање пешака су формиране на основу видео снимака. Видео камере су постављене тако да нису лако уочљиве од стране пешака, и то углавном на високим позицијама тако да се обухвати што већи домен деонице која ће се анализирати. Зависно од локације и испитиваних фактора, вршено је снимање у временским интервалима од 1-4 сата, углавном у вршном часовном оптерећењу при нормалним временским условима. Истраживања су усмерена на локацијама где је изражен већи број пешака који врше прелазак на отвореним деоницама или раскрсницама. На основу формираних база података су анализирани фактори који утичу на понашање пешака приликом преласка. Вршене су статистичке, као и анализе понашања пешака. Фактори из база података представљају независне варијабле чији се утицај испитује на предходно дефинисану зависну варијаблу. На такав начин су створени одговарајући модели који функционишу на принципу линеарне или бинарне логистичке регресионе анализе.

Применом бинарне логистичке регресије се на олакшан начин може испитати вероватноћа доношења одлуке, док се линеарна регресија примењује у сврху стицања сазнања о утицају појединих фактора на величине које су дефинисане као зависна-е варијабле. Сложеност базе података зависи од испитиваних фактора. У погледу изучавања понашања пешака разликују се два приступа: (1) модели који анализирају кретање пешака и доношење одлука у погледу избора руте (стратешки и тактички ниво доношења одлука); (2) модели који анализирају процес доношења одлука и понашање пешака приликом преласка коловоза (оперативни ниво доношења одлука) [5].

Ово истраживање је базирано на другом приступу и у склопу њега се анализирају два аспекта понашања пешака приликом прелажења коловоза на "mid-block" локацији, а то су процес доношења одлуке о преласку коловоза и величина прихваћеног временског интервала надлазећег возила од стране пешака. Истраживање је спроведено 10.11.2014. године у периоду од 06:00 часова до 16:00 часова у улици Булевар српске војске у Бањалуци. Посматрана је неконтролисана "mid-block" локација која се налази између раскрснице Булевар српске војске – Триве Амелице и раскрснице Булевар српске војске – Ивана Горана Ковачића. У близини локациј се налази индустријска зона, те пословни објекти као што су: пијаца, сајам, салон намјештаја "Леснина" итд. Такође у близини локације налазе се аутобуска и железничка станица. Булевар се састоји од две коловозне траке које су развојене разделним острвом ширине 4,5 метра и са по једном пешачком стазом са обе стране коловоза. Посматрана је коловозна трака, са две саобраћајне траке, у којој се возила крећу из правца Лазарева према Ребровцу. Са десне стране коловозне траке, у непосредној близини салона намјештаја "Леснина", налази се аутобуско стајалиште, за возила градског и приградског саобраћаја (Слика 2).

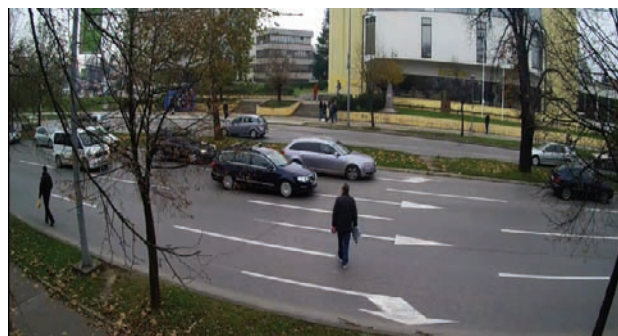


Слика 2. Приказ локације са дефинисаном конфликтном зоном

Снимање је спроведено камером типа ХИКВИСИОН, која има високу резолуцију од 3 мегапиксела, ИР домет од 30 метара и угао снимања у распону 105.2° - 31.9°. Камера је била постављена на стуб електричне расвете, који се налази непосредно уз пешачку стазу, на висини од 3,5 метара. Снимање је обављено у условима добре видљивости, без падавина. Ширина конфликтне зоне је 8 метара.

Након спроведеног снимања, видео снимак је преузет и снимљен на рачунар. Анализа видео снимка је спроведена ручно, на монитору чија је величина 21 инч, а за репродукцију видео записа је кориштен софтверски пакет "Kinovea". Формирана је база података у статистичком пакету "IBM SPSS Statistics 20.0", у коју је аналитичар уносио кодиране податке. У наредном делу документа следе слике које се односе на обраду видео записа у сафтверском пакету "Kinovea".

За процес доношења одлуке о прелажењу коловоза од стране пешака повољан је модел бинарне логистичке регресије.



Слика 3. Процес преласка коловоза на „Mid-Block“ деоници у Бања Луци.

У циљу једноставног означавања кориштена је величина $\pi(x) = E(Y|x)$ која репрезентује условну вероватноћу настанка догађаја Y ако се догоди догађај x , у случају кориштења логистичке регресије. Специфичан облик кориштењеног модела бинарне логистичке регресије дат је следећим изразом (Hosmer et al., 2004):

$$\pi(x) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x}} \quad (2)$$

Симболи β_0 и β_1 представљају регресионе коефицијенте. У анализи је поред бинарне логистичке регресије кориштена двофакторска АНОВА и т-тест. Уједно у Индији су Кадали и Ведигари [6] моделирали понашање пешака на "mid-block" локацији на сличан начин тако што су применили технике вишеструке линеарне регресије и бинарне логистичке регресије.

5. РЕЗУЛТАТИ

Резултати указују да се са повећањем временског растојања надлазећег конфликтног возила за 1 секунду, вероватноћа доношења одлуке о прелажењу коловоза се повећава за око три пута. Такође, промена брзине кретања пешака је у функцији вероватноће доношења одлуке о прелажењу коловоза. Тако да пешаци који приликом прелажења коловоза нагло повећавају брзину кретања ће осам пута чешће донети одлуку да прелазе коловоз.

Табела 2. Резултати модела бинарне логистичке регресије

	B (S.E.)	95% C.I. for EXP(B)		
		Lower	Exp(B)	Upper
Constant	-6,17 (1,94)			
Временско растојање (Time Gap)	1,12 (0,19)	2,10	3,07	4,49
Промена брзине кретања пешака	-2,09 (0,87)	0,02	0,124	0,685
Фазе прелажења	-2,16 (0,86)	0,021	0,12	0,628

Напомена: R² = 0,634 (Cox & Snell R Square), 0,847 (Nagelkerke R Square). Model $\chi^2(3) = 153,82$, p < .01. *p < .01

Пешаци коловоз прелазе у две фазе, крећући се од ивице коловоза до разделног острва, где чекају и онда настављају кретање од разделног острва ка другој ивици коловоза. У оквиру рада посматрана је једна конфликтна зона (одговара једној коловозној траци), па се разликују прва фаза прелажења пешака од ивице

коловоза до разделног острва у једном смеру кретања пешака и друга фаза прелажења од ивице разделног острва до ивице коловоза у супротном смеру. Пешаци који прелазе коловоз од ивице разделног острва до ивице коловоза је вероватноћа доношења одлуке о преласку коловоза већа за 8,6 пута.

Социо-демографске карактеристике пешака (пол и старост) нису значајан предиктор вероватноће доношења одлуке од стране пешака. Такође, ни тип возила није статистички значајан предиктор. Просечна величина прихваћеног временског растојања је 8,99 секунди. У овом раду је такође испитана зависност између величине прихваћеног временског растојања као зависне варијабле и појединих независних варијабли које обухватају следеће факторе: пол, старосне групе, да ли је пешак у групи или сам прешао коловоз, промена брзине кретања пешака и тип возила. Поред главног ефекта наведених независних варијабли, испитана је такође и њихова интеракција. Резултати показују да прихваћено временско растојање не постоје статистички значајне разлике између модалитета за варијабле као што су пол, старосне групе, прелазак пешака у групи или сами и тип возила.

6. ЗАКЉУЧАК

Направити паралелу између субјективних и објективних фактора који утичу на пешакову одлуку о преласку је веома тешко. Закључено је да се већина фактора јавља у каузалном дејству, па је њихов утицај тешко појединачно дефинисати. Из тих и многих других разлога су спроведена експериментална истраживања у лабораторијским условима, као и истраживања у реалним саобраћајним окружењима како би се добио што бољи увид и могуће решење практичног проблема.

Сви објективни фактори који утичу на пешакову одлуку о преласку се јављају у испреплетаној вези, па се може закључити да брзина возила има примарни утицај. Позната је зависност густина-брзина саобраћајног тока, па при узастопном кретању више возила са падом брзине долази до раста густине на посматраној деоници. Из тога произилази смањена вредност временски прихватљивог интервала за прелазак пешака, што доприноси расту времена за доношење одлуке и укупном времену преласка коловоза. У свему томе треба уважити фактор локације, система контроле саобраћаја, ниво саобраћајне културе, групност пешака при преласку. Сматра се да старији учесници нису толико склони уношењу ризика у саобраћај, већ чекају погодан тренутак за прелазак коловоза јер су свести својих психо-физичких способности као и стеченог искуства. Позната је реципрочност код свих учесника у саобраћају кад је реч о времену чекања и стрпљењу. Са порастом времена чекања, губе стрпљење и учествују у својству преступника, или корисника пута који се ризично понаша. Како би се смањило број таквих учесника, споводе се мере које утичу обострано на пешака као и возача.

Мере могу бити усмерене на саобраћајно окружење, и режим одвијања саобраћаја (објективне факторе) док се све већи значај усмерава на човека, његов утицај на безбедност саобраћаја. План и циљ је достићи жељено стање безбедности саобраћаја, мерама које ће обухватити утицај свих фактора који утичу на одлуку пешака приликом преласка коловоза.

Одговарајуће мере могу бити спроведене у виду разноврсних кампања са посебних акцентом на учеснике саобраћаја у својству пешака као и возача.

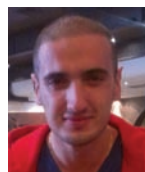
У многобројним државама широм света се тежи уступити такав вид привилегија да поједини учесници имају посебно организоване површине немањене за лакше савладавање простора и на такав начин имплементирају у вишеструко већи ниво безбедности саобраћаја.

Један од веома значајних начина како унапредити ниво безбедности саобраћаја јесте засновати иницијативу која ради у пољу едукације свих учесника система. Потребни је едуковати возаче у погледу стратегије уочавања и праћења пешака у свим саобраћајним ситуацијама како би на потенцијалне ризике одреаговали првенствено на безбедан и правилан начин и уједно смањили могућност настанка било каквих штетних последица.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Липовац, К. (2008). Безбедност саобраћаја. Службени гласник.
- [2] Инић, М. (2003). Феменологија и Етиологија саобраћајних незгода. ФТН, Нови Сад
- [3] World Health Organization. (2013). WHO global status report on road safety 2013: supporting a decade of action. World Health Organization.
- [4] US Department of Transportation, (2014). Action plan to increase walking and Biking and Reduce pedestrian and bicycle Fatalities.
- [5] Papadimitriou, E., Yannis, G., & Golias, J. (2009). A critical assessment of pedestrian behaviour models. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 12(3), 242-255.
- [6] Kadali, B. R., & Vedagiri, P. (2013). Modelling pedestrian road crossing behaviour under mixed traffic condition. European Transport, 55(3), 1-17.

Кратка биографија:



Милош Латинић рођен је у Кикинди 1991. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2014. 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.

**АНАЛИЗА БЕЗБЕДНОСТИ МОТОЦИКЛИСТА У САОБРАЋАЈУ
НА ПОДРУЧЈУ БЕОГРАДА****TRAFFIC SAFETY ANALYSIS OF MOTORCYCLISTS IN BELGRADE AREA**

Милош Пљакић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – *Мотоциклисти представљају једну од најугроженијих група учесника у саобраћају. Структура фактора повезана са ризиком саобраћајних незгода мотоциклиста и њихових последица је веома хетерогена: непажња, проблеми у благовременом примећивању возача мотоцикала, способности возача мотоцикала, коришћење алкохола, прекорачење брзине су евидентирани као најчешћи проблеми. Проблем безбедности двоточкаша посебно је изражен у урбаним срединама. У оквиру рада је извршена анализа саобраћајних незгода са учешћем мотоциклиста и њихових последица на подручју града Београда.*

Abstract – *Motorcyclists present one of the most vulnerable road safety users. Structure of factor associated with risk of road accident including motorcyclists is very heterogeneous: inattention, problems in prompt perceiving motorcyclists, motorcycle rider skills, drinking and driving, and speeding behaviour are recorded as the most common problems. The issue of motorcyclists' road safety are especially evident in urban areas. This paper present analysis of road accidents and their consequences including motorcyclists on the territory of Belgrade.*

Кључне речи: *Безбедност саобраћаја, мотоциклисти, саобраћајне незгоде*

1. УВОД

У већини градова у свету, популација становника бележи тренд раста. Процене су да ће до 2050. године, преко 60% људске популације живети у градовима, што проузрокује нагли пораст степена моторизације, и пораст употребе мотоцикла, на шта указују најзначајнија светска истраживања. Појава наглог раста броја мотоцикала је карактеристична и за град Београд, где њихов број бележи значајан раст од почетка 2000. године.

Проблем безбедности возача мотоцикала у саобраћају, представља растући проблем, коме у претходном периоду, у нашој земљи, није посвећено довољно пажње.

Уколико поменутом проблему придодемо непостојање јасно дефинисане свести о значају безбедности мотоциклиста у саобраћају, повећан ризик од учествовања у незгоди и последице, непостојање јасно дефиниса-

них и јединствених управљачких мера у циљу смањења броја настрадалих, поставља се питање: Да ли и на који начин се може побољшати ниво безбедности возача мотоцикла, односно смањити број настрадалих?

Основни циљ подразумева дефинисање проблема безбедности мотоциклиста у саобраћају (узрока страдања) на простору града Београда, а све у циљу оптимизације мера за унапређење безбедности саобраћаја ове рањиве категорије учесника у саобраћају

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

У овом поглављу је извршен преглед страних искустава у погледу карактеристика и примарних фактора настанка саобраћајних незгода са учешћем мотоцикала, затим су описани ризичне групе возача мотоцикала и различита искуства о начину побољшања безбедности мотоциклиста.

Непажња је често навођени узрок незгоде у анализама незгода свих моторних возила. Разлог је тај што је веома тешко стално обраћати пажњу на све релевантне улазне информације у одређеним временским периодима (АСЕМ, 2006). Непажња је много опаснија за возаче мотоцикала него за возаче аутомобила Потешкоће у благовременом примећивању возача мотоцикла, чак и за пажљивог возача, обично настају услед лоше видљивости мотоцикла и возача истог (Clabaux & Vrenas, 2005). Способност у вожњи је веома битна у избегавању саобраћајних незгода приликом вожње мотоцикла (Brown & Cotton, 2003). Најчешћа грешка у извршењу акције брзе промене брзине била је у кочењу: некоришћење предње ни задње кочнице, и ослањање само на задњу кочницу. Како и код управљања моторним возилима, тако и код управљања мотоциклом, конзумирање алкохола утиче на способност мотоциклисте да опази опасност на време, донесе праву одлуку како да је избегне и успешно управља мотоциклом док изводи ове маневре за избегавање опасности (Asbridge et. all., 2004). Брзина је обично повезана са озбиљношћу повреда, али има и чврст утицај на вероватноћу настанка незгоде (Kasantikul et all., 2005).

У погледу особина возача мотоцикла, као и у вожњи, млади возачи су ти који су презаступљни у саобраћајним незгодама. Возачи мотоцикла који спадају у ниже друштвено-економске нивое су презаступљени у саобраћајним незгодама, нарочито у њиховим раним фазама вожње (Hatfield et all., 2008).

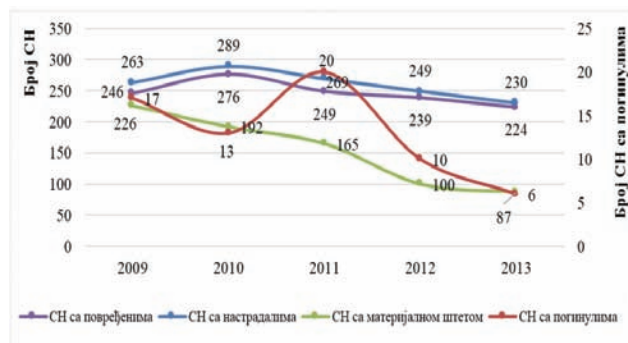
НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

Оптималан модел мотоциклистичке обуке и добијања дозволе би требало да подразумева добијање пуне дозволе за вожњу мотоцикла као „виши корак“ и онај који следи након добијања пуне возачке дозволе за аутомобиле. Потврда о различитим вештинама које су неопходне за управљање мотоциклом евидентна је у чињеници да скоро све земље захтевају од мотоциклиста да поседују специјалне дозволе за управљање мотоциклом. Већина земаља захтева одређене верзије програма обуке. Због природне нестабилности мотоцикла, мотоциклисти морају савладати две вештине, а то су перцепција акутне опасности и брз одговарајући одговор на насталу опасност. У погледу недвосмислене улоге лоше видљивости као узрока за многе незгоде мотоциклиста, разматрана су и процењена различита средства за побољшање видљивости возача мотоцикала. Најчешћи метод за побољшање видљивости јесте захтев да се током дана користе светла. Ако се разматра целокупна ефикасност мера интервенције усмерених ка унапређењу безбедности мотоцикала, студије су указале да заштитне кациге имају најбољи ефекат.

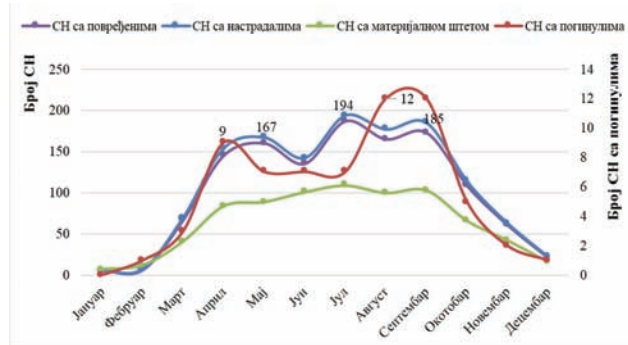
3. АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА СА УЧЕШЋЕМ МОТОЦИКЛИСТА

У анализираном периоду (од 2009. године до 2013. године) на подручју града Београда догодиле су се 3.272 саобраћајне незгоде са учешћем возача двоточкаша. Од укупног броја саобраћајних незгода са учешћем возача двоточкаша 63,3% су чиниле саобраћајне незгоде са учешћем возача мотоцикала. У посматраном петогодишњем периоду, догодило се 1.300 саобраћајних незгода са настрадалима са учешћем возача мотоцикала. Ако се посматра структура саобраћајних незгода са настрадалим са учешћем возача мотоцикала по годинама, уочава се благи тренд пада незгода. Највећи број саобраћајних незгода са настрадалима са учешћем возача мотоцикала је био 2010. године и износио је 289, а најмањи број 2013. године и износио је 230 незгода. Ако се као базна година узме 2009. година, онда је евидентан пад саобраћајних незгода са настрадалима са учешћем возача мотоцикала за 12,5%. Саобраћајне незгоде са повређенима са учешћем возача мотоцикала имају сличан тренд као саобраћајне незгоде са настрадалима са учешћем возача мотоцикала. Укупан број саобраћајних незгода са погинулима са учешћем возача мотоцикала за посматрани петогодишњи период је 87. Ако се посматра варијабилност по годинама, највећи број саобраћајних незгода са погинулима се догодио 2011. године и износио је 20 незгода, а најмањи број 2013. године, тј. 6 незгода. Број саобраћајних незгода са материјалном штетом је опто посматрајући анализирани период 2009-2013. У 2009. број саобраћајних незгода са материјалном штетом у којима су учествовали возачи мотоцикла на подручју града Београда износио је 226 незгода, а у 2013. број саобраћајних незгода са материјалном штетом на анализираном подручју је износио 87 незгода (Слика 1).



Слика 1. Структура саобраћајних незгода са учешћем возача мотоцикала по годинама и врсти саобраћајних незгода према последицама, Београд, 2009-2013

Временска дистрибуција саобраћајних незгода са настрадалима са учешћем возача мотоцикала указује на одређену специфичност, тј. уочавају се две максималне вредности, које се могу везати за два годишња доба, тј. пролеће, када је у месецу мају максимални број незгода 167, након чега се у јуну уочава пад незгода, а онда опет у летњим месецима тај број расте са максималном вредношћу у јулу месецу (194 незгоде). Број саобраћајних незгода са погинулима са учешћем возача мотоцикала има сличну расподелу, са максималним бројем незгода у пролећном периоду (9 незгода) и летњим месецима у августу и септембру (по 12 незгода) (Слика 2).



Слика 2. Структура саобраћајних незгода са учешћем возача мотоцикала по месецима у току године и врсти саобраћајних незгода према последицама, Београд, 2009-2013.

Највећи број саобраћајних незгода са настрадалима са учешћем возача мотоцикала се у посматраном петогодишњем периоду догађао петком (222 незгоде). Ако се посматрају саобраћајне незгоде са погинулима са учешћем мотоциклиста уочава се тренд раста од почетка недеље до суботе, када се бележи највећи број саобраћајних незгода са погинулима, њих 18. Најмањи број саобраћајних незгода са погинулима са учешћем возача мотоцикала се догађао уторком (5 незгода). Ако се посматра структура саобраћајних незгода са погинулима са учешћем мотоцикала у односу на ове незгоде са учешћем возача мопеда, онда се може извести претпоставка да је страдање пешака у вези са мотивима путовања (Слика 3).



Слика 3. Структура саобраћајних незгода са учешћем возача мотоцикала по данима у недељи и врсти саобраћајних незгода према последицама, Београд, 2009-2013.

4. АНАЛИЗА ПОСЛЕДИЦА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА СА УЧЕШЋЕМ МОТОЦИКЛИСТА

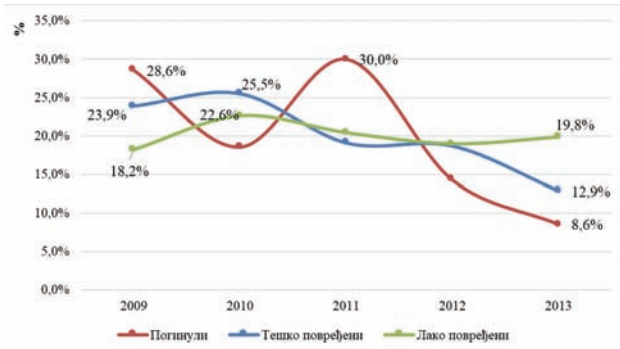
У анализираном периоду (од 2009. до 2013. године), на подручју града Београда у саобраћајним незгодама са учешћем возача двоточкаша настрадала су 2.403 лица. Анализира структуре настрадалих у саобраћајним незгодама са учешћем возача двоточкаша указује да су у овим незгодама погинула 92 лица (3,8%), 710 лица је тешко повређено (29,5%) и 1.601 лице је лако повређено (66,6%).

У укупној структури настрадалих у саобраћајним незгодама са учешћем возача двоточкаша 67,3% су чинили настрадали у саобраћајним незгодама са учешћем возача мотоцикала. структури погинулих 76,1% је оних који су били укључени у саобраћајне незгоде са учешћем мотоцикала.

У посматраном петогодишњем периоду, највећи проценат погинулих у укупној структури погинулих лица која су учествовала у саобраћајним незгодама са учешћем возача мотоцикала је био 2011. године (30,0%), а најмањи 2013. године (8,6%).

Највећи проценат тешко повређених лица са учешћем возача мотоцикала се догодио 2010. године (25,5%), а најмањи 2013. године (12,9%).

Што се тиче лако повређених лица која су била укључена у саобраћајне незгоде са учешћем возача мотоцикала, највећи проценат њих је био 2010. године (22,6%) (Слика 4).

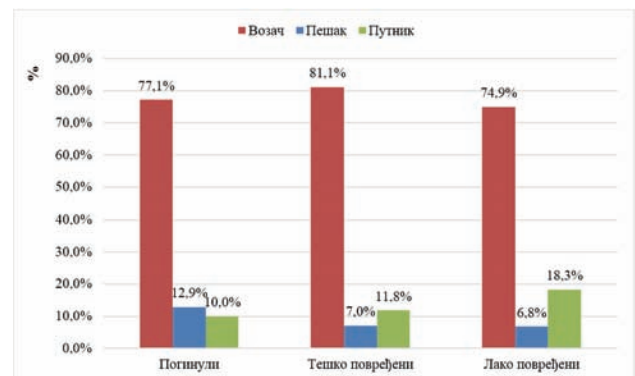


Слика 4. Структура последица саобраћајних незгода са учешћем возача мотоцикала по годинама, Београд, 2009-2013.

У укупној структури погинулих у саобраћајним незгодама са учешћем возача мотоцикала, највећи проценат чине возачи 77,1% (54 возача), затим пешаци (12,9% или 9 пешака) и путници (10,0% или 7 путника).

У овим незгодама најзаступљенија категорија у структури тешко повређених су возачи (81,1% или 404 возача), путници (11,8% или 59 путника) и пешаци (7,0% или 35 пешака).

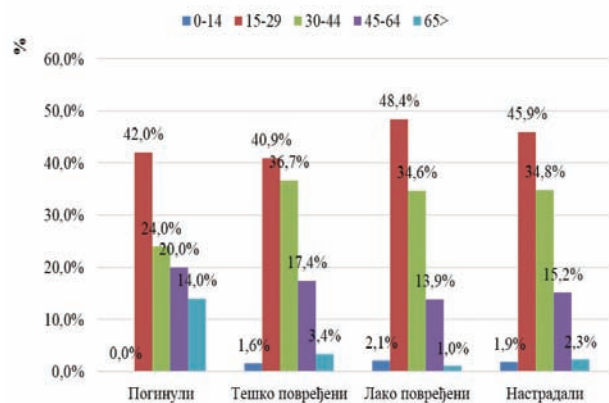
Анализа лако повређених који су учествовали у овим незгодама указује да три четвртине лако повређених чине возачи (74,9% или 786 возача), затим путници (18,3% или 192 путника) и пешаци (6,8% или 71 пешак) (Слика 5).



Слика 5. Структура настрадалих лица у саобраћајним незгодама са учешћем возача мотоцикала према категорији учешћа и врсти последица, Београд, 2009-2013.

Анализа настрадалих у саобраћајним незгодама са учешћем возача мотоцикала према старосним групама, указује да највећи проценат обухвата старосна група од 15 до 29 година (45,9%).

Слична структура се уочава за све врсте последица саобраћајних незгода са учешћем возача мотоцикала, тј. старосна група од 15 до 29 година обухвата највећи проценат погинулих (42,0%), тешко повређених (40,9%) и лако повређених (45,9%) (Слика 6).



Слика 6. Структура настрадалих лица у саобраћајним незгодама са учешћем возача мопеда према годинама старости и врсти последица, Београд, 2010-2013.

Број погинулих по једној саобраћајној незгоди са погинулим лицима са учешћем возача мотоцикала осцилира у прве три године анализираних периода, а у последње две је константан и износи један. Број погинулих на 100 саобраћајних незгода са настрадалим лицима такође осцилира у анализираним периоду (Слика 7).



Слика 7. Тежина саобраћајних незгода са учешћем возача мотоцикала, Београд, 2009-2013.

5. ЗАКЉУЧАК

Мотоциклисти представљају једну од најугроженијих група учесника у саобраћају. Вожња мотоциклом је 10 пута опаснија, по пређеном километру, од путничког аутомобила и скоро 20 пута опаснија, по пређеним сатима, него вожња путничког аутомобила. Структура фактора повезана са ризиком саобраћајних незгода мотоцикала и њихових последица је веома хетерогена: непажња, проблеми у благовременом примећивању возача мотоцикала, способности возача мотоцикала, коришћење алкохола, прекорачење брзине су евидентирани као најчешћи проблеми.

Проблем безбедности мотоциклиста посебно је изражен у урбаним срединама. Градови се разликују по величини ризика страдања двоточкаша у саобраћају. ово је последица разлика у изложености, али и активностима субјеката на унапређењу безбедности ове групе учесника у саобраћају.

У периоду од 2009. године до 2013. године на подручју града Београда догодиле су се 3.272 саобраћајне незгоде са учешћем возача двоточкаша. Од укупног броја саобраћајних незгода са учешћем возача двоточкаша 63,3% су чиниле саобраћајне незгоде са учешћем возача мотоцикала. У укупној структури саобраћајних незгода, саобраћајне незгоде са погинулима су чиниле 2,7% свих саобраћајних незгода, док су саобраћајне незгоде са повређенима и материјалном штетом чиниле 57,0%, односно 40,3%. Када се посматра структура саобраћајних незгода са погинулима према категорији учешћа за укупан петогодишњи период, уочава се да су од укупног броја око три четвртине (75,9%) чиниле саобраћајне незгоде са учешћем возача мотоцикала.

У структури саобраћајних незгода са повређенима 66,2% су чиниле саобраћајне незгоде са учешћем возача мотоцикала.

У анализираним периоду у саобраћајним незгодама са учешћем возача двоточкаша настрадала су 2.403 лица. Анализира структуре настрадалих у саобраћајним незгодама са учешћем возача двоточкаша указује да

су у овим незгодама погинула 92 лица (3,8%), 710 лица је тешко повређено (29,5%) и 1.601 лице је лако повређено (66,6%).

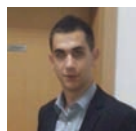
У укупној структури настрадалих у саобраћајним незгодама са учешћем возача двоточкаша 67,3% су чинили настрадали у саобраћајним незгодама са учешћем возача мотоцикала. У структури погинулих 76,1% је оних који су били укључени у саобраћајне незгоде са учешћем мотоцикала.

На глобалном нивоу постоје различите стратегије које имају за циљ да пронађу оптимална решења за побољшање безбедности мотоциклиста у саобраћају. Настојања су најчешће усмерена на примену активности у области: саобраћајног образовања и кампања у безбедности саобраћаја, путне инфраструктуре, регулативе и прописа везаних за возила и понашање возача двоточкаша.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] ACEM. (2006). Striving Against Traffic Noise, How Powered Two-Wheelers can Contribute. Association des constructeurs Européens de Motocycles, Belgium.
- [2] Clabaux, N., & Brenac, T. (2005). Deux-roues motorisés en ville: scénarios types d'accidents, influence de l'aménagement et perspectives pour la prévention. TEC, 185, 16-21.
- [3] Brown, S. L. & Cotton, A. (2003). Risk-mitigation beliefs, risk estimates, and self-reported speeding in a sample of Australian drivers. Journal of Safety Research, 34, 183-188.
- [4] Asbridge, M., Mann, R. E., Flam-Zalcman, R., & Stoduto, G. (2004). The criminalization of impaired driving in Canada: assessing the deterrent impact of Canada's first per se law. Journal of Studies on Alcohol and Drugs, 65(4), 450.
- [5] Kasantikul, V., Ouellet, J. V., Smith, T., Sirathranont, J., & Panichabhongse, V. (2005). The role of alcohol in Thailand motorcycle crashes. Accident Analysis & Prevention, 37(2), 357-366.
- [6] Hatfield, J., Fernandes, R., Faunce, G., & Job, R. F. (2008). An implicit non-self-report measure of attitudes to speeding: Development and validation. Accident Analysis & Prevention, 40(2), 616-627.

Кратка биографија:



Милош Пљакић рођен је у Крагујевцу 1989. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2014. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA KARADORĐEVOJ ULICI U TESLIĆU SA PREDLOGOM MERA ZA POBOLJŠANJE**TRAFFIC CONDITION ANALYSIS ON KARADORĐEVA STREET IN TESLIĆ WITH PROPOSED IMPROVEMENTS**

Radenko Gavrić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U okviru rada analizirani su uslovi odvijanja saobraćaja na izabranim raskrscima u Tesliću. Nakon toga, dati su predlozi poboljšanja koji su testirani u planskom periodu eksploatacije. Rezultati sprovedenih analiza pokazali su da predložena rešenja mogu zadovoljiti zahteve za protokom u planiranom periodu.

Abstract – In the thesis are analyzed the conditions of the traffic flow on intersections in Teslic. After that, are given the improvement suggestions that have been tested in the planned period of exploitation. The results of the analyses showed that the proposed solutions can meet the requirements for traffic flow within the planned period.

Cljučne reči: Tok, Kapacitet, Nivo usluge

1. UVOD

Saobraćaj, kao deo privrednog sistema jedne zemlje, zauzima značajno mesto u državi. Zbog svoje uloge, saobraćajni sistem zahteva dobro funkcionisanje, pa je iz tih razloga potrebno obezbediti dobro funkcionisanje svih njegovih elemenata. Ovo se postiže smanjenjem vremena čekanja, što dalje postizemo smanjenjem vremena putovanja i zastoja pri prolasku vozila kroz raskrsnice i druge putne objekte. Za dobro funkcionisanje saobraćaja, posebna pažnja se posvećuje regulisanju saobraćaja na glavnim saobraćajnicama. Predmet rada su tri raskrsnice koje se nalaze na segmentu Karadorđeve ulice u Tesliću, koja predstavlja deo regionalnog puta R 473 Teslić–Blatnica.

Cilj rada jeste sagledati sve probleme koji se javljaju na postojećim raskrscima i odvijanju saobraćaja u postojećem stanju, kroz izrade signalnog plana, faznog plana, matrice konfliktnih tokova i ostalih situacija na njima, a potom dati i predlog rešenja za poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja na posmatranim raskrscima.

2. PROSTORNE KARAKTERISTIKE I POLOŽAJ TESLIĆA

Opština Teslić, po svim parametrima, spada u red najvećih opština u Republici Srpskoj i prostire se na 846 km². Opština Teslić se nalazi u severnom delu Centralne Bosne. Sam grad Teslić smešten je u dolini Velike Usore,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović, vanr. prof.

na nadmorskoj visini od 204 m, na magistralnom putu Dobož–Teslić–Kotor Varoš –Banja Luka. Od Banja Luke je udaljen 85 km, a od Doboja 26 km. Najbliži auto-put je udaljen 100 km, a najbliža železnička pruga samo 25 km.

3. POLOŽAJ ANALIZIRANIH RASKRSNICA NA ULIČNOJ MREŽI

Predmet ovog rada su raskrsnice koje se nalaze u centralnoj zoni grada, na Karadorđevoj ulici. Karadorđeva ulica celom dužinom je dvosmerna i sastoji se od jedne kolovozne trake podeljene na dve saobraćajne trake, po jedna za svaki smer kretanja. Saobraćajne trake su razdvojene razdelnom linijom. S obzirom na to, da je dovoljna širinu kolovoza na delu Karadorđeve ulice, uz ivicu kolovoza definisana su mesta za podužno parkiranje vozila. Analizirane raskrsnice su prikazane na slici 1. a to su:

- Raskrsnica R1 – Karadorđeva–Svetog Save–Cara Dušana–Krajiška
- Raskrsnica R2 – Karadorđeva–Kninska
- Raskrsnica R3 – Karadorđeva–Arandelovačka



Slika 1. Položaj analiziranih raskrsnica na uličnoj mreži

4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA**4.1. Brojanje saobraćaja**

Vračarević [1] je pokazao da, brojanjem saobraćaja utvrđuje se intenzitet i struktura saobraćaja u određenim vremenskim intervalima, na određenim prostorno definisanim lokacijama. Informacionu osnovu, tj. bazu podataka za potrebe planiranja saobraćaja, čine podaci koji se sakupljaju i obrađuju statističkim istraživanjima. Brojanje saobraćaja se vrši da se utvrde određene

specifične karakteristike, kao što su stope generisanja saobraćaja (broj započetih ili završenih vožnji u određenom prostoru) ili broj korisnika i zauzetost prostora za parkiranje, i podaci o veličini pešačkog i biciklističkog saobraćaja. Brojanje saobraćaja na uličnoj mreži može biti automatsko (primenom elektronskih uređaja – detektori i video kamere), ili ručno (manuelnim unošenjem podataka u odgovarajuće obrasce, tj. brojačke listove, koji sadrži podatke o broju vozila koja prolaze u određenom vremenskom intervalu kroz posmatrani presek). Tako dobijeni podaci predstavljaju osnovu za utvrđivanje merodavnog saobraćajnog opterećenja, proračuna kapaciteta saobraćajnice, definisanje nivoa usluge i rezultata istraživanja, markiranje problema koji se javljaju na njoj, kao i pronalaženje optimalnih rešenja.

Ručno brojanje saobraćaja, a zatim unošenje u brojačke listove, vršeno je u danu kada je bilo sunčano, 15. 05. 2013. godine (sreda). Brojanje je vršeno na tri raskrsnice u jutarnjem periodu od 06.30 do 08.30 časova i u popodnevnom periodu od 14.00 do 16.00 časova, jer se taj period pokazao kao najopterećeniji.

5. ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA KARADORĐEVOJ ULICI U TESLIĆU

Analiza uslova odvijanja saobraćaja zahteva, primenu metodologija predstavljenih u američkom priručniku za proračun kapaciteta i nivoa usluge puteva HCM-a (Highway Capacity Manual). Za analize koje je potrebno sprovesti u ovom radu, relevantna su poglavlja iz HCM-a koja se odnose na proračun kapaciteta i nivoa usluga signalisanih raskrsnica, kao i postupak proračuna kapaciteta i nivoa usluga prioriternih (nesignalisanih) raskrsnica. Početak sprovođenja analize podrazumeva prikupljanje ulaznih podataka o geometrijskim uslovima na raskrsnici posmatranjem, kao i utvrđivanje postojećih saobraćajnih uslova na samoj raskrsnici, brojanjem saobraćaja.

5.1. Vremenski gubici i nivo usluge

Kuzović [2] je pokazao da, ukupni vremenski gubici podrazumevaju vreme od trenutka stajanja vozila na kraju reda do trenutka kada vozilo napušta STOP liniju. Prosečni vremenski gubici su u funkciji kapaciteta prilaza raskrsnici i stepena zasićenja toka. U slučajevima gde je stepen zasićenja toka veći od 0,9, vremenski gubici zavise i od veličine analiziranog perioda. Nivo usluge je kvalitativni pokazatelj, koji služi za definisanje uslova odvijanja saobraćaja na putevima i putnim objektima. U zavisnosti od namene objekata ili puteva, definisano je više parametara, na osnovu kojih je moguće definisati nivo usluge. Dva najčešća su, odnos toka i kapaciteta za puteve svih vrsta, i vremenski gubici za sve vrste i tipove raskrsnica. Treba napomenuti, da u relacijama za proračun vremenskih gubitaka, dominira faktor odnosa toka i kapaciteta.

5.2. Analiza uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici R1 – Karadorđeva–Svetog Save–Cara Dušana–Krajiška

Kao što se vidi iz tabele 1, analizom uslova odvijanja saobraćaja utvrđeno je da raskrsnica R1 – Karadorđeva–Svetog Save–Cara Dušana–Krajiška funkcioniše na nivou

usluge C, odnosno sa vremenskim gubicima od 34 s. Najveći vremenski gubici javljaju se na prilazu 3 i iznose 43 s, što je posledica velikog broja levih skretanja, odnosno, prilaz funkcioniše na nivou usluge D. Veliki vremenski gubici na prilazu 1 su posledica ranijeg sečenja zelenog vremena na ovom prilazu i iznose 32 s, odnosno prilaz funkcioniše na nivou usluge C. Najmanji vremenski gubici se javljaju na prilazu 4 i iznose 15 s, odnosno prilaz funkcioniše na nivou usluge B.

Tabela 1 : Vremenski gubici i nivo usluge

Prilaz	Vremenski gubici (s/PAJ)		Nivo usluge	
	Prilaza	Raskrsnice	Prilaza	Raskrsnice
1	32	34	C	C
2	29		C	
3	43		D	
4	15		B	

5.3. Analiza uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici R2 – Karadorđeva–Kninska

Kao što se vidi iz tabele 2, analizom uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici R2 – Karadorđeva–Kninska, utvrđeno je da prilazi 1 i 3, koji se nalaze na glavnom pravcu, funkcionišu na nivou usluge A sa veoma malim vremenskim gubicima. Prilazi na sporednom pravcu, funkcionišu sa neprihvatljivim nivoima usluge, odnosno, prilaz 4 sa vremenskim gubicima od 26 s, funkcioniše na nivou usluge D, a prilaz 2 sa vremenskim gubicima od 70 s, funkcioniše na nivou usluge F, što je posledica velikog broja levih skretanja na ovom prilazu, koja spadaju u četvrti rang prioriteta.

Tabela 2 : Vremenski gubici i nivo usluge

Prilaz	Namena trake	Vremenski gubici		Nivo usluge	
		Trake	Prilaza	Trake	Prilaza
1	L	8	1	A	A
	P, D	PRVI RANG		A	
2	L, P, D	70	70	F	F
3	L	8	1	A	A
	P, D	PRVI RANG		A	
4	L, P, D	26	26	D	D

5.5. Analiza uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici R3 – Karadorđeva–Arandelovačka

Tabela 3 : Vremenski gubici i nivo usluge

Prilaz	Vremenski gubici (s/PAJ)		Nivo usluge	
	Prilaza	Raskrsnice	Prilaza	Raskrsnice
1	17	18	B	B
2	24		C	
3	18		B	
4	7		A	

Kao što se vidi iz tabele 3, raskrsnica, funkcioniše na nivou usluge B, odnosno, sa vremenskim gubicima od 18

s što je zadovoljavajuće. Prilazi 1 i 3 funkcionišu na nivou usluge B, odnosno prilaz 1 sa vremenskim gubicima od 17 s, a prilaz 3 sa vremenskim gubicima od 18 s. Najveći vremenski gubici se javljaju na prilazu 2 i iznose 24 s, odnosno, ovaj prilaz funkcioniše na nivou usluge C. Najmanji vremenski gubici se javljaju na prilazu 4 i iznose 7 s, odnosno, najbolji nivo usluge A.

6. DEFINISANJE PRETPOSTAVLJENOG SAOBRAĆAJNOG OPTEREĆENJA ZA 10-U I 20-U GODINU EKSPLOATACIJE I ANALIZA NIVOA USLUGE

6.1. Procene prosečne godišnje stope rasta saobraćaja u Bosni i Hercegovini za period 2004–2042

Kao što je pokazano u [3], na osnovu sprovedenih socio-ekonomskih analiza, kao i povezanosti između osnovnih socio-ekonomskih parametara i porasta saobraćaja, a uvažavajući sadašnju osnovu drumskog saobraćaja u BiH i uobičajene krivulje porasta saobraćaja, razmatrano je nekoliko scenarija rasta saobraćaja. Nakon obavljenih nekoliko diskusija sa ovlašćenim predstavnicima revidentskog tima i naručioca, utvrđeno je da se u Pre-feasibility studiji tretiraju dva scenarija rasta saobraćaja "A" i "B". Prema rastu saobraćaja za scenario "A", prosečna godišnja stopa porasta iznosi 5,7% u 2005. godini, do 3,1% u 2042. godini, a za scenario "B" stopa rasta saobraćaja iznosi od 5,8% u 2005. godini, do 3,2% u 2042 godini. Stope rasta saobraćaja po scenariju "B" prihvatljivije su od stopa porasta saobraćaja po scenariju "A" sa aspekta uobičajenog rasta saobraćaja u koridoru auto-puta. Potrebno je naglasiti, da se navedene stope rasta saobraćaja za scenario "A" i scenario "B" odnose na porast normalnog i preusmerenog saobraćaja, a ukupan saobraćaj na autoputu sadrži još i indukovani saobraćaj koji nastaje usled smanjenja troškova korisnika na mreži sa auto-putem. Ovi proračuni indukovano i novonastalog saobraćaja detaljnije su obrazloženi u saobraćajnoj studiji.

6.2. Saobraćajno opterećenje raskrsnice R1 u planskom periodu i analiza nivoa usluge

Kao što se vidi iz tabele 4 u 20-oj godini eksploatacije, raskrsnica funkcioniše na nivou usluge E sa vremenskim gubicima od 56 sekundi. Takođe, vidimo da je došlo do znatnog pogoršanja nivoa usluge na prilazu 3, tako da on sada funkcioniše na nivou usluge E sa vremenskim gubicima od 70 sekundi.

Tabela 4. Vremenski gubici i nivo usluge, pojedinačno po prilazima i za celu raskrsnicu za scenario B za 20-u godinu eksploatacije

Prilaz	Vremenski gubici (s/PAJ)		Nivo usluge	
	Prilaz	Raskrsnice	Prilaz	Raskrsnice
1	52	56	D	E
2	48		D	
3	70		E	
4	25		C	

6.3. Saobraćajno opterećenje raskrsnice R2 u planskom periodu i analiza nivoa usluge

Kao što se vidi iz tabele 5, u 20-oj godini eksploatacije došlo je do povećanja vremenskih gubitaka na svim prilazima, ali je nivo usluge na njima ostao nepromenjen. Kao što vidimo na ovoj raskrsnici se najveći vremenski gubici javljaju na sporednim prilazima, tako da oni funkcionišu na nepovoljnom nivou usluge.

Tabela 5. Vremenski gubici i nivo usluge, pojedinačno po prilazima i za celu raskrsnicu za scenario B za 20-u godinu eksploatacije

Prilaz	Vremenski gubici (s/PAJ)	Nivo usluge
	Prilaz	Prilaz
1	2	A
2	115	F
3	2	A
4	43	D

6.4. Saobraćajno opterećenje raskrsnice R3 u planskom periodu i analiza nivoa usluge

Kao što se vidi iz tabele 6, u 20-oj godini eksploatacije, raskrsnica funkcioniše na nivou usluge C sa vremenskim gubicima od 30 sekundi, dok se najveći vremenski gubici javljaju na prilazu 2, koji iznose 39 sekundi i on funkcioniše na nivou usluge D.

Tabela 6. Vremenski gubici i nivo usluge, pojedinačno po prilazima i za celu raskrsnicu za scenario B za 20-u godinu eksploatacije

Prilaz	Vremenski gubici (s/PAJ)		Nivo usluge	
	Prilaz	Raskrsnice	Prilaz	Raskrsnice
1	28	30	C	C
2	39		D	
3	30		C	
4	15		B	

7. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA KARADORĐEVOJ ULICI U TESLIĆU

Na osnovu prethodne analize kapaciteta i vremenskih gubitaka na Karađorđevoj ulici, upoznali smo se sa postojećim uslovima odvijanja saobraćaja. Sprovedenim istraživanjem, koje se zasniva na proračunu kapaciteta i vremenskih gubitaka, na osnovu kojih je ustanovljen nivo usluge na posmatranim raskrsnicama, utvrđeno je da se saobraćaj na njima odvija na nivou usluge B ili C, što je zadovoljavajuće. Iako je postojeće stanje povoljno, u cilju poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja na posmatranim raskrsnicama, preduzete su određene mere. Predlog rešenja sastoji u izmenama signalnog plana na raskrsnicama koje su signalisane, kao i uvođenju svetlosne signalizacije na raskrsnicu koja je funkcionisala kao prioritarna. Nova dužina trajanja ciklusa, kao i fazna

podela na posmatranim raskrsnicama, izvršena je metodom proračuna optimalne dužine ciklusa, na osnovu minimalnih pešačkih faza.

7.3. Predlog rešenja raskrsnice R1 – Karadorđeva – Svetog Save – Cara Dušana – Krajiška

Predlog rešenja za ovu raskrsnicu sastoji se u uvođenju nove dužine trajanja ciklusa od 58 sekundi, sa fazom F1 od 32 sekunde na prilazima 1 i 3, kao i fazom F2 u trajanju od 19 sekundi na prilazima 2 i 4.

Tabela 7. Vremenski gubici i nivo usluge za predloženo rešenje

Prilaz	Vremenski gubici (s/PAJ)		Nivo usluge	
	Prilaz	Raskrsnice	Prilaz	Raskrsnice
1	9	20	A	B
2	30		C	
3	17		B	
4	16		B	

Kao što se vidi iz tabele 7, na ovoj raskrsnici, usvajanjem nove fazne podele i nove dužine trajanja ciklusa, došlo je do smanjenja vremenskih gubitaka za 14 sekundi, tako da ona sada funkcioniše sa vremenskim gubicima od 20 sekundi na vrlo povoljnom nivou usluge B. Takođe i u 20-oj godini eksploatacije ova raskrsnica funkcioniše sa zadovoljavajućim vremenskim gubicima od 33 s, na nivou usluge C.

7.4. Predlog rešenja raskrsnice R2 – Karadorđeva – Kninska

Raskrsnica R2 – Karadorđeva – Kninska trenutno funkcioniše kao prioriteta, pa je prema tome predlog rešenja za ovu raskrsnicu, uvođenje svetlosne signalizacije. Veličina ciklusa na ovoj raskrsnici iznosi 54 sekunde sa fazom F1 od 30 sekundi na prilazima 1 i 3, kao i fazom F2 od 17 sekundi na prilazima 2 i 4.

Tabela 8. Vremenski gubici i nivo usluge za predloženo rešenje

Prilaz	Vremenski gubici (s/PAJ)		Nivo usluge	
	Prilaz	Raskrsnice	Prilaz	Raskrsnice
1	13	14	B	B
2	18		B	
3	13		B	
4	18		B	

Kao što se vidi iz tabele 8, i posle uvođenja svetlosne signalizacije, raskrsnica funkcioniše na vrlo povoljnom nivou usluge B, sa vremenskim gubicima od 14 sekundi. Kao što iz priloženog vidimo, došlo je do povećanja vremenskih gubitaka na glavnom pravcu, koji je prethodno funkcionisao kao prioriteta, ali je na sporednim pravcima došlo do značajnog smanjenja vremenskih gubitaka, tako da sada raskrsnica u celini funkcioniše na vrlo povoljnom nivou usluge. Takođe i u

20-oj godini eksploatacije, raskrsnica funkcioniše na zadovoljavajućem nivou usluge C, sa vremenskim gubicima od 25 s.

7.5. Predlog rešenja raskrsnice R3 – Karadorđeva – Arandelovačka

Predlog rešenja za ovu raskrsnicu sastoji se u izmenama signalnog plana, što podrazumeva uvođenje novog ciklusa od 60 sekundi sa fazom F1 od 32 sekunde, na prilazima 1 i 3, kao i fazom F2 od 21 sekundu, na prilazima 2 i 4. Kao što se vidi iz tabele 9, usvajanjem nove fazne podele na ovoj raskrsnici, došlo je do znatnog smanjenja vremenskih gubitaka na nivou cele raskrsnice. Vremenski gubici na nivou cele raskrsnice smanjeni su za 5 sekundi, tako da raskrsnica funkcioniše sa vremenskim gubicima od 13 sekundi na vrlo povoljnom nivou usluge B. Takođe i u 20-oj godini eksploatacije, raskrsnica funkcioniše, na zadovoljavajućem nivou usluge C, sa vremenskim gubicima od 24 s.

Tabela 9. Vremenski gubici i nivo usluge za predloženo rešenje

Prilaz	Vremenski gubici (s/PAJ)		Nivo usluge	
	Prilaz	Raskrsnice	Prilaz	Raskrsnice
1	9	13	A	B
2	23		C	
3	10		A	
4	7		A	

8. ZAKLJUČAK

Predlog mera se sastoji u uvođenju novog ciklusa i fazne podele na raskrsnicama R1 i R3 kao i postavljanju semafora na raskrsnici R2. Nakon dobijenih vrednosti opterećenja, rađena je analiza vremenskih gubitaka i nivo usluge za predložena rešenja, na osnovu koje se došlo do zaključka, da predložena rešenja zadovoljavaju zahteve saobraćaja u ciljnoj godini, i mogu se primeniti na ovoj lokaciji.

9. LITERATURA

- [1] Vračarević, Ratimir. *Osnove planiranja saobraćaja*, Novi Sad, 2002.
- [2] Kuzović, Ljubiša: *Kapacitet i nivo usluge drumskih saobraćajnica*, Beograd, 2000.
- [3] *Pre-feasibility studija "Autocesta na koridoru Vc" završni izveštaj*, Ministarstvo komunikacija i transporta Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 2006.

Kratka biografija:



Radenko Gavrić rođen je u Tesliću 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj i transport – Saobraćajno projektovanje odbranio je 2015.god.

**UTICAJ MARKETINŠKE FUNKCIJE NA BRENDIRANJE
LOKALITETA KAVAČ, MONTENEGRO****THE IMPACT OF THE MARKETING FUNCTIONS ON BRANDING
SITE OF KAVAC, MONTENEGRO**Nataša Zeljković Proročić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – *Uticaj marketinških funkcija često ima presudan značaj u uspehu nametanja određenih turističkih destinacija kao jedinstvenog brenda. Neki od primera su Ibica u Španiji ili Dubrovnik u Hrvatskoj. Kreatori brenda moraju da odaberu pravi način predstavljanja određenog proizvoda, odnosno usluge. Moraju da nađu i jasno istaknu tačku diferenciranja od konkurencije, da budu originalni i da sa svojim potrošačima održavaju iskren i korektan odnos. S druge strane, potrošač je taj koji ocenjuje uspešnost i uopšte samu vrednost brenda, i na njemu je da prepozna kvalitet i da da prednost većoj emocionalnoj vrednosti.*

Abstract – *The impact of the marketing functions is often decisive importance in the success of the imposition of certain tourist destinations as a single brand. Some examples include Ibiza in Spain or Dubrovnik in Croatia. The creators of the brand must choose the right way to introduce a particular product or suitable service. They need to find and clearly emphasize a point of differentiation from the competition, to be original and that with their consumers maintain honest and fair relationship. On the other hand, the consumer is the one who assesses the performance and overall value of the brand itself, and it is to recognize quality and to favor greater emotional value.*

Ključne reči: *brend, marketing funkcije, turizam.*

1. UVOD

Sa pojmom “brend” se susrećemo u svakodnevnom govoru. Ipak, važno je imati na umu da brend ne predstavlja pojavu savremenog doba, već je u različitim oblicima i pod različitim nazivima tokom dugog vremenskog perioda prisutan u životima ljudi. Na kreiranju identiteta brenda i uopšte u procesu brendiranja radi veliki broj stručnjaka – njihovo polje delovanja obuhvata brojne aktivnosti: od ideje, preko različitih vrsta istraživanja potrošača, ispitivanja tržišta, samog kreiranja brenda, prilagođavanja i približavanja brenda potrošačima, do različitih vrsta promocije i naknadnih anketiranja, kao i eventualnog rebrendiranja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Slavka Nikolić, red.prof.

2. MARKETING U TURIZMU**2.1. Pojam marketinga**

Marketing predstavlja pojam koji je danas u širokoj upotrebi i čiji je sadržaj veoma složen. Fenomen marketinga definiše se na različite načine zavisno od vremena u kome se posmatra, aspekta sa koga različiti autori analiziraju ukupni koncept ili, pak, novih pristupa do kojih autori dolaze tokom sopstvenog rada. U skladu sa tim, broj definicija marketinga je izuzetno veliki; ipak, važno je navesti neke od najuticajnijih.

Prema AMA (American Marketing Association), marketing je proces planiranja, izvršavanja koncepcije cena promocije, kao i distribucije ideja, dobara i usluga, sa ciljem da se ostvari razmena koja zadovoljava individualne i organizacione ciljeve.

Sa druge strane, jedan od pionira društvenog marketinga Filip Kotler, pojam marketinga definiše kao upravljački proces pomoću koga pojedinci i grupe obezbeđuju sebi ono što im je potrebno i ono što žele kroz stvaranje i razmenjivanje proizvoda i vrednosti sa drugima.

2.2. Aktivnosti u okviru marketing funkcije

Aktivnosti za koje je zadužena marketing funkcija su

- identifikovanje potreba potrošača, atraktivnih za potencijalnu ponudu preduzeća;
- pomoć da se stvori tržišna ponuda, prema potrebama određenih kupaca;
- učestvovanje u stvaranju uslova prodaje potrebnih za kupovinu;
- direktan uticaj da se stvore uslovi prodaje potrebni za kupovinu proizvoda (usluga);
- informisanje, ubeđivanje i podsećanje kupaca o tržišnoj ponudi preduzeća (promocija).

2.3. Primena instrumenata marketing miksa na pozicioniranje turističke destinacije

Osnovu strategije tržišnog pozicioniranja turističke destinacije čini njena ukupna ponuda, odnosno turistički proizvod. Pozicija turističkih destinacija najčešće se zasniva na turističkom proizvodu, a ne na promociji i opštem imidžu. To je posledica činjenice da se percepcija o destinaciji u svesti potrošača najčešće zasniva na sopstvenom iskustvu ili na iskustvu ljudi iz okruženja kojima se veruje [1].

U okviru strategije marketinga, promocija i opšti imidž zauzimaju veoma važnu ulogu i usmerene su ka podizanju svesti o turističkoj destinaciji među potencijalnim potrošačima i ka povećanju lojalnosti postojećih potrošača.

Prema Kotleru, imidž je „set verovanja, ideja i utisaka koje osoba ima o nekom predmetu“ [2], dok Echtner i Ritchie u svojoj definiciji navode da „imidž destinacije treba da bude sastavljen od percepcija o njenim individualnim karakteristikama (kao što su klima, smeštajni objekti, srdačnost stanovništva) kao i od nekih holističkih utisaka (mentalne slike ili mašta) o samom mestu“ [2].

Svetska turistička organizacija prihvatila je definiciju koju su dali Embacher i Buttle: „Imidž je sastavljen od idejnih koncepata o posmatranoj destinaciji koji postoje u svesti pojedinaca ili kolektivnoj svesti. Imidž može sadržati i saznanje i procenjene komponente“. [3] Za razliku od percepcije, imidž se odnosi na utisak o nečemu što se ne nalazi fizički ispred posmatrača.

Sam brend destinacije predstavlja u stvari vrednost imidža koja se sastoji iz dve konstrukcije: 1) svesti o brendu – podrazumeva prepoznavanje i prihvatanje, i 2) brenda imidža – odnosi se na asocijacije o destinaciji koje potrošači imaju u svojoj svesti, a koje su povezane sa brendom.

Pozicioniranje brenda jedne turističke destinacije, treba biti uspostavljeno na objektivizaciji sledećih faktora koji bazično utiču na uspeh, ali i samu brzinu zauzimanja pozicije na tržištu:

1. Objektivna interpretacija centralnih elemenata ponude u oblasti resursa i atrakcija.
2. Analiza i evaluacija očekivanih i aktuelnih trendova na turističkom tržištu i procena realnih šansi za tržišnu penetraciju destinacije.
3. Analiza konkurencije kroz analizu stanja u realnom konkurentskom krugu [4].

3. POJMOVNO ODREĐENJE BREND I BRENDIRANJA

3.1. Elementi brenda

Brend čini identitet brenda, vrednost brenda, prepoznatljivost i svest o brendu. Zašto je važno izgraditi poseban identitet ličnosti vašeg brenda, i to različit od ostalih identiteta na tržištu? Zato što potrošači pored proizvoda žele i doživljaj u kome mogu aktivno da učestvuju i da ga pamte. A da bi se nešto zapamtilo onda mora da se jasno razlikuje od prethodnih iskustava i doživljaja. Elementi identiteta brenda predstavljaju sve njegove delove koji se mogu pravno registrovati i zaštititi, a uključuju: [5]

- Ime brenda – „brand name“ (verbalna manifestacija) predstavlja onaj deo brenda koji možemo izgovoriti.

- Znak brenda – „brand mark“ predstavlja onaj deo brenda koji ne možemo izgovoriti, ali je prepoznatljiv vizuelni identitet proizvoda, usluge ili preduzeća.

- Zaštitni znak – „trade mark“ predstavlja zakonitu oznaku koja upućuje da vlasnik ima isključivo pravo upotrebe brenda ili njegovog dela.

4. BRENDIRANJE LOKALITETA

4.1. Proces brendiranja u turizmu

S obzirom na to da turizam predstavlja jednu od najvažnijih uslužnih grana u gotovo u svim razvijenim zemljama, kao i granu koja ostvaruje najveći napredak u zemljama u razvoju i nerazvijenim zemljama, turističke

organizacije, gradovi, regioni pa i same države, pod uticajem ekonomske i kulturne globalizacije, moraju da se bore za svoj položaj na turističkom tržištu, ali i da neprestano osmišljavaju nove načine na koje bi privukli turiste. Pristupačna cena, dobra hrana ili toplo more odavno nisu dovoljni da bi se neko opredelio za određenu destinaciju, već se danas traži i „dodatna vrednost“ ponude, nova mesta, neotkrivena područja, uzbudljivi doživljaji.

Iako brendiranje destinacija beleži intenzivniji razvoj tek krajem XX veka, potreba za razlikovanjem mesta jednih od drugih, za isticanjem specifičnosti i stvaranjem sopstvenog identiteta postoji tokom dugog vremenskog perioda. Veoma često oni koji upravljaju zemljama ili gradovima nastoje da kreiraju imidž mesta i da ga učine privlačnim za što veći broj posetilaca. Zbog sve veće konkurencije između područja, na regionalnom, nacionalnom i globalnom nivou, praksa brendiranja sve je zastupljenija u ovoj oblasti [6].

Brend destinacije podrazumeva ime, simbol, logo, reč i/ili druge grafičke prikaze koji služe da identifikuju i razlikuju destinaciju od konkurentskih.

5. MEDIJI U OKVIRU MAKRETING FUNKCIJE U TURIZMU

U okviru marketing aktivnosti, mediji zauzimaju izuzetno značajnu ulogu, naročito kada je u pitanju promocija turističkih ponuda. Sa ekspanzijom novih informacionih tehnologija, došlo je do veoma brzog širenja informacija putem masovnih medija, što je našlo primenu u mnogim delatnostima, a posebno u turizmu. Tokom poslednjih godina, poseban značaj pridaje se društvenim mrežama.

Danas se retko koristi isključivo jedan vid komuniciranja na tržištu, odnosno jedan vid medijskog oglašavanja. Kompanije najčešće integrišu različite načine komunikacije, kreirajući i prenoseći jedinstvenu i savršeno jasnu poruku koja se upućuje potrošaču, pa tako do ciljnih grupa potrošača, pristiže ista poruka na različite načine.

6. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalno/praktični deo je skup opisa određenih metoda, materijala i postupaka koji su korišćeni prilikom izrade knjige standarda kao i metode i prezentacije korišćenog softvera za izradu materijala u sklopu knjige standarda. Ovaj deo sastoji se iz tri dela:

- Analiza trenutnog stanja i svih elemenata koji su uticali na brendiranje projekta Sea Breeze, a samim tim i lokacije Kavač u Crnoj Gori.
- Način brendiranja.
- Prikaz knjige standarda, kao krajnjeg proizvoda pri kreiranju vizuelnog identiteta projekta Sea Breeze.

7. ANALIZA TRENUTNOG STANJA I SVIH ELEMENATA KOJI SU UTICALI NA BRENDIRANJE PROJEKTA SEA BREEZE

7.1. Vodeći principi

Projekat Sea Breeze je osmišljen kao ekskluzivno naselje koje će budućim stanovnicima i posetiocima omogućiti kvalitetan odmor, uživanje u uikatnom prirodnom okruženju i ponuditi sve sadržaje neophodne za život i rad

u neposrednoj blizini, uzimajući u obzir projekat Royal Montenegro Golf & Country Club, takođe u vlasništvu kompanije Boka Group.

Prilikom planiranja naselja uzeti su u obzir svi relevantni socio-ekonomski aspekti sa ciljem uklapanja projekta u postojeće okruženje. Sa tom svrhom, Sea Breeze postavlja sledeće principe planiranja:

- Očuvanje ekološkog aspekta u okviru ambijentalnog naselja.
- Osiguranje najviših standarda korišćenjem tradicionalnih metoda i njihovo uklapanje u plan niske gradnje, sa ciljem očuvanja postojećeg izgleda.
- Saradnju sa lokalnom zajednicom i svim zainteresovanim stranama tokom planiranja novog naselja.
- Upotrebu obnovljivih izvora energije, primena principa održive arhitekture kao i svih drugih metoda, sa ciljem očuvanja postojećeg okruženja.
- Doprinos produženju turističke sezone i poboljšanju turističke ponude Crne Gore.
- Stavljajući akcenta na percepciju idealnog prirodnog spoja obale i planinskih vrhova, koji deluju kao izvanredan psihološki faktor i izvor inspiracije za dalje životne i profesionalne poduhvate.
- Upošljavanjem lokalnog stanovništva, projekatnata i građevinskih preduzeća, Sea Breeze je ne samo projekat turističkog naselja, već i društveni projekat koji ima nameru da poveća stopu zaposlenosti na svim nivoima.

7.2. Karakter projekta

Crna Gora je biser još uvek neotkrivene vrednosti. Dugom tradicijom postavlja zadatak očuvanja svog blaga koje datira od davnina, još od vremena prvih velikih civilizacija.

Naselje Sea Breeze nastoji da odgovori svim zahtevima na najvišem nivou, uzimajući u obzir postojeći prirodni pejzaž. Sa ciljem da se uklopi u okolnu arhitektonsku sredinu uz upotrebu odgovarajućih materijala, niska gradnja je jedan od osnovnih ciljeva ovog projekta.

Takođe, uz poštovanje principa održivog razvoja, biće upotrebljeni materijali i elementi koji podstiču korišćenje obnovljivih izvora energije i doprinose smanjenju zagađenja.

Pored očuvanja tradicionalnih obeležja Crne Gore, Sea Breeze će postaviti standard spoja moderne i tradicionalne arhitekture i postaće reper postojećeg okruženja. Na taj način, ovaj projekat će zadovoljiti zahteve istorijskog nasleđa i istovremeno, napisati novu arhitektonsku istoriju Crne Gore.

Sea Breeze je identifikovan kao projekat koji je usmeren na nedostatke u trenutnom tržištu eksploatacije, vredan brend koji trenutno ne postoji u novim otkrićima, a u kombinaciji sa kvalitetnim čovekovim radom, predstavlja našu osnovnu konkurentnu prednost.

8. NAČINI BRENDIRANJA

8.1. Vizuelni identitet

Uzimajući u obzir sve ranije uradjene analize kreiran je vizuelni identitet sa knjigom standarda koja je data u poslednjem delu ovog rada.

8.2. Website

Kreiranje websajta na osnovu izgrađenog vizuelnog identiteta koji treba da bude čist i interaktivan sa klijentima i da im pruži sve potrebne informacije u vezi sa Crnom Gorom i projektom Sea Breeze.

8.3. PR

Boka Group, za sve projekte, uključujući i Sea Breeze, ima svoj tim PR i marketing stručnjaka, a za šefa je imenovana PI Communications kompanija, stacionirana u Londonu, koja kroz kontinuirana saopštenja javnosti prosluđuje relevantne informacije međunarodnoj štampi i medijima. To je rezultiralo nekim od fenomenalnih članaka vezanih za projekat i svrstalo ga na sami vrh svetske, kako turističke, tako i investicione ponude

Takođe, uspešnost projekta uspele su da prepoznaju i velike internacionalne organizacije koje su dale svoje preporuke, u vidu prestižnih nagrada koje je projekat osvojio na međunarodnim takmičenjima. U pitanju je International Property Awards, koja je Sea Breeze projekat svrstala u visoko preporučene evropske projekte po pitanju kako arhitekture, tako i po pitanju razvoja grupnih jedinica u sklopu jednog projekta.

8.4. Postojeći društveni mediji

Generalni cilj: povećati svest o brendu i izbrusiti profil kompanije na društvenim medijima.

Specifični ciljevi:

- Dostići 100 like-ova na Facebook-u
- Dostići 10000 follower-a na Twitter-u
- Povećati angažovanje preko platformi.
- Stvoriti dizajn koji poziva na akciju
- Utvrditi koje su najbolje ključne reči, interesovanja i demografija.

9. PREGLED KNJIGE STANDARDA

Sea Breeze brend predstavlja više od logotipa, boje ili tipografije, on treba da održi stalan kontakt sa klijentima. Doslednom primenom elemenata brenda, kao što je definisano u ovoj knjizi standarda dolazi se do izgradnje prepoznatljivog i ujednačenog Sea Breeze brenda.

Knjiga standard Sea Breeze Brenda služi kako bi se pomoglo zaposlenima da:

- Pravilno postaviti Sea Breeze brend.
- Prenesu prednosti kompanije sa doslednim i dobro definisanim korporativnim materijalom.
- Omogućiti jasne i jednostavne poslovne komunikacije.
- Povećaju vrednost svog brenda.
- Obezbede jedinstvenu strategiju brenda.
- Promovišu Sea Breeze projekat kao jedinstveni brend, za razliku od pojedinačnih projekata koji nemaju svoj identitet. [7]

9.1. Logo

Sea Breeze logotip je jedan od najvrednijih sredstava kompanije. Njegova vrednost raste kako se pravilno i dosledno koristi za identifikaciju projekta i kompanije. Obezbeđivanjem jedinstvenog logotipa kad god dođe do vizuelne identifikacije, projektuje se kvalitet koji Sea Breeze brend predstavlja.



Slika 1. Prikaz logotipa

9.2. Nedoovoljena primena znaka

Bilo kakva vrsta deformacije: rotacija, promena boje, upotreba efekata, dislokacija elemenata, upotreba outline-a, kombinovanje sa drugim grafičkim elementima, sečenje i pozicioniranje u margo, aplikacija na neodgovarajuću pozadinu, kopiranje logotipa da bi se napravio patern.

9.3. Boja

Pravilna upotreba odobrene boje pomaže da se ojača Sea Breeze brend, pružajući konzistentan vizuelni doživljaj u svakoj interakciji kupca. Doslednim korišćenjem korporativnih boja će se osigurati da Sea Breeze brend ostane prepoznatljiv u svemu, od promotivnih materijala do vozila.

9.4. Tipografija

Tipografija se koristi u kreiranju logotipa kao i drugih materijala i igra veliku ulogu u uspostavljanju vizuelnog identiteta projekta Sea Breeze. Tipografija je suptilan, ali važan element korporativnog identiteta.

9.5. Fotografija i ilustracija

Fotografija i ilustracija predstavlja finalnu komponentu Sea Breeze korporativnom brendu, dok ilustracija pomaže specifičnijoj komunikaciji, tehničkim informacijama. Iz razloga što ova dva elementa zauzimaju bitnu ulogu u vizuelnom identitetu. Fotografija prenosi emociju i ljudski element ukupnom celokupnom brendu.



Slika 2. Prikaz ilustracije naselja

9.6. Osnovna primena znaka

Osnovna primena zaštitnog znaka projekta Sea Breeze definisana je kroz vizuelni identitet. Ovako definisanu osnovnu primenu znaka nije moguće menjati radi jedinstvenog vizuelnog identiteta projekta i dosledne grafičke komunikacije.

10. ZAKLJUČAK

Jedan od glavnih faktora današnjih marketing strategija jeste izgradnja brenda, a čija je uloga, između ostalog, da utiče na status određenog preduzeća i njegovo pozicioniranje na tržištu u odnosu na konkurenciju. Kroz prikaz eksperimentalnog dela rada, pokazali smo da je Sea Breeze identifikovan kao projekat koji je usmeren na nedostatke u trenutnom tržištu eksploatacije, vredan brend koji trenutno ne postoji u novim otkrićima, a u kombinaciji sa kvalitetnim čovekovim radom, predstavlja osnovnu konkurentnu prednost. Jasno je da uspešno upravljanje brendovima podrazumeva da se u procesu brendiranja i razvoju brenda upravljački napori usmeravaju ka povećanju vrednosti kroz unapređenje definisanih dimenzija brendova.

Zato je neophodno da pristup brendiranju i upravljanju brendom u prvom planu istakne aktivnosti usmerene na unapređenje dimenzija brendova kroz adekvatan izbor osnovnih elemenata brenda i kreiranje maksimalne vrednosti potrošačima. U izgradnji ovog brenda, urađena je vizuelna identifikacija, izrada web sajta, i promocija brenda pomoću društvenih mreža – Facebook, Instagram i Twitter gde su kao glavni zadaci postavljeni dostizanje određenog broja lajkova i stvaranje dizajna koji bi pozvao na akciju.

11. LITERATURA

- [1] Reich A.Y. *Positioning of Tourist Destinations*, Sagamore Publishing, Champaign, str.27-96. 1999.
- [2] Kotler Ph., Gertner D. *Country as a brand, product and beyond: a place marketing and brand management perspective*, Destination branding, second edition, Elsevier Butterworth Heinemann, Oxford, UK., str. 46. 2002.
- [3] Embacher J., Buttle F. *A Repertory Grid Analysis of Austria's Image as a Summer Vacation Destination*, Journal of Travel Research, vol.27, no. 3 3-7. 1989.
- [4] Popesku J. *Marketing u turizmu i hotelijerstvu*, Univerzitet Singidunum, Beograd, str.21-123. 2013.
- [5] Chiaravalle B., Findlay B. *Branding for Dummies*, Wiley publishing Inc., str. 9-123. 2007.
- [6] Kavaratzis M. and G. J. Ashworth *City Branding: „An Effective Assertion of Identity or a Transistory Marketing Trick“*, The Royal Dutch Geographical Society KNAG, str.507-513. 2005.
- [7] Prorocic Natasa, Boka Group Team *Sea Breeze Brand Guide Line*, Boka Group Company, Kotor, 2014.

Kratka biografija:



Natasa Zeljković Proročić rođena je u Novom Sadu, 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka brani 2015 godine.

PARAMETARSKO PROJEKTOVANJE SLOŽIVE AMBALAŽE U PROGRAMSKOM PAKETU ENGVIEW SYNERGY**PARAMETRIC STRUCTURAL DESIGN AND CONSTRUCTION OF FOLDING CARDBOARD PACKAGING IN THE ENGVIEW SYNERGY**

Aleksandra Vukajlović, Dragoljub Novaković, Magdolna Pál, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su prikazana istraživanja vezana za kreiranje parametarskog rešenja ambalaže u obliku kutije u programskom sistemu EngView Synergy. Iskazivanjem parametara pomoću matematičkih funkcija ili izraza program pruža mogućnost promene svih dimenzija kutije promenom samo jednog parametra, čime se olakšava i skraćuje vreme rada na projektovanju neke nove ambalaže.

Ključne reči: projektovanje, parametri, komponente, ambalaža, kutija

Abstract – This paper is about to show the research regarding the creating of the parametric design of packaging in a form of a box by using a EngView Synergy program. By expressing the parameters using mathematical functions EngView Synergy provides a possibility of changing all the dimensions of the created box by defining just one parameter, which makes the design process more simple and less time consuming.

Keywords: construction, parameters, components, package, box

1. UVOD

Kreiranje nove ambalaže za neki proizvod iziskuje veliki broj radnih sati, iskusan tim stručnjaka, kao i veliko znanje o tome šta tačno privlači potrošače kada ugledaju neku ambalažu. Neki proizvod može biti savršen u smislu njegove funkcionalnosti, ali bez odgovarajuće ambalaže potrošači će jednostavno proći pored njega ni ne primetivši ga. Prema tome dobro koncipirana konstrukcija ambalaže i odgovarajući grafički dizajn su od presudnog značaja za postizanje adekvatne konkurentnosti. Upotrebom računara sa specijalizovanim softverskim rešenjima, dugotrajan proces projektovanja projektovanja može se pojednostaviti i pojedini koraci automatizovati. Program EngView Synergy omogućava kreiranje parametarskog podesivog nacrtu kutije pomoću iskazivanja parametara projektovane kutije kroz matematičke funkcije ili izraze.

Iskazivanjem parametara na ovaj način program pruža mogućnost promene osnovnih dimenzija kutije jednostavnim unošenjem željenih vrednosti tih dimenzija, pri čemu sama konstrukcija sa svim specifičnim elementima projektovane kutije, će se automatski prilagoditi novim dimenzijama. Ovaj pristup pri projektovanju ambalaže

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.

olakšava kreiranje nacrtu kutije za nove proizvode i skraćuje vreme rada [1-3].

Istraživački deo obuhvata analizu mogućnosti EngView Synergy programa kroz prikaz određenih modula i rada sa alatima tih modula koji se koriste za kreiranje baznih, pojedinačnih i povezanih komponenti nacrtu kutije [2,3].

2. PROJEKTOVANJE AMBALAŽE

Projektovanje ambalaže svodi se na potrebu za ispunjenjem dva osnovna zadatka ambalaže, zaštitnog i promotivnog, a zatim i ostalih zahteva u zavisnosti od proizvoda koji se pakuje. Složenost procesa projektovanja ambalaže zavisi od zahteva postavljenih pred ambalažu, međutim, bez obzira na složenost procesa, kreiranje ambalaže mora obuhvatiti sledeće procese [1]:

- izradu strukturnog dizajna kutije,
- kreiranje grafičkog dizajna,
- mehaničku koordinaciju – usklađivanje procesa izrade ambalaže i pakovanja proizvoda.

Sva tri navedena procesa moraju biti u potpunosti usklađena da bi se dobila adekvatna ambalaža koja će biti plasirana krajnjem potrošaču. Svakako, postići sve ovo u okvirima predviđenih troškova kao i zadovoljavanje drugih značajnih zahteva nije lak zadatak. Zbog toga se često pri projektovanju ambalaže prvo skicira strategija projektovanja. Ona obuhvata sagledavanje i razmatranje svih zahteva koji se postavljaju pred izradu konkretne ambalaže [1].

2.1. Osnovne faze pri projektovanju ambalaže

Radi racionalnog projektovanja ambalaže, proces razvoja ambalaže od ideje do konačnog rešenja je potrebno sprovesti u sledećim fazama [4]:

- A. prikupljanje informacija,
- B. razvoj preliminarog koncepta kutije,
- C. konačno rešenje kutije, strukturni dizajn,
- D. grafički dizajn,
- E. konstrukcija prototipa,
- F. prezentacija, testiranje i usvajanje.

Ograničenja i zahtevi koji se razmatraju pre pristupanja projektovanju ambalaže su [4]:

- strukturne osobine materijala,
- grafičke mogućnosti,
- procesi obrade,
- sistemi pakovanja,
- ciljevi marketinga,
- zahtevi distribucije,
- očekivanja prodaje,
- potrebe i želje krajnjeg korisnika,
- načini korišćenja proizvoda od strane krajnjeg korisnika.

3. ENGVIEW SYNERGY

EngView Synergy je program za kreiranje dimenziono podesivog nacrt kutije sa parametarskim komponentama. Program je podešen za rad sa bilo kojim drugim CAD sistemom da bi se osiguralo skraćenje vremena projektovanja i poboljšanje kvaliteta. Veoma lak za upotrebu, u smislu da je novi dimenziono podesiv nacrt kutije moguće napraviti za veoma kratko vreme sklapanjem već postojećih parametarskih komponenta, koje se nalaze u biblioteci programa, u jednu celinu. Postojanjem takve biblioteke se smanjuje vreme projektovanja za znatan broj radnih sati, ali se zadržava mogućnost stvaranja, kreiranja sopstvenih biblioteka i nacrt koji se posle mogu iznova upotrebljavati jednostavno unoseći željene veličine i dimenzije u zavisnosti od potreba [2,3,5].

3.1. Parametarske komponente

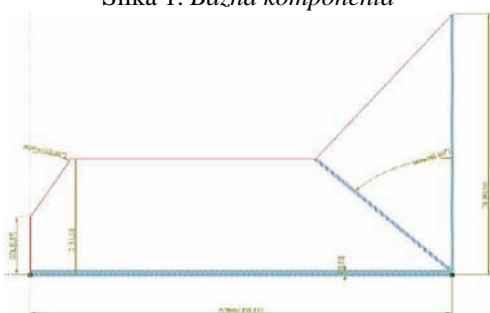
Parametarske komponente su konstrukcioni elementi koji se koriste u sklapanju dimenziono podesivog nacrt kutije. Koriste se u programu EngView prilikom sklapanja novih dimenziono podesivih nacrt kutija i kreiranju standardnih CAD crteža dizajna u EngView Package Designer programu [5].

3.2. Tipovi parametarskih komponenti

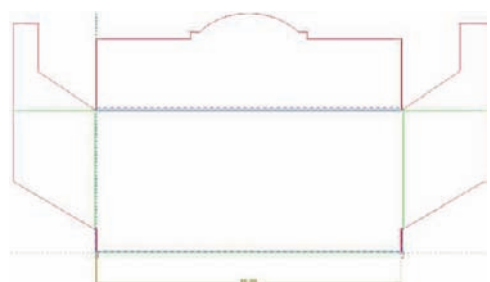
Parametarske komponente su baza (*Base Component*), pojedinačne komponente (*Single Component*) i povezane ili višedelne komponente (*Compound Component*), a njihovi primeri su dati na slikama 1-3, respektivno [5].



Slika 1. Bazna komponenta



Slika 2. Pojedinačna komponenta



Slika 3. Povezana komponenta

4. PROJEKTOVANJE ORIGINALNOG DIMENZIONO PODESIVOG NACRTA KUTIJE

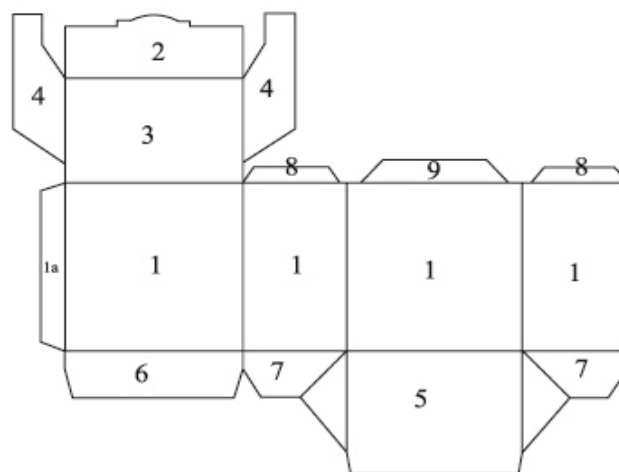
Proces kreiranja dimenziono podesivog nacrt kutije obuhvata dve faze [5]:

1. kreiranje baze, pojedinačnih i višedelnih parametarskih komponenti (*Base, Single, Compound Component*)i
2. spajanje baze, pojedinačnih i višedelnih komponenti u kompletan dimenziono podesiv nacrt kutije (*Resizable Design*) jednostavnim principom "prevuci i spusti" (*drag & drop*).

Svi dimenziono podesivi nacrti kutije i komponente se direktno mogu koristiti u EngView Package Designer programu. U to je uključena i biblioteka dizajna odmah spremnih za upotrebu. Na slici 4 je prikazan plan kreiranja dimenziono podesivog nacrt kutije sa svim njenim komponentama koje su obeležene sledećim brojevima:

- 1 – baza,
- 1a – klapna za lepljenje,
- 2, 3, 4 – delovi gornjeg poklopca,
- 5 – dno kutije,
- 6, 7 – donji zaklopni elementi,
- 8, 9 – gornji zaklopni elementi.

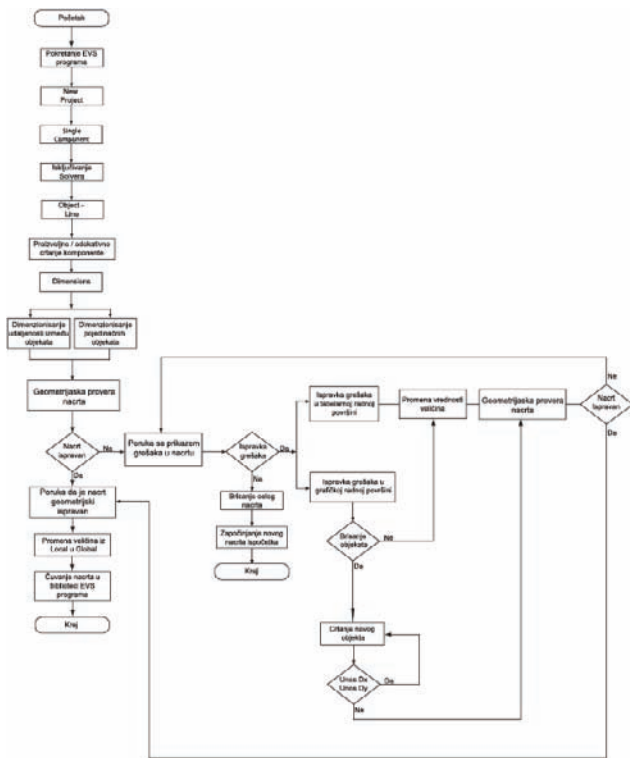
Brojevi pokazuju i planirani redosled kreiranja elemenata podesivog nacrt kutije. Osim crtanja komponenta kutije u nastavku je prikazan i redosled spajanja komponenta u dimenziono podesiv nacrt kutije.



Slika 4. Dimenziono podesiv nacrt kutije sa komponentama

4.1. Kreiranje bazne komponente kutije

Da bi se otpočelo sa kreiranjem dimenziono podesivog nacrt prvo što se mora uraditi ako se želi pratiti neki redosled, jeste da se kreira bazna komponenta koja će biti nosilac svih ostalih komponenti. Drugim rečima na baznu komponentu se spajaju ostale pojedinačne i povezane (višedelne) komponente da bi se dobila gotova kutija. Algoritam kreiranja bazne komponente je prikazan na slici 5 i s obzirom na to da kreiranje bazne i pojedinačne komponente se razlikuje samo u definiciji komponente (*Base* ili *Single Component*), detaljniji opis kreiranja je dat kod pojedinačnih komponenta.



Slika 5. Algoritam kreiranja pojedinačne komponente

4.2. Kreiranje pojedinačnih komponentata

Drugi korak u kreiranju dimenziono podesivog nacrt kutije jeste kreiranje pojedinačnih komponentata. Svaka pojedinačna komponenta se kreira zasebno i po završetku kreiranja ili crtanja se sačuva u biblioteci programa radi daljeg korišćenja. Pojedinačne komponente se kasnije spajaju na baznu komponentu direktno ili se prvo od njih kreiraju višedelne komponente, pa tek onda se dodaju bazi. Na samom početku projektovanja pojedinačne komponente, prvo se odabere tip crteža ili grupa komponente (*Single* u slučaju pojedinačne komponente, *Base* u slučaju bazne komponente, slika 5), zatim se deaktivira modul *Solver*, koji je zadužen za proveru ispravnosti definisanih geometrijskih uslova na crtežu radi efikasnijeg crtanja. Modul *Solver* se aktivira tek pri završetku nekog segmenta. Na početku crtanja pojedinačne komponente na radnoj površini nalazi se osa pod nazivom *ActiveX*, sa već dodeljenom vrednošću od 25,40 mm. Parametar *ActiveX* sadrži dve aktivne (kontrolne) tačke na koje će se crtati pojedinačna komponenta. Preko te dve aktivne tačke se gotova komponenta spaja sa ostalim elementima kutije. Ovaj parametar je promenljive vrednosti i prvo što treba uraditi jeste promeniti njegovu vrednost u tabelarnom panelu. Promena vrednosti *ActiveX* parametra je neophodna radi prilagođavanja udaljenosti kontrolnih tačaka buduće pojedinačne komponente širini stranice bazne komponente na koju će se vezivati ova pojedinačna komponenta prilikom sastavljanja gotove kutije. Prilikom unošenja nove vrednosti parametra *ActiveX* u tabelarnom prikazu ona se automatski promeni i na radnoj površini crteža. Nakon podešavanja *ActiveX* parametra može se pristupiti crtanju. Alatkom *Line* iz kartice *Objects* se crta proizvoljan oblik pojedinačne komponente, ne obazirući se na trenutne dimenzije nacrtanih objekata ili elemenata. Sa crtanjem se može početi sa leve strane *ActiveX* ose a

završavati na desnoj strani, ili obrnuto, odnosno moguće je i nacrtati jedan deo crteža počevši sa leve ili desne strane, prekinuti tu liniju i onda početi sa suprotne strane i jednostavno spojiti drugi deo crteža sa već prethodno nacrtanim delom. Kada je željeni oblik pojedinačne komponente proizvoljno nacrtan, može se početi sa dimenzionisanjem, tj. sa dodeljivanjem parametara i definisanjem njihovih vrednosti. Dimenzionisanje jednog objekta, kao i definisanje novog parametra koji je vezan za taj objekat vrši se pomoću alatke *Single Object Dimension*. Jednostavnim odabirom objekta automatski se dodeljuje kotna linija tom objektu i trenutna vrednost kotirane dimenzije. Da bi se promenila vrednost te dimenzije i definisao kao novi parametar neophodno je da se unosi naziv parametra u polje na statusnoj liniji, koje pokazuje trenutnu vrednost dimenzije objekta. Unešena promena se mora potvrditi tasterom *Enter*. Nakon toga, desnim klikom miša na radnoj površini se aktivira dijalog prozor za detaljnije definisanje parametara i za dodeljivanje nove, željene vrednosti dimenzije. Brojčana vrednost se dodeljuje samo parametrima glavnih dimenzija (dužine, širine i visine), dok ostali parametri se definišu preko matematičkih funkcija pri čemu je moguće koristiti kako glavne tako i dodatne parametre izvođene iz glavnih parametara, ali je neophodno voditi računa o redosledu uvođenja novih parametara, tj. da parametri korišćeni u nekoj novoj formuli budu već prethodno definisani. Ovaj pristup pri dimenzionisanju objekata crteža omogućava jednostavnu promenu glavnih dimenzija sa proporcionalnom promenom svih ostalih dimenzija, kako bi konačan nacrt kutije bio istog oblika i istih razmera. Sve promene u opisu novog parametra, nova vrednost tog parametra, dodatni uslovi primene tog parametra nakon potvrde pritiskom na taster *OK* se automatski pojavljuju u tabelarnom prikazu projekta. Alatka *Associative Dimension* je alatka kojom se određuje udaljenost ili ugao između dva objekta tako da omogućuje definisanje dužinskih i ugaonih parametara između dva određena objekta ili linije. Koristi se tako što aktivira alatka pa se odabere prvo jedan zatim i drugi objekat ili linija između kojih želimo definisati udaljenost ili ugao. I u ovom slučaju alatka sama dodeljuje kotnu liniju sa trenutnom vrednošću koja se nalazi između ta dva objekta. Postupak definisanja novog parametra i promene vrednosti kotirane dimenzije se vrši na isti način kao kod alatke *Single Object Dimension*. Takođe, i kod ove alatke novi parametar i dodeljena vrednost tog parametra se automatski upisuje u tabelarni panel projekta. Nakon definisanja svih objekata na crtežu pojedinačne komponente, tj. dodeljivanja naziva parametra i željenih vrednosti svim objektima na crtežu, kompletira se crtež dodavanjem još jedne linije koja spaja dve aktivne tačke duž *ActiveX* ose kojoj se takođe može dodeliti nova vrednost. Nakon završetka crtanja bitno je proveriti da li postoje neke geometrijske pretpostavke pomoću *Solver* modula uključivanjem opcije *Check Geometric Assumptions*. Kako kod bazne komponente tako i kod pojedinačnih komponentata je bitno po završetku crtanja promeniti lokalne parametre u globalne radi mogućnosti daljeg rada prilikom spajanja komponenti u povezane komponente ili gotov dimenziono podesiv nacrt kutije. Završen crtež pojedinačne komponente zatim se čuva u odgovarajuću biblioteku komponenti (bazu).

4.3. Sklapanje povezanih komponenti

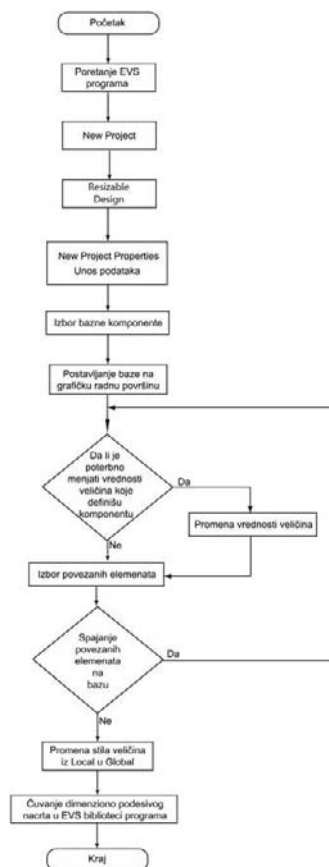
Treći korak u izradi dimenziono podesivog nacrtu jeste spajanje pojedinačnih komponenti u povezanu komponentu. Postoje dve vrste povezanih komponenti: one koje se povezuju vertikalno i imaju samo dve aktivne tačke i one koje se povezuju horizontalno i koje mogu imati proizvoljan broj aktivnih tačaka. Kreiranje povezanih komponenti, bez obzira da li se radi o vertikalnim ili horizontalnim povezanim komponentama, vrši se pomoću već nacrtanih i sačuvanih pojedinačnih komponenta, jednostavnim prevlačenjem komponente na radnu površinu crteža iz baze i spajanjem preko aktivnih tačaka. Sklapanje povezanih komponenti kroz dve aktivne tačke se odnosi na zaklopne elemente koji ne mogu funkcionisati jedan bez drugoga. Primer jedne takve povezane komponente sa samo dve aktivne tačke je dat na slici 3. Konstruisanje povezane komponente sa više kontrolnih tačaka u velikoj meri se podudara sa kreiranjem povezane komponente sa dve aktivne tačke, jedina razlika je samo u definisanju dodatnih kontrolnih (aktivnih) tačaka neophodnih za kasniju primenu projektovane komponente. Primer horizontalno povezane komponente sa više aktivnih tačaka je sklop gornjih ili donjih klapni koji se kasnije direktno spaja sa baznom komponentom da bi se dobio gotov dimenziono podesiv nacrt kutije.

4.4. Sklapanje komponentata u dimenziono podesiv nacrt kutije

Na samom kraju projektovanja dolazi se do kreiranja dimenziono podesivog nacrtu kutije, a to se postiže dodavanjem pojedinačnih i povezanih komponenti na baznu komponentu. Na radnu površinu koja se koristi za sklapanje dimenziono podesivih nacrtu se prvo mora smestiti bazna komponenta, zatim se na nju mogu dodavati sve ostale komponente. Dok se bazna komponenta ne postavi na radnu površinu nije moguće dodavati bilo koje druge komponente. To je jedan jedini uslov koji se mora ispoštovati. Algoritam odvijanja kreiranja kompletnog dimenziono podesivog nacrtu kutije je prikazan na slici 6. Po završetku projekta se vrši testiranje podešavanja dimenzija svih elemenata kutije srazmerno glavnim dimenzijama (dužini, širini i visini) i ukoliko je testiranje uspešno izvršeno, te glavne dimenzije postaju jedini parametri prikazani u tabelarnom panelu projekta i dostupni pri otvaranju crteža, dok svi ostali parametri će biti dostupni samo preko pojedinačna podešavanja sastavnih komponentata.

5. ZAKLJUČAK

Nakon izvršene analize rada programa EngView Synergy može se zaključiti da primenom definisanja osnovnih parametara i iskazivanja vrednosti svih ostalih dimenzija preko matematičkih funkcija tih osnovnih parametara omogućava izradu dimenzionog podesivog nacrtu kutije sa osnovnim ciljem kreiranja nacrtu za jednostavnu ponovnu upotrebu. Iako sam proces projektovanja zahteva složeniji pristup pri kotiranju nacrtu i definisanju parametara, ali ovaj pristup u velikoj meri olakšava modifikacije nacrtu kutije za nove proizvode i skraćuje vreme rada.



Slika 6. Algoritam kreiranja dimenziono podesivog nacrtu kutije

6. LITERATURA

- [1] DuPuis, S., Silva, J. (2008) Package design workbook: the art and science of successful packaging, Singapore, Rockport Publishers Inc. ISBN: 1-59253-322-1
- [2] EngView (2013) Brochure for EngView Package Designer Suite version 5, [Online], Dostupno na: <http://www.engview.com/packaging/downloads/EngView%20Brochure.pdf>, [Pristupljeno 09.05.2013]
- [3] Roszkiewicz, R. (2001) Packaging Workflow Moves to the Mainstream, [Online], Dostupno na: <http://roguebutterfly.com/documents/packaging.pdf>, [Pristupljeno 25.03.2013]
- [4] Anon (2011) Paperboard Packaging Design Process, [Online], Dostupno na: <http://www.paperboardpackaginig.org>, [Pristupljeno 18.02.2011]
- [5] EngView Synergy, Program help

Adresa autora za kontakt

Aleksandra Vukajlović
sandrav2806@hotmail.com
Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ns.ac.yu
Magdolna Pál
apro@uns.ns.ac.yu
Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

**EFEKTIVNOST PIKTOGRAMA UPOZORENJA
NA MOGUĆNOSTI POVREĐIVANJA LASERSKIM ZRAČENJEM****EFFECTIVENESS OF PICTOGRAMS WARNING
ON POSSIBILITY OF INJURY WITH LASER RADIATION**

Maja Maravić, Uroš Nedeljković, Ivan Pinčjer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su razmatrani efekti informisanja o mogućnostima povrede na radu u grafičkoj industriji. U eksperimentu sa ispitanicima istraživano je razumevanje piktograma opasnosti od laserskog zračenja koji se koristi u grafičkoj industriji. Za potrebe eksperimenta dizajnirana su koncept rešenja piktograma opasnosti od laserskog zračenja za koji je u inicijalnoj studiji [1]. Dobijenim rezultatima ove studije odbačena je alternativna hipoteza rada.

Abstract – *The paper considers the effects of information about the possibility of injury at work in the printing industry. Research presents the level of awareness about pictograms in printing industry that represents danger of laser radiation. Laser radiation pictogram is in a previous study found to be less understood [1]. For the purposes of the experiment were designed concept solutions of pictograms dangers of laser radiation. The obtained results of this study rejected an alternative hypothesis.*

Ključne reči: *piktogram, bezbednost.*

1. UVOD

Tokom godina standardni bezbednosni simboli su veoma efikasno obezbedili ključne informacije za sprečavanje udesa i ličnu zaštitu. Ilustrovani znaci ili piktogrami služe bržoj, jasnijoj i efikasnijoj komunikaciju sa korisnikom, odnosno, u funkciji su predostrožnosti. [1]

Dosadašnja istraživanja o efikasnosti piktograma bezbednosti i zaštita na radu govore u prilog potrebi za istraživačkim bavljenjem problemom razumljivosti piktograma. Mejer i Laks [2] istraživali su upotrebljivost bezbednosnih piktograma gde je korišćen tekst koji prati piktogram bezbednosti. Problem slabije razumljivosti piktograma bezbednosti koje ne prati tekstualno objašnjenje povod dalja istraživanja u ovoj oblasti. Collins i saradnici [3] istraživali su razumevanje piktogramima bezbednosti u grafičkoj industriji, gde je uključena identifikacija ključnih bezbednosnih poruka. Među piktogramima koji se su najčešće pogrešno identifikovani bili su piktogrami opasnosti od laserskog zračenja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Uroš Nedeljković, van. prof.

U inicijalnoj studiji [1], koja se bavila problemom razumljivosti piktograma, u grafičkoj industriji, na odseku Grafičkog inženjerstva i dizajna, došli smo do saznanja da je piktogram opasnosti od laserskog zračenja slabo razumljiv korisnicima, što je u skladu sa rezultatima prethodnih istraživanja.

Cilj ovog rada jeste testiranje koncept rešenja piktograma bezbednosti u radu sa laserima. Pri istraživanju su izdvojeni prethodno uočeni problemi a zatim testirani predloženi koncepti poboljšanja.

2. PIKTOGRAMI BEZBEDNOSTI

Većina nesreća koje uključuju rad, održavanje i popravke su nastale kao posledica propuštanja i nepridržavanja osnovnih pravila bezbednosti ili predostrožnosti. Nesreća se često može izbeći prepoznavanjem potencijalne opasne situacije pre nezgode. Pri radu takođe treba posebno obratiti pažnju na piktogram opasnosti, koje poseduje svaka mašina i strogo ih se pridržavati. Nepravilan rad, i nepoštovanje piktograma opasnosti, može da bude opasno i može dovesti do povreda ili smrti [4].

Mašine koje se koriste u grafičkoj industriji su opremljene sa zaštitnom opremom. Ne treba ih koristiti, ako stražari nedostaju, ili ako su slomljeni. Klipni i rotirajući pokreti stvaraju opasnost na mestu operacije gde se kretanje prenosi iz jednog dela na drugi. Telesni kontakt sa bilo kojim rotirajućim delom je opasan i može da dovede do ozbiljnih povreda ili čak smrti. Piktogrami opasnosti od povrede šake su najčešći piktogrami, i bez obzira na potpuno razumevanje značenja piktograma, povrede se dešavaju u velikoj meri.

Takođe široka odeća ili kosa može biti uzvučena u mašinu i izazvati ozbiljne povrede. Dakle, duga kosa bi trebalo da bude vezana unazad ili da se nosi pod kapom, a ni nakit ne treba nositi prilikom rada mašine. Na svim mašinama koje predstavljaju takve opasnosti po radnike, treba zalepiti piktogram bezbednosti koji upravo podsećaju radnike na ovakve vrste nesreća koje se mogu dogoditi usled trenutka nepažnje ili možda čak i neznanja.

Postoje i specijalizovane vrste mašina koje obezbeđuju sigurnost samim njihovim korišćenjem. Na primer, kada se koristi uređaj za sečenje papira, nož za papir zahteva da ruke rukovaoca budu na operativnim kontrolnim dugmadima, dok se nogom pritisne papučica koja pokreće nož. Sečivo papira je veoma oštro, pa iz tog razloga treba preduzeti sve mere predostrožnosti da se izbegnu povrede kada je sečenje u akciji ili usled promene sečiva [5].

Dakle, svim povredama koje se događaju u grafičkoj industriji zajedničko je ne pridržavanje pravila o korišćenju mašine, što upravo piktogrami i pokušavaju da naglase.

2.1 Pregled istraživanja u oblasti bezbednosti na radu u grafičkoj industriji

Procenat povreda pri radu u štamparijama nije zanemarljiv. Rad dr Branka Savića [6], se upravo bavi povredama koji se događaju u grafičkoj industriji. Iz ovih akcidenata i sabranih iskustvenih podataka autor je uočio opasnosti i štetnosti koje se pojavljuju pri radu u štamparijama. Najveći broj povreda, dogodio se na mašinama za štampu. Procentualno izraženo to je skoro 40% povreda od ukupnog broja nezgoda u štamparijama.

Piktogrami opasnosti u grafičkoj industriji služe da radnicima u toj branši pomognu, odnosno privuku pažnju na upozorenja pri korišćenju mašina, kao i da osiguraju bezbedno rukovanje određenim operacijama rada što bezbednije moguće.

Dizajn i korišćenje piktograma bezbednosti je bio predmet israživanja u prethodnoj studiji [1]. Kroz istraživanje obuhvaćeni su svi piktogrami koji utiču na bezbednost radnika u štamparijama, kao i uopšte u grafičkoj industriji.

Jedan od ciljeva bio je predstaviti kolika je informisanost o piktogramima bezbednosti koji se koriste u zaštiti na radu u grafičkoj industriji, odnosno da li su radnici u grafičkoj industriji edukovani o zaštiti na radu.

Cilj inicijalne [1] studije takođe je bio da se utvrdi da li je razumljivost piktograma veća ukoliko ih prati tekstualno objašnjenje.

Piktogrami koji su izdvojeni za istraživački rad, imaju važnu ulogu pri radu jednog grafičkog inženjera zaposlenog u štampariji. Testirani su piktogrami opasnost od električnog udara, opasnost od pada teškog predmeta, opasnost od požara, opasnost od klizanja, spoticanja, opasnost od vrelih površina, opasnost od zračenja, opasnost od štetnog udisanja.

Nalazi istraživanja su pokazali da je piktogram opasnost od laserskog zračenja ocenjen kao najnerazumljiviji, dok su ostali piktogrami imali daleko bolju prolaznost, odnosno mnogo su razumljiviji korisnicima. Razumljivost tih piktograma možda leži u činjenici da deskriptivnije prikazuju nezgodu pri radu.

Takođe istraživanjem smo zaključili da su piktogrami koje prati tekstualna poruka, potpuno razumljivi ispitanicima [1].

2.2 Bezbednosti u radu sa laserima

Rad laserskih uređaja i sistema često je koordiniran pomoću računara. U skladu sa njihovom ulogom, jasno je da računari obezbeđuju propisano funkcionisanje sistema i izvođenje procesa u celini. Međutim, otkazi i nepravilno rukovanje su uvek mogući i sa određenim stepenom opasnosti. U grafičkoj industriji, laseri su našli veliku primenu pri sečenju materijala, kao i pri graviranju materijala. U industrijskoj primeni sreću se različite vrste i konfiguracije laserskih mašina. Savremene konfiguracije laserskih mašina podrazumevaju različite konfiguracije

lasera i mašina koje obezbeđuju kretanja. Snop laserskih zraka je novi univerzalni alat koji se koristi za različite vrste obrada. U cilju zaštite čoveka potrebno je preduzeti odgovarajuće mere zaštite. Lasersko zračenje ne filtriraju zaštitne naočari nemenjene infracrvenom zračenju.

Moguća je i refleksija laserskog zračenja od predmeta koji se obrađuje. Najčešća refleksija laserskog zračenja je od materijala koji se gravira. Osim opasnosti po osoblje od laserskog zračenja, laserska mašina može da izazove i druge opasnosti kao što su ozbiljne povrede ruke, poput posekotina, opekotina, a i ozbiljnijih poput amputacije. Pri radu sa laserom u toku sečenja, bušenja i zavarivanja dolazi do isparavanja materijala i stvaranja produkata reakcije odnosno do zagadjenja atmosfere [7].

Lasersko graviranje je tehnički postupak urezivanja (linija, ukrasa, slova, slika i sl.) u tvrdu ili meku ravnu površinu pravljenjem brazda u njoj, putem kanalisnog laserskog (svetlosnog) snopa (zraka). Povrede nastale, usled laserskog graviranja mogu biti ozbiljne po čoveka. Nepravilno rukovanje, kao i nepažnja su uvek mogući i sa određenim stepenom opasnosti. Laserski snop, bez obzira na tačnost i ismerenost ka materijalu, može da reflektuje zrak, koji je veoma opasan po čovekovo zdravlje. Takođe usled nepažnje, ili ne nošenja zaštitnih naočara, refleksija može ozbiljno oštetiti čovekov vid.

Lasersko rezanje je uspostavljena procedura za precizno rezanje kontura. Lasersko rezanje ima svoje prednosti kao što su brzina i preciznost. Loša strana su visoke investicije i operativni troškovi. Nezgode nastale usled laserskog rezanja spadaju u grupu ozbiljnih povreda, najčešće čovekovih udova [8].

3. CILJ I HIPOTEZA RADA

U istraživanju koje je sprovedeno u inicijalnoj studiji [1], ispitanici su slabije prepoznavali piktogram opasnost od laserskog zračenja (tačnost odgovora bila je 28% odnosno samo sedam ispitanika je znalo odgovor od njih 25).

U studiji [1] testirano je razumevanje piktograma opasnosti od laserskog zračenja (slika 1) u grafičkoj industriji. Činjenicu, koje je predhodna studija pokazala jeste da su oni piktogrami koji deskriptivnije prikazuju nezgodu pri radu, ili moguću situaciju u kojoj čovek može da se nađe nepažljivim rukovanjem mašine, daleko razumljiviji.

U ovom istraživanju, problem loše razumljivosti piktograma opasnosti od laserskog zračenja pokušali smo da se rešimo dizajnom novog rešenja piktograma, na koje će deskriptivnije biti prikazana opasnost od povređivanja.



Slika 1. Opasnost od laserskog zračenja

Cilj ove studije je da se pronađe novo idejno rešenje piktograma opasnosti od laserskog zračenja koji će biti razumljiviji korisnicima. U skladu sa ciljem definisana je alternativna hipoteza rada: (H1) Deskriptivniji opis

mogućnosti povređivanja laserskim zrakom daće značajnije bolji rezultata razumevanja piktograma upozorenja na opasnosti od povređivanja laserskim zračenjem.

4. METOD

Za potrebe istraživanja dizajnirani su eksperiment i stimulusi. Eksperiment sa paralelnim grupama sproveden je sa ispitanicima koji su grafički obrazovani radnici, na njihovom radnom mestu. U skladu sa mogućnostima i brojem zaposlenih izabrana je jedna velika štamparija na području opštine Novi Sad.

4.1 Dizajn stimulusa

Konkretan zadatak je da se dizajnira stimulus sa deskriptivnijim opisom opasnosti od povrede izazvane laserskim zračenjem. Polazište za novo rešenje bio je prvobitni prikaz laserskog zračenja, na koji će se dodati opisno mogućnost i proces povrede pri radu. Izvedene su dve alternacije rešenja u skladu sa dve različite mogućnosti povređivanja. Prvi piktogram prikazuje konkretnu povredu oka refleksijom laserskog zraka prilikom graviranja (slika 2), a drugi povredu ruke laserskim sečenjem (slika 3), gde se u obe varijante vidi i sama putanja laserskog zraka prema povređenom mestu. Time je opisan sam proces povrede, što značajno razlikuje prvobitnu i alternativne varijante piktograma.



Slika 2. Povreda oka



Slika 3. Povreda ruke fleksijom laserskog zraka laserskim sečenjem

4.2 Eksperiment

Eksperiment je sproveden sa dve paralelne grupe, kontrolnom i eksperimentalnom, sa jednakim brojem ispitanika u svakoj grupi.

Kontrolna grupa je među osam stimulusa imala sedam filera i jedan target stimulus (piktogram opasnosti od laserskog zračenja, slika 1). Piktogrami koji su korišćeni kao fileri su: opasnost od infra-crvenog zračenja, opasnost od štetnog udisanja, opasnost vreo valjak, opasnost vrela površina, opasnost pad teškog predmeta, opasnost od klizanja i opasnost od eksplozije.

Eksperimentalna grupa je imala takođe osam stimulusa (6 filera) i dva target stimulusa tj. dve alternative (slika 2 i 3) za pandan target stimulusa kontrolne grupe.

Ispitanici su bili grafički obrazovani radnici. Eksperiment je sproveden sa ukupno 58 ispitanika, odnosno 29 ispitanika po grupi. Ispitanici su u grupe grupe nasumično podeljeni bez prethodne selekcije tj. kategorizacije po bilo kojoj osnovi.

Pristupali su testu u izolovanoj prostoriji, u koju su ulazili jedan po jedan, za vreme pauze u radu. Testove kontrolne i eksperimentalne grupe, ispitanici su dobijali nasumično.

Popunjavali su test neometano i anonimno, a vreme davanja odgovora je bilo neograničeno. Starost ispitanika varirala je od 20 do 65 godina.

4.3 Analiza i diskusija

Rezultati dobijeni istraživanjem statistički su obrađeni uz adekvatan odabir statističkih metoda a u zavisnosti od tipa i raspodele podataka, kako bi se obezbedio optimalan model sagledavanja razlika između analiziranih podataka dobijenih u istraživanju. Razlike među grupama određene se pomoću *Pirsonovog Hi kvadrat testa* (χ^2 test). Korišćene Hi kvadrata određeno je kategoričkim tipom varijabli. Jedna varijabla bila je grupa sa dva modaliteta (*eksperimentalna/kontrolna*). Druga varijabla bila je: Odgovori na piktogramu što predstavlja varijablu sa tri modaliteta (*tačno/netačno/bez odgovora*).

Statistička značajnost definisana je na nivou verovatnoće nulte hipoteze od $p \leq 0.05$ do $p < 0.01$.

Tabela 1 .Piktogram 1 (slika 10.) (povreda oka) eksperimentalne grupe

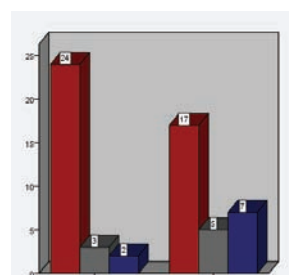
	Frekvencija	Procenat
Tačno	24	82,8
Netačno	3	10,3
Bez odgovora	2	6,9
Total	29	100,0

Tabela 2.Piktogram 2 (slika 11.) (povreda ruke) eksperimentalne grupe

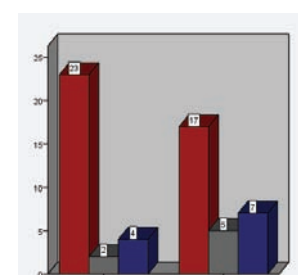
	Frekvencija	Procenat
Tačno	23	79,3
Netačno	2	6,9
Bez odgovora	4	13,8
Total	29	100,0

Tabela 3. Piktogram* (slika 9.) (opasnost od laserskog zračenja) kontrolne grupe

	Frekvencija	Procenat
Tačno	17	58,6
Netačno	5	17,2
Bez odgovora	7	24,1
Total	29	100,0



Dijagram 1. rezultati merenja



Dijagram 2. rezultati merenja

U Dijagramu 1 su upoređeni rezultati Eksperimentalne grupe - *Piktogram 1 (povreda oka)* i Kontrolne grupe –

Tabela 4. *HI- kvadrat test*

	Value	df	p
Pearson Chi-Square	4,473 ^a	2	,107
Likelihood Ratio	4,648	2	,098
Linear-by-Linear Association	4,375	1	,036
N of Valid Cases	58		

Ne postoji statistički značajna razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe po pitanju prepoznavanja piktograma ($\chi^2=4,47$, $df=2$, $p=0,107$) (tabela 4). Statistička značajnost iznad je granične vrednosti od 0,05. Iako procentualne razlike očito postoje, one nisu toliko velike da bi bile statistički značajne. I kada se uzme značajnost *Likelihood Ratio* testa koji je prilagođen malim uzorcima, ni on nije statistički značajan ($p=0,098$), te zaključujemo da je prepoznavanje piktograma 1 za eksperimentalnu i kontrolnu grupu slično.

U Dijagramu 2 prikazani su upoređeni rezultati Eksperimentalne grupe - *Piktogram 2 (povreda ruke)* i Kontrolne grupe –

Tabela 5. *HI- kvadrat test*

Chi-Square Tests			
	Value	df	p
Pearson Chi-Square	3,004 ^a	2	,223
Likelihood Ratio	3,060	2	,216
Linear-by-Linear Association	2,181	1	,140
N of Valid Cases	58		

Ni ovde ne postoji statistički značajna razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe po pitanju razumevanja target piktograma.

Kada se uzme značajnost *Likelihood Ratio* (tabela 5) testa koji je prilagođen malim uzorcima, ni on nije statistički značajan ($p=0,216$), te zaključujemo da je prepoznavanje piktograma 2 za eksperimentalnu i piktograma * za kontrolnu grupu slično. U skladu sa dobijenim rezultatima konstatujemo da hipoteza rada nije potvrđena.

5. ZAKLJUČAK

Nisu sva idejna rešenja bezbednosnih piktograma podjednako dobro osmišljena. Istraživači Collins i saradnici [3] izvršili su istraživanje o piktogramima bezbednosti u grafičkoj industriji pod temom *Simboli za industrijske bezbednosti*, gde su došli do zaključaka koji se skoro u potpunosti podudaraju sa rezultatima istraživanja koja je izvršena u inicijalnoj studiji [1].

Konkretan piktogram koji upozorava na opasnost od povrede pri upravljanju laserom je dao loše rezultate pri prepoznavanju u obe studije. S obzirom na ovakav ishod istraživanja prethodne inicijalne studije, vrlo je važno

osmisлити novo poboljšano rešenje određenog piktograma što je bio i jedan od zadataka ovog istraživačkog rada, a zatim ga uporediti sa originalnim piktogramom laserske opasnosti.

Iako ne postoji statistički značajna razlika po pitanju prepoznavanja prvobitnog i novih rešenja piktograma, procentualno razlika postoji. Može se reći da sa svakim većim postotkom tačnih odgovora radnika smanjujemo broj mogućih povreda pri radu. Zato je vrlo važno stalno pronalaziti nova rešenja koja će davati što bolji ishod pri smanjivanju broja povreda.

Ukoliko nova rešenja ne bi davala bolje rezultate jedna od mogućih alternativa je da bi u grafičkoj industriji trebalo u potpunosti uvesti korišćenje piktograma upozorenja od laserske opasnosti koje prati i tekstualno upozorenje.

6. LITERATURA

- [1] Maravić, M. (2014.). *Piktogrami bezbednost u grafičkoj industriji*. Bachelor rad. Fakultet Tehničkih Nauka, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Novi Sad.
- [2] Mayer, David L. & Laux, Lila F. *Recognizability and Effectiveness of Warning Symbols and Pictorials*, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting October, vol.33,984-988. (1989).
- [3] Collins, B L & Lerner, N D & Pierman, B C., *Symbols for Industrial safety*, [Online] Preuzeto maj 22,2014from <http://trid.trb.org/view.aspx?id=184488.>, 1983.
- [4] Harris, James R. & Current, Richard S, "Machine Safety", New & Updated Consensus Standards. ProfessionalSafety, 2012.
- [5] Spangler, P. & Hird, K, *Safety and Health.Offset LithographicTechnology*. Goodheart-WillcoPublisher, pp. (35-58), 2000.
- [6] Savić, B., *Optimizacija procene rizika u radnom ambijentu i okolini*, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, 2009.
- [7] Janković, M. & Aničić, O., *Primena lasera u radnoj sredini i mere zaštite u sistemu kvaliteta*. Internacionalna Konferencija, Tehnički fakultet, Čačak, 2010.
- [8] Ion, J.*Laser Processing Of Engineering Materials*. Printed and bound in Great Britain by Biddles Ltd, Kings Lynn, Norfolk,2005.

Kontakt autora:

Maja Maravić
makica.mm@gmail.com

Uroš Nedeljković
urosned@uns.ac.rs

Ivan Pinčejer
pintier@uns.ac.rs

**KARAKTERIZACIJA OTISKA INK JET TEHNIKE ŠTAMPE
NA PLOČASTIM MATERIJALIMA****CHARACTERIZATION OF INK JET PROOF ON BOARD MATERIALS**Sanja Radulović, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – U radu je predstavljeno testiranje ICC profila koji se koriste pri štampi na štamparskim mašinama Durst Rho 750 i HP FB 7600 na tri različita materijala: karton, forex i printolyte. Takođe, upoređen je i opseg boja koji štamparske mašine mogu odštampati na svakom od materijala. Kako bi se ustanovilo da li se otisci odštampani na štamparskim sistemima Durst Rho 750 i HP FB 7600 razlikuju, izvršena je procena razlike u reprodukciji S-CIELab metrikom za slike koje su odštampane na različitim mašinama, ali na istim materijalima. Takođe, izvršena je i subjektivna analiza odštampanih otisaka sa određenim brojem ispitanika, kako bi se pronašla korelacija između vizuelnih i spektrofotometrijskih procena kvaliteta otiska.

Ključne reči: Ink jet štampa, ICC profili, opseg boja, razlika u reprodukciji, S-CIELab metrika

Abstract – This research paper presents testing the ICC profiles which are used in printing on printing machines Durst Rho 750 and HP FB 7600 on three different materials: cardboard, forex and printolyte. Also, we were comparing the range of colors that printing machines can print on each of the materials. In order to determine whether the prints that are printed on printing machines Durst Rho 750 and HP FB 7600 are different, we assessed the differences in reproduction S-CIELab metric for images that are printed on different machines, but on the same materials. Also, there was a subjective analysis of the printed samples with a number of respondents, in order to find a correlation between visual and spectrophotometric assessment of the print quality.

Keywords: Ink jet printing, ICC profiles, color gamut, the difference in reproduction, S-CIELab metric

1. UVOD

Glavni zadatak grafičke industrije je da ispuni zahteve kupaca i da proizvede otisak visokog kvaliteta koji zadovoljava kriterijume koje propisuju standardi. Sve strožiji zahtevi tržišta u smislu kvaliteta, cene i distribucije štampanog materijala, doveli su do toga da je današnja tehnologija dostigla takav nivo da je visokokvalitetni otisak moguće izraditi uz sve manje troškove i u sve kraćem roku. Nekada se prilikom ocene kvaliteta otiska koristila isključivo subjektivna metoda međutim danas se koristi i objektivna metoda koja zahteva upotrebu mernih uređaja, ponovljiva je i kao rezultat pruža kvantitativne podatke.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, docent.

Zahtev kupca za što ujednačeniji i kvalitetniji otisak, postavlja se pri štampi svakog grafičkog proizvoda. Savremene metode kontrole kvaliteta otiska omogućuju i olakšavaju proizvodnju te povećavaju kvalitet otiska.

Razvoj digitalne štampe, sasvim sigurno, širi paletu mogućih usluga i zahteva i na taj način podiže nivo poslovanja i konkurentnosti na tržištu. Posebno zanimljivo područje digitalne štampe je ink jet tehnologija koja beleži najveću stopu rasta. Razvojem ink jet tehnologije, omogućena je i štampa na pločastim materijalima od različitih materijala, različitih dimenzija i debljina.

Cilj rada je da se ispita tačnosti ICC profila koji se koriste pri štampi na ink jet štamparskim sistemima za štampu pločastih materijala i da se ispita da li se uočava razlika u boji između istih slika odštampanih na istom materijalu, ali na dve različite štamparske mašine.

2. ESPERIMENT

Ispitivanje ICC profila i procena razlike u reprodukciji izvršena je za dve ink jet štamparske mašine: Durst Rho 750 i HP Scitex FB 7600. Ove mašine se koriste za štampu pločastih materijala UV bojama.

Kao podloga za štampu odabrana su tri najčešće korištena pločasta materijala za štampu velikih formata, a to su: karton, forex i printolyte.

Eksperimentalni deo se sastoji iz četiri dela:

1. Testiranje ICC profila
2. Opseg boja štamparskih mašina
3. Procena razlike u reprodukciji S-CIELab metrikom
4. Vizuelna procena razlike u reprodukciji

2.1. Testiranje ICC profila

Pri štampi na mašinama koristi se poseban profil za svaki od materijala. Cilj testiranja je da se proveriti da li su ICC profili dobro podešeni. Upotrebom ICC profila odštampana je test karta Digital Control Strip 2009. Na svakom od polja izmerene su Lab vrednosti koje su zatim poređene sa referentnim vrednostima test karte.

Za merenje Lab vrednosti korišten je merni uređaj spektrode-ntizometar Techkon Spectro Dens. Spektrode-ntizometar je pre merenja kalibrisan na beloj kalibracionoj pločici (apsolutno belo referentno polje) koja se nalazi u okviru samog uređaja, a uslovi pri merenju su: merna geometrija 0/45°, standardno osvetljenje D50 i vidni ugao posmatranja od 10° (standardni posmatrač).

2.2. Opseg boja štamparskih mašina

Kako bi se dobio opseg boja koji štamparska mašina može odštampati na određenom materijalu, odštampana je test karta IT8.7/4. Pomoću mernog uređaja Gretag Macbeth Spectro Scan izmerene su Lab vrednosti svakog polja. Izmerene vrednosti sačuvane su kao .txt fajl i zatim su u softveru Chromix Color Think Pro međusobno upoređivani opsezi boja za svaki pojedini materijal.

2.3. Procena razlike u reprodukciji S-CIELab metrikom

Kako bi se utvrdilo da li postoji razlika u reprodukciji slika, izvršena je procena razlike S-CIELab metrikom. S-CIELab model se koristi za procenu kvaliteta realnih slika i merenje više prilagođava ljudskoj percepciji. Osnovni cilj prostorne ekstenzije CIELab-a je uklanjanje delova slike koji nisu primećeni od strane ljudskog oka. Ovaj postupak je izvršen na način da su slike pre CIELab kalkulacije izmenjene pomoću prostornog filtriranja, što predstavlja osnovu S-CIELab metrike [1]. Veoma je bitno da slike budu istih dimenzija na nivou piksela i u istom prostoru boja. Za eksperiment je odabrano sedam različitih višetonskih slika, odnosno fotografija istih dimenzija koje se koriste u okviru test karti za proveru kratkoročne i dugoročne ponovljivost i štampe kod IDEAlliance programa sertifikacije. Na slikama su boje koje se smatraju bitnim za reprodukciju i često se kontrolišu u štampi (npr. boja kože, sivi tonovi, crvena, zelena boja itd.). Odštampane slike su digitalizovane kako bi se mogla izvršiti procena razlike u reprodukciji pomoću S-CIELab metode. Ovaj proces je izvršen skeniranjem uzoraka korišćenjem ravnog skenera CanoScan 5600F proizvođača Canon. Skeniranje je izvršeno pomoću programa Adobe Photoshop u kojem je rezolucija skeniranja bila podešena na 150 spi i odabran je Adobe RGB prostor boja. Sve opcije za konverziju su bile isključene radi izbegavanja smanjenja kvaliteta skeniranih uzoraka.

2.4. Vizuelna procena razlike u reprodukciji

Subjektivnu procenu vrši posmatrač i zbog toga je ona pod uticajem ljudskog vizuelnog sistema. Subjektivna procena definiše kvalitet štampe kao posledicu kako ljudsko oko percipira odštampanu sliku na podlozi [2]. Za vizuelnu procenu razlike u reprodukciji upotrebljene su odštampane slike koje su korištene i za procenu razlike u reprodukciji pomoću S-CIELab metode. Vizuelna procena treba da se odvija pod kontrolisanim uslovima u pogledu na spoljašnje okolnosti kao što su udaljenost prilikom posmatranja, svetlo i pozadina kako bi svi ispitanici procenjivali otiske pod istim uslovima [3]. Za postizanje tih uslova u eksperimentu je korišćen sto za posmatranje MEGA Normlicht 98 koji obezbeđuje procenu otisaka pod standardnim osvetljenjem D50. Za procenu razlike u reprodukciji izabrano je 10 posmatrača (5 muškog i 5 ženskog pola). Za učesnike eksperimenta nisu birani samo oni koji imaju direktne veze sa grafičkom strukom. Većina njih, 60% ima veze sa grafičkom strukom (studenti i predavači smera Grafičko inženjerstvo i dizajn), dok je 40% onih koji nemaju dodira sa grafičkom strukom. U ovom eksperimentu, na sto za posmatranje istovremeno su postavljana dva uzorka jedan pored drugog na udaljenosti posmatranja od 1 m. Na uzorcima

je odštampana ista slika na istom materijalu, ali na različitim mašinama. Zadatak posmatrača je da proceni da li su slike iste ili se razlikuju. Ukoliko posmatrač smatra da se slike razlikuju, postavlja se pitanje koja slika je lepša.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Rezultati testiranja ICC profila

Lab vrednosti koje su izmerene na svakom polju test karte upoređene su sa referentnim vrednostima, odnosno razlika boja je izražena preko CIEDE 2000 (ΔE_{00}). U tabeli 1 predstavljeni su rezultati merenja test karte Digital Control Strip 2009. Zbog ograničenja prostora, u tabeli su izražene samo srednje vrednosti razlike u boji za svaki materijal (ΔE_{00}).

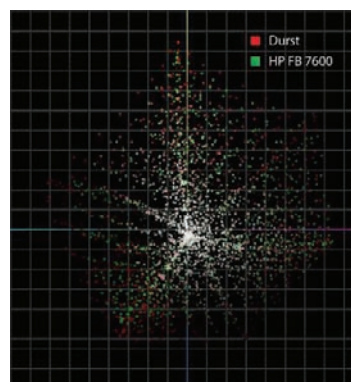
Tabela 1. Rezultati merenja test karte Digital Control Strip 2009

prosečna vrednost ΔE_{00}					
Durst Rho 750			HP Scitex FB 7600		
forex 1 mm	printolyte 2,6 mm	troslojni karton	forex 1 mm	printolyte 2,6 mm	troslojni karton
4,03	4,24	3,53	4,89	3,09	4,55

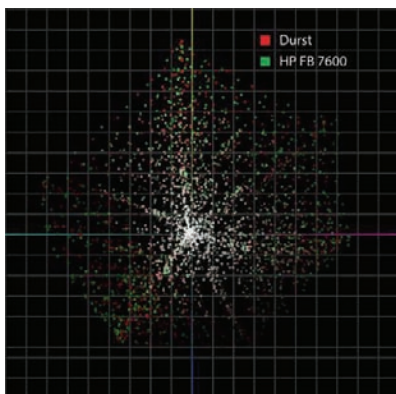
Iz rezultata se može zaključiti da se vrednosti ΔE_{00} razlikuju od polja do polja i da su razlike u boji između odštampanih i referentnih vrednosti velike za sve materijale bez obzira da li je u pitanju štamparska mašina Durst Rho 750 ili HP Scitex FB 7600. Iako je srednja vrednost ΔE_{00} najmanja za printolyte odštampan na štamparskoj mašini HP FB 7600, ako se uporedi sa ostalim materijalima ona takođe predstavlja veliku razliku u boji koju može uočiti i neuvežbano oko posmatrača.

3.2. Rezultati merenja opsega boja

Opseg boja koji štamparske mašine Durst Rho 750 i HP Scitex FB 7600 mogu odštampati na svakom od materijala su međusobno upoređeni na slikama. Crvenim kvadratićima je označen opseg boja koji može odštampati Durst, a zelenim kvadratićima opseg boja koje može odštampati HP FB 7600. Na slici 1 je prikazan opseg boja koje štamparske mašine mogu odštampati na forex-u. Durst može odštampati veći opseg boja u cijan, žutim i plavim tonovima nego HP FB 7600, dok se u magenta tonovima opseg boja poklapa.



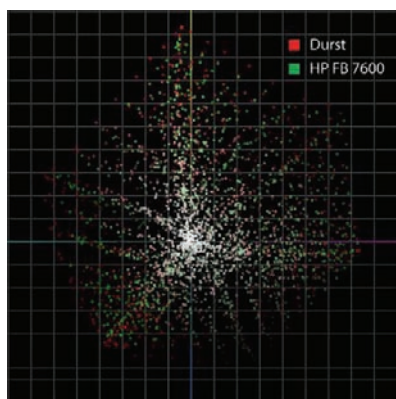
Slika 1. Opseg boja na forex-u



Slika 2. Opseg boja na printolyte-u

Na slici 2 je prikazan opseg boja koje štamparske mašine mogu odštampati na printolyte-u. HP FB 7600 može odštampati veći opseg boja u cijan i magenta tonovima, dok Durst može odštampati malo veći opseg boja u žutim tonovima, a u plavim tonovima opseg boja se poklapa.

Na slici 3 je prikazan opseg boja koje štamparske mašine mogu odštampati na troslojnom kartonu. Durst može odštampati veći opseg boja u cijan, žutim i plavim tonovima nego HP FB 7600, dok se u magenta tonovima opseg boja poklapa.



Slika 3. Opseg boja na troslojnom kartonu

3.3. Rezultati procene razlike u reprodukciji S-CIELab metrikom

Procena kvaliteta je izvršena implementacijom S-CIELab algoritma u programskom paketu MatLab. Nakon učitavanja slika, S-CIELab metrikom određuje se razlika između dve iste slike odštampane na istom materijalu, ali na različitim mašinama. Nakon izvršavanja MatLab algoritma dobijeni su numerički rezultati S-CIELab razlike pri čemu je konačna vrednost data kao srednja razlika svakog pojedinačnog piksela.

U tabelama 3, 4 i 5 prikazani su rezultati dobijeni S-CIELab metrikom, dok je u tabeli 2 objašnjeno značenje oznaka koje se koriste u tabelama. Prvo slovo označava materijal na kojem je štampano, drugo slovo označava štamparsku mašinu na kojoj je štampano, a broj označava broj slike. Npr. kod oznake "FD1" slovo F označava materijal forex, slovo D označava mašinu Durst, a broj 1 označava sliku broj 1.

S-CIELab razlike su velike za sve slike odštampane na sva tri materijala. Za sliku broj 4 odštampanu na troslojnom kartonu zabeležena je najveća S-CIELab razlika čija je vrednost 16,49, a za sliku broj 2 odštampanu na printolyte-u zabeležena je najmanja S-CIELab razlika i ona iznosi 6,97.

Tabela 2. Značenje oznaka u tabelama

ZNAČENJE OZNAKA U TABELAMA	
prvo slovo	materijal: F - forex, K - karton, P - printolyte
drugo slovo	mašina: D - Durst, F - FB 7600
broj	slika: slika broj 1, 2, 3, 4, 5, 6 ili 7

Najmanja S-CIELab razlika u reprodukciji slika odštampanih na forexu zabeležena je za sliku broj 2, a najveća za sliku broj 6 (tabela 3). Najmanja S-CIELab razlika u reprodukciji slika odštampanih na troslojnom kartonu zabeležena je za sliku broj 3, a najveća za sliku broj 4 (tabela 4). Najmanja S-CIELab razlika u reprodukciji slika odštampanih na printolyte-u zabeležena je za sliku broj 2, a najveća za sliku broj 7 (tabela 5).

Tabela 3. Razlika u reprodukciji slika (forex)

FOREX		
Durst	HP FB 7600	S-CIELab
FD1	FF1	10,00
FD2	FF2	8,01
FD3	FF3	10,10
FD4	FF4	11,43
FD5	FF5	11,84
FD6	FF6	12,73
FD7	FF7	12,58

Tabela 4. Razlika u reprodukciji slika (troslojni karton)

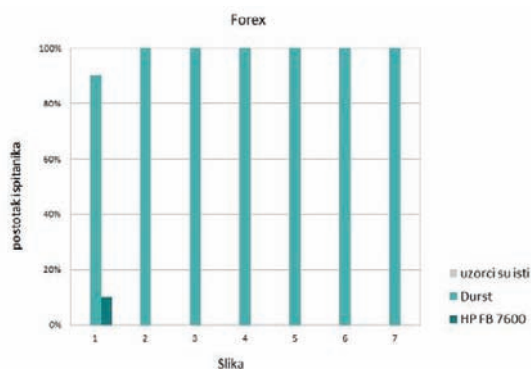
TROSLOJNI KARTON		
Durst	HP FB 7600	S-CIELab
FD1	FF1	8,09
FD2	FF2	9,53
FD3	FF3	7,52
FD4	FF4	16,49
FD5	FF5	8,49
FD6	FF6	9,51
FD7	FF7	8,68

Tabela 5. Razlika u reprodukciji slika (printolyte)

PRINTOLYTE		
Durst	HP FB 7600	S-CIELab
FD1	FF1	9,40
FD2	FF2	6,97
FD3	FF3	7,03
FD4	FF4	10,34
FD5	FF5	10,75
FD6	FF6	10,30
FD7	FF7	13,17

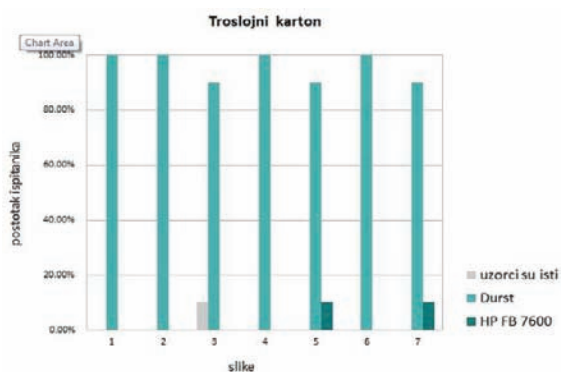
3.4. Rezultati vizuelne procene razlike u reprodukciji

Analizom rezultata vizuelne procene utvrđeno je da 100% ispitanika smatra da se otisci odštampani na forexu na štamparskim mašinama HP FB 7600 i Durstu razlikuju. Za sliku broj 1 većina ispitanika smatra da je lepši otisak odštampan na Durstu (90%), dok samo 10% ispitanika smatra da je lepši otisak odštampan na HP FB 7600. Za sve ostale slike svi ispitanici su rekli da im je lepši otisak odštampan na Durstu (slika 4).

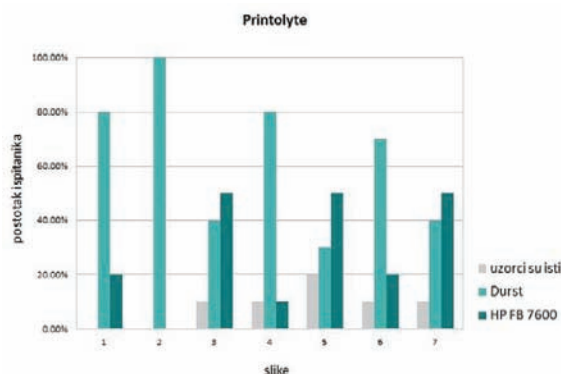


Slika 4. Rezultati ankete (forex)

Na slici 5 prikazani su rezultati ankete za otiske odštampane na troslojnom kartonu. Za sliku broj 3 većina ispitanika smatra da se otisci razlikuju i da je lepši otisak odštampan na Durstu (90%), dok samo 10% ispitanika smatra da su otisci isti. Za slike broj 5 i 7 svi ispitanici smatraju da se otisci razlikuju, 10% ispitanika smatra da su lepši otisci odštampani na mašini HP FB 7600, dok 90% ispitanika smatra da su lepši otisci odštampani na Durstu. Za sve preostale slike ispitanici smatraju da se otisci razlikuju i da su lepši otisci odštampani na Durstu.



Slika 5. Rezultati ankete (troslojni karton)



Slika 6. Rezultati ankete (printolyte)

Na slici 6 prikazani su rezultati ankete za otiske odštampane na materijalu printolyte. Mišljenja ispitanika se prilično razlikuju. Za sliku broj 1 gde prevladavaju sivi tonovi i boja kože, većina ispitanika smatra da je lepši otisak odštampan na Durstu (80%), dok 20% ispitanika smatra da je lepši otisak odštampan na HP FB 7600. Za sliku broj 2, na kojoj je pozadina svetlih i ujednačenih tonova, svi ispitanici smatraju da je lepši otisak odštampan na Durstu. Za sliku broj 3 i za sliku broj 7 većina ispitanika (50%) smatra da je lepši otisak odšta-

mpan na Durstu, 40% smatra da je lepši otisak odštampan na HP FB 7600, a 10% ispitanika smatra da su otisci isti. Na slici broj 3 pozadina je tamnih i ujednačenih tonova, dok su u prvom planu svetlije boje, dok je slika broj 7 sa puno detalja i mnogo teže je uočiti razliku. Za sliku broj 4 gde prevladavaju sivi tonovi, većina ispitanika smatra da je lepši otisak odštampan na Durstu (80%), dok 10% smatra da je lepši otisak odštampan na HP FB 7600, a 10% smatra da su otisci isti. Za sliku broj 5 gde su jarke i zasićene boje u kontrastu sa tamnom pozadinom, većina ispitanika smatra da je lepši otisak odštampan na HP FB 7600 (50%), dok 30% smatra da je lepši otisak odštampan na Durstu, a 20% ispitanika smatra da su otisci isti. Za sliku broj 6 od presudnog značaja bili su tonovi kože, većina ispitanika smatra da je lepši otisak odštampan na Durstu (70%), dok 20% smatra da je lepši otisak odštampan na HP FB 7600, a 10% smatra da su otisci isti.

4. ZAKLJUČAK

Tokom ovog rada ispitana je tačnost postojećih ICC profila koji se koriste u štampi. Iz priloženih rezultata u tabeli 1 može se zaključiti da razlike u boji predstavljaju veliku razliku koju može uočiti i neuvežbano oko posmatrača i da ICC profili koji se koriste na štamparskim mašinama nisu najpreciznije podešeni. Kako bi se utvrdilo da li postoji razlika u reprodukciji slika odštampanih na štamparskoj mašini HP FB 7600 i Durstu, izvršena je procena razlike S-CIELab metrikom. Numerički rezultati dobijeni merenjem potvrđeni su i vizuelnom procenom. Većina posmatrača je uočila razlike između otisaka odštampanih na Durstu i na HP FB 7600 i većina smatra da su otisci odštampani na Durstu lepši jer su boje zasićenije, zrnčavost je manja i slike su oštrije. Budući da su rezultati pokazali da profili nisu najbolje podešeni i da se razlike u reprodukciji mogu uočiti i vizuelnom procenom, potrebno je napraviti nove profile za svaku štamparsku mašinu i za svaki materijal za štampu. Takođe, potrebno je izvršiti i njihovo testiranje.

5. LITERATURA

- [1] Zhang, X., Wandell, A. B. (1998) Journal Signal Processing – Special issue on image and video quality metrics. Color Image Fidelity Metrics Evaluated Using Image Distortion Maps. Volume 70 Issue 3, pp 201-214
- [2] Dophande, A. (2009). Image quality assessemnet according to ISO 13660 and ISO 19751. RIT School of Print Media, Rochester, New York
- [3] Pascale, D., Breton R., (2009). Light under control - How to evaluate the quality of an illumination setup: a few examples. [Online] Dostupno na: http://www.babelcolor.com/download/Light_under_control_2005-11-08.pdf, [Pristupljeno 15.07.2015.]

Adresa autora za kontakt:

MSc Sanja Radulović, sanja.grid@gmail.com
 Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
 MSc Ivana Jurič, rilovska@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn, FTN, Novi Sad

**UKLANJANJE JONA BAKRA IZ OTPADNOG RAZVIJAČA OFSET ŠTAMPE
PRIMENOM ADSORPCIJE****REMOVAL OF COPPER IONS FROM WASTE DEVELOPER OF OFFSET PRESS
PROCESS USING METHOD OF ADSORPTION**Vanessa Bajić, Jelena Kiurski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – U radu je prikazano ispitivanje efikasnosti pečene gline kao adsorbenta, u obliku kuglica različitih veličina, za uklanjanje jona bakra iz otpadnog razvijača ofset štampe. Primijenjena je i statistička metoda analize varijanse za ispitivanje postojanja statistički značajne razlike u efikasnosti procesa adsorpcije primenom različitih adsorbenata u postupku prečišćavanja otpadnog razvijača.

Ključne reči: adsorpcija, glina, bakar, razvijač, ofset štampa

Abstract – In this paper was analyzed efficiency of clay as adsorbent, in the form of pellets of different sizes, for the removal of copper ions from waste developer of offset press process. Statistical method of analysis of variance was used to analyze the difference among group means in efficiency of adsorption process using different adsorbents in the purification method of waste developer.

Keywords: adsorption, clay, copper, developer, offset printing

1. UVOD

Ofset tehnika štampe je najzastupljenija danas zbog čega se velike količine otpadne vode izbacuje u recipijente bez ikakvog tretmana. Upotreba gline u uklanjanju jona bakra iz razvijača korišćenog u ofset štampi je od posebnog interesa za očuvanje okoline, pa je korišćenje prirodnih adsorbenata posebno važno za razvijanje procesa čija će cena biti prihvatljiva. Hemijska i mehanička stabilnost omogućavaju primenu gline u više procesa i poboljšavaju sprovođenje adsorpcije u radu sa manje stabilnim materijalima. Velika specifična površina gline u odnosu na vrlo malu masu omogućava vezivanje jona na velikom broju slobodnih mesta. Osim toga, gline su materijali koji mogu da se ponašaju kao Luis-Bronštedove kiseline i imaju velik kapacitet katjonske izmene zbog svoje slojevite strukture koja omogućava hemijsku i fizičku stabilnost [1].

2. MATERIJALI I HEMIKALIJE

Rastvor koji sadrži bakar koncentracije 3,059 mg/l pripremljen je razblaživanjem osnovnog rastvora bakra koncentracije 1000mg/l sa dejonizovanom vodom. Za adsorpcioni eksperiment korišćen je novodizajnirani pečeni glineni material koji se sastoji od otpadnog stakla,

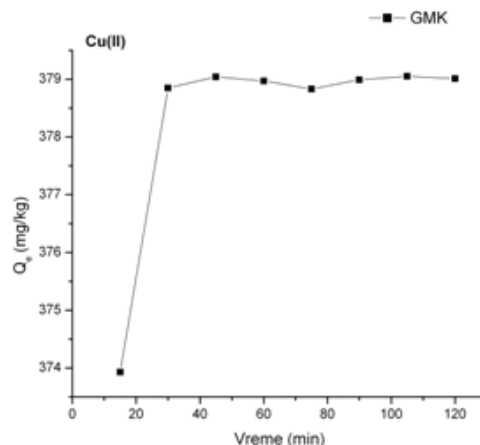
pocolanskog materijala, ivera od drveta i površinski aktivnih materija (PAM). U tabeli 1. prikazane su početne koncentracije jona bakra u čistom i otpadnom razvijaču pre procesa adsorpcije. Na osnovu prikazanih vrednosti zaključuje se da se koncentracija jona bakra značajno povećala tokom procesa ofset štampe.

Tabela 1. *Koncentracije jona bakra pre adsorpcije*

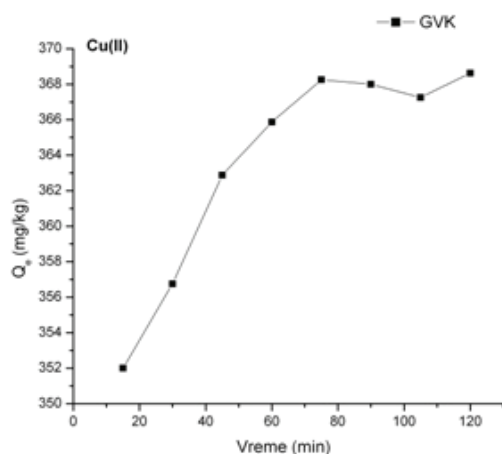
Metalni jon	Koncentracija (mg/l) ± RD	
	Čist razvijač	Otpadni razvijač
Cu(II)	0,517 ± 0,026	3,059 ± 0,153

3. ADSORPCIONI EKSPERIMENT**3.1 Određivanje ravnotežnog vremena**

Adsorpcioni eksperiment je izveden u laboratorijskim uslovima na sobnoj temperaturi (25 °C), mešanjem različite mase adsorbenta sa 25 ml otpadnog razvijača pri pH 13 i mućkanjem pri brzini od 160 o/min. Kada je uspostavljena adsorpciona ravnoteža, razvijač je profiltriran, a uzorak zakišljen koncentrovanom azotnom kiselinom. Eksperiment određivanja ravnotežnog vremena je ukazao da je optimalno vreme kontakta za adsorpciju jona bakra na glinenim malim kuglicama (GMK) prečnika 5 mm kao adsorbentu 30 minuta (slika 1.), dok je za adsorpciju Cu(II) jona na glinenim velikim kuglicama (GVK) prečnika 8 mm utvrđeno ravnotežno vreme od 75 minuta (slika 2.). Na osnovu dobijenih rezultata, ustanovljeno je da se ravnotežna koncentracija jona bakra u rastvoru smanjuje povećanjem mase adsorbenta.

Slika 1. *Zavisnost vremena adsorpcije Cu(II) jona na GMK***NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jelena Kiurski, red.prof.



Slika 2. Zavisnost vremena adsorpcije Cu(II) jona na GVK

3.2. Uklanjanje jona bakra iz otpadnog razvijaača primenom glinenih kuglica prečnika 5 mm

Analizom uzoraka otpadnog razvijaača određena je ravnotežna koncentracija jona bakra, C_e (Tabela 2). Na osnovu dobijenih rezultata, ustanovljeno je da se ravnotežna koncentracija jona bakra u rastvoru smanjuje povećanjem mase adsorbenta. Takođe su izračunati parametri neophodni za opisivanje procesa adsorpcije određenim izotermnim modelima. Podaci o adsorpciji Cu(II) jona na malim glinenim kuglicama analizirani su primenom adsorpcionih izoterma: Freundlich, Langmuir, DKR i Temkin modela i njihove konstante su prikazane u tabeli 3 [2].

Tabela 3. Konstante Freundlich, Langmuir, DKR i Temkin izoterma

Modeli adsorpcionih izoterma	Konstante adsorpcionih izoterma	$d \approx 5$ mm
Freundlich	K_f (mg/kg)	58,55
	n	0,21
	R^2	0,781
Langmuir	Q_m (mg/kg)	-103,73
	k_L	-0,51
	R^2	0,867
DKR	$X_m 10^3$ (mg/kg)	5,53
	$\beta \cdot 10^{-10}$ (mol ² /J ²)	-1,66
	E (kJ/mol)	54,95
	R^2	0,738
Temkin	A (L/kg)	0,84
	$B \cdot 10^3$ (J/mol)	1,88
	R^2	0,639

Najveći korelacioni koeficijenti (R^2) dobijeni su za Freundlich izotermni model u poređenju sa DKR i Temkin modelom, primenljivost izotermnih modela je pratila red: Freundlich > DKR > Temkin. Freundlich model je najpogodniji za opisivanje adsorpcije Cu(II) jona na sistemu glinenih kuglica prečnika 5 mm. Vrednosti konstanti Freundlich izoterma (Tabela 3.) ukazuju na jasnu dominaciju adsorpcionog kapaciteta (58,55 mg/kg)

u odnosu na intenzitet adsorpcije (0,21), što opravdava i veliku efikasnost adsorpcije. Nakon proračuna podataka prikupljenih o procesu adsorpcije na datim glinenim materijalima kuglica prečnika 5 mm dobijaju se negativne vrednosti za Langmuir model, iz čega sledi da ovaj model nije pogodan za opisivanje adsorpcionog ponašanja sistema glinenog materijala.

3.3. Uklanjanje jona bakra iz otpadnog razvijaača primenom glinenih kuglica prečnika 8 mm

Adsorpcija Cu (II) jona ispitivana upotrebom pečenih glinenih kuglica dijametra 8 mm kao adsorbenta, dala je rezultate prikazane u tabeli 4. Ravnotežna koncentracija bakra (C_e) i količina adsorbovane materije (Q_e) nakon procesa adsorpcije korišćena je za određivanje relevantnih parametara neophodnih za opisivanje procesa adsorpcije. Dobijeni podaci o adsorpciji analizirani su primenom adsorpcionih izoterma: Freundlich, Langmuir, DKR i Temkin modela i njihove konstante su prikazane u tabeli 5.

Tabela 5. Konstante Freundlich, Langmuir, DKR i Temkin izoterma

Modeli adsorpcionih izoterma	Konstante adsorpcionih izoterma	$d \approx 8$ mm
Freundlich	K_f (mg/kg)	119,21
	n	0,24
	R^2	0,826
Langmuir	Q_m (mg/kg)	-125,16
	k_L	-0,55
	R^2	0,929
DKR	$X_m 10^3$ (mg/kg)	5,05
	$\beta \cdot 10^{-10}$ (mol ² /J ²)	-1,32
	E (kJ/mol)	54,95
	R^2	0,799
Temkin	A (L/kg)	0,96
	$B \cdot 10^3$ (J/mol)	1,81
	R^2	0,651

Kako se nakon proračuna podataka prikupljenih o procesu adsorpcije na datim glinenim kuglicama prečnika 8 mm dobijaju negativne vrednosti za Langmuir model, ovaj model se odbacuje kao nepogodan za opisivanje adsorpcionog ponašanja sistema glinenog materijala. Kako su najveći korelacioni koeficijenti (R^2) dobijeni za Freundlich izotermni model u poređenju sa DKR i Temkin modelom, primenljivost izotermnih modela je pratila red: Freundlich > DKR > Temkin.

Stoga se može zaključiti da je Freundlich model najpogodniji za opisivanje adsorpcije Cu(II) jona na ispitivanom sistemu glinenih materijala. Vrednosti konstanti Freundlich izoterma (Tabela 4.) ukazuju na jasnu dominaciju adsorpcionog kapaciteta (119,21 mg/kg) kuglica prečnika 8 mm u odnosu na adsorpcioni kapacitet kuglica prečnika 5 mm (58,55 mg/kg), što ukazuje na veću efikasnost adsorpcije.

Tabela 2. Rezultati adsorpcije jona bakra primenom glinenih kuglica, $d \approx 5$ mm

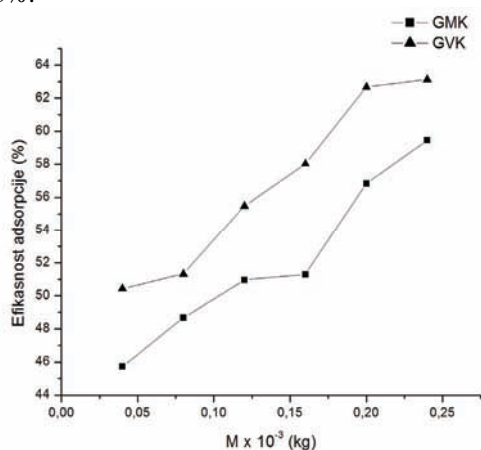
Glina kuglice, $d \approx 5$ mm												
Ce (mg/L)	M (kg)	Co (mg/l)	Qe (mg/kg)	log Ce (mg/L)	log Qe (mg/kg)	1/Ce (L/mg)	1/Qe (kg/mg)	E (%)	Kd (L/kg)	ln Qe (mg/kg)	$\sigma^2 \cdot 10^6$	
1,66	0,00004	3,059	867,866	0,220	2,938	0,602	0,0012	45,73	522,810	6,766	1,3660	
1,57	0,00008	3,059	465,313	0,195	2,667	0,636	0,0021	48,68	296,377	6,143	1,4923	
1,50	0,00012	3,059	323,444	0,176	2,509	0,666	0,0031	50,96	215,629	5,779	1,6033	
1,49	0,00016	3,059	244,697	0,173	2,388	0,671	0,0041	51,29	164,226	5,500	1,6202	
1,32	0,00020	3,059	217,375	0,120	2,337	0,757	0,0046	56,85	164,678	5,382	1,9541	
1,24	0,00024	3,059	189,479	0,093	2,277	0,806	0,0053	59,46	152,805	5,244	2,1488	

Tabela 4. Rezultati adsorpcije jona bakra primenom glinenih kuglica, $d \approx 8$ mm

Glina kuglice, $d \approx 8$ mm												
Ce (mg/L)	M (kg)	Co (mg/l)	Qe (mg/kg)	log Ce (mg/L)	log Qe (mg/kg)	1/Ce (L/mg)	1/Qe (kg/mg)	E (%)	Kd (L/kg)	ln Qe (mg/kg)	$\sigma^2 \cdot 10^6$	
1,516	0,00004	3,059	964,375	0,181	2,984	0,659	0,0010	50,44	636,131	6,871	1,5769	
1,489	0,00008	3,059	490,625	0,172	2,690	0,671	0,0020	51,32	329,499	6,196	1,6219	
1,362	0,00012	3,059	353,541	0,134	2,548	0,734	0,0028	55,48	259,575	5,868	1,8625	
1,284	0,00016	3,059	277,343	0,109	2,443	0,778	0,0036	58,03	215,999	5,625	2,0382	
1,142	0,00020	3,059	239,625	0,058	2,379	0,875	0,0042	62,67	209,829	5,749	2,4307	
1,128	0,00024	3,059	201,145	0,0523	2,303	0,886	0,0050	63,13	178,321	5,304	2,4756	

3.4. Uticaj prečnika adsorbenta na koeficijent adsorpcije

Uticaj različite količine adsorbenta (GMK i GVK) na adsorpcionu efikasnost u uklanjanju Cu(II) jona prikazana je na slici 3. Utvrđeno je da se adsorpciona efikasnost značajno povećava sa povećanjem količine adsorbenta. Maksimalna adsorpciona efikasnost za male glinene kuglice je 59,46 %, dok je za velike glinene kuglice 63,13%.



Slika 3. Uticaj različite količine adsorbenta na adsorpcionu efikasnost u uklanjanju jona bakra

Pored količine adsorbentata, uklanjanje Cu(II) jona zavisi i od veličine frakcije adsorbenta i od fizičko - hemijskih karakteristika metalnih jona.

Objašnjenje za ovo jeste povećanje površinskog naelektrisanja i smanjenje elektrostatičkog potencijala u blizini čvrste površine, što prouzrokuje veću interakciju između adsorbenta i adsorbata, kao i veća površina adsorbenta za koju se

mogu vezati joni bakra. Sa druge strane, utvrđeno je i opadanje kapaciteta adsorpcije Q_e sa povećanjem mase adsorbenta, kao posledice smanjenja ukupne adsorpcione površine usled preklapanja aktivnih zona adsorbenta.

4. ANALIZA VARIJANSE

Dobijene vrednosti adsorpcione efikasnosti za oba korišćena adsorbenta su podvrgnute statističkoj metodi jednofaktorske analize varijanse, kako bi se ispitalo da li veličina glinenih kuglica značajno utiče na adsorpcionu efikasnost. Parametri korišćeni za izračunavanje prikazani su u tabeli 6, dok su rezultati ANOVA testa prikazani u tabeli 7.

Tabela 7. Parametri adsorpcione efikasnosti

Uzorak	GMK 5	GVK 8
1	45,73	50,44
2	48,68	51,32
3	50,96	55,48
4	51,29	58,03
5	56,85	62,67
6	59,46	63,13
Σx	312,97	341,07
X_{sr}	52,16	56,85
Σx^2	16455,98	19536,37

Izračunavanje:

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = \frac{(312,97 + 341,07)^2}{12} = 35647,36$$

$$SK_{tot} = \sum x^2 - C = 16455,98 + 19536,37 - 35647,36 = 34,99$$

$$SK_{ig} = \frac{(\sum x_1)^2}{n_1} + \dots + \frac{(\sum x_n)^2}{n_n} - C = \frac{(312,97)^2}{6} + \frac{(341,07)^2}{6} - 35647,36 = 65,8$$

$$SK_{ug} = SK_{tot} - SK_{ig} = 34,99 - 65,8 = 27,19$$

Na osnovu dobijenih rezultata dalje se računa F faktor prema jednačini:

$$F = \frac{V_{ig}}{V_{ug}} = \frac{65,8}{2,79} = 24,28$$

Tabela 8. Rezultati analize varijanse

Izvor varijacije	SK odstupanje od srednje vrednosti	df*	Varijansa
Između grupa (SK _{ig})	65,8	1	65,8
Unutar grupa (SK _{ug})	27,19	10	2,79
Ukupno (SK _{tot})	344,99	11	31,37

Tablična vrednost (tabela 9). faktora $F_{kritično}$ za 1 i 10 stepena slobode, kao i nivo značajnosti $\alpha = 0,05$ iznosi 4,96.

S obzirom da je vrednost izračunatog faktora F veća od vrednosti $F_{kritično}$, zaključuje se da se nulta hipoteza ne prihvata, tj. da između srednjih vrednosti posmatranih grupa postoje statistički značajne razlike [3]. To znači da veličina glinenih kuglica i odabir adsorbenta značajno utiču na adsorpcionu efikasnost.

Tabela 9. Kritične vrednosti parametra F za nivo značajnosti $\alpha = 0,05$

Φ_2	Φ_1				
	1	2	3	4	5
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11

5. ZAKLJUČAK

Koncentracije Cu(II) jona u otpadnom razvijaju nakon procesa adsorpcije su bile od 1,8 do 2,5 puta manje kad su kao adsorbent korišćene glinene kuglice prečnika 5 mm i srednja vrednost ravnotežnih koncentracija Cu(II) jona nakon procesa adsorpcije iznosila je 1,463 mg/l. Primenom glinenih kuglica prečnika 8 mm koncentracije jona bakra u otpadnom razvijaju su bile čak do 2,7 puta manje i srednja vrednost ravnotežnih koncentracija Cu(II) jona nakon procesa adsorpcije pomoću ovih kuglica iznosila je 1,320 mg/l.

Međutim, navedene ravnotežne koncentracije jona bakra su ipak veće od maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) propisane od strane Pravilnika o ispuštanju opasnih materija u vode koja iznosi 0,1 mg/l ("Službeni glasnik RS"). Na osnovu toga, zaključuje se da ovaj razvijaj mora biti tretiran pre ispuštanja u recipijent.

Maksimalna adsorpciona efikasnost za male glinene kuglice je 59,46%, dok je za velike glinene kuglice 63,13%. Na osnovu ovih ispitivanja i analize dobijenih rezultata utvrđeno je da su glinene kuglice dobra i ekonomski isplativa alternativa za uklanjanje pomenutih jona iz razvijaja koji se dobija nakon procesa ofset štampe. Primenom statističke metode analize varijanse dolazi se do zaključka da adsorpciona efikasnost značajno zavisi od odabira adsorbenta u pogledu prečnika, odnosno veličine glinenih kuglica.

5. LITERATURA

- [1] Ahmaruzzaman, M., *Industrial Wastes as Low-Cost Potential Adsorbents for the Treatment of Wastewater Laden with Heavy Metals. Advances in Colloid and Interface Science*, 166, pp 36-59, 2011.
- [2] Šćiban M., *Biosorpcija teških metala iz vode*, Tehnološki Fakultet, Novi Sad, 2013
- [3] Hadži Stojković M., *Statistika; Deskriptivna i statistička analiza*, Ekonomski fakultet, Subotica, Univerzitet u Novom Sadu, pp. 202-220., 2006.

Kratka biografija:



Vanesa Bajić rođena je u Novom Sadu 1990. godine. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2013. god.



Jelena Kiurski rođena je u Kikindi. Svoje obrazovanje do doktora tehničkih nauka stekla je na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu.

Redovni profesor je na fakultetu Tehničkih nauka, Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn.

UTICAJ PERHLORETIENA U GRAFIČKOM OKRUŽENJU**THE INFLUENCE OF PERCHLORETHYLENE IN PRINTING ENVIRONMENT**Marina Janković, Jelena Kiurski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – U fotokopirnici u Novom Sadu praćen je nivo zagađenosti vazduha merenjem koncentracije perhloretilena. Dobijeni rezultati pokazuju da izmerene prosečne koncentracije perhloretilena na svim mernim mestima odgovaraju propisanim standardima OSHA i NIOSH, pa je prostor fotokopirnice bezbedan za rad i zdravlje zaposlenih.

Abstract – In the photocopying shop in Novi Sad the indoor air pollution is monitored through measurement of perchlorethylene concentrations. The obtained results show that the average perchlorethylene concentrations at all sampling points are within the prescribed OSHA and NIOSH standards, indicating that the detected concentration levels do not endanger the health of workers.

Cljučne reči: Perhloretilen, proces fotokopiranja, grafičko okruženje, zagađenje ambijentalnog vazduha

1. UVOD

Fotokopir mašine su postale neophodne u današnjem poslovanju i predstavljaju sastavni deo svake kancelarije. U poslednje dve godine, više od 250 miliona fotokopir mašina je prodato širom sveta. Shodno tome, sve veći broj ljudi koristi fotokopir mašine širom sveta. Uprkos prednostima i komercijalnom profitu koje pruža, fotokopir mašina predstavlja i izvor zagađenja vazduha. Tokom upotrebe, fotokopir mašine emituju gasove kao što su ozon, azot (IV) oksid, isparljiva organska jedinjenja (*Volatile organic compounds* - VOCs), poluisparljiva organska jedinjenja (*Semivolatile organic compounds* - SVOCs), zračenje, čestice papira, čestice tonera, nano čestice i ekstremno niske frekvencije elektromagnetnog zračenja. Ljudi koji koriste fotokopir mašine su izloženi svim mogućim nabrojanim zagađenjima. Sredstva za čišćenje fotokopir mašina su najčešće na bazi petrohemijskih rastvarača, polihlorovanih ugljovodonika, kao što je perhloretilen (*Perchlorethylene* - PCE) koji predstavlja lako isparljivu organsku supstancu. Da bi se navedene emisije redukovale, fotokopirnice bi trebalo da vode više računa o sastavu korišćenih materijala. To zahteva primenu stavova o čistijoj proizvodnji sa akcentom na sprečavanju i redukovanju emisije zagađujućih materija [1].

Fotokopiranje je proces reprodukcije svih oblika štampanog materijala. Najčešći metod koji se danas koristi za fotokopiranje je kserografija. Reč kserografija je nastala od grčkih reči *xeros* - suvo i *grafos* - pisanje [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jelena Kiurski, red.prof.

Većina mašina za fotokopiranje koristi elektrostatički proces koji se naziva kserografija.

Proces koji se odvija u kserografima uprošćeno se može opisati na sledeći način [3]:

Deo koji se naziva korotron, proizvodi snop pozitivno naelektrisanih čestica koje se prenose na aluminijumski valjak, prevučen selenom (fotoprovodnik). Na mestima gde je slika svetla selen će postati provodan, i pozitivna naelektrisanja će se neutralizovati. U tamnim oblastima pozitivna naelektrisanja ostaju pa je na taj način slika ostavila određeni otisak na valjak. Sledeća faza se sastoji u nanošenju prskanjem negativno naelektrisanog suvog crnog praha-tonera na valjak. Obzirom na znak njegovog naelektrisanja on će se zalepiti za delove na valjku koji su pozitivno naelektrisani. Nakon toga mašina uvlači papir koji biva naelektrisan pozitivno ali većom količinom naelektrisanja pa će zbog toga papir da privuče toner sa valjka i zalepi ga za sebe na tačno određenim mestima. Na kraju, papir sa elektrostatički zalepljenim tonerom na mestima gde su na originalu tamna polja, prolazi između zagrejanih valjaka koji tope toner i lepe ga na papir [3].

Tokom godina, došlo je do usavršavanja fotokopir mašina, kao što su sortiranje i prikupljanje kopirnog materijala, uvećanje ili smanjenje kopirnog materijala, štampanje na obe strane papira i reprodukcija u boji.

Cilj rada je bio da se merenjem koncentracije perhloretilena u fotokopirnici u Novom Sadu ispita zagađenje vazduha i utvrdi da li izmerene koncentracije odgovaraju standardima propisanim od međunarodnih institucija za zdravlje i bezbednost na radu (*Occupational Safety and Health Administration*-OSHA i *National Institute for Occupational Safety and Health*-NIOSH), s obzirom na to da u Srbiji takvi standardi nisu još propisani za grafičku industriju.

1.1. Procena potencijalnih opasnosti u fotokopirnici

Fotokopiranje može da proizvodi buku, prejaku svetlost, toplotu i opasne gasove, isparenja, što sve može da izazove u najboljem slučaju nepriliku, a u najgorem nepovoljne efekte po zdravlje zaposlenih ili drugih koji rade u blizini fotokopir mašine. Elektrostatičko fotokopiranje emituje ozon, dok whiteprinting i blueprinting mogu generisati pare amonijaka. Navedene zagađujuće materije u vazduhu su iritirajuće za oči, nos i mogu da utiču na disanje ili uzrokuju kašalj. Veći koncentracioni nivoi zagađujućih materija mogu nastati ako se fotokopiranje izvodi često i kontinuirano u slabo provetrenim prostorijama [4].

Korišćenjem mašine za fotokopiranje stvara se i toplota. Čestim i kontinuiranim fotokopiranjem dolazi do povećanja sobne temperature koja može da izazove nelagodnost kod zaposlenih. Preporučljivo je da prostorija

za fotokopiranje ima nezavisnu kontrolu mikroklimatskih parametara ili da je opremljena ventilatorima za regulaciju temperature prostorije [4].

Jaka svetlost emitovana iz fotokopir mašine može da izazove štetne posledice zbog bljeska. Iritirajući gasovi i isparenja mogu da oštete sluznice očiju i nosa, da izazovu glavobolju i probleme sa disanjem. Izloženost takvim opasnostima može biti uzrokovana nepravilnom upotrebom fotokopir mašine, kvarovima na mašini, slabom ventilacijom ili nedovoljnom obukom zaposlenih [4]. Ukoliko se zaposleni žale na zdravstvene probleme nakon korišćenja fotokopir mašine, treba odmah preduzeti zaštitne mere. Svaku mogućnost treba istražiti kako bi se pronašao izvor problema i kako bi se sprovele korektivne mere. Ako izloženost zagađujućim materijama u radnom prostoru prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju, posledice po zdravlje zaposlenih mogu da budu ozbiljne. U tom slučaju treba sprovesti mere ispitivanja potencijalnih opasnosti kako bi se saznao mogući uzrok zagađenja. Ako se ne otkrije da je uzrok zagađenja verovatno izazvan emisijom gasova iz fotokopir mašine, potrebno je odmah preduzeti korektivne mere. Korektivne mere mogu podrazumevati poboljšanje ventilacije, zamenu procesa fotokopiranja, smanjenje tiraža i pravilno održavanje fotokopir mašine. Za praćenje zagađujućih materija može se tražiti i stručna pomoć [4].

Opasnosti povezane sa fotokopiranjem imaju fizičko, hemijsko i ergonomsko poreklo. Pravilna kontrola opasnosti zahteva saradnju i učešće zaposlenih. Zaposleni bi trebalo da budu dobro informisani o opasnostima, potrebne su mere kontrole za nastanak nepovoljnih efekata po zdravlje. U toku promene kertridža tonera zaposlenima je neophodno obezbediti odgovarajuću zaštitnu opremu kao što su nepropusne rukavice i zaštitne maske za lice. Takođe, zaposlenima treba obezbediti adekvatnu obuku o tome kada i kako se koristi zaštitna oprema. Za procenu potencijalne opasnosti u fotokopirnici koristi se anketa za poslodavce sa ciljem da omogući preduzimanje odgovarajućih mera za bezbednost i zdravlje zaposlenih. U saglasnosti sa smernicama Evropske Unije, anketa treba da bude primenjena tako da omogući poslodavcima da prepoznaju opasnosti na radu i procene rizike vezane za te opasnosti, kako bi se odredile i primenile odgovarajuće mere [4].

2. PERHLORETILEN

Perhloretilen, odnosno tetrahloroetilen, je derivat etilena koji se ubraja u grupu halogenih derivata ugljovodonika. Ova jedinjenja nastaju kada se u ugljovodonicima alifatičnog reda određeni broj atoma vodonika zameni halogenim elementom, najčešće hlorom. Iako se proizvodi u velikim količinama potražnja za PCE je opala za oko 35% od 1989. do 1991. godine, i verovatno će nastaviti da pada, zbog reciklaže rastvarača i smanjenja potražnje za hlorofluorouglenikom [5].

Perhloretilen je bezbojna, nezapaljiva tečnost sa ostrim i slatkim mirisom. Hemijska formula perhloretilena je C_2Cl_4 , a molekulska masa iznosi 165,83 g/mol. Tačka topljenja perhloretilena se kreće između -22 i -22,7 °C, dok je tačka ključanja na 121,2 °C. Gustina perhloretilena na 20 °C iznosi 1,623 g/cm³, dok je pritisak pare 1,9 kPa. Gustina pare je 5,8 g/l i stoga perhloretilen može imati

tendenciju da se akumulira na nivou zemljišta. Rastvorljivost perhloretilena u vodi na 25°C iznosi 0,015g/100g [6].

2.1. Upotreba perhloretilena

Perhloretilen je u komercijalnoj upotrebi od početka 20. veka. Najveća upotreba PCE je kao osnovna sirovina u proizvodnji hidrofloretilena. Osnovna industrijska upotreba perhloretilena je kao rastvarač u hemijskom čišćenju. Perhloretilen trenutno obuhvata 70% svih komercijalnih rastvarača za hemijsko čišćenje. Sem u industriji hemijskog čišćenja perhloretilen se koristi kao rastvarač i u tekstilnoj industriji. Perhloretilen rastvara masti, ulja i vosak tako da ne oštećuje tkaninu [7].

2.2. Perhloretilen u životnom okruženju

Najčešće se perhloretilen u životno okruženje prenosi putem vazduha. Koncentracije PCE koje su se našle u vazduhu mogu dospeti i u zemljište ili vodu na više načina: za vreme odlaganja otpada, procesom kondenzovanja PCE u vazduhu i atmosferskim padavinama. Perhloretilen je tečnost koja se ne vezuje dobro za zemljište, pa sama pravi svoj put kroz zemlju i stiže do podzemnih voda. Perhloretilen može opstati u atmosferi i do nekoliko meseci, dok se u podzemnim vodama može zadržati i decenijama. Perhloretilen je prisutan u vrlo malim količinama u vazduhu.

Perhloretilen sam po sebi ne može izazvati štetu po životnu sredinu, bar ne u količinama koje se nalaze u okruženju, ali može doprineti formiranju fotohemijskog smoga kada reaguje sa drugim lako isparljivim supstancama u vazduhu. Ove reakcije imaju tendenciju da eliminišu PCE pre nego što dođe u stratosferu (10 do 50 km iznad Zemlje) u količinama dovoljnim da se ošteti ozonski sloj [8].

2.3. Potencijalna izloženost perhloretilenu

Izloženost perhloretilenu se može javiti u radnom i životnom okruženju. U radnoj sredini se prvenstveno izloženost perhloretilenu javlja u industriji za proizvodnju hemikalija i u industriji koja koristi hemikalije. Najviše su izloženi radnici hemijskog čišćenja i radnici koji rade na odmaščivanju metala [9].

Postoji nekoliko načina da se smanji ili spreči izlaganje perhloretilenu u radnom okruženju. Odgovarajuće radne navike, kao što su redovno pranje radne odeće i čuvanje hrane van radnog prostora, su od suštinskog značaja. U zavisnosti od potencijalnog nivoa izlaganja, lična zaštitna oprema, kao što su rukavice i respiratori mogu biti važni delovi zaštitnog programa na radnom mestu. Kompanije takođe mogu da smanje izloženost radnika kroz promene, kao što su zamene opasnih materijala sigurnijim materijalima, i obustavljanje procesa koji može izložiti radnike opasnosti.

2.4. Maksimalno dozvoljene koncentracije

Agencija za bezbednost i zdravlje OSHA je propisala graničnu vrednost izloženosti (*Permissible Exposure Limit-PEL*) za perhloretilen do 100 ppm tokom 8-časovnog radnog vremena, sa maksimalnim nivoom izloženosti do 200 ppm i izlaganje koncentraciji do 300 ppm u toku 5 minuta za period od 3 sata [10].

Agencija za zaštitu životne sredine (EPA) je propisala dozvoljene koncentracije perhloretilena u vodi za piće od 0,005 mg/l ili 5 ppb. Isto tako, Administracija za hranu i lekove (*US Food and Drug Administration-FDA*) je propisala dozvoljene koncentracije perhloretilena od 0,005 mg/l odnosno 5 ppb u flaširanoj vodi [9].

Perhloretilen je identifikovan kao štetna supstanca u vazduhu (*Hazardous Air Pollutant-HAP*) koja može da predstavlja veliku pretnju za javno zdravlje u urbanim sredinama i stoga mora biti regulisana [11].

3. EKSPERIMENTALNI DEO

U cilju određivanja koncentracije perhloretilena, jedna fotokopirница u Novom Sadu je odabrana kao objekat za uzorkovanje vazduha. Uzorci vazduha su prikupljeni tokom 5 radnih dana, pri čemu su merenja vršena dnevno u tri različita vremenska intervala.

Odabir vremenskih intervala se zasnivao na različitom intenzitetu rada i tiraža u okviru jednog radnog dana u trajanju od 8 sati. Zbog toga su koncentracije gasa ispitane na početku radne smene (od 8 do 10 časova), za vreme najveće produktivnosti (od 13 do 15 časova) i na kraju radne smene (od 16 do 18 časova). Jedan vremenski interval je obuhvatao pet merenja u trajanju od dva minuta.

Uzorkovanje vazduha je vršeno primenom instrumenta Aeroqual Series 200 sa senzorskom glavom za perhloretilen. Istovremeno sa merenjem koncentracionih nivoa perhloretilena praćene su i vrednosti mikroklimatskih parametara primenom instrumenta Mannix DLAF-8000.

3.1. Mesta uzorkovanja perhloretilena u fotokopirnici

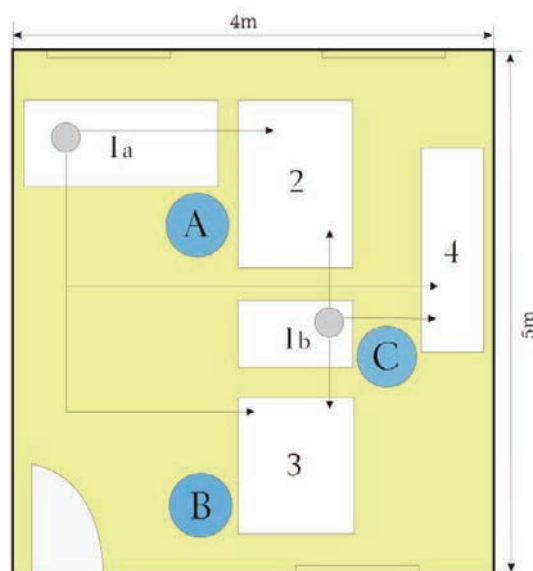
Odabrana fotokopirница, dimenzija 4 x 5 x 3,5 m, poseduje desktop računar, laptop računar, fotokopir mašine Aficio DS m651 i Aficio MP 6500 i ploter Canon iPF 765.

Tri merna mesta (A, B i C) su odabrana na osnovu pretpostavke o mogućem izvoru emisije perhloretilena, pozicije fotokopir mašina i plotera, kao i karakteristika fotokopirnice. Merno mesto A je bilo između desktop računara i fotokopir mašine Aficio DS m651. Merno mesto B je bilo kod fotokopir mašine Aficio MP 6500, na samom ulazu u fotokopirnicu, dok se merno mesto C nalazilo između obe fotokopir mašine i u blizini plotera. Tehnološka šema procesa fotokopiranja je prikazana na slici 1.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

U fotokopirnici su tokom petodnevnog merenja koncentracija perhloretilena uslovi rada bili konstantni: vlažnost oko 50%, temperatura prostorije 23°C i prosečna osvetljenost 175 lx. Koncentracije perhloretilena u prvom vremenskom intervalu merenja, na početku radnog dana (od 8 do 10 časova), na mernim mestima A, B i C su varirale od 7,6 do 219,4 ppm, 6,2 do 109,4 ppm odnosno 4,6 do 82,2 ppm, respektivno.

Zabeležene koncentracije perhloretilena u drugom vremenskom intervalu merenja, na mernom mestu A bile su u rasponu od 4,6 do 59,8 ppm, mernom mestu B 2,4 do 20,0 ppm i mernom mestu C od 2,0 do 28,6 ppm.



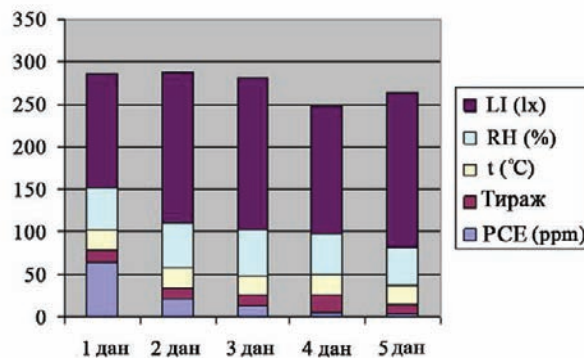
Slika 1. Tehnološka šema procesa fotokopiranja
1a-desktop računar, 1b-laptop računar, 2- fotokopir mašina Aficio DS m651, 3- fotokopir mašina Aficio MP 6500, 4- ploter Canon iPF 765

U trećem vremenskom intervalu izmerene koncentracije perhloretilena na mernom mestu A su se kretale od 2,4 do 19,0 ppm, mernom mestu B 2,0 do 18,0 ppm odnosno na mernom mestu C 2,0 do 17,4 ppm.

Najveća koncentracija perhloretilena od 334 ppm zabeležena je prvog dana merenja, u prvom vremenskom intervalu na mernom mestu A, što je 3,34 puta veće od propisanih vrednosti. Kako je OSHA propisala dozvoljeno izlaganje perhloretilenu od 300 ppm u toku 5 minuta za period od 3 sata, izmerena koncentracija perhloretilena ne predstavlja opasnost po zdravlje zaposlenih, jer je svako merenje u ovom ispitivanju trajalo 2 minuta.

Razlog što su maksimalne koncentracije perhloretilena izmerene u prvom vremenskom intervalu je primenjen proces čišćenja mašina u jutarnjim časovima, pri čemu dolazi do najveće emisije perhloretilena iz korišćenih sredstava za čišćenje u radno okruženje. Evidentno je da su najveće koncentracije perhloretilena izmerene na mernom mestu A, a najmanje na mernom mestu C.

Na slici 2 dat je sumarni prikaz parametara ispitivanih u toku procesa fotokopiranja, u toku petodnevnog merenja.



Slika 2. Promena parametara procesa fotokopiranja u funkciji vremena

Rezultati su ukazali na to da je najveća koncentracija perhloretilena izmerena pri najmanjem intenzitetu osvetljenosti i najvišoj temperaturi. Sa druge strane,

najmanje koncentracije perhloretilena su detektovane u uslovima najniže relativne vlažnosti vazduha i maksimalne osvetljenosti prostorije.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da pored procesa čišćenja mašina, i povećana temperatura, kao i smanjena osvetljenost prostorije doprinose pojačanoj emisiji perhloretilena, dok je u uslovima smanjene relativne vlažnosti vazduha inhibirana emisija gasa. Pored toga, može se zaključiti da obim posla ne utiče na emisiju perhloretilena.

5. ZAKLJUČAK

Sprovedeno istraživanje imalo je za cilj da ispita emisiju perhloretilena u fotokopirnici u Novom Sadu i utvrdi merna mesta na kojima je varijacija koncentracija najuočljivija.

Analizom rezultata merenja utvrđeno je prisustvo koncentracija perhloretilena u opsegu od 2 do 334 ppm. Koncentracioni nivo perhloretilena tokom prvog dana merenja u prvom intervalu na mernom mestu A je prelazio granične vrednosti izloženosti (PEL, 100 ppm), a na mernom mestu B je bio ispod 100 ppm. S obzirom na to da je registrovan visok koncentracioni nivo perhloretilena pri prvom merenju rad u fotokopirnici je bezbedan, bez opasnosti po zdravlje zaposlenih, jer izloženost nije bila duža od 5 minuta. Ipak se određene mere predostrožnosti, kao što su pravilna ventilacija, zamena filtera, redovno provetravanje prostorija, moraju sprovesti da bi se smanjio nivo perhloretilena u ambijentalnom vazduhu.

Poželjno bi bilo da postoje pogodna alternativna sredstva za čišćenje bez perhloretilena. Na taj način bi se smanjio procenat isparljivih organskih jedinjenja u radnom okruženju fotokopirnice i održala efikasnost i produktivnost procesa čišćenja fotokopir mašine na odgovarajućem nivou, a u skladu sa zaštitom životne i radne sredine.

6. LITERATURA

- [1] B. A. Bond "Environmental Effects of Copiers", 1999.
- [2] M. A. White "Physical properties of materials" Boca Raton, Taylor & Francis Group, 2012.
- [3] D.M. Petkovic, D.D. Krstic, ELEKTROSTATIKA, 2005, Publisher: University of Nis, Faculty of Occupational Safety, Nis, Editor: Faculty of Occupational Safety, Nis, ISBN: ISBN 86-80261-50-5

- [4] Occupational Health Service "A simple guide to health risk assessment", 2005.
- [5] WorldHealth Organization (WHO) "Tetrachlorethylene", 2000.
- [6] European Commission "Recommendation of the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Tetrachloroethylene (Perchloroethylene)", 2009.
- [7] Agency for toxic substances and disease registry (ATSDR), Toxicological profile for tetrachlorethylene", 2014.
- [8] EPA „Tetrachlorethylene“ 2012
- [9] American Cancer Society, Inc. „Tetrachlorethylene“, 2014.
- [10] Occupational Safety & Health Administration (OSHA) "Tetrachlorethylene", United States Department of Labor, 2012.
- [11] J. Marshall, P. Civie, H. Wilcox, "Industrial uses of perchloroethylene" 2008.

Kratka biografija:



Marina Janković rođena je u Zrenjaninu 1988. Diplomski rad na Departmanu Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2012., a master rad iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna - Grafičko okruženje na Fakultetu tehničkih nauka odbranila je 2015.god.



Jelena Kiurski rođena je u Kikindi. Svoje obrazovanje do doktora tehničkih nauka stekla je na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu. Redovni profesor je na fakultetu Tehničkih nauka, Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn.

**RAZVOJ SAVREMENOG KONCEPTA UČENJA O GRAFIČKOM SISTEMU ZA
DIGITALNU ŠTAMPU****DEVELOPMENT OF MODERN LEARNING CONCEPT FOR GRAPHICAL SYSTEM
FOR DIGITAL PRINTING**

Stevan Đaković, Dragoljub Novaković, Ivan Pinčjer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Istraživanja prikazana u radu su podjeljena u dva dela. Prvi deo obuhvata analizu rada grafičkog sistema sa analizom strukturnih delova mašine. U istraživačkom delu analizirani su različiti načini izrade modela, postavljanja optimalnog osvetljenja i rendera, kako bi se došlo do rezultata koji će na najbolji način ispuniti cilj rada.

Ključne reči: digitalna štampa, prostorna vizuelizacija, elektrofotografija, flash prezentacija.

Abstract – The research shown in this paper are divided in two segments. The first segment covers the analysis of the graphical system and the of its segments. And in the research part it is explained how it was all achieved and what programs were used.

Key words: digital printing, spatial visualisation, electrophotography, flash presentation.

1. UVOD

Osnovni cilj istraživanja je bio usmeren na razvoj rešenja prostorne vizuelizacije rada grafičkog sistema digitalne štampe Konica Minolta Bizhub C224e koja bi omogućila savremen prilaz učenju o grafičkim sistemima preko računara u virtualnom okruženju. Tokom rada će se u jednom programu kreirati prostorni model mašine sa vizualizacijom njenog rada, a u drugom softveru će se razviti interaktivna prezentacija koja će omogućiti savremen prilaz učenja o mašini i njenom radu i njenim osnovnim delovima.

Pre izrade modela mašine mora da se oformi galerija fotografija koje će poslužiti za razvoj rešenja vizualizacije. Fotografije će se obezbediti na bazi literaturnih izvora, putem interneta i konkretnim snimanjem mašine koja se nalazi u laboratoriji GRID. Nakon toga kreira se prostorni model mašine i vizuelizacija delova mašine u programu Autodesk 3D Studio Max. Nakon rendera vizuelizacija se doradi i vrši se njena montaža u programu Adobe After Effects. Na kraju sav prikupljen materijal se objedinjuje u interaktivnu prezentaciju preko Adobe Flasha.

2. SKUPLJANJE INFORMACIJA

Da bi mašina bila uspešno i fotorealistično modelovana mora se skupiti što veći broj slika, video zapisa i tekstualnih informacija koje će služiti kao podloga za razvoj vizuelne aplikacije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

Internet je najveći izvor informacija, ali u nekim slučajevima je potrebno direktno na mašini analizirati i proveriti kako se šta uklapa i gde. Iz tekstualnih informacija se najviše saznalo o načinu na koji mašina funkcioniše, princip na kojem radi i slično. A slike i video zapisi su poslužili najviše za samo modelovanje mašine.

3. VIZUELIZACIJA

Postoji više vidova vizualizacije koji se danas koriste. Tu spadaju: video zapisi i slike, dvodimenzionalna animacija animacija i prostorna vizuelizacija. Za potrebe ovog istraživanja da bi se dobio što fotorealističniji prikaz mašine najbolji efekat se postiže prostornom vizuelizacijom.

3.1. Prostorna vizuelizacija

Prostorna vizuelizacija je danas najčešći vid vizualizacije. Ona omogućava prikaz od najkрупnijih do najsitnijih delova mašine uz veliku fotorealističnost. Uz manju količinu podataka o željenom modelu i pogodan softver korisnik je u mogućnosti da stvori nešto što može služiti kako u edukativne svrhe tako i u informativne, i svrhe prezentacije, odnosno reklame. Uz veću količinu preciznih podataka istraživač je u mogućnosti da stvori model koji kasnije može da se koristi u simulacijama kako bi se saznale njegove mogućnosti i mane bez izrade mašine u realnim uslovima. Korišćenjem tekstura koje su napravljene u samom programu, skinute sa interneta i/ili uslikane lično od strane korisnika, može da se postigne visok nivo fotorealističnosti kod modela u renderu.

Negativna strana prostorne vizuelizacije je to što je potrebno da istraživač bude sposoban da zamišlja objekat u tri prostorne i jednoj vremenskoj dimenziji i da ga prikazuje na displeju uređaja. Potrebni su saradnici koji znaju da modeluju i razumeju principe prostorne vizuelizacije i prostornog dizajna kako bi stvorili uverljivu prezentaciju. Programi zahtevaju jake kompjuterske konfiguracije kako bi bili pokrenuti, a još jače kako bi se dobili željeni fotorealistični renderi. Za realizacije prostorne vizuelizacije često je potrebno mnogo novca i vremena. Sami softveri koji se koriste imaju visoku cenu jer je u njih uložen veliki trud i u sebi sadrže velike količine alatki i mogućnosti za korisnika [1].

4. ANALIZA ODABIRA SOFTVERA

U procesu stvaranja istraživanja dva programa su najviše korišćena: Autodesk 3D Studio Max, za prostorno modelovanje, i Adobe Flash za konstruisanje interfejsa i sklapanje prezentacije. Preko njih su urađeni skoro svi delovi vizuelizacije osim manjih podešavanja dvodimenzionalnog crteža i slika, što je rađeno u

programskoj aplikaciji Adobe Photoshopa i Adobe Illustratora. Proces renderovanja je veoma bitan. Važno je pomenuti i da je u tu svrhu korišćen dodatak na 3D Studio Max koji se zove VRay kako bi se dobio što realističniji render koji ne možemo da se postigne standardnim *scanline* renderom u 3D Studio Maxu.

4.1. Autodesk 3D Studio Max

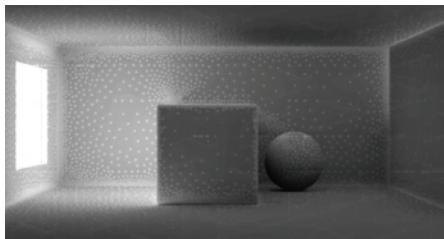
Softver 3D Studio Max je jedan od najviše korišćenih softvera na tržištu. Jedini softver koji mu je parirao je bila Maya, ali je Autodesk kupovinom te firme utvrdio svoju dominaciju na tržištu.

Dok su programi kao što su Maya i ZBrush pogodniji za organsko modelovanje i animaciju organskih modela, 3D Studio Max je mnogo pogodniji za stvaranje tvrdih modela, mašina i modelovanje arhitekture. Za jako precizne modele, koji mogu da se koriste u izradi samih mašina, danas se koriste CAD programi za modelovanje, ali u ove svrhe nije bila potrebna tolika preciznost. Zbog ovoga je korišćen 3D Studio Max koji je obezbedio veliku preciznost i lakoću u radu, a da pri tom daje i zadovoljavajuće rezultate što se tiče fotorealističnosti modela. Osim ova tri programa na tržištu postoji još softvera koje su mogli da se koriste, a to su: CATIA, AutoCAD, Blender, Houdini i drugi slični njima.

4.2. VRay

Kako bi se dobila još bolja realnost modela koristio se dodatak za renderovanje koji se zove VRay. Ovaj dodatak se instalira na 3D Studio Max i njegova podešavanja se mogu naći unutar 3D Studio Maxovog dijaloga za render. Uz VRay se takođe dobijaju i novi materijali, svetla i kamere. Ovi materijali, svetla i kamere omogućavaju korisniku najbolji mogući rezultat ako koristi VRay render. Pri korišćenju bilo kog drugog rendera materijali i svetla se ne vide.

VRay je program koji preko matematičkih algoritama proračunava sliku (renderuje) koristeći modele i podešavanja koja su podešena, kako u njemu tako i u samom 3DS Maxu (slika 1.). VRay se tokom godina pokazao kao jedan od najboljih programa za renderovanje i veruje se da će u budućnosti biti i najbolji od cele ponude na tržištu. Ovo, kao i činjenica da je 3DS Max jedan od najboljih programa za modelovanje tvrdih objekata, ukazuje na to da je kombinacija ova dva programa savršena za potrebe ovog rada [2].



Slika 1. Rana faza proračunavanja kretanja svetla u VRay-u

Sa VRay-om se dobijaju u paketu i posebna svetla i materijali. Ova svetla i materijali se moraju koristiti ako se koristi VRay render kako bi se dobio najbolji rezultat i realističan render. Postoje četiri vrste VRay svetla: VRay light, Vray IES, Vray ambinet light i Vray Sun. Od ovih svetala najčešće se koristi Vray light. VRay dodatak za 3D Studio Max poseduje oko dvadeset različitih

materijala koje mogu da se biraju kako bi se dobio što realističniji rezultat. Svi ovi materijali imaju neka svoja podešavanja koja omogućavaju da se lakše dođe do željenog izgleda. Tri materijala se najčešće koriste kod VRay rendera, a to su: VRayMtl, VRayFastSSS2 i VRayBlendMtl. Najčešće se koristi VRayMtl jer omogućava korisniku da postigne izgled skoro pa bilo kojeg materijala koji mu je potreban. I u ovom radu je korišćen taj materijal za sve delove mašine [3].

4.3. Adobe Flash

Adobe Flash je platforma za kreiranje multimedijalnih sadržaja i aplikacija. Može da se koristi za izradu vektorske vizuelizacije i grafike, aplikacija i njihovih interfeja, kompjuterskih igrica i slično. U praktičnom delu rada ovaj softver je poslužio kako bi se stvorio izgled prezentacije, odnosno njen interfejs i kako bi se kreiralo ponašanje prezentacije, odnosno kako bi se omogućilo interaktivno korišćenje.

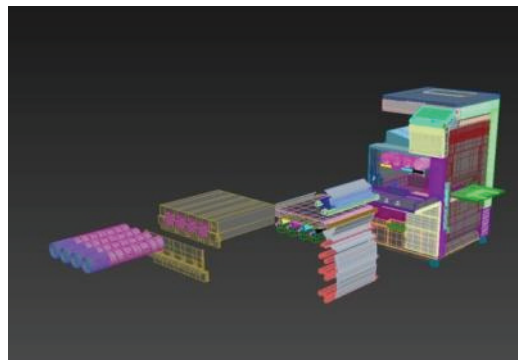
Flash unutar sebe za programiranje ima programski jezik. Taj programski jezik se zove ActionScript i on predstavlja spisak akcija koje može korisnik da koristi i implementira u aplikaciju koju kreira preko Adobe Flasha. On je omogućio da se kreiraju elementi koji pokreću vizuelnu aplikaciju i prikazuju slike, kao i da se kreće po samoj prezentaciji koja ima nekoliko celina.

5. IZRADA PREZENTACIJE

Nakon što su potrebne informacije sakupljene i odabran pogodan softver počinje proces stvaranja samih prostornih vizuelizacija i sklapanje svih elemenata u jednu flash prezentaciju.

5.1. Modelovanje

Pri modelovanju mašine Konica Minolta Bizhub C224e pretežno je korišćen poligonalni način modelovanja uz jako mali procenat modelovanja pomoću geometrijskih primitiva. Razlog za to je što iako mašina na prvi pogled izgleda kao da ima prost oblik u celosti, ona je sastavljena od većeg broja nepravilnih delova. Zbog ovoga je bilo potrebno poligonalno modelovanje u 3D Studiu Max preko Editable Poly opcije (slika 2.). Modelovanje preko geometrijskih primitiva je bilo primenjivano na sitnije i manje vidljive delove [4].



Slika 2. Izgled modelovane mašine sa vidljivim poligonima

Pri kreiranju skoro svakog dela ove mašine na početku su izrađene geometrijske primitive, kao što je kvadar ili ravan. Nakon toga je taj oblik konvertovan u Editable Poly tip objekta kako bi mogao da se menja i modeluje. Ovako imamo pristup njegovim poligonima, tačkama, segmentima i ivicama, kao i svim transformacijama koje

su moguće nad njima. Nakon konvertovanja u Editable Poly objekat je oblikovan pretežno pomoću operacija: translacijom, rotacijom, skaliranjem, dodavanje geometrije i ekstrudiranje. Još su korišćene i Bulove operacije i spajanje ivica, ali retko i pretežno sa istim ciljem, da se napravi otvor. Takođe su korišćeni i modifikatori TurboSmooth i Shell kako bismo dobili željenu zaobljenost i debljinu delova mašine [4].

5.2. Prostorna vizuelizacija

Kompjuterska prostorna vizuelizacija je umetnost formiranja pokretnih slika pomoću računara. Sa jedne strane ona se proteže na oblast kompjuterske grafike, a sa druge strane na oblast vizuelizacije. Iako je dvodimenzionalna grafika i dalje veoma česta, danas se sve više primenjuje prostorna. Ovaj vid vizuelizacije se stvara u okviru programskog trodimenzionalnog virtualnog sveta i ima mogućnost da stvori scene i vizuelizacije koje se graniče sa realnošću. Ovo se ostvaruje tako što program kalkuliše, odnosno renderuje, slike koje je kreator prilagodio aplikaciju.

Vizuelizacija u istraživanju je rađena pomeranjem objekata mišom iz položaja u položaj. Ovaj način vizuelizacije se realizuje u opciji *Keyframe*. Objekti su pomerani samo pomoću translacije i rotacije ili su korišćena ograničenja i pomagala u vidu putanja (engl. *Path*) po kojima treba objekat da se kreće. Takođe postoji i vizuelizacija materijala [5].

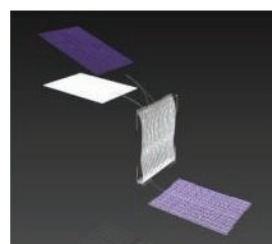
Za kreiranje najduže vizuelizacije prikaza mašine nisu korišćene putanje. Bila je dovoljna samo translacija i rotacija objekata u sceni da bi se dobio željeni rezultat. Objektu se u jednom frejmu zadaje mesto gde će se nalaziti i onda u drugom frejmu zadaje drugo mesto gde je potrebno da bude kako bi se prikazao bolje. Računarski se popunjavaju prazni frejmovi, koji nisu zadati, a koji se nalaze između. Ovako su kreirana kretanja: fioka, skenera, držača za papir, ekrana i same kamere (slika 3.).



Slika 3. Animirani svi delovi mašine kako bi se videli u isto vreme

Kretanje papira je moralo da bude tako animirano da papir sam menja oblik u zavisnosti od toga kuda se kreće. Odnosno morala je da se konstruiše putanja po kojoj će se kretati i da pri tome papir celim svojim oblikom prati nju, odnosno da se deformiše. Ovako se dobio utisak da valjci deformišu papir dok ga transliraju kroz mašinu od pozicije do pozicije. Ovde je isto korišćena *Keyframe* animacija, ali je ovaj put objektu omogućeno da se kreće samo po zadatoj putanji. Putanja je ustvari obična linija, a na objekat koji se kreće po njoj (papir) je dodat modifikator *PathDeform* i preko njega podešene potrebne vrednosti [5].

Animacija materijala je korišćena kod animiranja papira. Ovo je bilo potrebno iz više razloga. Jedan razlog je sama činjenica da se taj papir štampa tokom procesa koji se prikazuje pa da zbog toga i njegov materijal mora da se menja. A drugi razlog je bilo upravo samo korišćenje putanja pri vizuelizaciji kretanja. Pri vizuelizaciji papir je morao da prođe sve valjke i da delimično izađe iz mašine, ali da se potom vrati i drugom putanjom opet prođe kroz mašinu kako bi se odštamovala i druga strana. Kada bismo pri ovome koristili samo jednu putanju papir bi se savijao kad izađe iz mašine, ali ovde je bilo potrebno da on samo zastane i isto tako uđe u mašinu samo unazad. Zbog ovoga su bile potrebne dve putanje i dva papira. Pri tome bi prvi papir kad izađe iz mašine svoj materijal promenio u skroz providni i nestao, a njegovo mesto bi zauzeo drugi papir, koji je do tad bio nevidljiv. Sada novi papir kreće drugom putanjom i završava proces (slika 4.).

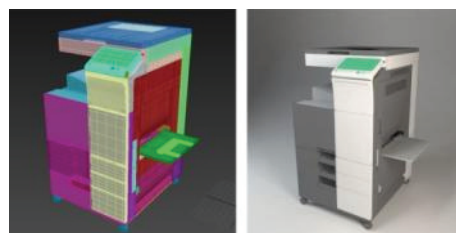


Slika 4. Vidljivi i trenutno nevidljivi papiri i njihove putanje

5.3. Renderovanje

Za renderovanje je korišćen dodatak VRay. U okviru VRay-a korišćen je materijal VRayMtl i svetlo VRayLight pravougaonog oblika.

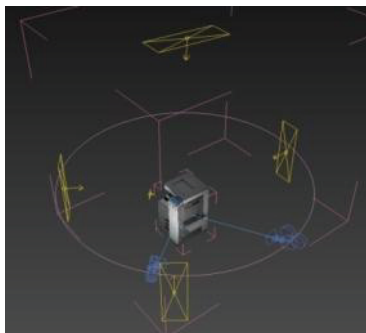
VRayMtl opcije omogućavaju da se stvori većina materijala čvrstih objekata (slika 5.). Mašina je pretežno sastavljena od metala kod kojih se samo razlikuje boja i rede intenzitet refleksije. Plastični delovi imaju takođe drugačiju boju, a refleksije skoro nemaju. Kod papira nema refleksije, ali su u nekim slučajevima materijali vizuelizovani. Jedino je kod materijala koji je korišćen za predstavljanje ekrana osetljivog na dodir dodata ta karakteristika da zrači svetlošću (*Self-Illumination*).



Slika 5. Izgled mašine bez materijala (levo) i sa materijalima (desno)

Da bi se videli svi delovi mašine svetla su odabrana i postavljena tako da izgleda kao da je mašina snimana u studiju. Uzimajući to u obzir odabrano je VRay light svetlo u obliku panela. Ova svetla su omogućila dovoljnu kontrolu i kvalitet, a da pri tom ne produžuju vreme rendera. Njihov oblik i način na koji pružaju svetlo kroz prostor je najslabiji panelima koji se koriste pri snimanju

u studiju. Svetlo drugog oblika bi smanjilo kontrolu nad usmeravanjem zraka. Vray Sun, zbog načina na koji radi, bi povećalo vreme renderovanja, a smanjilo kvalitet i ne bi moglo da omogući izgled kao da je u studiju snimano, odnosno da osvetli sve delove mašine. Dok bi IES svetla produžila vreme rendera, a da pri tom ne doprinesu kvalitetu, nego bi samo doprinela ralnom izgledu svetla, ne bi bilo jednolično, što nije ovde bitno niti vidljivo [2]. Mašina je postavljena u jednobojno (belo) okruženje i u nju su bila usmerena tri osnovna svetla i još dva svetla koja su omogućila da se vide delovi koji su ostali u mraku zbog oblika same mašine. Raspored svetala je prikazan na slici broj 6.



Slika 6. Raspored svetla

Na kraju je izvršeno renderovanje preko V-Ray rendera. Pošto se mašina nalazi u praznom prostoru svetlo kad se odbije od nje samo nastavi u taj beskonašan prostor i ne daje više informacija, ne vraća se. Ovo je dosta uticalo na skraćivanje vremena renderovanj. Zbog ovog nije bilo potrebno dodatno podešavati osobine rendera nego su iskorišćene njegove osnovne postavke.

5.3. Flash prezentacija

Prezentacija je finalni proizvod projekta. Ona je rađena preko Adobe Flash programa. Prezentacija se sastoji iz više delova između kojih se korisnik kreće klikom na dugme sa desne strane. Ti osnovni delovi se zovu: 360°, pregled procesa, pregled mašine i nanošenje boje. Svaki segment aplikacije prikazuje određena svojstva mašine Konica Minolta Bizhub C224e (slika 7.).



Slika 7. Izgled flash prezentacije

Segment koji se zove 360° omogućava korisniku da pogleda mašinu tako što će pokretati kameru oko cele mašine, odnosno za 360°. Pregled procesa prikazuje korisniku kako valjci prenose papir do dela za štampu, nanose boju, okreću papir kako bi se druga strana odštamovala i na kraju izbacuju papir iz mašine. Postoji mogućnost zaustavljanja tako da korisnik može da dobije informacije u obliku baze znanja o delovima mašine. U delu Prikaz mašine se prikazuju svi delovi koji su inače dostupni korisniku i koje bi mogao da vidi kada bi imao

pristup mašini. I ovde korisnik može da iz baze znanja o delovima mašine sazna više više informacija. Poslednji deo u prezentaciji se naziva Nanošenje boje. Ovaj deo prikazuje proces kojim se boja nanosi na traku i nakon toga prenosi na papir uz pomoć pritisknog valjka.

Kontrole funkcije aplikacije su programirane preko flash-ovog programskog jezika ActionScript. Za svaki segment prezentacije je kreiran poseban flash fajl i flash movie. A sve te fajlove je u sebi objedinio glavni fajl koji predstavlja sam meni.

6. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj realizovanog istraživanja bio je da se stvori interaktivna prezentacija preko koje korisnici mogu da proučavaju datu mašinu i daju osnovne funkcionalne i strukturne informacije. U ovom slučaju to je Konica Minolta Bizhub C224e. Prezentacija je kreirana koristeći više različitih programa koji su pokriveni u različitim predmetima nastavnog programa na smeru Grafičko inženjerstvo i dizajn. U radu su ukratko opisani ti programi, razlozi zašto su korišćeni i kako.

7. LITERATURA

- [1] Bojković Z. i Martinović D. (2011). Osnove multimedijalnih tehnologija. Beograd: Visoka škola elektrotehnike i računarskih strukovnih studija.
- [2] Chaos Software (2015). V-Ray for 3ds Max. [internet] Dostupno na: <http://www.chaosgroup.com/en/2/vray.html> [pristupljeno 5. jun 2015]
- [3] rhd3dart (2015). Material basics. [internet] Dostupno na <http://rhd3dart.tk/wp-content/MY%20OWN/vray%20material%20Theory/V-Ray%20Material%20Theory.html> [pristupljeno 24. jun 2015]
- [4] Autodesk inc. (2015). Lear & explore. [internet] Dostupno na <http://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore#?sort=score> [pristupljeno 23. jun 2015]
- [5] Animation Arena.com (2012). introduction to 3D animation. [internet] Dostupno na <http://www.animationarena.com/introduction-to-3d-animation.html> [pristupljeno 15. jul 2015]

Adresa autora za kontakt

MSc Đaković Stevan
sveskanakockice@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

Mr Ivan Pinčjer
pintier@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

**PREGLED ISTAŽIVANJA U OBLASTI UTICAJA ATRIBUTA FORME NA
EFEKTIVNOST DIZAJNA KORISNIČKIH INTERFEJSA****IMPACTS OF FORMAL ATTRIBUTES ON EFFECTIVENESS OF USER INTERFACE
DESIGN: REVIEW STUDY**

Dunja Topalov, Uroš Nedeljković; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – DIZAJN KORISNIČKOG INTERFEJSA

Kratak sadržaj – U ovom radu dat je pregled istraživanja na temu korisničkog interfejsa i njihovog dizajna, kao i mogućnosti inovacija u ovoj oblasti. Pitanje inovacija razmatrano je u smislu benefita korisnika.

Abstract – The purpose of this study is to give user interface research overview and its design process. Also, innovations in this field were discussed and user benefits from those innovations.

Ključne reči: korisnički interfejs, dizajn korisničkog interfejsa

1. UVOD

U današnje vreme nemoguće je zamisliti život bez korišćenja računara, mobilnog telefona ili nekog drugog pametnog uređaja. Sve više se susrećemo sa digitalizacijom i samim tim je tokom godina rasla potreba za kreiranjem raznih tipova korisničkih interfejsa, od najjednostavnijih, koji se koriste na digitalnim satovima, do onih komplikovanijih, na računarima i pametnim telefonima.

U ovom radu dat je pregled istraživanja o korisničkim interfejsima i samom procesu njihovog kreiranja. Takođe, diskutovano je o inovacijama u ovoj sferi i kako one utiču na korisnika. Vrlo je bitno pre samog procesa dizajna i mogućih inovacija ispitati novi dizajn korisničkog interfejsa sa grupom korisnika kojoj je namenjen, jer je jedino na taj način moguće dobiti pravu sliku o stavu korisnika prema datom korisničkom interfejsu, njegovoj korisnosti i intuitivnosti.

**2. PREGLED ISTAŽIVANJA IZ OBLASTI
KORISNIČKIH INTERFEJSA**

Bilo je potrebno mnogo vremena da se aplikacije i druge vrste korisničkih interfejsa koje svakodnevno koristimo, usavrše i dovedu na nivo na kom su danas. Uloženo je mnogo vremena i rada da bi one izgledale dobro i što je najvažnije, da korisnicima budu lake za korišćenje i da korisnički interfejs bude intuitivan. U proteklih dvadesetak godina sprovedeno je dosta istraživanja i testiranja koja su pomogla da današnje aplikacije i drugi korisnički interfejsi izgledaju ovako.

Sledeći pregledi istraživanja iz oblasti korisničkog interfejsa daće jasniju sliku o samom procesu kreiranja istog.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Uroš Nedeljković, vanr.prof.

2.1. Interaktivno skiciranje i mapiranje korisničkog interfejsa

Jedno od prvih istraživanja na ovu temu sprovedeno je 1995. godine. U fokusu istraživanja bio je razvoj interaktivnog alata SILK, za pravljenje skica softvera (mockups), koji bi pomogao dizajnerima korisničkog interfejsa u prvim fazama razvoja softvera. Korišćenje ovog alata trebalo je da simulira i bude jednostavno poput pravljenja skica na papiru, ali u ovom slučaju interaktivne elektronske skice korisnicima bi pružale mogućnost modifikacije u procesu izrade. SILK koncept je omogućavao dizajnerima da testiraju upotrebnu vrednost interfejsa, pre nego što on postane proizvod [1].

U istraživanju, čiji je cilj bio saznati koje alate i tehnike profesionalni dizajneri interfejsa koriste pri razvoju određenog prizvoda, učestvovalo je 16 profesionalnih dizajnera, za 6 ili više godina iskustva u ovoj oblasti [1]. Svi oni bili su zaposleni u kompanijama koje su se bavile razvojem dekstop aplikacija, multimedijalnih softvera ili telefonijom.

SILK bi simulirao budući proizvod i na ovaj način dizajnerima interfejsa omogućeno je da u ranoj fazi izrade proizvoda dobiju generalni osećaj kako će proizvod funkcionisati, ali bi imali i mogućnost da na vreme uoče moguće greške i propuste i isprave ih [1].

Ovo istraživanje nam je pokazalo da je dobra priprema skica korisničkog interfejsa vrlo bitna stavka u samom njegovom nastajanju, jer je na ovaj način moguće predvideti moguće greske i reakciju korisnika.

Istraživanje o mapiranju korisničkog interfejsa sprovedeno 2005. godine ukazalo je na značaj mapiranja u procesu dizajna korisničkog interfejsa električnih aparata. Za eksperiment je korišćen koncept dizajna digitalnog sata, sa pet različitih modela korisničkog interfejsa. U istraživanju je učestvovalo dve grupe ispitanika, 40 starosti iznad 65 godina i 40 ispitanika srednjih godina starosti od 45 do 64 godine. Svaki od ispitanika je trebalo da izvrši tri zadatka na digitalnom satu: da podesi vreme, vreme za alarm i datum [2].

Svi digitalni uređaji imaju iste karakteristike: digitalni displej i dugmiće. Pri korišćenju digitalnog uređaja, korisnik unosi informacije uz pomoć digitalnih dugmića i dobija povratnu informaciju od uređaja putem digitalnog ekrana. Većina korisnika nije u mogućnosti da ovakve uređaje koristi bez učenja uz pravljenje grešaka pri korišćenju.

Korisnički interfejs na digitalnom satu korištenom u ovom istraživanju je imao pet varijacija, četiri su koristile

dugmiće na samom uređaju, dok su se u petoj varijaciji dugmići nalazili na ekranu uređaja. Prve tri varijante su imale dugmiće: vreme, datum, alarm, plus i minus, ali uz različit raspored elemenata na ekranu i dugmića na uređaju. Četvrta varijacija je imala dugmiće: režim, podešavanja, plus i minus, kod su se kod pete varijante na ekranu prikazivali samo dugmići plus i minus.

Modeli korisničkog interfejsa prikazanih korisnicima imali su velik uticaj na vreme potrebno za obavljanje određenog zadatka, broj pokušaja da se zadatak izvrši i subjektivne procene ispitanika. Prema rezultatima ovog istraživanja najefikasniji interfejs bio je onaj gde su se svi dugmići nalazili na samom ekranu uređaja [2]. Rezultati ovog istraživanja su konzistentni sa konceptom prirodnog mapiranja, gde su veze između dugmića i sadržaja prikazanog na digitalnom ekranu lako prepoznatljive i jasno definisane, a samim tim uređaj je jednostavnije koristiti.

Iz ovog istraživanja zaključujemo da je mapiranje takođe bitna stavka u procesu razvoja korisničkog interfejsa. Prirodno mapiranje podrazumeva jasne veze između dugmića i prikazanog sadržaja i pri kreiranju korisničkog interfejsa vrlo je bitno slediti principe prirodnog mapiranja.

2.2. Dizajn i validacija poboljšanog korisničkog interfejsa uz pomoć "Tool Ball" elementa

U istraživanju sprovedenom 2008. godine [3], predstavljen je poboljšani dizajn elementa korisničkog interfejsa, a za cilj istraživanje je imalo proveru efikasnosti ovog poboljšanog interfejsa. Do ovog momenta klik mišem bio je univerzalan način za pozivanje akcija koje se nalaze u toolbar-u.

U ovom istraživanju predstavljen je nov element korisničkog interfejsa, tool ball, kojim se umesto klikom miša, upravljano toččićem za skrolovanje. U istraživanju je mereno vreme koje je potrebno korisniku za izvršavanje istog zadatka na dva načina: klik mišem na element toolbar-a i skrol mišem preko elementa tool ball.

U ovom istraživanju korišćen je softver toll ball čiji je osnovni cilj bio da se smanji upotreba klika, a poveća upotreba skrol dugmeta i samim tim ubrza korišćenje softvera. Toll ball je umesto ikonice koristio sferne oblike za koje su se vezivale određene akcije poput zumiranja, rotiranja ili kretanje korisnika kroz grupu fajlova. Na primer kod akcije zumiranja, skrol miša na dole bi zumirao sliku, dok bi skrol miša na gore odzumirao sliku. Levi klik bi poništio ove akcije i vratio pregled fajla u početno stanje. Predviđeno je da svaka akcija ima svoju zasebnu sferu pomoću koje će korisnik moći da manipuliše fajlom. Sfere koje predstavljaju akcije bile bi kružno raspoređene, a slične akcije bile bi grupisane. Korisnik bi mogao da se kreće kroz grupe akcija tako što bi kursorom miša dosao na sredinu kruga u kom su raspoređene akcije i skrolovao, a svakim skrolom grupe akcija bi se smenjivale.

U istraživanju je učestvovalo 120 studenata univerziteta na Tajvanu, starosti od 19 do 38 godina (67 muškaraca i 53 žene). Učesnici istraživanja su imali prosečno 8.2 godine iskustva u korišćenju miša i svi su bili dešnjaci. Svaki ispitanik je pre samog eksperimenta morao da nauči kako se toll ball koristi. Zadatak svakog ispitanika bio je

da izvrši šest jednostavnih akcija: pregled naredne slike, pregled prethodne slike, zumiranje slike, odzumiranje slike, rotiranje slike za devedeset stepeni u desno, rotiranje slike za devedeset stepeni u levo. Svaki ispitanik, prolazio je kroz ove akcije na dva načina: uz pomoć toolbar-a i tool ball-a. Vreme potrebno za svaku akciju je zasebno mereno, ali je kasnije sumirano na vreme potrebno za izvršavanje jednog od tri seta akcija.

Rezultati istraživanja [3] pokazali su da je ispitanicima bilo potrebno manje vremena da završe zadatak uz pomoć tool ball-a korisničkog interfejsa, nego klasičnog toolbar-a. Ipak pored ovih rezultata bilo je potrebno sprovesti dodatnu anketu gde bi ispitanici iskazali svoj stav o datom korisničkom interfejsu: da li smatraju da bi im on bio od koristi u svakodnevnom obavljanju posla i da li smatraju da je lak za korišćenje. Rezultati ove ankete pokazale su pozitivne reakcije ispitanika.

Ovo istraživanje je pokazalo da je nekonvencionalni element korisničkog interfejsa korišćen na računaru imao pozitivan odgovor od strane ispitanika, što je vrlo dobar podsticaj dizajnerima za unapređenje postojećih šablona koji se koriste u dizajnu korisničkih interfejsa.

2.3. Unapređenje dizajna proizvoda uz pomoć upotrebne vrednosti i emocionalnih osobina

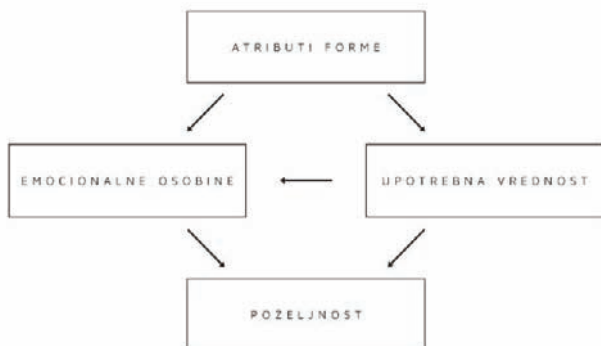
U ovom istraživanju sprovedenom 2009. godine, upotrebna vrednost i emotivne osobine bile su integrisane u UPEEM model (Usability Perception and Emotion Enhancement Model). Metodologija se sastojala iz četiri faze: izbor proizvoda, odabir atributa forme, dizajn alternativnog rešenja i procena alternativnog dizajna. Prva faza podrazumevala je izbor proizvoda i u velikoj meri uključuje korisnika. U fazi identifikacije atributa forme identifikovani su dizajn elementi samog proizvoda. Moguće vrednosti ovih elemenata takođe određene i upotrebljene u eksperimentalnom delu procesa. Dizajn eksperimenta korišten je za identifikaciju kako će atributi forme biti izmenjeni u dizajnu alternativnih rešenja i koji od njih bitno utiče na upotrebnu vrednost, emocionalne osobine i na kraju, na poželjnost. Rezultati sugerišu da atributi forme imaju jak uticaj na afekat i percepciju korisnosti mobilnih telefona, posebno onih koji su direktno u vezi sa funkcionalnošću i estetikom. U ovom istraživanju posmatrana su samo četiri atributa forme [4].

Da bi se otišlo dalje od puke funkcionalnosti proizvoda, mora se obratiti pažnja na još neke osobine budućeg proizvoda bitne potrošaču: upotrebnu vrednost i emocionalne osobine.

Upotrebna vrednost je primarna percepcija potrošača o lakoći korišćenja proizvoda. Ova karakteristika može, na prvi pogled, privući ili odbiti potrošača i uticati na njegovu odluku o kupovini.

Usko povezane sa upotrebnom vrednošću su i emocionalne osobine koje se odnose na mogućnost proizvoda da izazove emocionalni odgovor. Ova pojava ispoljava se kao osećanje da li je kvalitet nečega dobar ili loš. Emocionalni odgovor se javlja odmah i to osećanje nam govori da li je stimulus favorizovan ili ne. Osećanja se baziraju na prethodnom iskustvu ili prethodno skupljenim informacijama.

U ovom istraživanju upotrebna vrednost i emocionalne osobine su integrisane u UPEEM model i postavljanje su tri hipoteze: da odabrani atributi proizvoda utiču na upotrebnu vrednost i emocionalne osobine; da upotrebna vrednost utiče na vezu između atributa proizvoda i emocionalnih osobina; da upotrebna vrednost i emocionalne osobine utiču na poželjnost [4].



Slika 1. UPEEM model

Ovo istraživanje teklo je u nekoliko faza: izbor proizvoda (izabran je mobilni telefon), odabir atributa forme (odabrani su na osnovu prethodnih istraživanja), dizajn alternativnog rešenja i procena alternativnog dizajna. Ispitanici su prvo iskazivali svoj stav o atributima forme, a kasnije su redukovani na 4 atributa. Emocionalne osobine su merene uz pomoć Ričinsovog seta emocija faktorskom analizom izdvojene su tri: nezadovoljstvo, ljubav i optimizam. Upitnik sa upotrebnom vrednošću sadržao je 14 stavki, takođe kasnije redukovanih. Alternativna rešenja dizajna mobilnog telefona generisana su na osnovu promene prethodno izabranih atributa forme.

Rezultati modeliranja pomoću strukturalnih jednačina (Structural Equation Modelling—SEM) su pokazali da površina ekrana ima velik uticaj na emocionalne osobine proizvoda. Sa povećanjem veličine ekrana na telefonu povećavao se i emocionalni odgovor i ispitanici su samim tim bili zadovoljniji proizvodom. Odnos širine i visine je bitno uticao na upotrebnu vrednost, ali ne i na emocionalne osobine. Oblik proizvoda nije pokazao značajan uticaj na upotrebnu vrednost i emocionalne osobine, ali se pokazalo da je regularni oblik proizvoda imao pozitivan uticaj na oba. Modeliranje pomoću strukturalnih jednačina pokazalo je da emocionalni odgovor i percepcija o korisnosti nisu jak pokretač poželjnosti, što je bilo neočekivano.

Ovo istraživanje je pokazalo da nije svaka inovacija dobra i da bi pre svake inovacije trebalo dobro ispitati želje i potrebe budućih korisnika datog proizvoda.

2.4. Performanse osoba sa i bez invaliditeta pri radu na ekranima osetljivim na dodir

Chen i saradnici su u studiji iz 2012. godine [5], ispitivali uticaje veličine dugmića i razmaka između njih, na efektivno korišćenje interfejsa na ekranima osetljivim na dodir za osobe sa invaliditetom. U današnje vreme se ekrani sreću vrlo često i sve više ih koristimo u svakodnevnom životu: prodavnicama, aerodromima, bankomatima. U ranijim istraživanjima zaključeno je veličina dugmeta od 20mm prosečnom korisniku bila

odgovarajuća i da povećanje veličine iznad te, nije dovelo do poboljšanja performansa. Trebalo je utvrditi da li ovo važi i za osobe sa invaliditetom.

U istraživanju je učestvovalo 53 osobe, od kojih je 38 ljudi imalo neku vrstu invaliditeta i problema s motorikom, dok ostalih 15 ispitanika nije imalo nikakve probleme. U istraživanju korišten je ekran osetljiv na dodir postavljen pod uglom od 70 stepeni. Dugmići na ekranu rezolucije 1024x768 px bili bi aktivirani već sa prvim kontaktom prsta sa ekranom [5].

Na ekranu bili su prikazani dugmići raspoređeni slično kao oni na bankomatu, uz dodatne dugmiće "Go", "Back", "Clear" i "Done". Na pritisak dugmeta "Go", na ekranu su se pojavljivale nasumično izabrane četiri cifre i zadatak ispitanika bio je da te četiri cifre, uz pomoć numeričke tastature prikazane niže na ekranu, unese u dato polje. Ispitanici su imali mogućnost da isprave unešene brojeve, ukoliko je došlo do greške, uz pomoć dugmića "Back" (brisalo je poslednji unešeni broj) i "Clear" (brisalo je sve unešene brojeve). Ispitanici su prolazili kroz deset mogućih kombinacija dugmića i proreda između njih. Veličine dugmića bile su 10mm, 15mm, 20mm, 25mm i 30mm i bili su kvadratnog oblika, dok je razmak između njih bio 1mm ili 3mm.

Promenljive koje su se pratile u toku istraživanja bile su: veličina dugmeta i razmak između njih. Promišajni su bili definisani kao dodiri ekrana koji nisu rezultirali aktivaciju nijednog dugmeta, dok su greške bile definisane kao dodiri ekrana koji su aktivirali pogrešno dugme [5].

Iz ovog istraživanja zaključeno da veličina dugmeta i invaliditet imaju veliki uticaj na promišaje, greške i vreme potrebno za obavljanje zadatka kod ekrana osetljivih na dodir. Razumevanje kako ljudi sa invaliditetom koriste ekrane osetljive na dodir i koji se problemi javljaju u toj situaciji, može pomoći dizajnerima i inženjerima da ih unaprede i poboljšaju. Ovo istraživanje skrenulo je pažnju na to koliko je prikaz elemenata korisničkog interfejsa na određenoj veličini ekrana zaista bitna. Veličina i razmak između dugmića ovde se pokazala kao vrlo bitan faktor, posebno za osobe sa nekim tipom invaliditeta.

2.5. Dizajn ikonica i korisničkog interfejsa za bankarsku aplikaciju namenjenu prikazu na pametnim mobilnim telefonima

U istraživanju sprovedenom 2014. godine, Merdenyan i saradnici [6] istraživali su upotrebu bankarskih mobilnih aplikacija i ikoničke navigacije u istim. Prisutnost ikoničke navigacije u ovakvim tipovima aplikacija postala je u poslednjih nekoliko godina neizbežna. Vizuelne komponente poput ikonica smanjuju mogućnost greške pri korisnikovoj interakciji sa aplikacijom i zbog toga je u ovom istraživanju oblikovan koncept set ikonica koji je kasnije korišten u dizajnu korisničkog interfejsa mobilne bankarske aplikacije.

Ikonički korisnički interfejsi danas su široko rasprostranjeni i koriste se u velikom broju aplikacija. Ikonice koje se koriste u dizajnu uglavnom su piktogrami i ponašaju se kao vizuelna metonimija koja pomaže korisniku da bolje razume aplikaciju. Svaki od ovih simbola trebalo bi jasno da sugerise i asociira ono što

predstavlja i trebalo bi da bude jasan kako dizajnerima tako i korisnicima. Dobra ikonica u koirničkom iterfejsu smanjuje potrebu za dodatnim objašnjenjima. Dizajn ikonice vrlo je bitan posebno što su ekrani na mobilnim telefonima malih dimenzija i trenutna prepoznatljivost je krucijalna [6].

Za potrebe istraživanja [6] generisan je set ikonica i korisnički interfejs za jednu bankarsku mobilnu aplikaciju. Istraživanje je sprovedeno u nekoliko faza. U provoj fazi istraživanja finansijski eksperti su imali zadatak da definišu zadatke koje je korisnik mogao da uradi u ovoj mobilnoj aplikaciji. U istraživanju je učestvovalo 24 finansijska eksperta. Izabrano je 16 osnovnih zadataka koji su kasnije razvrstani u 6 kategorija.

U sledećoj fazi istraživanja prethodno definisani zadaci dati su grupi potencijalnih korisnika. Njihov zadatak bio je da predlože i skiciraju ikonicu koja ih asocira na svaki od zadataka. Skice ikonica koje su se najviše ponavljale su izdvojene i na osnovu njih kasnije je formiran set ikonica korišten u dizajnu korisničkog interfejsa. U ovoj fazi istraživanja učestvovalo je 69 ispitanika.

U sledećoj fazi dizajniran je set ikonica na osnovu prethodno dobijenih rezultata. Ikonice su bile dizajnirane samo uz pomoć crne i bele boje i prilikom dizajna vodilo se računa o njihovoj konzistentnosti, privlačnosti i međusobnom uklapanju. Dizajnirani set ikonica se po nekim detaljima razlikovao od onih koji su korisnici skicirali u anketi. U sledećoj fazi istraživanja rađen je test razumljivosti i set ikonica dat je ispitanicima, koji pre ovoga nisu učestvovali u istraživanju, na proveru. U ovom delu istraživanja učestvovalo je 20 ispitanika. Ispitanicima je data lista zadataka koje je bilo moguće obaviti u aplikaciji (sa kratkim objanjenjem istih) i lista ikonica koje bi trebalo da predstavljaju te zadatke. Zadatak ispitanika je bio da povežu zadatak s odgovarajućom ikonicom.

Rezultati su pokazali da je većina ikonica ispitanicima bila lako razumljiva i jasna. U sledećoj fazi razvijena su tri tipa korisničkog interfejsa, sva tri konvencionalna. Dizajn je predstavljen istoj grupi ispitanika koja je radila anketu o razumljivosti ikonica.

Dokazano je da ikonički korisnički interfejsi imaju bolju razumljivost i smanjuju kompleksnost korisničkog interfejsa od onih sa tekstualnom prezentacijom sadržaja. Izabrani korisnički interfejs od strane ispitanika bio je ikonički (uz minimalni tekstualni opis), što je bilo i očekivano.

Ovo istraživanje pokazalo je koliko je bitna početna faza razvoja svake aplikacije koja predstavlja ispitivanje tržišta i dobijanje saznanja o potencijalnim korisnicima iste. Istraživanje je potvrdilo da korisnici često ne razmišljaju na isti način kao ljudi koji učestvuju u njenom razvoju i zbog toga je bitno saznanje o potencijalnim željama korisnika i načinima na koji će koristiti krajnji proizvod.

3. ZAKLJUČAK

Kroz kratak hronološki pregled istraživanja u oblasti uticaj dizajn karakteristika na efektivnost korisničkog interfejsa prošli smo kroz proces dizajna kvalitetnog korisničkog interfejsa od pripreme, koja podrazumeva ispitivanja o potrebama i željama korisnika, do samog procesa dizajna i vizuelnog identiteta samog interfejsa. Pažnju smo usmerili i na nekonvencionalni dizajn korisničkog interfejsa, jer je ovo sfera u kojoj su inovacije svakodnevnica. Svakodnevno se radi na usavršavanju korisničkih interfejsa i njihovom prilagođavanju korisnicima. Ukoliko korisnički interfejs nije dovoljno intuitivan i lak za korišćenje, vrlo često korisnik odustaje od njegovog korišćenja. Da bi se ovo sprečilo inovacije koje se uvode, moraju prvo biti dobro proverene i testirane u eksperimentima sa fokus grupama korisnika, jer je to jedini način da krajnji proizvod bude dobar, intuitivan i upotrebljiv, što je, može se reći, njegoa glavna svrha.

4. LITERATURA

- [1] Landay, J., & Myers, B. (1995). "Interactive scetching for the early stages of user interface design", CHI' 95 Mosaic of creativity.
- [2] Lee, C., & Tsai, W. (2007). "Mapping of user interfaces on electronic appliances", Applied Ergonomics.
- [3] Lee, K., & Lee, Y. (2012). "Design and validation of an improved graphical user interface with the 'Tool ball'", Applied Ergonomics.
- [4] Seva, R. (2011). "Product design enhancement using apparent usability and affective quality", Applied Ergonomics.
- [5] Chen, K., Savage, A., Chourasia, A., Wiegmann, D., & Sesto, M. (2013). "Touch screen performance by individuals with and without motor control disabilities", Applied Ergonomics.
- [6] Merdenyan, B., Kocyigit, O., Bidar, R., Cikrikcili, O., & Salman, B. (2014). "Icon and User Interface Design for Mobile Banking Applications.", International Journal of Advances in Computer Science and Its Applications, 4.

Adrese autora:

Dunja Topalov

cydonia521@gmail.com

Uroš Nedeljković

urosned@uns.ac.rs

PRIMENA POSTUPKA ELEKTROFOTOGRAFIJE U ŠTAMPI MINIJATURNIH KNJIGA**THE USE OF ELECTROPHOTOGRAPHY IN PRINTING MINIATURE BOOKS**Marija Lijeskić, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj –U radu su prikazana istraživanja vršena sa ciljem određivanja čitljivosti serifnih i bezserifnih fontova korišćenih u minijaturnim knjigama (džepni formati), kao i istraživanja u vezi sa uticajem gramature papirne podloge na tonsku reprodukciju otisaka štampanih tehnikom elektrofotografije. Za postupak otiskivanja korišćen je grafički sistem Xerox DocuColor 252. U ispitivanju je korišćeno pet papirnih podloga različite gramature, a uzorci su analizirani spektrofotometrijskim merenjima. Pored ove analize, uzorci su skenirani uz pomoć uređaja Sybress Pit, te dalje analizirani uz pomoć ImageJ softvera, kako bi se utvrdilo koliko promena gramature podloge utiče na čitljivost teksta odštampanih na ovim podlogama.

Ključne reči: Elektrofotografija, Minijaturne knjige, Čitljivost teksta, Atributi kvaliteta

Abstract – The paper presents the research of the readability of serif and non-serif fonts used in miniature books (pocket format), and also research about influence of paper weights, that is printed with electrophotography, on reproduction of colors. For the printing process was used graphical system Xerox DocuColor 252. In research were used 5 paper of a different weight, and they were analyzed by spectrophotometry. Samples were also scanned using Sybress Pit and analyzed by ImageJ softver so the change of readability could be detected with the change of paper weight.

Key words: Electrophotography, Miniature books, Text readability, Quality attributes

1. UVOD

Od ključnog značaja, u grafičkoj struci, je pronalaženje načina prenošenja ideje u što boljem kvalitetu. Sa ciljem dobijanja kvalitetnog otiska, prilikom pripreme za štampu principom elektrofotografije, neophodno je poznavati proces i karakteristike ove vrste štampe, a pogotovo njena ograničenja. Kvalitet štampanih otisaka nije određen samo vernošću reprodukovanog tona boje, već i kvalitetnom reprodukcijom određenih elemenata (rasterska tačka, linija, pun ton). Tako prilikom određivanja kvaliteta štampanih otisaka, pored vernosti reprodukovanog tona boje, treba uzeti u obzir i kvalitet elemenata od kojeg je otisak sačinjen [1].

U svom radu Pederson nabraja listu atributa koji utiču na kvalitet štampane slike. Sve attribute (oko 44) koje su prikupili iz raznih izvora, klasifikuju u šest kategorija,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, docent.

s obzirom da se mnogi od ovih atributa preklapaju. Te kategorije su: boja, svetlina, kontrast, oštrina, nepravilnosti (šum, deformacija slike, itd.) i fizički atributi.

U kategoriji „oštrina“, kao podkategorije nalaze se kvalitet teksta i linija koje su pogodne za određivanje kvaliteta odštampanog teksta. Postoje razni testovi za određivanje kvaliteta teksta kao što su detektovanje slovnih znakova koji se dodiruju, detektovanje prekinutih slovnih poteza [2], itd.

Jedna od karakteristika tehnike digitalne štampe je nemogućnost reprodukcije finih pisama, naročito sa tankim linijama, pa se obično biraju grublja pisma (npr. 8 tačaka bold bez serifa). U te svrhe će biti istražena čitkost serifnog i kao i pisma bez serifa tehnikom elektrofotografije. U minijaturnim knjigama se koriste obe vrste pisma, a veličina slovnog znaka dovodi čitljivost istog u pitanje.

U ovom istraživanju, najveća pažnja je posvećena upravo jednom od atributa kvaliteta, a to je čitljivost slovnih karaktera koja je definisana promenom površine i obima slovnog karaktera.

Pored toga, zbog potrebe za štampom slika u boji u minijaturnim knjigama, neophodno je ispitati i koliko promena podloge utiče na promenu tona boje. U te svrhe, vršeno je spektrofotometrijsko merenje.

Spektrofotometrijskim merenjem se dobijaju spektralne vrednosti u obliku spektralnih krivi i nakon toga iste mogu biti pretvorene u tristimulusne vrednosti ili optičku gustinu [3]. Kao merni uređaj koristi se spektrofotometar - on radi na principu sličnom kao kolorimetar, s time što je vidno kompleksniji. Za razdvajanje talasnih dužina koristi rešetku, prizmu ili filtere, dok kolorimetar koristi samo filtere. Prilikom merenja daje koordinate boja za pune tonove, porast tonskih vrednosti i optičku gustinu obojenja.

Za potrebe ispitivanja korišćeno je pet papirnih podloga različite gramature (svi papiri su nepremazni), koje su odštampane na istom grafičkom sistemu, pri čemu je cilj rada bio da se utvrdi koliko će promena gramature papira da utiče na gore pomenute parametre kvaliteta štampe.

2. METODA IZVOĐENJA EKSPERIMENTA

Za potrebe kontrole čitljivosti teksta, kao i tonske reprodukcije, korišćena je test karta u formatu A4 načinjena u softveru Adobe Illustrator CC. Ona sadrži polja punog tona i polja sa tonskim vrednostima od 50% dimenzija 12 x 12 mm.

Procena čitljivosti teksta je izvršena na slovnom karakteru “E” za vrednosti od 2 pt, 4 pt, 6 pt, 8 pt, 10 pt i 12 pt za serifni font Times New Roman i font bez serifa Arial. Deo test korišćene u eksperimentu je prikazana na slici 1.



Slika 1. Segment test karte sa bezserifnim fontom Arial

Ova test karta odštampana je na grafičkom sistemu Xerox DocuColor 252 koji radi na principu elektrografije. Isti odlikuje brzina štampe od 75 ppm (crna boji) i 60 ppm (štampa u boji). Uređaj koristi praškasti toner i daje debljinu nanosa boje od cca 5-10 μm .

Kao podloge za štampu korišćeno je pet različitih vrsta papira. Pet uzoraka od istog materijala je odštampano, kako bi dobili što objektivnije rezultate merenja. Izabrane podloge za štampu su sledeće gramature:

- 120 g/m^2 ,
- 100 g/m^2 ,
- 80 g/m^2 ,
- 70 g/m^2 ,
- 60 g/m^2 .

Za potrebe štampe korišćene su dve vrste profila za štampu. Za papire gramature do 80 g/m^2 , korišćen je PLAIN profil, dok je za papire gramature od 60-70 g/m^2 korišćen profil za recikliran papir.

Odštampani otisci su snimani sa digitalnom USB kamerom Sybress Pit pri uveličanju od 40 puta, a analiza slika je sprovedena pomoću softvera ImageJ. Dimenzija slika dobijenih Sybress Pit kamerom je 1280 x 1024 px pri rezoluciji od 96 piksela/inču (slika 2). Ovo je bio dovoljan kvalitet slike za merenje širine linija slovnih znakova. Kako bi se stvorila jasna razlika između slovnog karaktera i podloge papira, odnosno kako bi se jasno izdiferencirale bele i crne površine na slici, potrebno je podesiti svetlinu i kontrast. Prema potrebi, svaka slika je individualno podešavana.



Slika 2. Izgled snimljenog slovnog karaktera "E" (4pt Times New Roman) na papiru gramature od 120 g/m^2

Na poljima punog tona, kao što je prethodno pomenuto, vršeno je spektrofotometrijsko merenje uz pomoć uređaja Teckhon SpectroDens. Uređaj je pre merenja kalibrisan na beloj kalibracionoj pločici (apsolutno belo referentno polje) koja se nalazi u okviru samog uređaja. Izabrani su sledeći uslovi pri merenju: merna geometrija 0/45°, standardno osvetljenje D50 i vidni ugao posmatranja od 10° (standardni posmatrač).

U te svrhe, na svakom od polja vršeno je deset merenja CIE Lab vrednosti koje su kasnije korišćene za merenje razlike u boji između polja iste boje na različitim podlogama papira

Na osnovu izmerenih spektrofotometrijskih vrednosti nakon procesa štampe i nakon procesa pranja, pomoću formule 1 je određena vrednost za razliku boje.

$$\Delta E_{ab} = ((L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2)^{1/2} \quad (1)$$

gde je:

$L_2 - L_1$ = razlika između svetlo/tamno;

ako je vrednost L veća onda je boja svetlija, a ukoliko je vrednost manja, boja je tamnija; $a_2 - a_1$ = razlika po crveno/zelenoj osi; ako je vrednost a veća onda je boja crvenija, ako je manja, boja je zelenija; $b_2 - b_1$ = razlika po žuto/ plavoj osi; ako je vrednost b veća boja je žuća, ako je manja boja je plavija [4].

Ocenjivanje odstupanja boja, može se sprovesti na osnovi vrednosti kolorimetrijske razlike, prema sledećim kriterijumima [4]:

$\Delta E = (0 - 1)$ razlika boja se ne vidi (neprimetna), $\Delta E = (1 - 2)$ razlika boja se primećuje (mala), $\Delta E = (2 - 3.5)$ razlika boja se vidi (srednja), $\Delta E = (3.5 - 5)$ razlika boja se dobro vidi (krupna) i $\Delta E > 5$ očigledna odstupanja boja (masivna) [4].

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Za utvrđivanje kvantitativne vrednosti promene širine linija poteza slovnih znakova, slike dobijene kamerom Sybress Pit, analizirane su u softveru ImageJ. Posle podešavanja odgovarajuće tolerancije alatke MagicWand tool vršeno je merenje površine i obima slovnog karaktera. Pojedinačno su zapisivane vrednosti svih tolerancija pomenute alatke korišćene pri merenju kako bi istraživanje bilo ponovljivo.

Tabela 1. Izmerene vrednosti površine i obima slovnog karaktera za fontove Times New Roman i Arial na podlozi gramature 120 g/m^2

Veličina	Area Arial	Perimeter Arial	Area TNR	Perimeter TNR
2 pt	67759	2610,18	2370	563,16
4 pt	128862	3723,32	5498	880,6
6 pt	6832	862,86	9478	1232,85
8 pt	12084	1157,33	15951	1589,44
10 pt	20030	1488,57	21257	1873,1
12 pt	28097	1791,32	21233	1867,54

Posmatrajući tabelu 1 može se primetiti da se najveće vrednosti u promeni površine i obima slovnog karaktera javljaju za font bez serifa veličine 4 pt. Može se primetiti linaerano smanjuje površina i obim slovnog karaktera sa smanjenjem njegove veličine, što je i očekivano, dok se odstupanja javljaju za dve najmanje veličine slovnog karaktera.

Tabela 2. Izmerene vrednosti površine i obima slovnog karaktera za fontove Times New Roman i Arial na podlozi gramature 100 g/m²

Veličina	Area Arial	Perimeter Arial	Area TNR	Perimeter TNR
2 pt	3856	559,91	14585	1311,25
4 pt	7847	863,06	43277	2877,46
6 pt	13625	1162,9	5322	883,67
8 pt	22275	1480,3	9858	1205,31
10 pt	30281	1773,49	15384	1571,86
12 pt	30263	1769,35	22150	1874,67

Kao i u vrednostima prikazanim u prethodnoj tabeli (tabela 2), podloga od 100 g/m² daje srodne podatke u vezi sa promenom obima i površine. Naime, najveća odstupanja se javljaju za veličinu fonta od 4 pt, s time što se ova vrednost odnosi na serifni font. Takođe, vidno je veća površina koju zauzima font bez serifa u odnosu na font sa serifima.

Tabela 3. Izmerene vrednosti površine i obima slovnog karaktera za fontove Times New Roman i Arial na podlozi gramature 80 g/m²

Veličina	Area Arial	Perimeter Arial	Area TNR	Perimeter TNR
2 pt	22933	1298,44	13962	1379,62
4 pt	64287	2814,76	49014	2742,94
6 pt	7763	891,35	108665	4387,07
8 pt	13006	1172,5	9293	1200,04
10 pt	20821	1457,81	15769	1582,79
12 pt	29852	1771,25	22073	1894,33

Za razliku od prethodnih uzoraka, na uzorku sa gramaturom od 80 g/m² (tabela 3) javlja se vidna promena u porastu površine i obima za font Times New Roman veličine 6 pt. Takođe, vidna su veća odstupanja za dve najmanje veličine fonta u vidu porasta površine i obima slovnih karaktera.

Tabela 4. Izmerene vrednosti površine i obima slovnog karaktera za fontove Times New Roman i Arial na podlozi gramature 70 g/m²

Veličina	Area Arial	Perimeter Arial	Area TNR	Perimeter TNR
2 pt	18246	1459,5	14342	1423,62
4 pt	70359	2900,75	112537	4479,75
6 pt	7589	876,37	9496	1200,52
8 pt	13429	1163,63	14911	1591,8
10 pt	21349	1466,5	20546	1878,41
12 pt	31102	1781,6	20512	1877,58

Kao što je bio primer sa prethodnim uzorcima, najveće odstupanje u obimu i površini slovnog karaktera javlja se na fontovima veličine 4 pt i 2 pt (za obe vrste fonta). U slučaju serifnog fonta, ovo odstupanje je najveće za serifni font veličine 4 pt. Izmerena vrednost čak prelazi 100000, što pokazuje da bi čitanje ove veličine slovnog karaktera bilo izrazito otežano zbog krazavosti njegovih ivica.

S obzirom na izrazito malu gramaturu papira za preostala dva uzorka, korišćen je profil za štampu predviđen za recikliran papir, za razliku od ostalih uzoraka gde nisu vršena bitnija podešavanja mašine (osnovni PLAIN profil 65105). Shodno pomenutom, primećena su bitnija odstupanja u izmerenim vrednostima površine i obima.

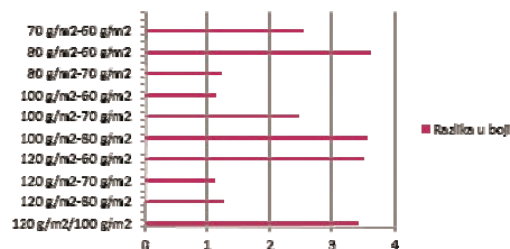
Tabela 5. Izmerene vrednosti površine i obima slovnog karaktera za fontove Times New Roman i Arial na podlozi gramature 60 g/m²

Veličina	Area Arial	Perimeter Arial	Area TNR	Perimeter TNR
2 pt	17397	1513,98	14342	1423,62
4 pt	70758	2882,22	9020	1206,57
6 pt	7463	876,03	14104	1596,33
8 pt	13100	1162,8	19883	1886,84
10 pt	21046	1474,68	13684	1552,23
12 pt	29531	1783,64	19591	1901,95

Na poslednjem uzorku, za papir najmanje gramature, javlja se isto zapažanje kao na prethodnim tabelama. Najveće odstupanje se može primetiti za font od 4 pt, ali u ovom slučaju za font bez serifa (Arial). Veliko odstupanje od koje je oko 10 puta veće od vrednosti izmerene za font od 6 pt govori o tome da će čitanje ovog slovnog karaktera biti izrazito otežano.

Promene razlike u boji koje su merene između podloga različite gramature date su narednim graficima. Važno je napomenuti da razlika u boji između uzoraka može očekivati na uzorcima najmanje gramature upravo zbog profila za štampu koji je korišćen na istim. Kao što je prethodno pomenuto, profil za štampu se razlikuje na tri uzorka sa najvećom gramaturom, u odnosu na dva uzorka sa najmanjom gramaturom. Narednim grafikom (slika 3) prikazana je varijacija razlike u boji u zavisnosti od podloge na kojoj je štampana.

Razlika u boji za polje crne boje



Slika 3. Razlika u boji na polju punog tona crne boje

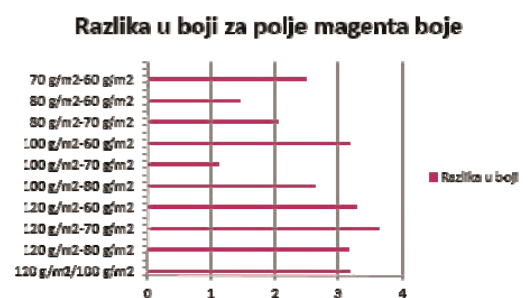
Posmatrajući prethodnu sliku, može se zaključiti da se najveća razlika u boji može primetiti poredeći uzorke sa gramaturom od 80 g/m² i 60 g/m², kao i uzorke sa gramaturom 120 g/m² i 100 g/m².

Vodeći se normama ISO standarda [4], dolazi se do zaključka da se u trećem, četvrtom, osmom i devetom poređenju sa grafika ostvaruje razlika u boji koju može primetiti samo iskusno oko. Poredeći uzorke od 100 g/m² i 70 g/m², može se primetiti srednja razlika koju može uočiti i neuvežbano oko. Ostali poređeni uzorci se mogu svrstati u četvrtu kategoriju po ISO standardu pa čine krupnu razliku.

Posmatrajući grafikom za cijan može se primetiti da ne postoje veća odstupanja odnosno "krupne" razlike u boji između podloga. Najveća razlika se može primetiti poredeći papir najveće gramature i papir od 80 g/m².



Slika 4. Razlika u boji na polju punog tona za cijan



Slika 5. Razlika u boji na polju punog tona za magentu

Posmatrajući prethodni grafik sa razlikama u boji za magentu, može se primetiti da postoje veća odstupanja u istoj. Najmanje odstupanje je vidno za uzorke 100 g/m² i 70 g/m² međusobno upoređene. S druge strane, vidna je krupna razlika u boji za poslednja četiri poređenja uzoraka. Veliki je broj "srednjih" razlika za ovu boju, poredeći sve uzorke.



Slika 6. Razlika u boji na polju punog tona za žutu boju

Karakteristično za žutu boje je da, poredeći sve uzorke papira, ne postoje odstupanja u razlici u boji koja se mogu smatrati "krupnim" razlikama, dok s druge strane, ovo je primer grafika na kome se može primetiti najviše srednjih odstupanja i to za gramaturama koje se malo razlikuju.

4. ZAKLJUČAK

Nakon obrade i analize dobijenih rezultata, mogu se izvući dva generalna zaključka.

Prvi se odnosi na činjenicu da tekst pripremljen za elektrofotografiju štampu, kada biva odštampan na papiru, trpi evidentne promene. Te promene se odnose, pored povećanja površine i obima slovnih znakova i na promene u boji slovnih karaktera, odnosno površine generalno štampane u boji.

Drugi je da intenzitet te promene zavisi, pored faktora kao što su: veličina slovog karaktera, pored teksta, gramatura podloge, zatim karakteristike boje, itd. i od pripreme teksta za štampu. Tekst ispisan fontom veličine 2 pt je

izrazito nečitak "golim" okom (odnosi se na tekst ispisan u obe vrste fona), dok je tekst već od 4 pt čitljiv. Analizom izmerenih vrednosti i njihovim grafičkim predstavljanjem, dolazi se do zaključka da površina koju slovni karakter zauzima raste sa porastom slovnog karaktera, dok se obim smanjuje. Ova konstatacija se može objasniti i time da su slovni karakteri manje veličine izrazito nejasni, odnosno nečitki, te su im ivice krzave. Uticajem na samu pripremu štampe, ali i na način pripreme test karte, mogu se izbeći neželjene deformacije slovnih znakova i otežano čitanje.

Merenjem razlike u boji (ΔE vrednost) na podlogama različite gramature, dolazi se do zaključka da se najmanje promene u boji, odnosno da je najmanja razlika u boji primećena poredeći vrednosti CIE lab za sve podloge između sebe na polju žute boje. Vrednosti razlike u boji na polju punog tona ne prelaze vrednost veću od 2.5 što se ubraja u srednju razliku koju može primetiti neuvežbano oko. Srodno ovim vrednostima, vrednosti razlike u boji za cijan ne prelaze vrednost od 3 osim u slučaju poređenja podloga od 120 g/m² i 80 g/m². Ujedno, ovo je primer gde se javlja najveći broj srednjih ili krupnih razlika. S druge strane, kod preostale dve boje, moguće je primeiti veći broj izmereni vrednosti koje se mogu uvrstiti u krupne razlike.

Potrebno je izvršiti dalja istraživanja u cilju pronalaženja idealnijeg rešenja za štampu minijaturnih knjiga postupkom elektrofotografije. Neophodno je utvrditi koliko se može uticati na kvalitet otiska štampanog elektrofotografijom u svrhe izrade minijaturnih knjiga, ukoliko se upotrebi drugi grafički sistem. Svako dalje istraživanje treba vršiti sa cilju pronalaženja vrste tonera kojim će se ispuniti zahtevi u vezi sa čitljivošću minijaturnih knjiga štampanih elektrofotografskim principom.

5. LITERATURA

- [1] Pedersen, M., Bonnier, N., Hardeberg, J., Albregtsen, F.: "Attributes of a New Image Quality Model for Color Prints" Proceedings of Color Imaging Conference 2009, (IS&T/SID: Albuquerque, New Mexico, USA, 2009), pages 204-209.
- [2] Kiphan, H.: "Handbook of print media: technologies and production methods", Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN 3-540-67326-12001, 2001, pages 409-422.
- [3] Novaković, D., Kašiković, N. "Digitalna štampa", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.
- [4] Novaković D., Pavlović Ž., Karlović I., Pešterac Č. "Reprodukciona tehnika – priručnik za vežbe", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.

Adresa autora za kontakt:

MSc Marija Lijeskić, marijalijeskic@hotmail.com
 Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
 MSc Ivana Jurić, rilovska@uns.ac.rs
 Grafičko inženjerstvo i dizajn, FTN, Novi Sad

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2014. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slavko Đurić
Aleksandar Ristić	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Dudić
Bato Kamberović	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Slobodan Krnjetin
Biljana Njegovan	Đura Oros	Milan Vidaković	Slobodan Morača
Bogdan Kuzmanović	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Sonja Ristić
Bojan Batinić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Kolaković
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milica Miličić	Srđan Popov
Bojan Tepavčević	Goran Sladić	Milinko Vasić	Srđan Vukmirović
Bojana Beronja	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Staniša Dautović
Branislav Atlagić	Gordana	Miloš Živanov	Stevan Milisavljević
Branislav Nerandžić	Milosavljević	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Branislav Veselinov	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Strahil Gušavac
Branislava Kostić	Igor Budak	Miodrag Zuković	Svetlana Nikoličić
Branislava	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Tanja Kočetov
Novaković	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branka Nakomčić	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Mirjana Vojnović	Todor Bačkalić
Branko Škorić	Ivan Tričković	Miloradov	Toša Ninkov
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Damir Đaković	Ivana Katić	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Nimrihter	Velimir Todić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Miroslav Plančak	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jeličić	Miroslav Popović	Veran Vasić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mitar Jocanović	Veselin Avdalović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Mladen Kovačević	Veselin Perović
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Mladen Radišić	Vladan Radlovački
Dragan Jovanović	Jureša	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Nađa Kurtović	Vladimir Radenković
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nebojša Pjevalica	Vladimir Strezoski
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Škiljajica
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nemanja	Vlado Delić
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlastimir
Dragana	Karl Mičkei	Nenad Katić	Radonjanin
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zdravko Tešić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zora Konjović
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragiša Vilotić	Nešić	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radivoje Rinulović	Željko Trpovski
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Radovan Štulić	
Duško Bekut	Milan Rackov	Rastislav Šostakov	

