



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXIX

Број: 12/2014

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXIX 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 21.10.2014. до 30.11.2014. год., а који се промовишу 27.01.2015. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

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

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

У овој свесци, са редним бројем 12, објављени су радови из области:

- машинства,
- електротехнике и рачунарства,
- грађевинарства,
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дизајна и
- инжењерства заштите животне средине,

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

- архитектуре,
- инжењерског менаџмента,
- мехатронике,
- геодезије и геоматике и
- регионалне политике и развоја.

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

Strana

Radovi iz oblasti: Mašinstvo

1. Dragan Todorović, Ninoslav Zuber,
NESAOSNOST ROTIRAJUĆIH MAŠINA KAO JEDAN OD UZROČNIKA NJIHOVOG
OŠTEĆIVANJA 2439
2. Zoltan Kanjo, Mladomir Milutinović,
NUMERIČKA ANALIZA HLADNOG KOMBINOVANOG ISTISKIVANJA 2442
3. Илија Бијелић,
АНАЛИЗА НОСЕЋЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ТРАКТОРСКЕ ПРИКОЛИЦЕ ПРИМЕНОМ
МЕТОДЕ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА 2446

Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo

1. Ivan Petrović, Željko Trpovski,
PREGLED POSTUPAKA ZA PRENOS PODATAKA U TELEMEDICINI 2450
2. Branislava Tomić, Vesna Spasić Jokić,
UTICAJ TEMPERATURE I VLAŽNOSTI VAZDUHA NA ODNOS SIGNAL-ŠUM KOD
MAGNETNO REZONANTNOG IMIDŽINGA 2454
3. Miloš Janković,
MIKRORAČUNARSKI SISTEM ZA AKVIZICIJU I MEMORISANJE PARAMETARA
SLOBODNOG PADA 2458
4. Slavko Radonić, Saša Kartalija, Dragan Samardžija,
ONE SOLUTION OF A LOCATION BASED SERVICE FOR VEHICLE INTERLINKING;
konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2012. 2462
5. Nebojša Prodana,
ANALIZA OKVIRA ZA RAZVOJ MODERNIH WEB APLIKACIJA SA STANOVNIŠTVOM
WINDOWS METRO OKRUŽENJA 2466
6. Bojan Makljenović,
POREĐENJE WEB HTML5 I WINDOWS STORE PRISTUPA NA PRIMERU APLIKACIJE ZA
PRIKAZ ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE 2470
7. Anica Aliđukić,
SKLADIŠTENJE PODATAKA KOD WINDOWS STORE APLIKACIJA 2474
8. Milica Jaćimovski,
KONTINUALNA INTEGRACIJA SOFTVERA UPOTREBOM DISTRIBUIRANE KONTROLE
VERZIJA 2478
9. Marija Petrukić Cvejić,
ODREĐIVANJE OPTIMALNOG SKUPA OBELEŽJA ZA PREDIKCIJU NIVOA
OSPOSOBLJENOSTI ZA HOD 2482
10. Olivera Stojanović,
ELEKTROFIZIOLOŠKA MERNJA VIRTUELNA INSTRUMENTACIJA 2486
11. Branislav Batinić, Josif Tomić, Zoltan Čorba,
REALIZACIJA MERENJA NA FOTONAPONSKOJ ELEKTRANI 2490

12.	Zoran Presječan, PROJEKTOVANJE I VERIFIKACIJA EDULENT MIKROPROCESORA U VHDL-u	2494
13.	Vladimir Potić, ŠABLONI ZA KOMPLETIRANJE ELEKTROENERGETSKIH MREŽA DEFINISANIH U CIM-U	2498
14.	Goran Kuručev, PREPOZNAVANJE GOVORA U UREĐAJIMA NA ANDROID PLATFORMI; konferencija DOGS, Novi Sad, oktobar 2014.	2502
15.	Siniša Radulović, Milan Segedinac, Zora Konjović, Goran Savić, SEMANTIC WEB BASED MODELING AND IMPLEMENTATION OF DIPLOMA SUPPLEMENT; konferencija ICT Forum, Niš, oktobar 2014.	2506
16.	Aleksandar Tatalović, RAZVOJ POSTUPAKA PRIPREME PODATAKA ZA PODRŠKU TESTIRANJU VIŠESLOJNE DISTRIBUTIVNE MREŽE	2513
17.	Nemanja Gajić, Marko Gecić, Darko Marčetić, VEKTORSKO UPRAVLJANJE PMSM NA BAZI dsPIC30F4011 SA INKREMENTALNIM ENKODEROM KAO SENZOROM POZICIJE	2517
18.	Mirela Hrnjak, RAZVOJ APLIKACIJE ZA GDA PRISTUP PODACIMA IZ RAZLIČITIH VERZIJA MODELA DISTRIBUTIVNE MREŽE	2521
19.	Nikola Krunić, PRIMENA MULE ESB-A U INTEGRACIJI APLIKACIJA ELEKTROENERGETSKOG PREDUZEĆA	2525

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1.	Dalibor Motika, PROCJENA STANJA I SANACIJA RADIONIČKE HALE U FABRICI UKRASNOG KAMENJA "FUK" ŠEKOVIĆI	2529
2.	Dušan Savić, PROJEKAT SANACIJE I REKONSTRUKCIJE ZIDANIH HALA U OKVIRU KOMPLEKSA FABRIKE „ITES - LOLA RIBAR“ U ODŽACIMA	2533
3.	Igor Puškaš, Vladimir Mučenski, ANALIZA VARIJANTNIH REŠENJA FASADNIH SISTEMA ZA OBJEKAT PREDŠKOLSKE USTANOVE	2537
4.	Vladimir Šovljanski, Jasmina Dražić, VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA I IZBOR VARIJANTE SAOBRAĆAJNICE OBILAZNICE OKO PETROVARADINA	2541
5.	Никола Будинчић, ПРОЦЕНА СТАЊА И ОЈАЧАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ВИСОКЕ СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ НАКОН ДОГРАДЊЕ	2545
6.	Aleksandar Dejić, Jasmina Dražić, IZBOR IZVOĐAČA RADOVA I KONSTRUKCIJE PRI PLANIRANJU IZGRADNJE PROIZVODNE HALE	2549

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1.	Владимир Бороња, ИДЕНТИФИКАЦИЈА ВОЗАЧА ВОЗИЛА УЧЕСТВОВАЛИХ У САОБРАЋАЈНИМ НЕЗГОДАМА-ФОРЕНЗИЧКИ АСПЕКТ	2553
2.	Ненад Ковач, ИСТРАЖИВАЊЕ ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА НА ПУТНИМ ПРЕЛАЗИМА У АП ВОЈВОДИНИ	2557
3.	Miloš Brcanov, KARAKTERISTIKE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE I DOPRINOS PUTA NASTANKU SAOBRAĆAJNIH NEZGODA	2561

4. Бранко Гогоћ,
МЕТОДЕ ЗА АНАЛИЗУ СТУДИЈА РИЗИКА НЕЗГОДА И ПОВРЕДА У САОБРАЋАЈУ 2565
5. Milan Stanković, Željen Trpovski,
STRIMOVANJE MULTIMEDIJALNOG SADRŽAJA 2569

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Ana Zlatković,
UTICAJ PROPORCIONALNOG SASTAVA EPOKSIDNOG INFILTRANTA NA ZATEZNU
ČVRSTOĆU EPRUVETA IZRAĐENIH U 3DP TEHNOLOGIJI 2573
2. Jelena Žarko, Uroš Nedeljković,
EFEKTI SVETLINE LIKA NA PERCEPCIJU ATRIBUTA LIČNOSTI TIPOGRAFSKOG PISMA 2577
3. Rade Lučić, Dragoljub Novaković, Darko Avramović,
MODEL CENTRALNE PODRŠKE INFORMACIONIM PULTOVIMA SA AKCENTOM NA GRID
LABORATORIJE 2581
4. Jelena Vajner, Dragoljub Novaković, Nemanja Kašiković,
MONTAŽA KRATKOMETRAŽNOG VIDEO U TELEVIZIJSKOJ PRODUKCIJI 2585
5. Đorđe Vujčić, Dragoljub Novaković, Sandra Dedić,
KONTROLA KVALITETA OTISKA U TABAČNOJ OFSET ŠTAMPI U ZAVISNOSTI OD TIRAŽA ... 2589
6. Anja Beljkaš, Igor Karlović, Ivana Jurić,
POREĐENJE RAZLIČITIH METODA ZA PROCJENU POVRŠINSKE NEUNIFORMNOSTI
OTISAKA 2593
7. Melita Antal,
UNAPREĐENJE PROCESA PROIZVODNJE ŠTAMPARIJE „FORUM” PRIMENOM ALATA
„LEAN” KONCEPTA 2597

Radovi iz oblasti: Inženjerstvo životne sredine

1. Jelena Kolarov,
UTVRĐIVANJE KOLIČINE, SASTAVA I POTENCIJALA ZA ISKORIŠĆENJE KOMUNALNOG
OTPADU U SRBIJI 2601
2. Aleksandar Čalenić, Milan Dimkić,
NOVELIRANJE USLOVA ZAŠTITE IZVORIŠTA „CARINA” SA OSVRTOM NA RAD
DRENAŽNOG JEZERA U KLADOVU 2604
3. Tamara Bajić, Jelena Radonić,
KVALITATIVNA ANALIZA KOMUNALNE OTPADNE VODE GRADA NOVOG SADA I
POVRŠINSKE VODE DUNAVA 2608
4. Sanja Sandić, Slobodan Krnjetin,
ANALIZA EKOLOŠKIH PARAMETARA U PROSTORNOM PLANIRANJU GRADA NOVOG
SADA 2612
5. Branka Radoja,
PRIPREMA VODE ZA PIĆE U JKP VODOKANAL U SOMBORU 2616
6. Milana Milanko, Dragana Štrbac,
SAVREMENI MATERIJALI ZA PROIZVODNJU VETROGENERATORA 2620
7. Aleksandra Marković,
PRIMENA RAZLIČITIH METODA PROCENE RIZIKA NA PRIMERU OPŠTE BOLNICE 2623

NESAOSNOST ROTIRAJUĆIH MAŠINA KAO JEDAN OD UZROČNIKA NJIHOVOG OŠTEĆIVANJA

MISALIGNMENT OF ROTATING MACHINES AS ONE OF THE CAUSE OF THEIR FAILURE

Dragan Todorović, Ninoslav Zuber, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Kroz ovaj rad dat je opis fenomena nesaosnosti uz ukazivanje na njen uticaj na pojavu otkaza kod rotacionih mašina kao i načini za njeno otkrivanje, merenje i uklanjanje.

Abstract – Through this paper a description of misalignment phenomena has given together with its influence on failures for rotating machines so as methods for detection, measurement and correcting misalignment.

Ključne reči: Nesaosnost, otkaz, rotacione mašine

Keywords: Misalignment, failure, rotating machines

1. UVOD

Već duže vreme u svetu vlada trend energetske efikasnosti gde je energetski efikasnija mašina „jeftinija“. Iz opravdanih razloga - zarad povećanja pouzdanosti mašina, smanjenja rasipanja i prekomernih gubitaka energije i na kraju, povećanja profita, održavanje je postalo izuzetno važno u svim velikim, ali i malim proizvodnim krugovima.

Nesaosnost predstavlja stanje u kom se nalaze mašine čije ose rotacije vratila nisu kolinearne u tački prenosa energije sa pogonske na gonjenu mašinu u radnim uslovima - na radnom broju obrtaja i radnoj temperaturi. Treba navesti kao vrlo bitan podatak da je nesaosnost izazivač oštećenja mašina u oko 50% slučajeva.

Kako bi se obezbedilo kvalitetno održavanje mašina potrebno je uložiti trud, vreme i novac u ljudstvo i opremu.

U početku ta ulaganja mogu izgledati velika i teško izdrživa za firmu, ali gledano u nekom, ne uvek, dužem vremenskom periodu, ona se višestruko otplaćuju. Jedan od primera je preuzet od švedskog proizvođača merne i opreme za poravnanje Damalini čija je linija proizvoda Easy Laser® jedna od najnaprednijih u oblasti merenja nesaosnosti, gde je ukupna ušteda, sa svim pretpostavkama sa najgorim slučajevima za datu elektranu bila oko 8776€ godišnje, minimalno.

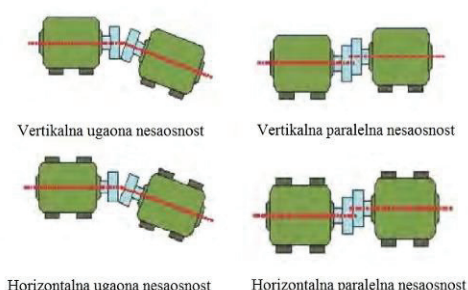
Tako gledano, ulaganje u opremu za lasersko poravnanje je investicija koja može da se isplati u roku od godinu dana i da nastavi sa doprinosom dugi niz godina.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Ninoslav Zuber.

2. TIPOVI NESAOSNOSTI

Teoretski, nesaosnost se javlja u dva osnovna oblika, kao paralelna, gde su ose vratila rotirajućih mašina međusobno paralelno pomerene za neko rastojanje i ugaona - ose vratila su zakrenute za određeni ugao, ali se seku (Slika 1.).



Slika 1. Ugaona i paralelna nesaosnost u vertikalnoj i horizontalnoj ravni

Nesaosnost se u praksi najčešće javlja kao kombinacija oba oblika – kombinovana nesaosnost. Nesaosnost je gotovo nemoguće u potpunosti ukloniti, ali je moguće dovesti do nekih dozvoljenih vrednosti paralelne odnosno ugaone nesaosnosti u zavisnosti od broja obrtaja mašine (Tabele 1. i 2.)

Tabela 1. Dozvoljena odstupanja paralelne nesaosnosti

Paralelna nesaosnost mm	Odlično stanje	Prihvatljivo stanje
0 – 1000 RPM	0.07	0.13
1000 – 2000 RPM	0.05	0.10
2000 – 3000 RPM	0.03	0.07
3000 – 4000 RPM	0.02	0.04
4000 – 5000 RPM	0.01	0.03
5000 – 6000 RPM	< 0.01	< 0.03

Vizuelno je moguće uočiti neke od simptoma pojave nesaosnosti, a najčešći su:

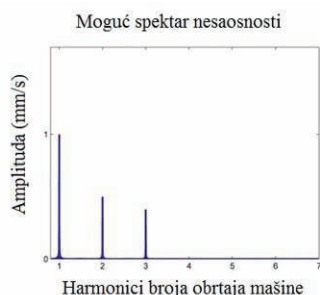
- otpušteni ili oštećeni zavrtnjevi za stezanje na postolje
- otpušteni ili oštećeni zavrtnjevi za stezanje spojnice
- ukoliko je spojnica sa elastičnim elementom u vidu elastomera uočice se gumena prašina nastala usled trošenja elementa

- neuobičajeno ubrzano trošenje i oštećenje spojnice
- pojava curenja ulja na zaptivkama ležajeva
- slične mašine u pogonu se ne ponašaju isto
- oštećenja i lomovi vratila na mestu ili blizu ležaja ili spojnice

Tabela 2. *Dozvoljena odstupanja ugaone nesaosnosti*

Ugaona nesaosnost mm /100 mm	Odlično stanje	Prihvatljivo stanje
0 – 1000 RPM	0.06	0.10
1000 – 2000 RPM	0.05	0.08
2000 – 3000 RPM	0.04	0.07
3000 – 4000 RPM	0.03	0.06
4000 – 5000 RPM	0.02	0.05
5000 – 6000 RPM	0.01	0.04

Moguće je potvrditi nesaosnost i merenjem vibracija mašine u aksijalnom i radijalnom pravcu. Mnogo faktora utiče na pojavu vibracija (veličina nesaosnosti, tip spojnice itd.) tako da na ovaj način postojanje problema se može potvrditi opštom smernicom da se u slučaju izražene nesaosnosti u frekventnom spektru pojavljuje povišena amplituda na drugom harmoniku broja obrtaja mašine. U zavisnosti od tipa nesaosnosti često se pojavljuje i treći harmonik broja obrtaja pogotovo u slučaju kombinovane nesaosnosti (Slika 3.).

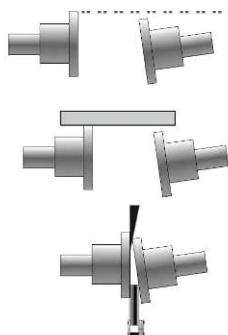


Slika 3. *Pojava drugog i trećeg harmonika u spektru snimljenih vibracija usled prisustva nesaosnosti*

3. SNIMANJE I KORIGOVANJE NESAOSNOSTI MAŠINA

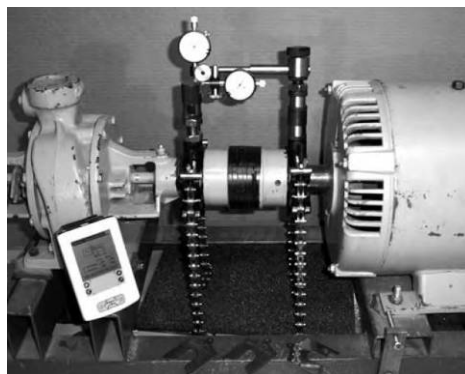
Najčešće se primenjuju sledeća tri načina poravnanja:

1. grubo poravnanje upotrebom ravnih lenjira i kompleta limova za merenje zazora (Slika 4.)



Slika 4. *Grubo poravnanje*

2. poravnanje pomoću komparatera gde se u zavisnosti od načina postavljanja opreme razlikuje nekoliko pristupa - metod zakrenutih komparatera, metod lica i oboda, dvostruki radijalni metod, metod merenja preko vratila spojnice, metod lice-lice i tako dalje (Slika 5.)



Slika 5. *Poravnanje pomoću komparatera*

3. laserske metode kao najpouzdanije i najmodernije (Slika 6.)



Slika 6. *Laserske metode poravnanja*

4. EKSPERIMENT

Merenje je izvršeno u Novosadskoj toplani TO Istok, na pumpi broj 3, snage 110 kW, sa nominalnim brojem obrtaja 1465 o/min. Izlazni rukavac motora je preko elastične spojnice (periflex) spojen sa rukavcem centrifugalne pumpe koja ima sedam lopatica. Konstruisana je kao rotor sa prepustom na čijem se kraju nalazi radno kolo (Slika 7.).



Slika 7. *Motor i pumpa iz eksperimenta*

Za merenje nesaosnosti korišćen je set Easy Laser D525 proizvođača Damalini (Slika 8.), a za merenje vibracija sistem OneproD MVP-2C- dvokanalni vibroanalizator, kolektor, balanser, rekorder i analizator harmonijskih redova, tj. modularni sistem "sve u jednom" (Slika 9.). Analiza rezultata merenja vibracija izvršena je softverom OneproD XPR-300. Merni sistem i softver su proizvod francuske kompanije 01dB Metravib.

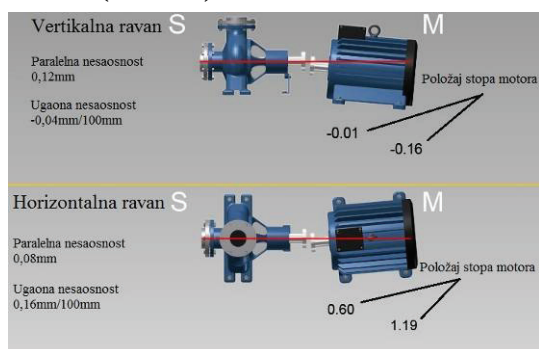


Slika 8. Easy Laser D525



Slika 9. OneproD MVP-2C

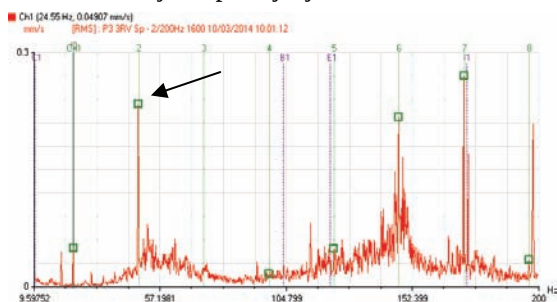
Rezultati merenja nesaosnosti u vertikalnoj ravni pokazuju da je sistem blago prešao dozvoljenu prihvatljivu vrednost za paralelnu nesaosnost - prihvatljivo stanje 0,1 mm, a izmereno 0,12 mm dok je vrednost ugaone nesaosnosti u opsegu odličnog stanja - odlično stanje 0,05 mm/100mm, mereno 0,04 mm/100mm. Rezultati merenja u horizontalnoj ravni pokazuju obrnuto stanje, dakle, paralelna nesaosnost je u granicama prihvatljivog stanja - izmereno je 0,08 mm, a ugaona nesaosnost izbija iz okvira prihvatljivih vrednosti - prihvatljivo stanje 0,08 mm/100mm, mereno 0,16 mm/100mm (Slika 10.).



Slika 10. Snimljena nesaosnost

Vibracije su merene na ležajevima motora i pumpe u tri pravca - horizontalnom, vertikalnom i aksijalnom, gde je to bilo moguće. Rezultati pokazuju da su snimljeni nivoi vibracija mašina prihvatljivi i u zelenoj zoni po standardu ISO 10816 tako da se snimljena nesaosnost tretira kao tolerantna za rad mašine iako se očekuje pre vremena oštećivanje elastičnog elementa spojnice.

Na Slici 11. dat je frekventni spektar vibracija u vertikalnoj ravni na kućištu ležaja pumpe bliže spojnici gde se vidi izražen drugi harmonik broja obrtaja mašine u spektru što ukazuje na postojanje nesaosnosti.



Slika 11. Prisustvo drugog harmonika (celobrojnog umnoška) broja obrtaja mašine u spektru

5. ZAKLJUČAK

Kroz pregled filozofija održavanja, pored njihovih pojedinačnih pristupa prikazan je razvoj svesti o radu mašina i napredak od jednostavne zamene pokvarenih delova do dublje analize stanja mašine u potrazi za ključnim uzrocima nastanka otkaza, kao i približno vremensko određivanje mogućeg otkaza.

Snimanje vibracija je najnapredniji i najkorisniji metod koji uz adekvatnu analizu može ukazati na najteže uočljive nedostatke mašine. Korišćeno je i u ovom radu kao potvrda postojanja nesaosnosti. Za problematiku rada je od najvećeg značaja bila laserska metoda poravnanja kao najnaprednija u oblasti merenja nesaosnosti.

Kroz definiciju nesaosnosti utvrđeno je kako se manifestuje i koje su mogućnosti otklanjanja. Takođe su dati zahtevi koje bi mašina trebala da ispoštuje po pitanju standarda vezanih za ovu problematiku.

Detaljnim objašnjenjem postupaka u diplomskom master radu autora, kako računskih tako i grafičkih ukazano je na prednosti i mane pojedinačnih načina merenja nesaosnosti, sa akcentom na metod laserskog poravnanja i prikazom drugih mogućih primena ovih sistema.

6. LITERATURA

- [1] Dr Zuber N., materijali sa predavanja iz predmeta: *Metode ispitivanja mašina*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.
- [2] Dr Zuber N., materijali sa predavanja iz predmeta: *Vibrodijagnostika*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011.
- [3] Dr Zuber N., *Vibrodijagnostika rotirajućih mašina*, knjiga u pripremi
- [4] Piotrowski J., *Shaft Alignment Handbook, Third Edition*, CRC Press, 2006.
- [5] Randall R. B., *Vibration-based Condition Monitoring: Industrial, Aerospace and Automotive Applications*, Wiley, 2011.
- [6] 01dB Metravib tehnički opis OneproD MVP-2C
- [7] 01dB Metravib Upustvo za korišćenje OneproD MVP-2C
- [8] Materijal sa www.damalini.com
- [9] Materijal sa www.prufttechnik.com
- [10] Materijal sa www.grundfos.com

Kratka biografija:



Dragan Todorović je rođen 1988. god. u Šapcu. Diplomski- master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo odbranio je 2014. god.



Ninoslav Zuber je rođen 1973. god. u Bačkoj Topoli. Diplomirao, magistrirao i doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka gde je trenutno zaposlen sa zvanjem docenta.

NUMERIČKA ANALIZA HLADNOG KOMBINOVANOG ISTISKIVANJA**NUMERICAL ANALYSIS OF COLD COMBINED EXTRUSION**

Zoltan Kanjo, Mladomir Milutinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Tematika rada odnosi se na procese zapreminskog deformisanja sa raznosmernim tečenjem materijala. U tom smislu razmatran je postupak hladnog kombinovanog (suprotnosmetno-istosmernog) istiskivanja čeličnih uzoraka pomoću polu-sferinog žiga.

Softverski paket *Simufact.Forming* baziran na metodi konačnih elemenata (MKE) korišćen je za numeričku analizu i simulaciju navedenog postupka. Razmatran je uticaj trenja na naponsko-deformaciono stanje i tečenje materijala u procesu deformisanja. Dobijeni rezultati su analizirani i diskutovani.

Abstract - This paper discusses bulk metal forming process with divided material flow. In this respect, a process of combined forward-backward cold extrusion of steel billets by semispherical punch has been investigated. Numerical analysis and simulation of the extrusion process is performed using the Finite Element Method (FEM) and the software package *Simufact. Forming*. The influence of friction on the stress-strain state and material flow during forming process have been considered. The results are analyzed and discussed.

Ključne reči: Kombinovano istiskivanje, numerička analiza, tok materijala

1. UVOD

Istiskivanje je proces deformisanja, koji se koristi za izradu dugih, pravih, metalnih poluproizvoda male i srednje veličine, kao što su: šipke, puni i šuplji profili, cevi, žice i trake. U zavisnosti od geometrijske konstelacije elemenata alata i polaznog materijala kao i od pravca i smera tečenja materijala za vreme procesa, razlikuju se tri osnovne vrste istiskivanja: istosmerno, suprotnosmerno i radijalno istiskivanje.

Ovi nazivi su dobijeni na osnovu odnosa između pravca tečenja materijala i pravca delovanja žiga. Specijalne vrste hladnog istiskivanja predstavljaju kombinacije osnovnih vrsta. Ove tehnologije omogućavaju dobijanje raznih, složenih delova. Samim tim je omogućeno proširenje primene hladnog istiskivanja [1].

Pri izučavanju određenih procesa deformisanja, često se dolazi do teškoća u analitičkom obliku. U najvećem broju slučajeva, kada analizirana struktura ima složenu geometriju, složeno opterećenje i kada su strukture od različitih materijala nije moguće naći rešenje u analitičkom obliku. Zbog toga se koriste numeričke

metode, a jedan od njih, najčešće korišćen je Metoda Konačnih Elemenata (MKE).

Primena numeričkih metoda u obradi deformisanjem danas je veoma raširena i postoji veliki broj komercijalnih softvera za modelovanje i simulaciju procesa. Benefiti koje pružaju numeričke simulacije u procesu razrade tehnoloških postupaka obrade deformisanjem su brojni, a kao najvažniji mogu se spomenuti skraćanje ukupnog vreme projektovanja, simultana analiza većeg broja varijanti izrade dela, smanjenje troškova razvoja, poboljšanje kvaliteta i dr., što bitno utiče na povećanje konkurentnost na tržištu [2].

U ovom radu analiziran je proces zapreminskog deformisanja sa dvosmernim tečenjem materijala, koji predstavlja varijantu kombinovanog (istosmerno-suprotnosmerno) istiskivanja, pomoću MKE i softverskog paketa *Simufact.Forming*.

U istraživanjima je korišćen polusferični žig, a poseban akcenat je stavljen na analizu uticaja trenja na naponsko-deformaciono stanje u obratku i tok materijala u procesu deformisanja.

2. KOMBINOVANO ISTISKIVANJE

U mnogim slučajevima za dobijanje konačnog oblika radnog predmeta potrebno je primeniti veći broj operacija hladnog istiskivanja.

Zbog toga, da bi se smanjili troškovi i skratilo vreme izrade došlo se do ideje da se spoje (najčešće) dve osnovne operacije istiskivanja u jednu (kombinovanu) operaciju.

Drugim rečima, kombinovano istiskivanje predstavlja postupak oblikovanja gde materijal radnog predmeta istovremeno teče tj. biva istiskivan u različite pravce (istosmerno, suprotnosmerno ili radijalno) u odnosu na pravac kretanja žiga.

Na taj način moguće je dobiti širok spektar delova različitog oblika i stepena složenosti i time značajno proširiti oblast primene ove tehnologije [3].

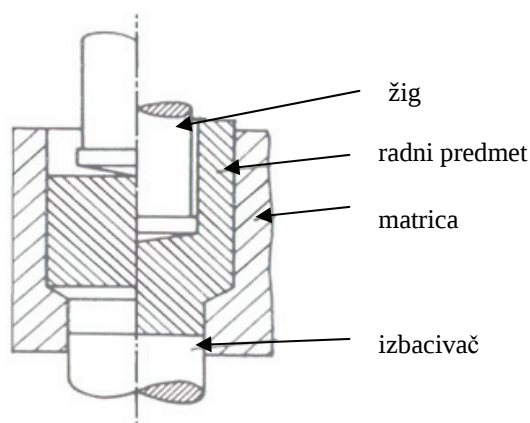
Finalna geometrija pri kombinovanom istiskivanju formira se na dva načina: a) uzorak se istiskuje usled geometrijskih razlika (zazora) između alata koja se zadaju pri projektovanju, b) uzorak se istiskuje usled otvora u pojedinim elementima alata [4].

Pri tome tok materijala zavisi od brojnih faktora, među kojima su najvažniji: trenje u procesu, geometrije alata (posebno je važna veličina otvora), vrsta materijala i najzad procenat redukcije zapremine.

Na slici 1 prikazana je šema procesa kombinovanog suprotnosmerno-istosmernog istiskivanja, koja će biti analizirana u ovom radu.

NAPOMENA:

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



Slika 1. Prikaz osnovne šeme procesa kombinovanog istiskivanja [1]

3. NUMERIČKA SIMULACIJA KOMBINOVANOG ISTISKIVANJA

3.1 Metoda konačnih elemenata

Metoda konačnih elemenata (MKE) predstavlja numerički postupak rešavanja inženjerskih problema i problema matematičke, fizike i dr.[2]. Numeričke analize procesa deformisanja sprovode se u cilju lakšeg i efikasnijeg izučavanja procesa, provere geometrije i opterećenja alata, određivanja parametara procesa, toka materijala, naponskog i deformacionog stanja i dr. [5].

U ovom radu numerička analiza bazirana na MKE razmatranog procesa kombinovanog istiskivanja realizovana je pomoću programskog paketa Simufact.Forming.11.

3.2 Programski paket Simufact. Forming.11

Pomoću programskog paketa Simufact.Forming mogu se modelovati (2D ili 3D), simulirati i analizirati gotovi svi postupci hladnog zapreminskog deformisanja. Kao izlazni rezultat dobija se čitava paleta podataka koji se odnose na energetske parametre procesa i naponsko-deformaciono stanje alata i radnog predmeta.

Pored toga ovaj softver nudi mnogobrojne grafičke mogućnosti za jasno, efikasno i razumno prikazivanje, praćenje i vizuelizaciju procesa deformisanja u 2D ili 3D okruženju, kao i proveru geometrijskih i dimenzionih karakteristika obratka u različitim fazama procesa.

Ovaj softver koristi metodu konačnih elemenata ili metodu konačnih zapremina za analizu procesa deformisanja, s tim da je u predmetnim istraživanjima korišćena metoda konačnih elemenata.

MKE analiza u okviru programskog paketa Simufact. Forming može se podeliti u tri celine:

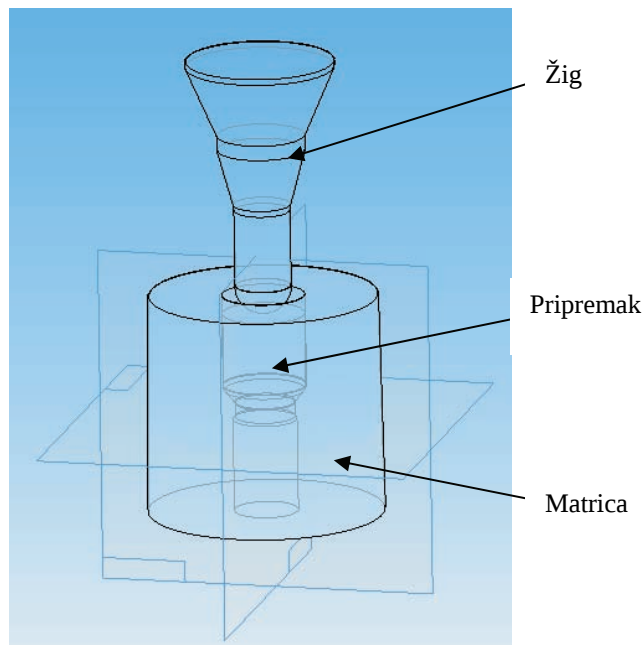
- **Preprocesiranje** –modelovanje procesa (na bazi postojećih CAD modela i kreiranje novog), definisanje graničnih i kontaktnih uslova, izbor materijala, kreiranje mreže konačnih elemenata i dr.

- **Procesiranje** – kontrola simulacije (pokretanje, zaustavljanje i nastavljjanje procesa simulacije).

- **Postprocesiranje** – animacija simulacije, prikaz i analiza rezultata, štampanje rezultata itd.

3.3 Simulacija procesa kombinovanog istiskivanja

Najvažniji korak na početku simulacije procesa deformisanja je crtanje pojedinačnih elemenata alata u nekom CAD softveru i generisanje modela sklopa alata u okviru MKE softvera. U tu svrhu korišćen je softverski paket Solid.Edge.V18. Slika sklopa alata prikazana je na slici 2.



Slika 2. 3D sklop alata

U okviru pre-procesiranja podešeni su sledeći parametri procesa:

- Izbor tipa procesa – istosmerno istiskivanje (ne postoji varijanta kombinovanog istiskivanja),
- Vrsta obrade – hladno deformisanje,
- Vrsta simulacije – 2D simulacija,
- Metoda analize – metoda konačnih elemenata (MKE),
- Mašina – hidraulična presa brzina kretanja žiga 0,12 mm/s,
- Radna temperatura alata – sobna temperatura 20 ° C jer je u pitanju hladna obrada,
- Materijal uzoraka – materijal je zadat na osnovu krive tečenja $K = 289,671 + 597,581 \cdot \varphi^{0,333}$, koji je ekvivalentan sa čelikom Č 1530,
- Trenje – kontaktni ulovi zadati su preko Coulomb – ovog koeficijenta trenja i obuhvatili su sledeće vrednosti: $\mu = 0,1$; $\mu = 0,12$ i $\mu = 0,15$,
- Hod žiga – hod žiga iznosi 24 mm,
- Mreža konačnih elemenata – mreža je generisana automatski na osnovu usvojene veličine elemenata 1,5mm.

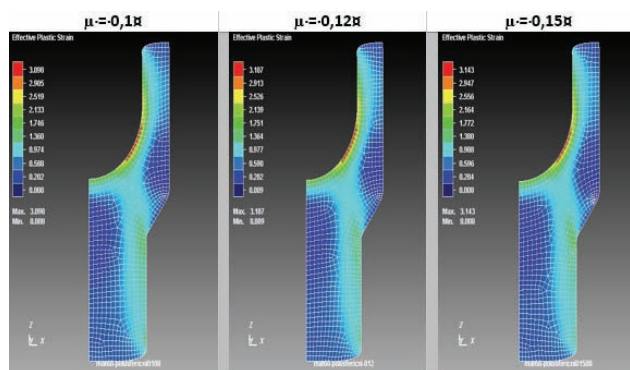
U okviru post-procesiranja prikazani su i analizirani dobijeni rezultati: deformaciono i naponsko stanje, dijagram sila – hod, tok materijala po fazama obrade.

4. REZULTATI NUMERIČKE ANALIZE

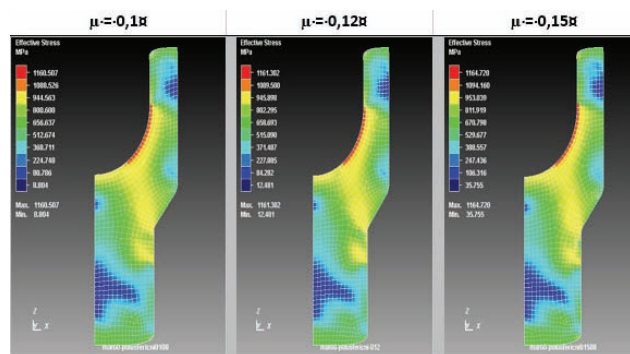
4.1 Efektivne deformacije i efektivni napon

Efektivna deformacija i efektivni napon u obratku na kraju procesa deformisanja za različite vrednosti koeficijenta trenja prikazani su na slikama 3 i 4.

Na osnovu slika 3 i 4 možemo zaključiti da je naponsko i deformaciono stanje po zapremini obratka veoma nehomogeno, ali da trenje (u razmatranom dijapazonu) bitno ne utiče na vrednosti ovih napona i njihovu distribuciju. Najveće vrednosti ovih parametara javljaju se se duž kontaktnih površina alat-obradak u zonama gde dolazi do promene smera tečenja materijala



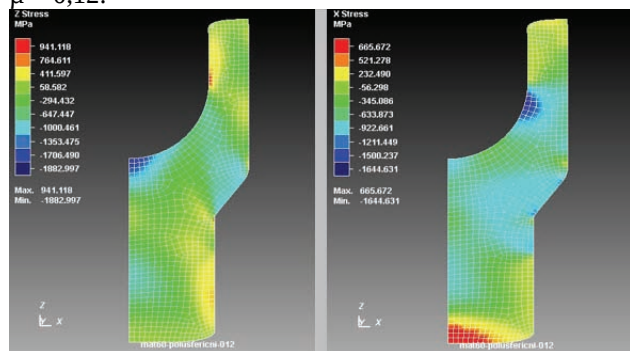
Slika 3. Distribucija efektivne deformacije po zapremini obratka u zavisnosti od trenja



Slika 4. Distribucija efektivnog napona po zapremini obratka u zavisnosti od trenja

4.2 Aksijalni i radijalni naponi

Vrednosti aksijalnog i radijalnog napona po zapremini obratka dati su na slici 5, a za vrednost koeficijenta trenja $\mu = 0,12$.

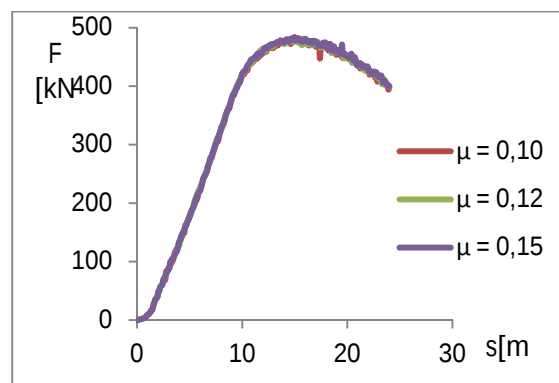


Slika 5. Vrednosti aksijalnog (levo) i radijalnog (desno) napona

Primećuje se su aksijalni (pritisni) naponi najveći ispod čela žiga, dok su radijalni (pritisni) najveći na delu kontaktne površine obratka sa zidom matrice u visini kalibrišuće zone. Na spoljnoj (slobodnoj) površini obratka na delu ispod kalibrišuće zone matrice, radijalni naponi su zatezni.

4.3 Dijagram sila – hod

Slika 6 prikazuje dijagram sila – hod za različite vrednosti koeficijenta trenja. Kao što se vidi sa dijagrama tokovi krivi su identični i nema bitnih razlika u maksimalnim vrednostima deformacione sile na osnovu čega se zaključuje da trenje niskog intenziteta nema signifikantan uticaj na ovaj parametar. Sam tok sile poklapa se po formi sa dijagramom deformacione sile pri suprotno-smernom istiskivanju. Na početku procesa deformaciona sila intenzivno raste pri čemu svoj maksimum dostiže na polovini ukupnog hoda žiga. Nakon toga dolazi do pada sile, pri čemu je gradijent smanjenja znatno izraženiji nego kod singl operacije suprotno-smernog istiskivanja.

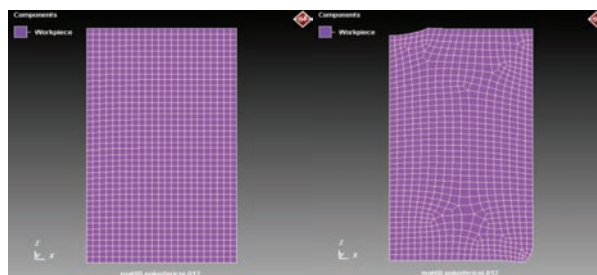


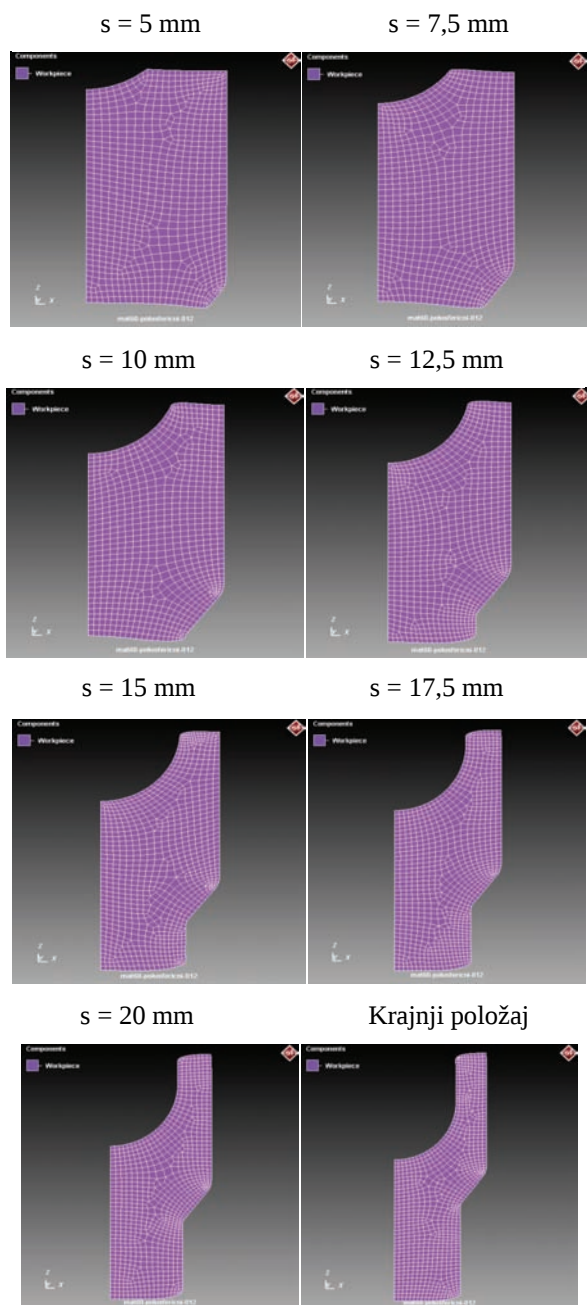
Slika 6 Dijagram sila – hod

4.4 Tok materijala

Programski paket Simufactv.Forming omogućava prikazivanje procesa deformisanja i geometrije radnog predmeta u različitim fazama, na osnovu čega se može analizirati i pratiti tok materijala tokom obrade. Faze se mogu zadati proizvoljno, a korak se obično bira u zavisnosti od ukupnog hoda žiga. U ovom slučaju usvojen je korak od 2,5mm. Slika 7 ilustruje prethodno rečeno, tj. sa nje se može videti geometriju obratka na kraju svake faze.

Početni položaj $s = 2,5 \text{ mm}$





Slika 7 Faze procesa kombinovanog istiskivanja

Na osnovu fazne geometrije obratka može se zaključiti da materijal intenzivnije teče u zazor između žiga i matrice nego kroz konusni kanal (otvor u matrici), odnosno da geometrijske konstelacije elemenata alata favorizuju deo procesa koji se odnosi na suprotno-smerno istiskivanje.

5. ZAKLJUČAK

U okviru rada elaborirane su osnovne karakteristike tehnologije hladnog istiskivanja, mogućnosti i ograničenja u primeni.

Naglasak je bio stavljen na analizu procesa sa raznosmernim tečenjem materijala i u tu svrhu izvršeno je modelovanje i simulacija postupka kombinovanog (istosmernog+suprotno-smerno) istiskivanja polu-sferičnim žigom cilindričnih uzoraka od čelika. Deformacioni proces i sam postupak interesantni su kako sa teorijskog tako i praktičnog stanovišta. Za predmetna istraživanja korišćen je softverski paket Simufact.Forming i metoda konačnih elemenata.

Na osnovu izvršenih analiza zaključuje se da je naponsko-deformaciono stanje u obratku izuzetno nehomogeno, a da trenje u dijapazonu $\mu = 0,1 - 0,15$ bitno ne utiče na distribuciju efektivnog napona i efektivne deformacije, odnosno na tok i intenzitet deformacione sile. Kada je u pitanju tok materijala, sagledavanjem geometrije radnog predmeta pri različitim vrednostima hoda alata-žiga proizilazi da isti intenzivnije teče u smeru suprotnom od smera dejstva žiga. Drugim rečima, za razmatrani model istiskivanja, operacija suprotno-smernog istiskivanja je dominantnija u odnosu na operaciju istosmernog istiskivanja.

Na kraju se posebno ističe da savremeni softverski paketi bazirani na metodi konačnih elemenata pružaju velike mogućnosti za analizu procesa deformisanja, tj. da simulacije danas predstavljaju deo standardne procedure pri razradi, projektovanju i optimizaciji tehnoloških postupaka obrade deformisanjem.

6. LITERATURA

- [1] M. Plančak, D. Vilotić, „Tehnologija plastičnog deformisanja“; FTN, 2008.
- [2] K.Abrinia, S.Orangi, „Numerical study of backward extrusion process using finite element method“; School of Mechanical Engineering, University of Tehran, I.R.Iran
- [3] H.J. Choi, et al., „The forming characteristics of radial – backward extrusion“ Journal of Materials Processing Technology 113 (2001), pp.141 – 147
- [4] H.Y. et al., „Process design of the cold forging of a billet by forward and backward extrusion“ Journal of Materials Processing Technology 135 (2003), pp. 375–381.
- [5] K.C. Nayak, „Three dimensional analysis of combined extrusion – forging process“ Master work; National institute of technology Rourkela, India 2013.

Kratka biografija:

Zoltan Kanjo rođen je u Vrbasu 1989. god. Završio je osnovne studije 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka na studijskom programu Mašinstvo – Proizvodno mašinstvo.

Mladimir Milutinović, rođen je u Arilju 1967. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. god. Zaposlen je kao docent na Katedri za tehnologije oblikovanjem i inženjerstvo površina, Departman za proizvodno mašinstvo, Fakultetu tehničkih nauka.

**АНАЛИЗА НОСЕЋЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ТРАКТОРСКЕ ПРИКОЛИЦЕ ПРИМЕНОМ
МЕТОДЕ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА****ANALYSIS OF AN AGRICULTURAL TRAILER CHASSIS USING THE FINITE
ELEMENT METHOD**

Илија Бијелић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – Машинство

Кратак садржај – Метод коначних елемената је незаобилазна тачка у процесу инжењерске анализе и оптимизације конструкција. Овај рад приказује могућност примене ове методе при анализи напона и деформација шасије једноосовинске тракторске приколице у циљу оптимизације решења. Моделовање и анализа је вршена у програмском пакету „AutoDesk Inventor“. Ради потврде добијених резултата извршен је и аналитички прорачун.

Abstract - The finite element method is an unavoidable point in the process of engineering analysis and design optimization. This paper shows the possibility of using this method in the analysis of stress and deformation of the single-axle tractor trailer chassis in order to optimize solution. Modeling and analysis was performed in the software package "AutoDesk Inventor". Analytic calculation was performed for the verification of the obtained results.

Кључне речи: структурна анализа, шасија тракторске приколице, метода коначних елемената

1. Увод

Метод коначних елемената је данас најчешће коришћена метода за одређивање напона и деформација. Овом методом се могу анализирати линијске, раванске и просторне конструкције. Главна разлика у односу на остале методе је физичка дискретизација објекта анализе, односно дискретизација објекта анализе елементима коначних димензија тј. коначним елементима.

Коначни елементи су међусобно повезани искључиво преко чворова, а померања унутар коначног елемента зависе од примењених интерполационих једначина. Коначни елементи могу бити линијски, равански и просторни, док интерполационе једначине могу бити линеарне, квадратне, кубне...

Пре анализе потребно је извршити израду CAD-модела, затим се врши дискретизација модела, задавање оптерећења и ограничења и прорачун, који је у потпуности аутоматизован. Резултат прорачуна се добија у виду напона, деформација а у неким програмима и степена сигурности са јасним визуелним распоредом напона и деформација.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор био др Драган Ружић, ред.проф.

Тачност резултата у великој мери зависи од способности аналитичара да квалитетно представи модел и услове који се јављају на моделу [1].

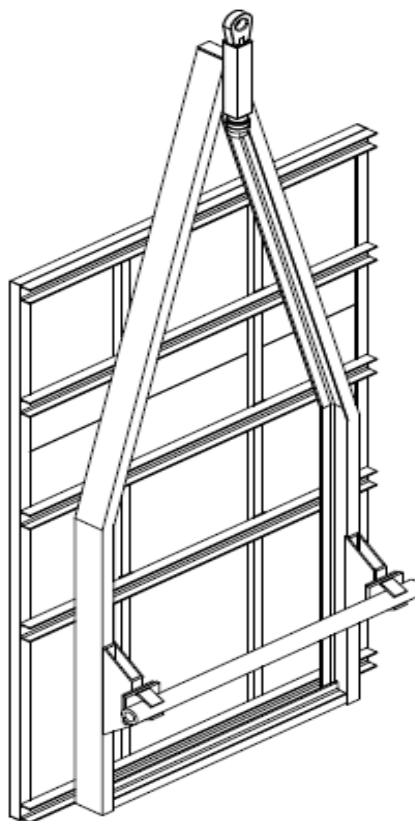
2. Шасија једноосовинске тракторске приколице

Шасија представља најважнији елемент приколице јер отказ шасије изазива трајни отказ целе конструкције. Велико растојање између вучног ока и задње осовине приколице изазива стварање великих напона савијања, због чега ове конструкције морају бити пажљиво испитане са аспекта савијања.

Шасија ових приколица се састоји од два подужна носача на бази U-профила. Оптерећење се са товарног сандука преноси на носаче преко решетке, која је такође на бази U-профила.

Сви елементи шасије се праве од општег конструкционог челика, обично је то EN 10 027-1 S235.

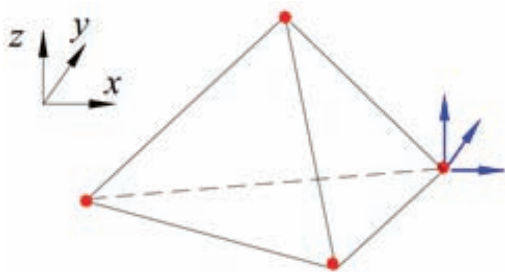
Прорачун у првој фази се бави избором одговарајуће базе за подужни носач тј. одговарајућег типа профила а у другој фази прорачуна се тежи оптимизацији добијеног решења.



Слика 1. Шасија приколице

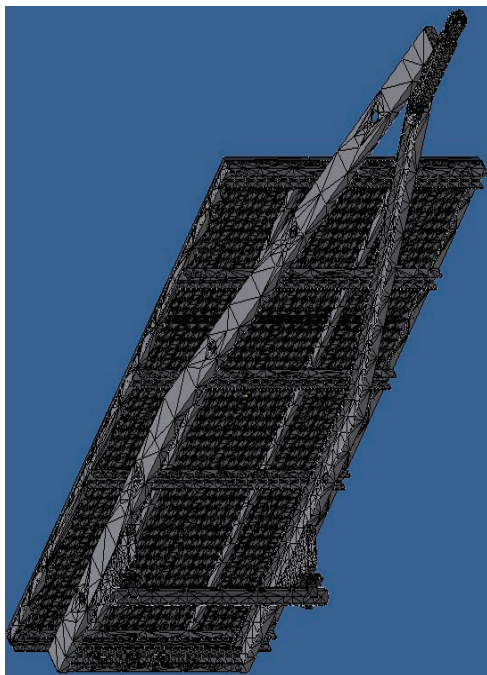
3. Опис примењене методе

Након што је израђен просторни модел, који представља приколицу, приказан на слици 1., приступа се дискретизацији модела. Дискретизација представља претварање CAD-модела у мрежу коначних елемената. На слици 2. је приказан тетраедарски коначни елемент којим је модел дискретизован [2].



Слика 2. Коначни елемент у облику тетраедра

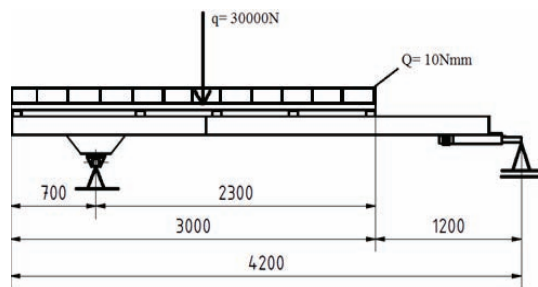
На слици 3. је приказан модел дискретизован коначним елементима у облику тетраедра.



Слика 3. Дискретизовани модел

Ограничења су задата тако да дискретизовани модел има могућност савијања под дејством оптерећења али без додатних напрезања, што се дешава и у стварности. Модел са припадајућим ограничењима и оптерећењима је приказан на слици. Приколица је, у стварности, на предњем делу преко вучног ока зглобно везана за куку трактора, док је на задњем крају круто везана за задњу осовину, која се даље преко пнеуматика ослања на подлогу. Како би се постигао исти ефекат на испитиваном моделу, вучно око има само један степен слободе кретања и то у хоризонталној равни, док је задњој осовини одузета могућност кретања у правцу сопствене аксијалне и радијалне осе како би испитивани модел могао да се

угиба без додатних отпора. Носивост задње осовине постојеће приколице је три тоне из чега је изведен услов да је највеће дозвољено оптерећење ове приколице три тоне. [4]



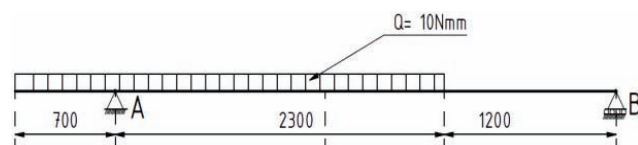
Слика 4. Приколица са припадајућим ограничењима и оптерећењима

Резултати анализе приказују распоред, највеће и најмање вредности деформација и Фон Мизесових напона. Фон Мизесови напони су сложени просторни напони.

4. Подужни носачи шасије, избор типа и оптимизација

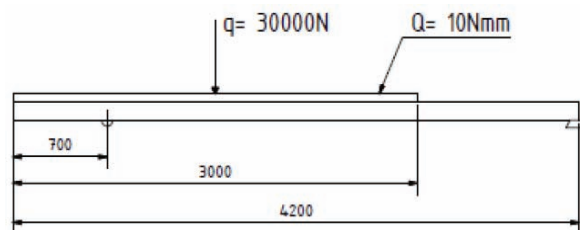
У првој фази је извршен избор типа профила који ће представљати основу за овај модел. За ове елементе је коришћен U-профил који се израђује од конструкционог челика EN 10 027-1 S235.

Аналитичком методом је утврђено да профили UNP-140 и UNP-120 задовољавају дате услове, док профил UNP-100 не задовољава. На слици 5. је приказан изглед аналитичког модела



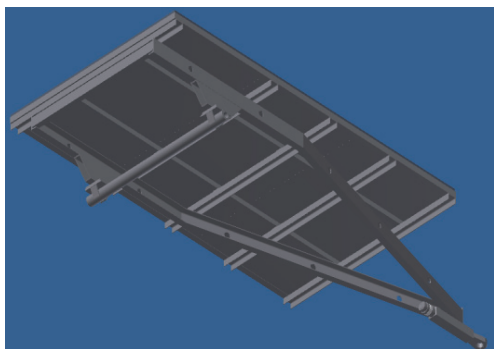
Слика 5. Скица модела за аналитички прорачун

CAD-модел подужних носача на бази ових профила су затим анализирани методом коначних елемената. Поређењем резултата ове две методе утврђено је одступање до 15%. На слици 6. је приказана скица модела обрађеног методом коначних елемената.



Слика 6. Скица модела за анализу методом коначних елемената

Оптимизација је извршена преко CAD-модела који су реално представљали једноосовинску тракторску приколицу уз занемаривање елемената који нису били битни за ову анализу. На слици 7. је приказан један од тих модела.



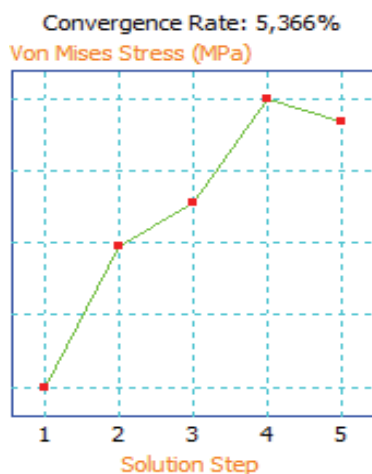
Слика 7. CAD-модел приколице

Аналитички прорачун за овај модел није вршен због сложености и времена потребног за анализу овако сложеног модела.

Степен сигурности је одређен аналитички као однос напона течења и радног напона савијања. Будући да је ова конструкција изложена великим динамичким утицајима најмањи дозвољени степен сигурности је увећан за коефицијент динамичког утицаја који је према препорукама из литературе износи 1,5. Узимајући наведено у обзир дозвољени степен сигурности износи 1,584. [2]

Провером шасије у склопу приколице утврђено је да се подужним носачима на бази профила UNP-140 добија предимензионисана конструкција, при чему је прорачунати степен сигурности 2,7. За разлику од ње шасија са подужним носачима на бази профила UNP-120 задовољава, при чему је прорачунати степен сигурности 2,17 што је ближе вредности дозвољеног степена сигурности.

При анализи је постигнуто велико приближавање резултата прорачуна, при сваком пролазу, тачној вредности (у овом случају Фон Мизесових напона). Ова појава се назива конвергентност и приказана је на слици 8..



Слика 8. Конвергентност

Због функционалности, поред чврстоће, мора се водити рачуна и о угибу шасије. Пошто за приколице овог типа не постоје неки предлози или правилници који се баве проблемом дозвољеног угиба шасије, из „Scania Bodybuilder“-а је преузет податак о највећем дозвољеном угибу који за ову шасију износи 17,5 [mm]. Поређењем резултата анализе и највећег дозвољеног угиба утврђено је да је прорачунати угиб далеко мањи од дозвољеног угиба. Приколица са подужним носачима на бази профила UNP-140 се при пуном оптерећењу угиба 2,3 [mm] а приколица са подужним носачима на бази профила UNP-120 има угиб од 2,8 [mm].

5. Закључак

Испитивањима је утврђено да је шасија са подужним носачима на бази профила UNP-140 предимензионисана конструкција, међутим испитивања показују могућност значајног повећања носивости у односу на дефинисану носивост, овог прикључног возила коришћењем профила UNP-140, па и коришћењем профила UNP-120.

Овај тип прикључних возила је због великог растојања између вучног ока и задње осовине угрожен са становишта губитка функционалности услед велике еластичности шасије (немогућност отварања или затварања страница приколице), због чега се поред критеријума чврстоће мора водити рачуна и о критеријуму крутости.

Тачност програмских пакета на бази методе коначних елемената (МКЕ) су потврђене аналитичком методом, при чему је утврђено да тачност опада са повећањем сложености објекта анализе. Неопходно је нагласити да повећање броја коначних елемената не значи аутоматски и повећање тачности резултата симулације јер може доћи до дивергирања резултата прорачуна.

Ослонци, односно ограничења кретања, представљају посебан проблем због сложености реалног представљања. У већини универзалних програма, ослонци су крути па се на местима, где се испитивани модел ослања, јављају преоптерећења због нееластичности ослонца. Ову појаву је неопходно узети у обзир при анализи резултата.

Најважнија предност ових програма је могућност испитивања великог броја модела за кратко време у односу на испитивања на стварним моделима. Испитивања на стварним моделима могу да послуже као потврда тачности резултата испитивања помоћу програма на бази МКЕ, након што се после већег броја симулација у овим програмима утврде могућности испитиваног модела.

Предност испитивања МКЕ симулацијом у односу на аналитичко испитивање је могућност испитивања јако сложених модела.

Поред ове велика предност испитивања МКЕ симулацијом је уштеда времена при испитивању модела сличних геометрија тј. модела чије су димензије параметризоване (учињене међусобно зависним), какви су били били ови испитни модели.

6. Литература

- [1] Бабин Н., Владић Ј., Бркљач Н., Шостаков Р.: Металне конструкције у машинству, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2012
- [2] Autodesk Inventor Simulation 2012 Getting Started, Autodesk, Inc., 111 McInnis Parkway, San Rafael, CA 94903, USA, 2011

Кратка биографија:



Илија Бијелић рођен је у Новом Граду 1990. Мастер рад на Факултету техничких наука из области машинства је одбранио 2014. год.

PREGLED POSTUPAKA ZA PRENOS PODATAKA U TELEMEDICINI

A REVIEW OF DATA TRANSFER PROCEDURES IN TELEMEDICINE

Ivan Petrović, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan istorijat, osnovne podele i pregled postupaka za prenos podataka u telemedicini. Posebna pažnja je posvećena mrežama na ljudskom telu (BAN).

Abstract – The basic classification and a review of data transef procedures in telemedicine are presented in the paper. Special attention is given to the body area networks (BAN).

Ključne reči: Telemedicina, Mreža senzora na ljudskom telu – BAN.

1. UVOD

Telemedicina je novija naučna disciplina koja objedinjuje medicinu i telekomunikacije radi pružanja zdravstvene usluge, pri čemu se učesnici nalaze na različitim geografskim lokalitetima. Ime telemedicina nastalo je spajanjem dve reči, grčke reči "tele"(daleko, na daljinu) i latinske reči "medicine"(medicina– nauka o lečenju i negovanju bolesnika). Telemedicina ima veliki potencijal u rešavanju problema dostupnosti vrhunskog medicinskog kadra svim pacijentima, kao i u mogućnosti funkcionisanja manjih centara bez skupe opreme, čime se smanjuju opterećenja velikih medicinskih centara. Ona prevazilazi geografske barijere, što je posebno značajno u ruralnim i nedovoljno razvijenim sredinama. Razvojem informaciono– komunikacionih tehnologija kao što su računari, internet, mobilni telefoni, satelitske komunikacije došlo se do mogućnosti njihove primene u rešavanju zdravstvenih problema. Telemedicina je nauka koja se stalno razvija i prilagođava potrebama društva. Iako izgleda kao veoma jednostavna oblast nauke, njena implementacija postavlja velike tehničke zahteve u vidu prenosa, memorisanja i obrade podataka.

2. RAZVOJ TELEMEDICINE

Telegraf predstavlja prvi telekomunikacioni uređaj koji je obezbedio razmenu informacija između bilo koje dve tačke na Zemlji. Takođe, omogućio je prve korake u telemedicini.

Postoje činjenice o primeni telegrafa za medicinske svrhe tokom građanskog rata u USA (1861 - 1865). Vilhelm Entofn (*Wilhelm Einthoven*) je uz tehničku pomoć profesora Johanesa Bosha (*Johannes Bosscha*) direktora Politehničkog instituta u Delftu (Holandija), 22. marta 1905. godine uspeo da na svom asistentu uradi i prenese prvi elektrokardiogram.

NAPOMENA:

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

Prenos signala je izvršio između svoje laboratorije i Akademске bolnice u Lejdenu, koje su bile na rastojanju 1500 metara [1].

Vilhelm Entofn je u časopisu "Arhiva internacionalne fiziologije" 1906. godine objavio članak o telekardiogramu, koristeći prefiks "tele" [1].

Uz pomoć dva pronalska Sidni Džordž Brauna (*Sydney – George Brown, 1873 – 1948*) električnog releja i električnog stetoskopa otkucaji srca su 1912. godine prenošeni preko telefonske linije između Londonske bolnice i oko 80 kilometara udaljenog ostrva Vajt [1].

Prva svetska medicinska video– konferencija je održana na Pensilvanijskom univerzitetu 31. maja 1949. godine. Narednih godina nastaje veliki broj projekata baziranih na "medicinskoj televiziji". Ustanovljene su i video– konferencije i daljinske edukacije medicinskog osoblja. Tako– zvane telekonsultacije su našle mesto u svakodnevnoj komunikaciji između udaljenih stručnjaka koji su imali mogućnost da preko kamere i prijemnika praktično budu u interakciji i sa pacijentom i sa kolegom. Prva preko– okeanska medicinska video– konferencija obavljena je 2. maja 1965. godine. Pratio se tok operacije na srcu, koju je izvodio pionir kardiohirurgije doktor Majkl De Bejki (*Michael E. DeBakey, 1908 - 2008*). Doktor Majkl je tvorac veštačkog srca, operacija se odvijala u Hjustonu dok se publika nalazila u Ženevi. Prenos se vršio preko prvog interkontinentalnog komunikacionog satelita nazvanog "Rana ptica" (*Early Bird*) [1]. Za vreme operacije odvijala se obostrana interakcija. Šezdesetih i sedamdesetih godina nastaje veliki broj telemedicinskih mreža.

Prvi pas u svemiru, ruska Lajka za koju su bili vezani instrumenti koji su merili krvni pritisak, otkucaje srca, predstavljaju i prvu svemirsku telemedicinsku komunikaciju (7.novembar 1957).

U praksu je 1986. godine već bila uvedena teleradiologija. Radiolog je uz pomoć zamrznutih video frejmova mogao da analizira snimak i ukoliko je potrebno da ga pošalje udaljenom kolegi radi konsultacija.

Prva operacija robota kao asistenta dogodila se 1999. godine. Operacija "Lindberg" je bila potpuna telehirurška operacija. Izveo ju je, 7. septembra 2001.godine, tim francuskih hirurga, dr Žak Maresku (*Jacques Marescaux*) i njegov pomoćnik profesor M. Ganer (*M. Gagner*) koji su se nalazili u Njujorku, dok se pacijent nalazio u Strazburu u Francuskoj. Da bi obezbedio uspeh operacije francuski Telekom je morao da obezbedi besprekoran kvalitet usluga, pouzdan i siguran sa kraja na kraj, garantovan protok od 10 Mb/s, kašnjenje u oba smera nije smelo da bude veće od 200 ms. Operacija žučne kese je urađena korišćenjem Zevs robotskog hirurškog sistema koji je imao robotske ruke. Pokrete je kontrolisao hirurg koristeći nešto poput džojstika, koji je pokrete ruku hirurga prevodio u pokrete unutar tela. Sve to bilo je izvodljivo uz

pomoć endoskopske kamere kojom je prenošena operacija na monitor. Signali su se proveravali više od 1.000 puta u sekundi. Bilo je potrebno obezbediti stabilnu multiservisnu mrežu, zbog istovremenog prenošenja nekoliko različitih signala. Pre svega potrebno je preneti pokrete hirurga preko robota, zatim glas preko VoIP-a (*Voice over Internet Protocol*), zatim preko endoskopske kamere hirurгу je bilo potrebno na monitoru preneti video sliku i na kraju obezbediti video konferenciju za timove. Francuski Telekom je imao nekoliko timova za tehničku podršku, svaki tim je imao izričita zaduženja tokom operacije. Ime operacije je dato simbolično po prvom čoveku koji je preleteo Atlantik Čarls Lindberg (*Charles Lindbergh 1902 - 1974*) [1].

3. OSNOVNE PODELE I STANDARDI U TELEMEDICINI

U savremenim telekomunikacijama informacije mogu biti prenete mnogim tipovima mreža u različitim oblicima. Telemedicina po definiciji može biti jednostavna kao na primer telefonski razgovor dva lekara o pacijentu, ali i kao sofisticirana mreža koja u realnom vremenu podržava daljinsku hiruršku intervenciju. Jednostavna aplikacija poput telekonsultacija podrazumeva direktnu komunikaciju stručnjaka i pacijenta. To je ujedno i najjednostavnija komunikacija u telemedicini, skoro da i ne zahteva nikakve resurse. Teledijagnostika zahteva komunikacioni link, koji omogućuje stručnjacima da izvrše dijagnostiku na udaljenim lokacijama. Telemonitoring omogućava praćenje vitalnih parametara pacijenta koji se oporavlja kod kuće ili se jednostavno nalazi van bolnice. Teleedukacija obuhvata obuku medicinskog osoblja, naravno kada se osoblje ne nalazi na istoj lokaciji, zatim omogućuje medicinskom osoblju da pristupa bazama podataka. Ne treba zanemariti primenu teleedukacije kao edukativnog sredstva namenjenog ne samo pacijentima, već i u svrhu poboljšanja javnog zdravlja. Danas već postoji veliki broj sajtova, kao i zdravstvenih ustanova koje na svojim stranicama nude savete za kvalitetniji zdravstveni život. Telemedicinski servisi se prema načinu odvijanja dele u dve grupe:

- *Real time* servise, gde se komunikacija odvija u realnom vremenu, tu spadaju telekonsultacije, telehirurgija, telemonitoring, teledijagnoza i preostali servisi koji zahtevaju trenutne odgovore.
- *Store and forward* servisi, gde se najčešće analiziraju snimci, pristupi bazama podataka, i svi servisi koji ne zahtevaju neposredan odgovor.

Kako se medicina deli na oblasti, odnosno specijalnosti, primenom telekomunikacija na svaku od tih oblasti dobija se nekoliko osnovnih telemedicinskih oblasti:

- telepatologija– zamišljena je tako da se na jednoj strani nalazi mikroskop koji je telekomunikacionom opremom povezan sa udaljenim računarom ili možda pravilnije, radnom stanicom. U tu mrežu naravno povezan je i server za arhiviranje podataka. Uzorci tkiva se stavljaju između staklenih pločica i posmatraju mikroskopom, na mikroskop se može priključiti i kamera, odnosno foto aparat koji će zabeležiti uzorak, na taj način uzorak postaje dostupan i udaljenim zdravstvenim ustanovama

- teledermatologija– pruža mogućnost da se u jednoj ambulanti ili čak kući gde se pacijent nalazi naprave

snimci fotoaparatom i da se zatim preko internet mreže šalju ka zdravstvenoj ustanovi gde se nalaze dermatolozi. Na portalu www.stetoskop.info zaživeo je potpuno besplatni servis teledermatologije

- teleradiologija– u velikom broju zdravstvenih ustanova još uvek se izrađuju snimci na rendgenskom filmu. U dijagnostikovanju pacijenata ova metoda ima velike prednosti u vidu sitnih detalja koji se uočavaju. Međutim, ima i veliki broj nedostataka. Tako nastala slika više nije podložna nikakvim promenama. Sa elektronskim zapisima sve postaje jednostavnije. Snimci svakog pacijenta se arhiviraju, i time se omogućuje brzi pristup u bilo kom trenutku. Takođe prilikom snimanja moguće je pro-naći adekvatan položaj za kvalitetno dijagnostikovanje

- telekardiologija– prenošenje informacija o kardiološkim karakteristikama pacijenta na daljinu. Kardiologija je možda i najzanimljivija, odnosno, najzastupljenija su kardiološka merenja u domaćinstvima, pre svega po veoma pristupačnim aparatima za merenje krvnog pritiska. Kada se radi o prenosu informacija o srčanoj aktivnosti, najzastupljenije su dva zapisa elektrokardiogram– EKG i fonokardiogram (*phonocardiogram, PCG*)

- telehirurgija– predstavlja sistem u kome hirurg operiše pacijenta bez direktnog kontakta između njih. Ujedno to je i najveći uspeh telemedicine, zbog neophodnih visokih uslova, standarda koje treba ispoštovati i preciznosti za realizaciju takve operacije. Sigurnost ovakvog vida operacija zahteva ulaganja u telekomunikacionu infrastrukturu, koja mora biti dovoljno brza da isporuči protok podataka u oba smera bez smetnji i greške. Zapravo, ovo nisu sve oblasti telemedicine, prosto ne postoje granice, ima ih u svakoj oblasti medicine. Ovo su najčešće korišćeni i proučavani tipovi telemedicine.

3.1 DICOM

Standard za digitalnu sliku i komunikaciju u medicini– DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) razvijen je za razmenu slika i srodnih informacija u medicini. On je uveo standardizaciju za lakšu razmenu medicinskih slika i povezanih datoteka. Tako je omogućeno da medicinska slika nekog pacijenta dobije svoju "bazu" kojoj mogu pristupiti lekari različitih specijalnosti. Pored obrade slike ovaj standard se bavi i njenim kvalitetom, bezbednosti prenosa i medija za skladištenje.

3.2 PACS

Sistem za skladištenje i razmenu medicinskih snimaka PACS (*Picture Archiving and Communication System*) razvijen je za skladištenje razmenu i prikazivanje medicinskih slika. Sistem je zasnovan na klijent– server arhitekturi. Svi medicinski uređaji kao što su CT skener (*Computed Tomography, CT – kompjuterizovana tomografija*), PET skener (*Positron Emission Tomography, PET – pozitronska emisiona tomografija*), magnetna rezonanca (*Magnetic Resonance Imaging, MRI*) ultrazvučni uređaji i radne stanice su klijenti, dok se PACS softver za upravljanje medicinskim slikama nalazi na serveru. Pod radnom stanicom se podrazumeva monitor, računar i softver.

4. BAN MREŽA

U savremenim mrežama telemonitoring predstavlja skup malih bežičnih biosenzora, koji na ljudskom telu formiraju BAN (*Body Area Network*) mrežu. Podaci sa

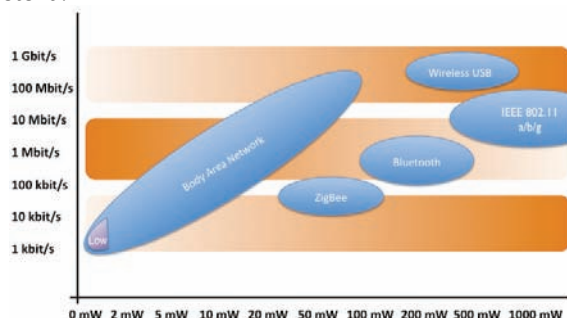
senzora se prikupljaju u okviru BAN mreže i šalju na obradu. Telemedicina može da uključi više različitih mreža prilikom slanja informacija, kao što su PAN, LAN, MAN, WAN. Najčešće korišćene bežične mreže u telemedicini su prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Karakteristike najčešće korišćenih bežičnih mreža u telemedicini [2]

Network Type	Frequency Range	Speed	Maximum Range
Bluetooth	2.4 – 2.485 GHz	3 Mbps	300 m
IR	100 – 200 THz	16 Mbps	5 m
Wi-Fi	2.4 – 5 GHz	108 Mbps	100 m
ZigBee	900 MHz	256 Mbps	10 m
Cellular Networks	850 – 1900 MHz	20 Mbps	5 km
WiMAX (Fixed)	10 – 66 GHz	1 Gbps	10 km
LMDS	10 – 40 GHz	512 Mbps	5 km

BAN mreža pruža kontinuirano praćenje vitalnih parametara pacijenta, bez posebnih ograničenja u kretanju pacijenta. Jedna od glavnih uloga BAN-a je rano otkrivanje i sprečavanje neželjenih posledica. Takođe, igra veliku ulogu u nadzoru rehabilitacije, na primer praćenje postoperativnog toka pacijenta. Naravno ovde je pomenuta uloga BAN mreža samo u medicinske svrhe. Njegova upotreba je velika, koristi se u sportu, kao praćenje parametara sportiste tokom svojih aktivnosti, u vojnoj obuci, dakle ima široku primenu.

Ban mreže su još uvek u nastajanju, i standardizovanju, imaju veoma kratku istoriju. Prve ideje se javljaju devedesetih godina prošlog veka na Masačusets tehničkom institutu (*Massachusetts Institute of Technology, MIT*). U novembru 2006. godine IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) – Institut inženjera elektrotehnike i elektronike je iz radne grupe 802.15 koja je postavila standarde WPAN (*Wireless Personal Area Network*) formirala grupu 6. Radna grupa 802.15 se fokusira na bežične mrežne tehnologije kao što su Bluetooth, WiFi i ZigBee. Cilj grupe 802.15.6 su bežične mreže kratkog dometa u okolini ljudskog tela ili u njemu (ne mora se ograničavati samo na ljude), male snage, brzina do 10 Mbps i smanjenje zračenja uređaja. Sa povećanjem brzina i minijaturizacije BAN je dobio na pristupačnosti. Na sl.1. dat je prikaz odnosa snaga pojedinih mreža sa brzinom protoka.



Slika 1. Protok informacija u funkciji snage [3]

Zbog široke primene BAN se proteže skoro kroz čitav opseg brzine protoka i to pri najmanjoj snazi. Posebno označeni deo najmanje snage do 2 mW predstavlja potrošnju implanta.

4.1 Karakteristike standarda IEEE 802.15.6

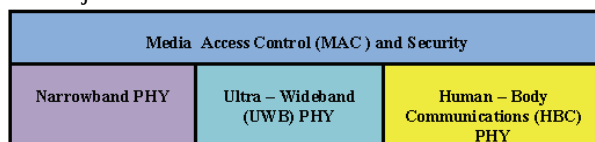
Kako je IEEE imao uspeha sa standardima 802 grupe, uključujući i 802.15 – grupu za personalne bežične mreže, zadatak novoformirane grupe 802.15.6 jeste stvaranje standarda koji objedinjuje manju kompleksnost uređaja,

malu potrošnju, manju cenu i kratak domet. Rezultat rada grupe je definisanje fizičkog sloja i pod sloja veze – kontrole pristupa medijumu (MAC sloja) sa sigurnosnim slojem. Izbor fizičkog sloja odnosno frekvencijskog područja u kojima BAN funkcioniše različit je u velikom broju zemalja, odnosno zavisi od dozvola vlasti svake zemlje.

Sadašnji standard IEEE 802.15.6 definiše fizički sloj koji je podeljen u tri frekventna opsega: uskopojasni (*Narrowband, NB*), ultra široki opseg (*Ultra Wideband, UWB*) i opseg komunikacije ljudskog tela (*Human Body Communications, HBC*). Ova podela je proistekla kako bi se zadovoljio što veći broj aplikacija različitih zahteva. Namenjeni su za razdaljinu od 3 metra i brzine prenosa koje variraju od 100 kbs do 1 Mbps. Na vrhu se nalazi MAC protokol koji kontroliše pristup kanalu. Da bi se obezbedio visok nivo sigurnosti standard definiše tri nivoa:

- Nivo 0 – nezaštićena komunikacija
- Nivo 1 – samo autentifikacija
- Nivo 2 – i za autentifikaciju i za enkripciju

Na sl.2. je model arhitekture standarda IEEE 802.15.6.



Slika 2. Arhitektura standarda IEEE 802.15.6

4.2 Arhitektura BAN mreže

BAN je sastavljen od više senzorskih jedinica (BSU – Body Sensor Units), jedne centralne jedinice (BCU – Body Central Unit) i veze sa mrežama dugog dometa [4]. Različiti senzori skupljaju različite podatke i prenose ih centralnoj jedinici. Radi uštede energije, podaci se šalju periodično. Ipak, kada merene vrednosti pređu dozvoljene granice oni mogu poslati poruku upozorenja. Pošto je poruka važna potrebno je da se izbegne interferiranje sa ostalim signalima pa je neophodna veća energija. MAC sloj mora da podrži prioritetnu poruku zbog vremena koje je dragoceno u hitnim slučajevima. Procesorska jedinica skuplja informacije i deluje u tim karakterističnim slučajevima [4].

4.3 Senzori BAN mreže

Kako je BAN zamišljen da skuplja i šalje vitalne podatke o zdravlju pacijenta, i da ih prosleđuje medicinskoj ustanovi, konstrukcija i izbor senzora koji skupljaju informacije je možda i najvažniji deo ovakvog načina prenosa. Senzori koji se koriste mogu se klasifikovati u dve kategorije:

- nosivi BAN koji se nalazi u blizini tela, samo ime govori da se može nositi na odeći ili posebno dizajniranim nosačima. Senzori su obično jeftini, minijturni, lagani i omogućavaju monitoring u dugom vremenskom intervalu. Mogu periodično ili neprekidno slati informacije o zdravstvenom stanju pacijenta.
- implantirani BAN se nalazi unutar tkiva ljudskog tela, koristi biosenzore koji su u mogućnosti ne samo da očitavaju trenutno stanje pacijenta već i da preduzmu neophodne mere. Najbolji primer predstavlja kontrola dijabetesa. Pored toga što ne zahteva bockanje i uzimanje krvi pacijenta koji se zatim testira, ova dijagnostika je u

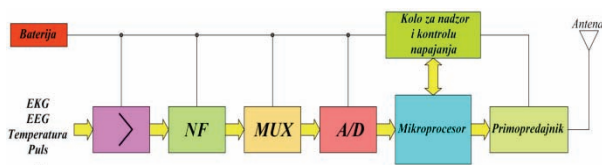
stanju da prati svakodnevni život i navike što svakako olakšava i poboljšava dijagnostiku kao i sam kvalitet života bolesnika. Ovi senzori su u stanju da prepoznaju prekoračeni nivo glukoze u telu i da pacijentu omogućue neophodnu dozu insulina.

BAN u principu ima dve glavne komponente komunikacije Intra BAN i Extra BAN. Intra BAN je interna komunikacija senzora i aktuatora sa bazom MBU (*Mobile Base Unit*). MBU može biti posebno konstruisan uređaj ili savremeni mobilni telefon, PDA uređaj, tablet...

Extra BAN je komunikacija MBU-a sa spoljnim svetom. Praktično to je telemedicinski sistem.

4.4 Struktura senzora

Kada se kaže senzor, obično se misli na ceo uređaj mada je pravilnije reći da je to senzorski čvor, a senzor je samo jedan deo čvora koji merene vitalne signale tela pacijenta registruje i prevodi u električne signale. Zbog jednostavnije komunikacije, umesto senzorski čvor koristi se samo reč senzor. Na sl. 3. prikazana je uopštena blok šema jednog senzorskog čvora.



Slika 3. Uopštena blok šema jednog senzorskog čvora[5]

Signal koji senzor prima je obično niskog intenziteta i sa određenim nivoom šuma, zato se vrši prvo njegovo pojačanje, a zatim se signal filtrira kako bi se uklonile neželjene komponente i odstranio šum. Nakon toga dolazi na analognu digitalnu konverziju, gde se analogni signal pretvara u digitalni. Takav digitalni signal se dalje obrađuje u mikrop procesoru, koji analizira parametre sistema, obrađuje, reaguje i upravlja sistemom. Baterija obezbeđuje potrebnu energiju, može koristiti i alternativni izvor energije, energiju ljudskog tela – temperaturu, vibraciju, a time se u isto vreme omogućuje i minimizacija uređaja. Takođe u sklopu senzora postoji kolo za nadzor i kontrolu napajanja. Pošto su uštede na energiji neophodne ovo kolo upravlja tokovima energije, najčešće prevodi senzor u mod spavanja kada nisu potrebna nikakva merenja[5]. Antene omogućuju komunikaciju između senzora, kao i sa drugim sistemima van tela, međutim problem je što antena radi u izazovnom okruženju u blizini ljudskog tela što sa sobom nosi određene posledice.

4.5 Uticaj radio talasa na ljudsko telo

Karakteristika uticaja radio talasa na telo može se predstaviti preko dva parametra, snage po jedinici površine i specifične stope apsorpcije. Snaga po jedinici površine kako joj ime kaže predstavlja električnu snagu po kvadratu površine koju zahvata. Tokom svog rada svi uređaji proizvode i toplotu. Specifična stopa apsorpcije (*Specific Absorption Rate, SAR*) je veoma važan parametar kada se govori o izloženosti ljudskog organizma elektromagnetnom zračenju, koji nam govori koliko energije apsorbuje ljudsko telo. Imajući ovo u vidu, sasvim je logično zaključiti da ovaj podatak posebnu važnost ima kod senzora koji se implantiraju u tkivo pacijenata.

Računa se po sledećem obrascu:

$$SAR = \int_{po\ uzorku} \frac{\sigma(r)|E(r)|^2}{\rho(r)} dr \quad (1)$$

Gde je $\sigma[S]$ električna provodnost, $E[V]$ jačina električnog polja, $\rho[kg/m^3]$ je specifična gustina tkiva. Jedinica za specifičnu stopu apsorpcije je W/kg .

5. ZAKLJUČAK

Društvena umrežavanja omogućila su komunikaciju između više različitih uređaja jednog korisnika. Telemonitoring, teleedukacije, telekonsultacije, danas su gotovo svuda izvodljive. Dovoljna je samo stabilna internet veza. Veliki broj bolnih i neprijatnih pregleda, danas je uz pomoć tehnoloških inovacija moguće izbeći. Pomoć osobama sa invaliditetom, humanoidna ruka, nadograđivanje pomoćnih uređaja su i dalje pravci za razvoj i širenje telemedicine. Telemedicina je veoma mlada naučna disciplina, ali sa dobrim izgledima da veoma brzo postane sastavni deo svakodnevnog života. U Srbiji se telemedicina polako razvija, ali usled malih ulaganja u zdravstvo, puno kasni za razvijenim zemljama. Veliki broj novootvorenih kurseva na fakultetima, koji se bave školovanjem biomedicinskih inženjera, ubrzace, nadamo se, njen razvoj.

6. LITERATURA

- [1] Atlas of the telemedicine history, Autori: V.M.Lobas, F.Lievens, Yu.V.Dumansky, A.V.Vladzmyrsky, Publishing House <<Knowledge>>, Donetsk 2013
- [2] Telemedicine Technologies, Information Technologies in Medicine and Telehealth, Autori: Bernard Fong, A.C.M. Fong, C.K. Li, WILEY 2011.
- [3] <http://www.cse.wustl.edu/~jain/cse574-08/ftp/ban/index.html> posećeno jula 2014. godine
- [4] Body Area Networks, Autori: Arif Onder, Loris Cazalon, Feiquan Chen, Peng Li, Chalmers University of technology, SE-412 96, Gothenburg, Sweden
- [5] New Developments in Biomedical Engineering, Edited by Domenico Campolo, In- Teh, 2010, text Wireless Body Area Network (WBAN) for Medical Applications, Jamil.Y.Khan and Mehmet R. Yuce, School of Electrical Engineering & Computer Science, The University of Newcastle Australia.

Kratka biografija:



Ivan Petrović rođen je u Valjevu 1979. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije odbranio je 2014.god.



Željen Trpovski rođen je u Rijeci 1957. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2009 god. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

UTICAJ TEMPERATURE I VLAŽNOSTI VAZDUHA NA ODNOS SIGNAL-ŠUM KOD MAGNETNO REZONANTNOG IMIDŽINGA**EFFECT OF TEMPERATURE AND HUMIDITY ON SIGNAL-TO-NOISE RATIO IN MAGNETIC RESONANCE IMAGING**

Branislava Tomić, Vesna Spasić Jokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Postoje mnogi parametri slike od kojih zavisi njen kvalitet kod nuklearne magnetne rezonance (MR), a neki od njih su: stabilnost rezonantne frekvencije, odnos signal-šum odnosno SNR (Signal to Noise Ratio), uniformnost slike, prostorna linearnost, prostorna rezolucija, debljina slajsa itd. U ovom radu ispitivan je uticaj vlage i temperature na SNR kod nuklearne magnetne rezonance, za dvije različite sekvence, na MR uređaju jačine magnetnog polja 3T. Istraživanje je obavljeno u Centru za imidžing dijagnostiku u Sremskoj Kamenici, gde su svakodnevno u periodu od 32 dana bilježene vrijednosti signala i pozadinskog šuma na MR slikama, uz praćenje temperature i vlažnosti vazduha. Na osnovu dobijenih rezultata i uz korišćenje odgovarajućih obrazaca izračunate su vrijednosti odnosa signal-šum za spin-echo i gradijent-echo sekvencu. Dobijeni rezultati pokazali su umjeren uticaj vlage i temperature na SNR.

Abstract – There are many parameters that affect image quality in magnetic resonance. Some of them are: resonance frequency stability, signal-to-noise ratio, image uniformity, spatial linearity, spatial resolution, slice thickness, etc.. In this work we evaluate the influence of humidity and temperature on SNR in nuclear magnetic resonance imaging for two different sequences, on 3T MRI. The study was conducted at the Center for Diagnostic Imaging in Sremska Kamenica, where intensities of signal and background noise were recorded in a period of 32 days. Based on this values with the use of appropriate forms signal-to-noise value for spin-echo and gradijent-echo sequence were obtained. Final results indicate that temperature and humidity have a moderate impact on SNR in MRI.

Cljučne reči: QA parametri, nuklearna magnetna rezonanca, korelacija, faktor korelacije, vlaga, temperatura, odnos signal-šum.

1. UVOD

Osiguranje kvaliteta - QA (Quality Assurance) kod nuklearne magnetne rezonance – MR (Nuclear Magnetic Resonance) podrazumijeva redovno praćenje parametara koji utiču na kvalitet slike, kako bi se na vrijeme otkrilo odstupanje od njihovih standardnih vrijednosti, te na taj način spriječio negativan uticaj na kvalitet slike kod MR.

NAPOMENA:

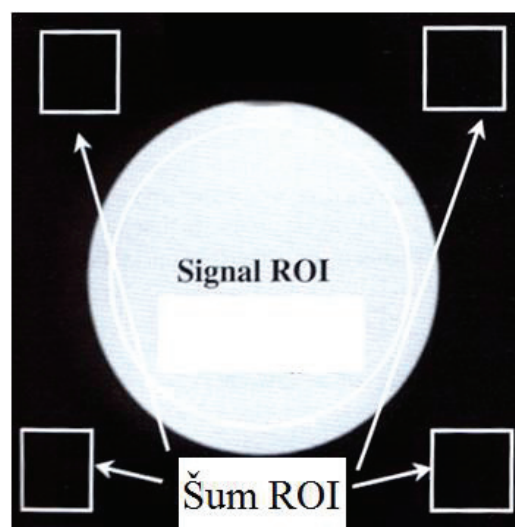
Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bila dr Vesna Spasić Jokić, red.prof.

Parametri od kojih bitno zavisi kvalitet slike su: rezonantna frekvencija, odnos signal-šum, prostorna uniformnost, prostorna linearnost, debljina slajsa itd. Kvalitet kliničke slike, dobijene MRI-om, krucijalno zavisi od odnosa signal-šum.

Bilo bi idealno da šum ne postoji, ali kako je kod magnetno rezonantnog imidžinga (MRI) jedan od glavnih izvora šuma pacijent, to je nemoguće postići, zato se teži da se SNR održi na optimalnoj vrijednosti. Da bi SNR imao optimalnu vrijednost treba voditi računa o izboru odgovarajuće sekvence, prostorne rezolucije i prijemnog namotaja. U ovom radu dati su rezultati istraživanja koje je sprovedeno u cilju utvrđivanja uticaja temperature i vlažnosti vazduha na SNR.

2. ISPTIVANJE UTICAJA TEMPERATURE I VLAŽNOSTI VAZDUHA NA SNR**2.1. Vrijeme, mjesto i način ispitivanja**

Istraživanje je realizovano u Centru za imidžing dijagnostiku u Sremskoj Kamenici na Siemens Magnetom TRIO 3T uređaju, u periodu od 26.01.2012. god. do 13.03.2012. god. izuzevši vikende, odnosno 32 radna dana. Cilj istraživanja bilo je praćenje vrijednosti odnosa signal-šum za dvije različite sekvence (spin-echo i gradijent-echo), tokom vremena, kako bi se utvrdilo da li postoji korelacija sa vlagom odnosno temperaturom.



Slika1. Način mjerenja vrijednosti signala i šuma

Prvo je mjerena vrijednost signala u regiji od interesa (ROI) i vrijednost standardne devijacije signala za regiju od interesa pomoću NEMA metoda, a zatim su u pozadini

vršena četiri mjerenja (na Slici 1: gore lijevo, gore desno, dole lijevo i dole desno) vrijednosti signala i vrijednosti standardne devijacije šuma na četiri različite regije od interesa. Pored navedenog, sve vrijeme su praćeni temperatura u °C i vlažnost vazduha u procentima.2.2.

Rezultati mjerenja

Neposredno nakon mjerenja svih gore pomenutih parametara njihove vrijednosti su bilježene u Tabeli 1. Da bi se izračunala vrijednost SNR-a korišćen je sledeći izraz:

$$SNR = 0,66 S / \sigma_{sr} \quad (1)$$

gdje je 0,66 faktor koji se mora uzeti u obzir zbog Rejljeve distribucije pozadinskog šuma u magnitudi slike, S vrijednost signala, σ_{sr} srednja vrijednost standardne devijacije šuma. Nakon računanja, vrijednosti SNR-a upisivane su u tabelu.

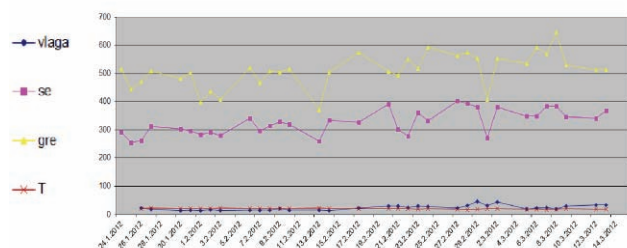
U drugoj koloni Tabele 1. upisivani su i odnosi signala i standardne devijacije u regiji dobijene NEMA metodom, zatim slede 4 vrijednosti odnosa signala u pozadini mjerena na 4 različite regije od interesa (GL - gore lijevo, GD - gore desno, DL - dole lijevo, DD - dole desno) i standardne devijacije šuma i to sve za dvije različite sekvence. U zadnjim kolonama upisivane su vrijednosti temperature i vlažnosti vazduha.

Tabela 1. Rezultati eksperimentalnih mjerenja.

Datum	Sekvenca											Parametri okoline		
	Spin-eho					Gradijent-eho								
	NEMA	Signal <i>background</i> 4 tačke				SNR	NEMA	Signal <i>background</i> 4 tačke				SNR	T [°C]	Vlaž.
		GL	GD	DL	DD			GL	GD	DL	DD			
26.01.	1639,8/134,2	7,3/3,7	7,9/3,9	8,7/4,5	9,4/4,4	262,37	2619,9/161,5	8,2/4,1	7,8/3,6	6/3,4	6,3/3,0	470,513	21	23%
27.01.	1644,2/122,2	7,4/3,6	8/3,7	6,2/3,1	7,1/3,5	312,28	2558,8/145,0	7,7/3,5	7,2/3,5	5,8/2,6	7,1/3,7	507,912	21,8	19%
30.01.	1358,7/85,5	5,9/2,9	5,5/2,6	5,9/3,1	6,2/3,1	303,98	2315,1/143,1	6,1/3	7,4/3,4	5,8/3,0	6,5/3,3	481,25	21	14%
31.01.	1587,4/115,0	7,4/3,6	6,9/3,3	7,3/3,7	7,3/3,6	295,12	2498,9/155,4	7,4/3,6	6,9/3,3	7,3/3,7	7,3/3,6	503,60	20,8	16%
01.02.	1435,5/100,2	6,7/3,2	7,3/3,7	6,5/3,1	7,6/3,4	282,82	2057,7/112,7	6,7/3,2	7,3/3,7	6,5/3,1	7,6/3,4	396,52	21	14%
02.02.	1628,1/122,3	7,9/3,6	9/4,1	7/3,4	7,5/3,7	290,42	2447/141,4	7,9/3,6	9/4,1	7/3,4	7,5/3,7	436,50	21	17%
03.02.	1507,1/102,4	6,8/3,1	8,4/4,1	7,2/3,4	6,8/3,6	280,19	2249,1/123,2	6,4/3,4	9,1/4,1	7,1/4,2	5,6/2,9	406,69	21,6	13%
06.02.	1664,1/123,8	6,2/3,4	6,9/3,4	6,4/2,9	6,6/3,2	340,56	2349,9/127,3	5,6/2,9	5,6/2,8	6,2/3,3	6,1/2,9	521,32	20	15%
07.02.	1721,9/129,3	6,5/3,1	8,5/3,9	8,1/4,4	9,0/4,0	295,18	2422,3/131,1	7,9/3,4	8,1/3,8	6,2/3	7,2/3,5	466,78	20,2	15%
08.02.	1681,3/131,4	7,7/3,7	8,0/3,7	7,1/3,3	6,2/3,4	314,80	2616,1/158,2	6,5/3,0	7,2/3,6	6,7/3,3	7,1/3,7	507,83	19,8	15%
09.02.	1670,2/136,4	5,4/3,1	7,2/3,2	7,8/3,6	7,5/3,5	329,05	2444,9/145,6	6,7/3,4	5,9/3,3	6,9/3,5	4,8/2,6	504,26	19,8	21%
10.02.	1713,9/139,0	7,1/3,8	6,1/3,2	6,1/3,6	6,8/3,6	318,64	2615,7/156,7	7,7/3,7	7,2/3,2	6,2/3,1	6,9/3,4	515,33	19,8	15%
13.02.	1203,0/68,9	5,1/2,6	6,3/3,1	6,9/3,6	6,0/2,9	260,32	2170,8/116,9	7/3,8	7,4/3,4	7,7/3,9	8,6/4,3	372,14	22	16%
14.02.	1590,0/116,3	5,9/3,1	6,2/3	7/3,4	6,4/3,1	333,14	2565,1/150,8	7,3/3,5	7,2/3,3	6,2/3,4	5,7/3,2	505,36	21	14%
17.02.	1645,1/129,8	7,2/3,4	6,3/3,3	6,4/3,0	7,6/3,6	326,55	2523,1/148,7	6,9/3,5	6,5/2,8	5,8/2,9	5,3/2,4	574,22	21	23%
20.02.	1657,6/123,7	6,0/3,0	5,9/2,7	6,1/2,7	5,8/2,8	390,72	2358,6/129,2	6,0/3,5	5,7/2,6	6,2/3,5	4,9/2,7	506,23	21	29%
21.02.	1548,6/116,9	6,8/4,2	5,9/3,0	5,6/2,8	7,2/3,6	300,61	2376,6/137,4	6,2/3,2	6,3/2,9	6,6/3,4	6,3/3,2	494,03	20	30%
22.02.	1548,1/108,4	6,5/4,3	8,0/4	6,0/3,1	7,3/3,3	278,03	2445,6/142,1	6,2/3,1	6,8/2,8	6,2/3,2	5,0/2,6	551,83	21	24%
23.02.	1678,0/132,8	6,8/3,5	6,3/3,3	5,3/2,7	6,1/2,8	360,16	2660,7/157,3	8,3/4,0	5,3/2,6	7,4/3,8	5,8/3,2	516,49	19	29%
24.02.	1699,0/131,2	7,3/3,5	6,7/3,5	6,1/3,2	6,6/3,3	332,25	2804,4/176,5	7,5/3,7	6,6/3,3	6,3/3,3	4,4/2,2	592,29	20,5	27%
27.02.	1922,1/136,2	6,4/3,0	6,9/3,4	5,6/2,8	7,0/3,4	402,75	2715,9/165,5	6,6/3,4	7,3/3,4	6,2/3,2	5,3/2,7	564,57	19	22%
28.02.	1935,5/163,0	5,7/2,7	7,3/3,6	6,7/3,5	6,6/3,2	393,06	2783,7/178,2	7,0/3,6	7,2/3,1	6,7/3,2	5,5/2,9	574,14	17	32%
29.02.	1842,6/108,3	6,6/3,4	6,6/3,0	5,6/2,9	6,7/3,5	380,04	2601,5/155,1	6,9/3,2	7,1/3,6	5,5/2,7	5,3/2,9	553,87	19	46%
01.03.	1218,4/86,8	6,1/3,0	6,6/3,4	5,9/2,9	4,8/2,6	270,30	2142,0/132,9	6,3/3,2	6,1/3,1	9,1/4,2	6,2/3,4	406,83	21,5	31%
02.03.	1859,0/144,1	6,5/3,4	7,0/3,3	6,4/3,1	6,6/3,1	380,45	2642,7/158,5	6,3/3,2	5,2/2,9	6,5/3,6	5,9/2,9	553,71	21,5	44%
05.03.	1782,8/126,9	7,6/3,3	6,6/3,4	6,8/3,6	6,4/3,2	348,64	2537,9/144,4	6,2/3,1	5,4/2,7	6,0/3,6	5,9/3,1	536,00	19,5	19%
06.03.	1742,5/134,9	6,1/3,1	7,8/3,7	6,5/3,2	6,3/3,2	348,50	2697,8/171,2	6,4/3,1	6,2/2,7	6,8/3,6	4,7/2,6	593,52	19	19%
07.03.	1818,3/141,0	6,9/3,6	5,7/3,0	6,1/2,9	5,9/3,0	384,03	2630,8/156,8	6,6/3,2	5,3/2,5	6,7/3,3	6,1/3,2	569,29	16,5	24%
08.03.	1836,7/151,6	5,7/3,0	6,5/3,3	6,8/3,3	5,8/3,0	384,83	3039,2/210,3	6,2/3,1	6,1/2,7	7,7/3,9	5,1/2,7	647,06	19,5	19%
09.03.	1692,6/130,6	5,8/2,9	7,5/3,5	6,3/3,1	6,5/3,4	346,39	2546,0/152,4	7,5/3,2	6,9/3,1	6,3/3,2	5,7/3,2	529,25	21	29%
12.03.	1709,4/130,9	7,0/3,5	6,6/3,3	6,0/3,0	7,5/3,4	341,88	2599,5/156,1	6,2/3,2	5,7/2,8	6,6/3,5	6,4/3,9	512,14	18	34%
13.03.	1699,1/133,8	5,7/2,8	6,7/3,3	5,8/2,9	7,0/3,2	367,67	2514,3/154,8	7,1/3,7	7,2/3,2	6,6/3,4	5,4/2,6	514,55	18	34%

2.3. Korelacija SNR-a sa temperaturom i vlagom

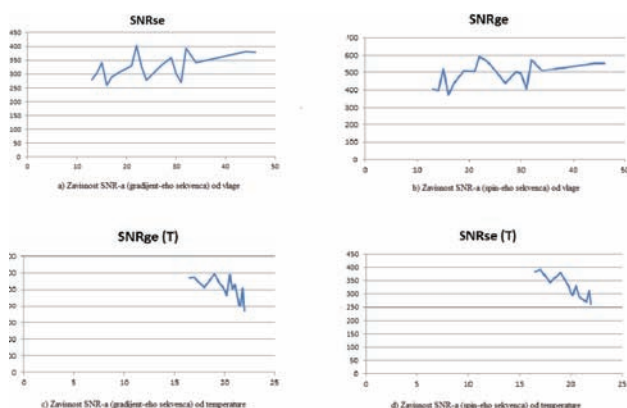
Korelaciju odnosa signal-šum sa temperaturom i vlagom teško je uočiti na osnovu gore date tabele, a ni na osnovu dijagrama koji je dat na Slici 2. ne može se definisati jasna veza.



Slika 2. Prikaz promjene temperature, vlage i SNR-a za spin-eho i gradijent-eho sekvencu

Evidentno je da veza između navedenih veličina postoji, jer se iz Tabele 1. i sa Slike 2. može vidjeti da za konstantne vrijednosti vlage i temperature, SNR ima konstantne vrijednosti kao i to da se on mijenja ukoliko dodje do promjene temperature i vlage.

Zavisnost SNR-a (pri različitim sekvencama) od vlage i temperature data je na Slici 3.



Slika 3. Prikaz zavisnosti SNR-a (pri spin-eho i gradijent-ehosekvenci) od vlage i temeprature

Kao što j već navedeno, zavisnost postoji ali nije jasno definisana pa je za dalju analizu potrebno izračunati faktor korelacije r koji pokazuje u kojoj su mjeri promjene vrijednosti jedne promjenjive (u ovom slučaju temperature ili vlage) povezane s promjenama vrijednosti druge promjenjive (SNR za spin-eho ili SNR za gradijent-eho sekvencu).

Obično se smatra kako vrijednosti r od 0 do 0,25 ili od 0 do -0,25 upućuju kako nema povezanosti, dok vrijednosti r od 0,25 do 0,50 ili od -0,25 do -0,50 upućuju na slabu povezanost među varijablama. Vrijednosti r od 0,50 do 0,75 ili od -0,50 do -0,75 upućuju na umjerenu do dobru povezanost, te vrijednosti r od 0,75 do 1 ili od -0,75 do -1 upućuju na vrlo dobru do izvrsnu povezanost među varijablama.

Korelacija je izračunata pomoću funkcije *Correl* u *Excel-u* i dobijene su sledeće vrijednosti:

- $r_{SNRSET} = -0,64$
- $r_{SNRSEV} = 0,49$
- $r_{SNRGET} = -0,51$
- $r_{SNEGEV} = 0,33$

gdje je r_{SNRSET} faktor korelacije SNR-a i temperature pri spin-eho sekvenci, r_{SNRSEV} faktor korelacije SNR-a i vlage pri spin-eho sekvenci, r_{SNRGET} faktor korelacije SNR-a i temperature pri gradijent-eho sekvenci i r_{SNEGEV} faktor korelacije SNR-a i vlage pri gradijent-eho sekvenci.

Iz dobijenih vrijednosti može se uvidjeti da pri spin-eho sekvenci postoji umjerena povezanost između SNR-a i temperature odnosno vlage, s tim da treba uzeti u obzir predznak ispred koeficijenta korelacije, koji je u slučaju temperature negativan i označava da porast jedne veličine uzrokuje pad druge veličine.

Pri gradijent-eho sekvenci situacija se malo razlikuje, naime i ovdje postoji umjerena povezanost SNR-a i temperature a kako je korelacioni faktor negativan to ponovo ukazuje da bi porast temperature trebao prouzrokovati pad odnosa signal-šum i obrnuto. Međutim, to je samo donekle tačno, jer kao što je već rečeno povezanost je umjerena a ne potpuna (izvrsna). Faktor korelacije za SNR i vlagu u ovom slučaju upućuje na slabu povezanost, što bi značilo da promjena procenta vlažnosti neće bitno uticati na promjenu SNR-a pri gradijent-eho sekvenci.

3. ZAKLJUČAK

Rezultati koji su dobijeni u ovom istraživanju mogu biti od pomoći prilikom osiguranja kvaliteta u MRI-u, na taj način što je dokazano da temperatura i vlaga utiču na jedan od bitnijih parametara slike. Njihov uticaj je umjeren ali postoji i dovodi do varijacija vrijednosti SNR-a odnosno do varijacija u kvalitetu slike.

Od potreba snimanja zavisi i kakav je kvalitet slike neophodan, jer nekad će i mala varijacija u kvalitetu slike dovesti do ozbiljnih posledica te se zbog toga treba truditi da kvalitet slike uvijek bude na zadovoljavajućem nivou.

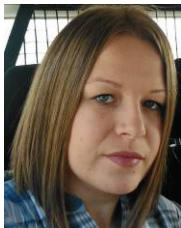
Istraživanje pokazuje da se SNR može održati konstantnim, ukoliko se obezbijedi da vlaga i temperatura u prostoriji u kojoj se obavlja snimanje budu približno konstantni i na nekim optimalnim vrijednostima (ni previše visokim, ni previše niskim).

Takođe, treba uzeti u obzir da uticaj vlage i temperature zavisi i od vrste izabrane sekvence, kao i to da pored njih postoje i drugi parametri koji utiču na SNR.

4. LITERATURA

- [1] <http://biochemia-medica.com/content/s-treba-znati-kada-izracunavamo-koeficijent-korelacije>, posjećeno septembra 2014. godine
- [2] M. J. Firbank, R. M. Harrison, E.D. Williams, Fipem and A. Coulthard, "Quality asurance for MRI-practical exeprience" *The British Journal of Radiology*, 73, April 2000.
- [3] T W Redpath, "Signal-to-noise ratio in MRI", *The Britisg Journal of Radiology*, br. 71, str. 704-707, jul 1998.
- [4] Grupa autora, "Quality assurance methods and phantoms for manetic resonance imaging", Reprinted from MEDICAL PHYSICS, Volume 17, Issue 2, Maj 1990.

Kratka biografija:



Branislava Tomić rođena je u Bijeljini 1987. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – QA slike kod nuklearne magnetne rezonance odbranila je 2014.god.



Vesna Spasić Jokić rođena je u Jagodini 1953. godine. Doktorirala je na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1994. godine, a od 2012. je redovni profesor na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Katedra za električna mjerenja. Oblast interesovanja su metrologija, jonizujuća i nejonizujuća zračenja i zaštita.

MIKRORAČUNARSKI SISTEM ZA AKVIZICIJU I MEMORISANJE PARAMETARA SLOBODNOG PADA**MICROCOMPUTER SYSTEM FOR ACQUISITION AND STORAGE OF FREE FALL PARAMETERS**

Miloš Janković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu obrađeni su osnovni principi funkcionisanja visinomjera, pri čemu je akcenat stavljen na opis digitalnih visinomjera. Opisani su sastavni dijelovi digitalnog visinomjera i funkcije svakog zasebno. Krajnji cilj je bio realizacija digitalnog visinomjera koji će, osim mjerenja visine u realnom vremenu, skladištiti parametre slobodnog pada padobranca. Sistem je baziran na PIC mikrokontroleru.

Abstract – This paper describes the basic principals of functioning of an altimeter, with emphasis given to the description of digital altimeters. Component parts are described as well as the functioning of each one of them. Final goal was realization of an digital altimeter that will be capable for storing parameters of free fall, beside of measuring of altitude in real time. System is based on PIC microcontroller.

Ključne riječi: visinomjer, slobodan pad, PIC mikrokontroler

1. UVOD

Čovjek je, šetajući po zemlji, navikao da obraća pažnju na samo 2 dimenzije (ispred-iza i lijevo-desno). Međutim, padobranici moraju biti svjesni i treće dimenzije (gore-dole) kroz koju se kreću ogromnim brzinama. Imati svijest o visini je potrebno radi pravovremenog otvaranja glavnog padobrana. Zbog toga su potrebni uređaji koji omogućavaju padobrancu da na vrijeme otvori pomenuti glavni padobran, što je od životnog značaja. U početku su to bili analogni uređaji nalik ručnom časovniku. Danas su to visinomjeri koji, ne samo da mjere i prikazuju visinu na digitalnom displeju, već i memorišu parametre slobodnog pada.

2. TEORIJA I POJMOVI

Osim podrazumjevanog znanja iz struke, za potrebe ovog projekta bilo je neophodno upoznati se i sa meteorologijom, te se prisjetiti dijelova fizike koji su vremenom zaboravljeni.

Slobodan pad je jednoliko ubrzano kretanje tijela prouzrokovano djelovanjem sile Zemljine težje. Pri tome tijelo pri padu prelazi sve veći put, jer je brzina pada sve veća. Kao iznos ubrzanja uzima se ubrzanje Zemljine gravitacione sile i iznosi $\sim 9,81 \text{ m/s}^2$ [1].

NAPOMENA:

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

Atmosferski pritisak je sila koja djeluje na jedinicu horizontalne površine, a jednaka je težini stuba vazduha koji se rasprostire od tla do gornje granice atmosfere. Vazduh svojom težinom pritišće zemljinu površinu. Ukoliko se kao horizontalna površina uzme 1 cm^2 , onda se pritisak vazduha na takvu površinu naziva atmosferski pritisak i izražava se u Paskalima ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$). Standardni (normalni) pritisak, koji se još zove i fizička atmosfera, uslovno se uravnotežuje sa težinom živinog stuba visine 760 mm, presjeka 1 cm^2 pri temperaturi od 15°C na 45° sjeverne geografske širine, gdje je ubrzanje sile Zemljine težje na nivou mora $9,80655 \text{ m/s}^2$ i odgovara 1013,27 mb [2].

U avijaciji postoje dva načina mjerenja visine. Jedan se zasniva na mjerenju pritiska na nivou mora, a drugi na mjerenju pritiska na nivou referentne tačke, najčešće aerodroma.

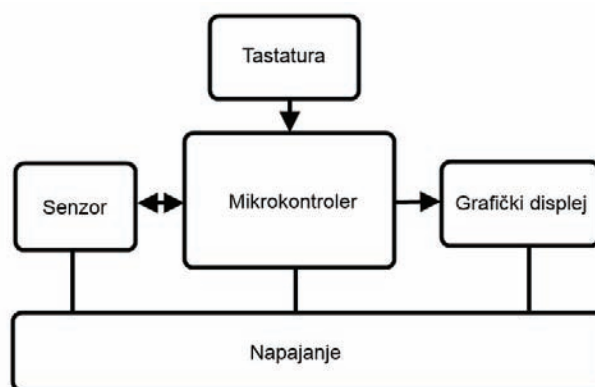
QNH - Atmosferski pritisak na nivou mora.

QFE - Atmosferski pritisak na nivou referentne tačke (aerodroma).

U ovom radu sva mjerenja i proračuni su po QFE.

3. HARDVER

Sistem se ugrubo može podijeliti na 5 segmenata (Slika 1.) koji se mogu detaljno razmatrati svaki za sebe.



Slika 1. Blok šema uređaja

3.1. Mikrokontroler

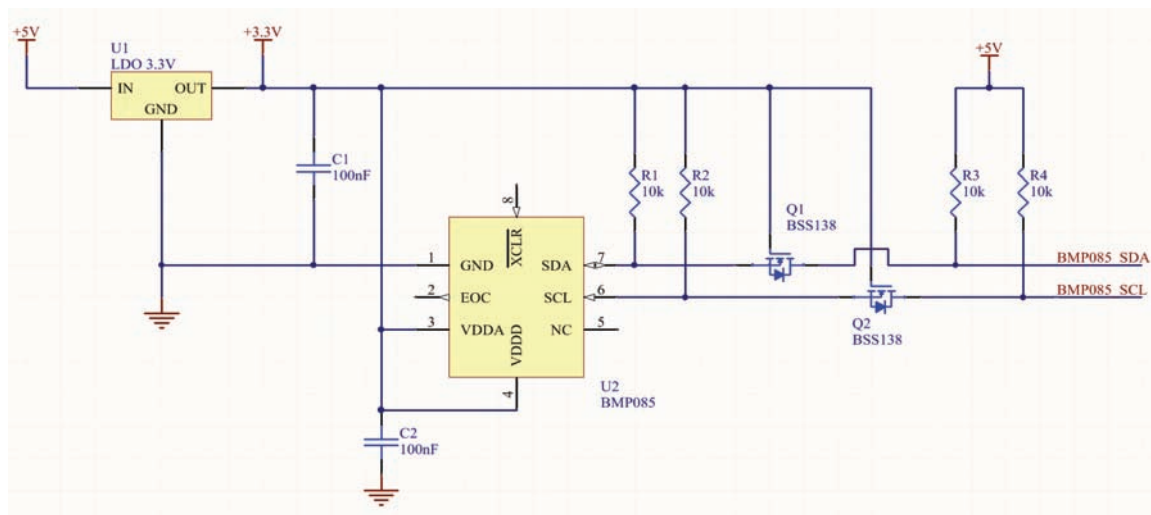
Za bazu sistema je upotrijebljen PIC18F46K22 mikrokontroler. Riječ je o Microchipovom mikrokontroleru serije 18F sa 40 nožica, male potrošnje i visokih performansi [3].

3.2. Senzor vazdušnog pritiska

Za mjerenje vazdušnog pritiska upotrijebljen je senzor BMP085 firme BOSCH. Senzor čine piezo-rezistivni element, analogni-digitalni konvertor i kontrolna jedinica sa EEPROM memorijom i I²C interfejsom [4].

Sam senzor daje nekompenzovane vrijednosti pritiska i temperature. U EEPROM memoriji se nalaze podaci

potrebni za kompenzaciju. Ti podaci se koriste za kompenzaciju offseta, kompenzaciju temperaturne zavisnosti, te kompenzaciju ostalih parametara senzora. Proces čitanja i obrade podataka sa senzora će biti opisan u dijelu koji se odnosi na program mikrokontrolera. Šema spajanja senzora je prikazana na slici 2.



Slika 2. Šema spajanja senzora i tranzistora za translaciju naponskog nivoa

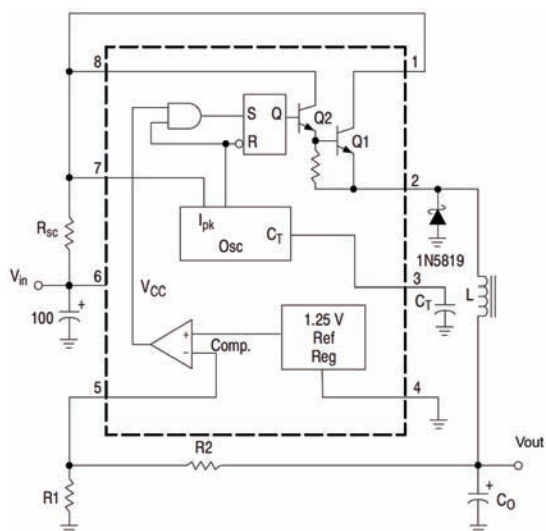
Radni napon senzora je 3,3 V, te je stoga, za potrebe snižavanja napona, korišten LDO linearni regulator. Pored toga, za translaciju naponskog nivoa sa 5 V na 3,3 V i obratno, za potrebe I²C magistrale, korištena su dva N kanalna MOSFET-a (Slika 2.).

3.3. LCD displej

Za prikaz rezultata mjerenja i korisničkog interfejsa koristi se grafički LCD displej rezolucije 128x64 piksela.

3.4. Napajanje

Imajući u vidu primjenu sistema jedino rješenje je bilo baterijsko napajanje.



Slika 3. Električna šema spajanja prekidačkog kontrolera MC34063A u step-down konfiguraciji

Zbog potrebe za različitim naponskim nivoima napajanja komponenti koje čine sistem, glavni naponski izvor je baterija od 9 V. Napon od 9 V je u prvom koraku snižen na 5 V koji su potrebni za napajanje displeja i mikrokontrolera. Zatim je, za potrebe senzora, napon od 5 V snižen na 3,3 V. Za snižavanje napona sa 5 V na 3,3 V korišten je linearni regulator.

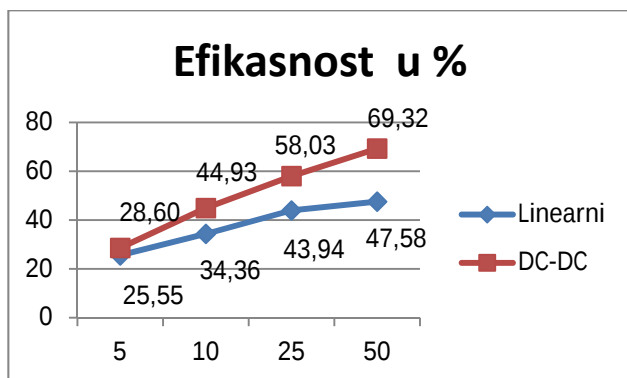
Snižavanje i regulisanje napona na 5 V moglo je biti riješeno na dva načina: linearnim regulatorom, kao što je 7805, ili DC-DC pretvaračem.

Linearni regulatori su vrlo jednostavni za korištenje, zauzimaju malo mjesta na štampanoj ploči za razliku od DC-DC pretvarača, ali imaju i neke mane. Prije svega, imaju lošu efikasnost.

Ta mana je bila dovoljna da se odustane od ovog tipa rješenja jer je autonomija sistema bila jedna od ključnih karakteristika. Za potrebe snižavanja napona sa napona baterije na 5 V iskorišten je DC-DC pretvarač. Za srce DC-DC pretvarača je izabran MC34063A kontroler. Na slici 3. je prikazana električna šema spajanja ovog integrisanog kola u step-down konfiguraciji za spuštanje napona [5].

Rješavanjem svih navedenih formula u [5] dobijene su vrijednosti eksternih komponenti DC-DC pretvarača. Analizom i poređenjem efikasnosti projektovanog DC-DC pretvarača i standardnog linearnog regulatora napona 7805 dobijeni su rezultati koji su prikazani na grafiku 1.

Na vertikalnoj osi je prikazana efikasnost u procentima, dok je na horizontalnoj prikazana izlazna struja stabilizatora, odnosno DC-DC pretvarača u miliamperima.



Grafik 1. Grafik poređenja efikasnosti linearnog i DC-DC pretvarača

3.5. Tastatura

Za kretanje kroz korisnički interfejs koriste se tasteri kojih je ukupno pet. Osnovne funkcije tastera su pomjeranje kursora na gore, pomjeranje kursora na dole, ENTER i BACK, dok peti taster ima funkciju "resetovanja" visine. Tasteri su spojeni na mikrokontroler preko ulaznih nožica koje imaju mogućnost generisanja prekida prilikom promjene stanja na njima.

Eksterni otpornici nisu korišteni jer mikrokontroler ima ugrađene pull-up otpornike na nožicama koje su iskorištene u ovu svrhu.

3.6. Stanje baterije

Pošto sistem zavisi od baterijskog napajanja, od izuzetne je važnosti konstantno pratiti stanje baterije i o tome obavještavati korisnika uređaja. Napon baterije se mjeri na ulazu u DC-DC pretvarač. Mjerenje napona se vrši preko jednog od analognih ulaza mikrokontrolera. Maksimalni napon koji se može dovesti na ulaz analognodigitalnog konvertora je napon napajanja samog mikrokontrolera, što je u ovom slučaju 5 V.

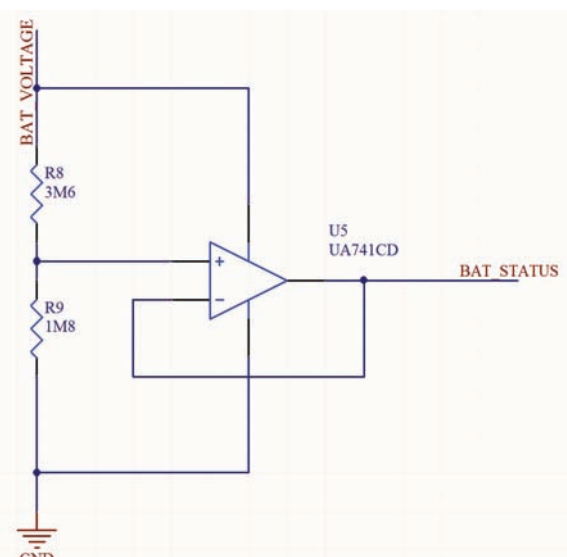
Napon baterije, kojom se cijeli sistem napaja, je daleko iznad 5 V, te ga je potrebno prilagoditi za mjerenje pomoću ugrađenog analognodigitalnog konvertora. Prilagođavanje naponskog nivoa koji se dovodi na ulaz analognodigitalnog konvertora je postignuto upotrebom naponskog razdjelnika kojeg čine dva otpornika.

Zbog potrebe za što manjom potrošnjom korišteni su otpornici velikih otpornosti, reda megaoma, što je za sobom povuklo drugi problem.

Problem se ogleda u visokoomskom ulazu u analognodigitalni konvertor. Kao što znamo, analognodigitalni konvertor na svom ulazu ima *sample&hold* kolo koje, između ostalog, čini i jedan kondenzator. Preciznost mjerenja analognodigitalnog konvertora zavisi od brzine punjenja pomenutog kondenzatora, a brzina punjenja zavisi od RC konstante.

Upotrijebljeni otpornici, čija je otpornost reda megaoma, nepovoljno utiču na RC konstantu, pa samim tim i na brzinu punjenja kondenzatora, što za posljedicu ima netačne konverzije.

Ovaj problem je riješen ubacivanjem bafera jediničnog pojačanja između naponskog razdjelnika i nožice analognog ulaza, što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Bafer jediničnog pojačanja

4. PROGRAMSKA PODRŠKA

Za prevođenje programa za mikrokontroler je korišten CCS C kompajler. Kako je za prikaz rezultata i korisničkog interfejsa korišten grafički displej rezolucije 128x64 piksela, za prikaz određenih parametara su dizajnirani posebni karakteri i dodani u font koji je korišten. Takođe i font je izmjenjen i to u dijelu koji se odnosi na prikaz cifara. Izgled cifara je promijenjen radi lakše čitljivosti. Za upisivanje HEX datoteke u mikrokontroler korišten je PICKit 2 program, u kombinaciji sa istoimenim programatorom.

4.1. Čitanje i obrada podataka sa senzora

Komunikacija između mikrokontrolera i senzora vazdušnog pritiska se odvija preko I²C magistrale. Prije prvog računanja temperature i pritiska potrebno je pročitati sadržaj EEPROM memorije kako bi se dobile vrijednosti parametara za kompenzaciju izmjerenih vrijednosti. Zatim mikrokontroler šalje startnu sekvencu kako bi otpočelo mjerenje pritiska i temperature. Nakon vremena koje je potrebno senzoru da izmjeri i konvertuje podatke u digitalni oblik, dobijene vrijednosti (UP i UT respektivno) se mogu pročitati preko I²C interfejsa. Za dobijanje temperature u stepenima celzijusa i pritiska u hektopaskalima potrebno je proći kroz nekoliko formula u kojima se koriste izmjerene podaci i podaci pročitani iz EEPROM memorije senzora. Lista formula je navedena u [4]. Na osnovu izračunatih podataka o pritisku, pomoću sledeće formule se računa visina u metrima:

$$visina = 44330 \times \left(1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1}{5,255}} \right). \quad (1)$$

U formuli 1. sa p je predstavljen izmjereni pritisak, a sa p_0 referentni pritisak.

4.2. Program mikrokontrolera

Pri uključivanju uređaja mikrokontroler prvo odraduje kalibraciju senzora vazdušnog pritiska i inicijalizaciju korištene periferije. Nakon toga se na displeju prikazuju informacije kao na slici 5., a mikrokontroler ulazi u stanje čekanja polijetanja za prvi skok.



Slika 5. Izgled displeja po uključenju uređaja

U donjem lijevom uglu je prikazana temperatura. Odmah pored, desno od temperature, prikazuje se stanje baterije. Desno od ikonice koja prikazuje stanje baterije nalazi se tekst "MEM". Ovaj tekst se prikazuje i blinka ukoliko je memorija za smještanje zapamćenih parametara skokova puna. U donjem desnom uglu je prikazana jedinica u kojoj je izražena visina. Podrazumjevana jedinice za visinu i temperaturu su metri i stepeni celzijusa, respektivno. Najbitnija informacija, a to je visina, dominira displejom. Nalazi se u gornje dvije trećine displeja i ispisuje se od lijeve do desne ivice displeja. Osvježavanje podataka se vrši jednom u sekundi.

Prilikom svakog skoka visinomjer prolazi kroz nekoliko modova kako bi zapisao vrijednosti parametara koji su potrebni za vođenje evidencije skokova. Visina iskakanja, visina otvaranja, trajanje slobodnog pada i maksimalna brzina propadanja su parametri koji se pamte za svaki skok zasebno. Uređaj iz jednog moda prelazi u drugi na osnovu promjene brzine promjene visine. Prvi mod je aktivan od trenutka uključivanja uređaja ili setovanja trenutne visine kao referentne. Ovaj mod je aktivan dok je padobranac u letjelici i dok se penje na visinu iskakanja. Sledeći mod se aktivira po izlasku iz letjelice, kada visinomjer detektuje brzinu propadanja veću od 8 metara u sekundi. Po ulasku u ovaj mod poslednja izmjerena visina prije ulaska u mod slobodnog pada se memoriše kao visina iskakanja za taj skok, a istovremeno se startuje tajmer koji mjeri trajanje slobodnog pada. Naredni mod se aktivira prilikom otvaranja padobrana. Tada brzina propadanja opada na ispod 8 metara u sekundi. Po ulasku u ovaj mod poslednja izmjerena visina se zapisuje kao visina otvaranja padobrana, a tajmer se zaustavlja i izmjereno vrijeme se zapisuje kao vrijeme trajanja slobodnog pada. Poslednji mod u nizu se aktivira kada visina opadne ispod 100 metara. Tom prilikom se svi zapisani parametri smještaju u internu EEPROM memoriju mikrokontrolera. Prilikom prizemljenja visinomjer je automatski spreman za naredni skok.

4.3. Korisnički meni

Korisnički meni omogućava korisniku pristup određenim podešavanjima i pregledu statistike skokova. Po ulasku u meni korisniku se nude tri opcije, i to: podešavanje jedinica u kojima se prikazuju izmjene vrijednosti visine i temperature, pregled statistike memorisanih skokova i podešavanje *offseta* visine.

Poslednja opcija se koristi u slučaju kada se tačke polijetanja i slijetanja ne nalaze na istoj visini. Tada se podešavanjem *offseta* kompenzuje visinska razlika između tačaka prije polijetanja.

5. ZAKLJUČAK

Visinomjer, poslije padobrana, predstavlja najbitniji dio opreme svakog padobranca.

Razvoj digitalne elektronike je omogućio realizaciju jednog takvog uređaja koji će, osim mjerenja visine u realnom vremenu, imati mogućnost memorisanja parametara svakog skoka. Memorisanje ovih parametara korisniku uveliko pojednostavljuje vođenje obaveznog dnevnika skokova.

6. LITERATURA

- [1] Wikipedia, Slobodni pad, http://bs.wikipedia.org/wiki/Slobodni_pad, pristupljeno 10.9.2014.
- [2] Meteoplaneta, Atmosferski pritisak i gustina vazduha, <http://meteoplaneta.rs/meteoroloski-elementi-i-pojave/atmosferski-pritisak-i-gustina-vazduha/>, pristupljeno 12.9.2014.
- [3] Microchip Tehnology Inc., *PIC18(L)F2X/4XK22 Data Sheet*, pp. 4-6, 2012.
- [4] Bosch Sensortec, *BMP085 Digital pressure sensor Data Sheet*, pp. 9-13, 2008.
- [5] Texas Instruments, *1.5 A Step-Up/Down/Inverting Switching Regulators*, pp. 1-10, 2003.

Kratka biografija:



Miloš Janković rođen je u Doboju 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Embedded sistemi i algoritmi odbranio je 2014. god.

ONE SOLUTION OF A LOCATION BASED SERVICE FOR VEHICLE INTERLINKING

Slavko Radonić, Saša Kartalija, Dragan Samardžija

Abstract – This paper describes a system of interlinked vehicles used to share information of interest for all traffic participants and the parties responsible for maintaining the infrastructure. Furthermore it presents problems encountered with mobile device GPS inaccuracy, data organisation and search algorithms.

Keywords – crowd sourcing, information sharing, LBS, mobile devices, search algorithms, vehicle interlinking.

1. INTRODUCTION

With the increase in availability of GPS-capable mobile devices and broadband Internet connectivity comes the popularity of location based services (LBSs) [1][2]. Knowing the user's current position allows giving location specific information of possibly much greater relevance for the user. Besides the generally more useful information these systems provide for the user, the additional location data also considerably aids the provider of the information by automatically supplying additional search limitations imposed by the users' location.

Apart from the social networking and advertising aspects of LBSs, they have potential application in other fields as well. One of these is, e.g., a crowd sourced[3][4] traffic and infrastructure monitoring system, which forms a detailed model of current traffic conditions by combining a large number of tiny data segments from multiple users and providing proximity-based notifications in return. This approach allows a collection of huge amounts of data with limited demand on individual users. Furthermore, it "pays for itself" since the users gather information, while in return they get compensated with useful feedback.

2. DESIGN CHALLENGES

In the following we present a list of potential challenges.

- Level of information gathering complexity imposed on each mobile terminal that contradicts information to the system.

Slavko Radonić, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon 381-60-3839687, e-mail: Slavko.Radonic@rt-rk.com).

Saša Kartalija, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: Sasa.Kartalija@rt-rk.com).

Dragan Samardžija, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: Dragan.Samardzija@rt-rk.com).

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Slavka Radonića. Mentor je bio prof. dr Miroslav Popović.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2012.

- Amount of communication resources required to convey information to the network and feedback to the users.
- Computational complexity required to process geolocation information by the server (e.g., accounting for effects of Earth's curvature).

The solution to the first problem was to keep the automation of the mobile application at the highest possible level, and make most use of the devices' built-in modules, e.g., using the accelerometer to detect sudden decreases in speed and/or slow movement, which could indicate accidents or traffic jams.

The second problem is addressed through minimization of both uplink and downlink messages exchanged. For example, schemes that predict position of a vehicle would lower the required frequency of the terminal geolocation information updates.

The third issue arises from complex equations required to calculate actual distances using map coordinates. This effect can be mitigated by using an equation based on a cruder model of the earth, i.e., an ellipsoid or even spherical model instead of a geoid model, which neglects the altitude changes of Earth's surface. Besides different Earth models applied, using a simpler approximation reduces complexity while introducing a greater error. However the error remains within acceptable limits for distances required by this type of application. An *equiangular approximation on a spherical Earth model* was chosen for the purpose[6].

3. IMPLEMENTATION

The system consists of three main subsystems as shown in Fig. 1, the server, the mobile device user and stationary the non-mobile user. Communication between the subsystems is carried out via the Internet and the cellular network using TCP/IP connection.

- Role of the server is to store and organise data received from mobile clients, inform mobile clients of relevant information already in the system and facilitate a graphical representation of the data (through the use of a mapping service such as *Google Maps*[5]).
- Role of the mobile user is automatic and manual acquisition of relevant system data which employs many capabilities of the mobile device with as little of the users attention as possible [for obvious safety reasons]. In addition, the mobile terminal is also the primary consumer of the gathered data.

- Role of the stationary user is purely as a consumer of data.

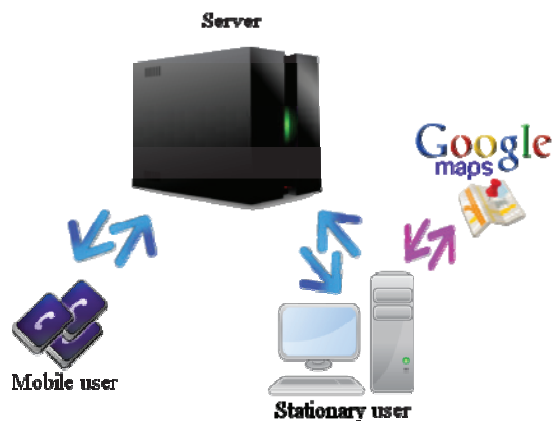


Fig. 1 System structure and communication

Communication between the mobile and stationary users is limited to the later being able to view data generated by the mobile users and processed by the server.. Both users communicate directly with the server. The server stores the acquired data in two categories: events (depending on the system setup some of the events can be considered “events of interest” but are still kept and organised in the same manner) and users. Events are constant with the exception of events of the same type reported in close proximity of each other. In such a case they are perceived as the same event and merged by averaging their coordinates and updating the existing event with those coordinates. Users are identified by an ID and their current location, which is updated periodically. With every update the server calculates the distance from the user to all possible events of interest and sends proximity-based notifications if needed. The search algorithm used in the current version is a brute force method.

Event data contained within the server is divided into two subsets, one of which contains newly reported event information, whereas the second is used to store the events that have been “confirmed”, i.e., reported multiple times by different users and thus considered valid. This step was taken to prevent accidental reports having an impact on the validity of the entire data, or even malicious users from abusing the system by providing false event information.

4. COMMUNICATION CYCLE BREAKDOWN

A cycle consists of a message sent from the user and an appropriate response to it sent by the server. The first step, after the system is turned on, is a mobile user initiating communication with the server and sending its newly gathered data. Upon receiving the message, the server checks the validity and type. Depending on the latter the server reacts in one of two ways.

For valid messages containing event data is parsed and the data contained within is merged with the known data by adding a new event or updating an already existing one. For valid messages containing user location information the server go through the list of known events potentially of interest to the user and calculate the distances between the two. If an event within a certain radius is detected the

servers reply is a notification of this event, otherwise it is a notification of the client that no error occurred.

In case of an invalid message a reply is sent back to the user notifying it of the error and the cycle is ended.

5. TESTING AND ENCOUNTERED PROBLEMS

The system was conceived to be a proof of concept thus only basic testing was conducted. It was performed in the field with two mobile users through multiple higher and lower speed drives around a predefined urban routs. The initial drive was used to gather event information while the subsequent drives were used to test the proximity-based notification. However, they also gave rise to a number of interesting problems whose solutions will be addressed in our future work. For example, we noted the following.

- Variable quality of GPS receivers integrated in mobile devices. (Fig 2, showing the error which occurs during movement, Fig 3 ,showing the error acumulated during immobility)
- Increase in real time requirement due to larger number of users, primarily time needed to check all points of interest for users new locations.

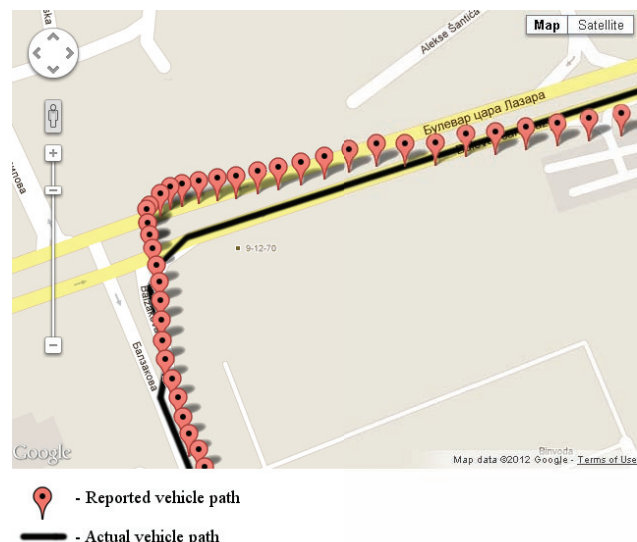


Fig. 2 GPS data error - movement



Fig. 3 GPS data error - immobility

A limited GPS accuracy mainly manifests itself through inaccuracy that, on average, cancels itself out and is not a hindrance to the functioning of the system. However, in some cases an additive distortion was observed which appeared while the receiver was stationary thus affecting the results.

Larger numbers of users as well as ever increasing number of events and points of interest would pose an implementation complexity problem considering the real time nature of the system.

6. THE SEARCH ALGORITHM

The GPS inaccuracy could be compensated for by periodically making the receiver reacquire the satellite signal while implementing simple prediction on the side of the client which would be used while the actual receiver is not ready to produce new data. In addition, the built-in accelerometer may be used to check the GPS functionality by comparing the velocities calculated from both of these devices and acting on that result.

A more systematic data organisation coupled with a smarter search algorithm could lessen the real time constraints. The data organisation could be improved by quantization of the earth's surface in several iterations, thus growing in precision. This would define a location relative to a predefined subsection instead of absolutely eliminating the majority of events that are relevant to the user and to which the distances need to be calculated. The search algorithm would only check certain subsections in the immediate vicinity of the user as shown in Fig. 4. The cost of this improvement is a one-time additional calculation for converting absolute coordinates to the new relative ones during the integration (server side) or even acquisition (client side) of new data: Whereas the benefit would be a frequently recurring save of up to 99% of all calculations (on a global scale with one server holding all the data) gained by calculating distances to points only in the subsections in surrounding the one occupied by the user. Going even further, the area of interest that needs to be searched can be reduced to a part of an annulus placed in front of the user (the previous location of the user is already known which allows the calculation of its direction) as shown in Fig. 5.

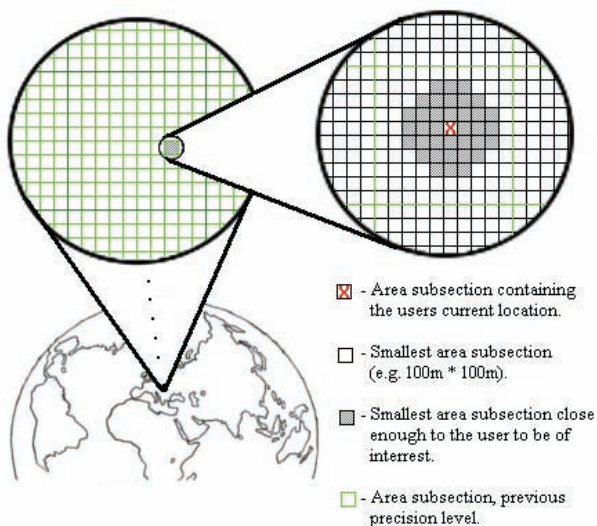


Fig. 4 Area quantization and data exclusion

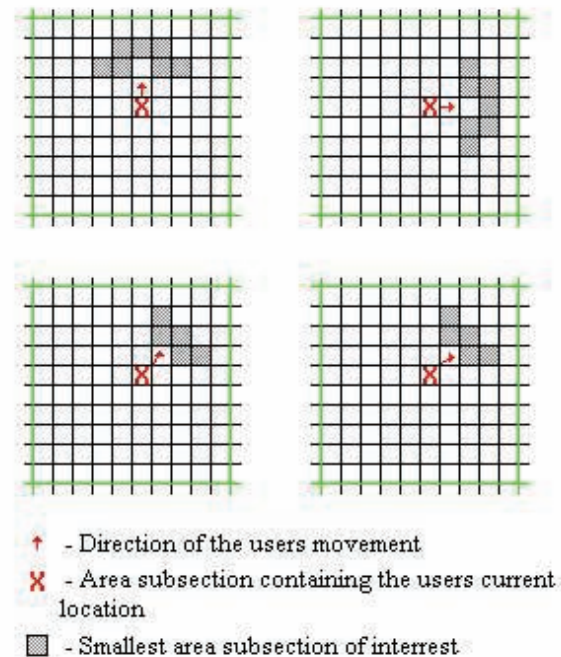


Fig. 5 Improved data exclusion

7. CONCLUSION AND FINAL NOTES

The crowd-sourced LBS has proven to be a way to provide great utility, to a huge user base, through a wide range of useful information and with next to no upkeep cost. All of the more dynamic data in the system is collected by the users themselves. Therefore it is the ideal basis for the development of the system described in this paper.

Also worth noting is that this system was not intended as an improvement of any existing system of which the authors are aware, but rather an exploration into the viability of using an LBS for the above mentioned purposes. Thus no comparison to similar existing systems would be sensible.

The LBS market is in rapid expansion and has a great potential like most markets that have been unlocked by certain technological advancements. Since the area is new and unexplored there are many possible uses that could be exploited and utilised with minimal effort.

ADDITION

$$d = \sqrt{((\Delta lat)^2 + (\cos(lat)\Delta lon)^2) * R^2}, D = d^2$$

D – Distance square value, d – Actual distance (km),
 lat, lon – Latitude and Longitude in radians,
 R – Mean radius of the earth, 6371 km.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work is supported by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia under Grant TR-36029.

REFERENCES

- [1] Deuker, André (2008). "Del 11.2: Mobility and LBS". FIDIS Deliverables 11
- [2] http://heanet.dl.sourceforge.net/project/jump-pilot/w_other_freegis_documents/articles/lbs_lecturenotes_steinigeretal2006.pdf

- [3] [Brabham, D. C. \(2008\). Crowdsourcing as a model for problem solving: An introduction and cases. Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies, 14\(1\), 75-90.\)](#)
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Crowdsourcing>
- [5] <https://developers.google.com/maps/>
- [6] <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>

**ANALIZA OKVIRA ZA RAZVOJ MODERNIH WEB APLIKACIJA SA STANOVNIŠTVA
WINDOWS METRO OKRUŽENJA****ANALYSIS OF MODERN WEB APPLICATIONS DEVELOPMENT FRAMEWORKS
FROM THE STANDPOINT OF WINDOWS METRO ENVIRONMENT**Nebojša Prodana, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisana opšta struktura okvira za razvoj modernih WEB aplikacija, na osnovu koje je izvedeno namensko rešenje za potrebe hipotetičke aplikacije. Pomenuto namensko rešenje je potom upoređeno sa široko zastupljenim okvirima, kako bi se ustanovile prednosti i mane svakog od njih u odnosu na potrebe aplikacije. Konačno, opisani okviri su upoređeni prema lakoći portabilnosti na Windows Metro okruženje.

Abstract – In this paper the architecture of the general framework is described. Based on it, a custom framework was developed for the hypothetical application needs. The custom solution was then compared against the most common frameworks, to assert cons and pros for the custom application needs. Finally, the mentioned frameworks are compared based on the easiness of their portability to Windows Metro environment.

Ključne reči: WEB, SPA, AngularJS, Backbone, Knockout, okviri, poređenje okvira, analiza portabilnosti

1. UVOD

Nagli razvoj standarda vezanih za razvoj WEB aplikacija uslovio je mogućnosti pravljenja aplikacija koje po kvalitetu interakcije sa korisnikom mogu da pariraju desktop aplikacijama. Takve aplikacije se nazivaju SPA (Single Page Applications) WEB aplikacije. One su u stanju da podrže kompleksne grafičke interfejse zahvaljujući renderovanju na korisničkoj strani.

Međutim, moderne SPA aplikacije zahtevaju veliku količinu koda pisanog u JavaScript programskom jeziku, što značajno podiže nivo složenosti upravljanja izvornim kodom takvih aplikacija. Šta više, danas je utemeljeno mišljenje kod velikog broja razvojnih inženjera koji se bave pisanjem ovakvih aplikacija, da nije rezonski praviti sopstvene okvire za organizaciju i struktuiranje SPA aplikacija [1].

Tema ovog rada jeste testiranje pomenute heuristike na uprošćenom primeru aplikacije za pomoć terenskim ekipama elektrodistribucija i obuhvata poređenje hipotetičkog ručno razvijenog okvira sa trenutno najpopularnijim okvirima (eng. Framework) za organizaciju klijentskog koda, sa posebnim naglaskom na mogućnosti portabilnosti rešenja na Windows Metro okruženje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, red.prof.

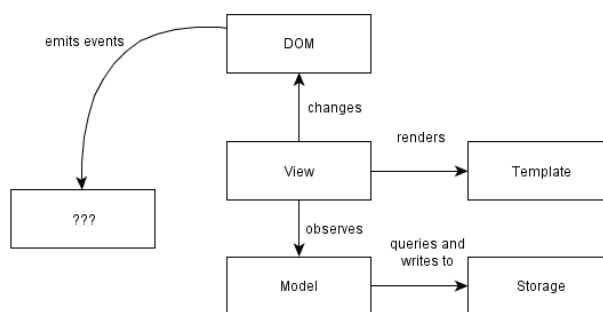
**2. ARHITEKTURA APLIKACIJE I OPŠTEG
OKVIRA ZA KLIJENTSKI JAVASCRIPT KOD**

SPA WEB aplikacije se raspoznaju po svojim mogućnostima da renderuju bilo koji deo grafičkog korisničkog interfejsa bez zahtevanja od servera da dostavi celu HTML stranicu. Moderna WEB aplikacija bi trebala biti modelovana sa 3 različita aspekta [2]:

- Arhitektura: Od kojih konceptualnih delova se sastoji naša aplikacija? Kako različiti delovi aplikacije komuniciraju jedni s drugim? Kako se upravlja međuzavisnostima?
- Upravljanje resursima: Kako je naša aplikacija struktuirana u datoteke i logičke module? Kako se ovi moduli kompajliraju i učitavaju u pretraživač (eng. browser)? Kako se moduli mogu zasebno testirati?
- Upravljanje stanjem: Kada se aplikacija učitava u browser, koji delovi aplikacije se nalaze u radnoj memoriji? Kako se vrši prelazak između stanja i kako se dobija uvid u trenutno stanje radi lakšeg otklanjanja grešaka (eng. debugging)?

2.1 Arhitektura moderne WEB aplikacije

Moderne SPA aplikacije su obično struktuirane na način prikazan na slici 2.1.



Slika 2.1. Arhitektura moderne SPA aplikacije [2]

Slika 2.1 ilustruje sledeće koncepte arhitekture:

- Write-only DOM (Document Object Model).
- Models as the single source of truth.
- Pogledi prate promene nad modelom.
- Nezavisni moduli sa spoljašnjim interfejsima.
- Minimizovanje zavisnosti koda od specifičnosti DOM-a u različitim pretraživačima.

Takođe, sa slike 2.1 se može primetiti da je ostavljeno jedno nedefinisano polje na dijagramu. Razlog ovoga je što u aktuelnim SPA arhitekturama različiti okviri imaju različitu terminologiju za ono što bi trebalo predstavljati kontroler. S toga, ovu komponentu u nastavku rada ćemo nazivati Koordinator. Koordinator je komponenta arhitekture zadužena, u zavisnosti od odabranog okvira, za neke ili sve od sledećih funkcionalnosti [2]:

- Reaguje na događaje u *DOM*-u koje rezultuju malim promenama stanja na pogledima.
- Reaguje na događaje promene podataka u modelu.
- Reaguje na događaje promene stanja aplikacije, koja rezultuju zamenom trenutno aktivnog pogleda aplikacije.
- Reaguje na promenu globalnih stanja kao što su odlazak u *offline* režim rada u *real-time* aplikacijama.
- Reaguje na odložene, tj. asinhrono dostavljene podatke putem *AJAX*-a.

2.2 Upravljanje resursima

Pod terminom upravljanje resursima se prvobitno misli na način organizacije klijentskog *JavaScript* koda, kako za potrebe razvoja, tako i za potrebe dostavljanja paketa, odnosno datoteka pregledačima putem *Script tag*-ova. Faktor koji najviše utiče na meru testabilnosti i refaktorabilnosti koda je pokazatelj koji ukazuje koliko je dobro kod podeljen na module, i koliko se dobro razvojni inženjeri pridržavaju uspostavljene modularne strukture. U tabeli 2.1 dat je uporedni prikaz modularne i nemodularne strukture aplikacije:

Tabela 2.1. Poređenje modularne i nemodularne strukture aplikacije [2]

Nemodularna struktura	Modularna struktura
Svako parče koda je globalno dostupno.	Svaki paket pruža jedinstveni javni interfejs
Imena su globalno definisana.	Imena su lokalno definisana unutar paketa
Svi detalji implementacije su javno dostupni programerima	Detalji implementacije nisu dostupni van okvira paketa
Redosled učitavanja je bitan, jer kasnije učitani fajlovi mogu da prebrišu funkcionalnost ranije učitanih.	Redosled učitavanja nije bitan, jer postoji sistem za upravljanje vezama između paketa
Implicitne zavisnosti među globalnim promenljivama.	Eksplicitno navedene zavisnosti
Ne postoji semantička veza između datoteka i modula.	Svaki fajl pripada jednom i samo jednom modulu

Uobičajena praksa ubacivanja svake *JavaScript* datoteke u globalni prostor imena (eng. *namespace*) je loša, jer čini refaktorisanje i testiranje veoma teškim.

Eksplicitne zavisnosti forsiraju postojanje javnih interfejsa, što znači da testiranje i refaktorisanje postaje značajno jednostavnije, jer se menjaju i testiraju samo detalji implementacije softverskih komponenti, dok spoljni javni interfejsi ostaju isti.

2.3 Upravljanje stanjem

Stanje aplikacije prilikom izvršavanja čine informacije poput podataka koje sadrže promenljive ili redosleda operacija koji aplikaciju prevede iz jednog stanja u drugo. Uočene su tri interesantne relacije, bitne za definisanje upravljanja stanjem kod SPA aplikacija [2]:

- *URL* ⇔ *State*
- *Definicija* ⇔ *Inicijalizacija*
- *HTML elements* ⇔ *View objects* i *HTML events* ⇔ *View changes*.

3. ARHITEKTURA HIPOTETIČKOG OKVIRA

3.2 Arhitektura klijentskog dela aplikacije

Arhitektura : Opšta arhitektura je konkretizovana kroz hipotetički *MVCP* (*Model View Controller Proxy*) arhitekturni šablon. Pomenuta konkretizacija podrazumeva proširenje arhitekturnog opisa *Storage* komponente sa slike 2.1 tako da ona sadrži *Proxy* u svojoj internoj implementaciji, koji će joj omogućiti da, na osnovu činjenice da li je aplikacija trenutno *online* ili *offline*, šalje zahteve prema serveru, odnosno lokalnoj bazi koja je čuvana na strani klijenta.

Upravljanje resursima : Aplikacija je podeljena na funkcionalne celine, pri čemu svaka funkcionalna celina predstavlja podsistem za sebe i kao takva se može dalje razbiti na sitnije organizacione celine, zvane softverskim komponentama. Komponentu čine:

- **Model** : Adaptira serverski model podataka u format pogodan za rad na klijentskoj strani.
- **Kontroler** : Nadzire promene nad modelom i pogledima.
- **Pogledi** : Vršre reprezentaciju modela.
- **Proksi** : Posrednik između modela i njegovog upita za dobavljanje podataka u serverskom formatu.

Eksplicitne zavisnosti su navedene unutar kontrolera putem *Publish/Subscribe* šablona. Svaka komponenta mora da definiše spisak događaja koje publikuje i spisak događaja na koje reaguje. Jedan spisak sadrži događaje koje su sadržani unutar modula, dok drugi spisak sadrži spoljašnji interfejs samog modula prema ostatku sistema. Ovakvim pristupom je obezbeđena velika modularnost sistema, pri čemu se detalji implementacije, kako komponenti tako i modula, sakrivaju od pojedinih razvojnih inženjera, koji ne moraju da te detalje znaju.

Upravljanje stanjem :

- *URL* ⇔ *State* : Aplikacija ima samo jedan osnovni *URL* sa kojeg joj se može pristupiti.

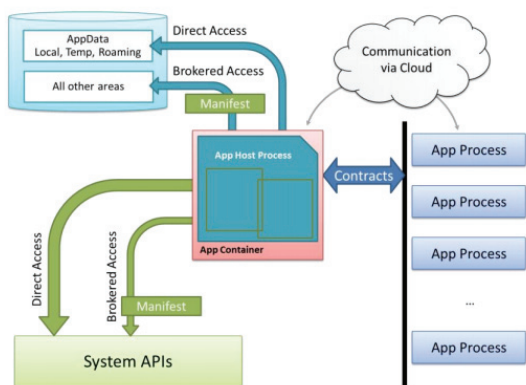
- *Definicija* ⇔ *Inicijalizacija* : Komponente se inicijalizuju putem *init* funkcije koja je prisutna u svakom modulu i podmodulu.
- *HTML elements* ⇔ *View objects i HTML events* ⇔ *View changes* : Mapiranje je direktno zbog niskog nivoa indirekcije.

4. WINDOWS METRO OKRUŽENJE

Windows Metro je najnovija *Microsoft*-ova platforma za pravljenje modernih aplikacija sa interfejsima za uređaje sa ekranima osjetljivim na dodir. Shvatajući obim zajednice koja se aktivno bavi pravljenjem *SPA WEB* aplikacija, *Microsoft* je odlučio da na svojoj novoj platformi podrži razvoj aplikacija putem *HTML5* i *CSS3* standarda posredstvom *JavaScript-e*.

4.1 Kontejner za Windows Metro aplikacije

Kada se *Metro* aplikacija aktivira, sistem kreira *App Container* i *App Host* proces. Pomenuti proces učitava *Windows Metro* aplikaciju putem *JavaScript-e* i kreira okruženje za izvršavanje aplikacije [3]. Pomenuto okruženje ustvari predstavlja izolacioni sloj koji blokira lokalnu međuprocensnu komunikaciju i blokira ili kroz brokera dopušta, u zavisnosti od mogućnosti aplikacije koje su deklarisanе u njenom manifestu, pristup sistemskim resursima. Slika 4.1 ilustruje navedenu izolaciju.



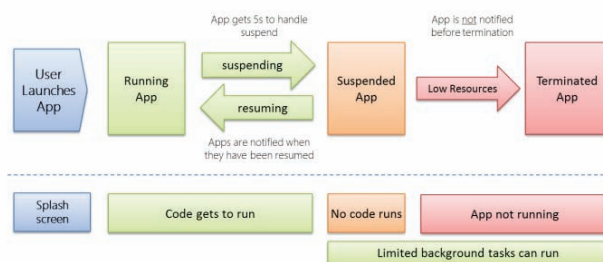
Slika 4.1. Izolacija procesa u *Windows Metro* aplikacijama

4.2 Upravljanje životnim ciklusom procesa

Metro aplikacije trebaju da budu aktivne samo onda kad ih korisnik može videti na ekranu. Radi čuvanja resursa i boljih performansi aktivne aplikacije, operativni sistem može u potpunosti da zaustavi aplikacije koje trenutno nisu vidljive na ekranu. Dakle, kada se aplikacija skloni u pozadinu, *Windows* će je automatski suspendovati nakon otprilike 5 sekundi. Aplikacije bivaju obaveštene od strane sistema da će uskoro biti suspendovane, kako bi mogle da sačuvaju svoje trenutno stanje. Kada je aplikacija suspendovana, ona se još uvek nalazi u memoriji sa svim svojim memorijskim strukturama netaknutim, ali joj neće biti dodeljeno procesorsko vreme za izvršavanje.

Kada korisnik ponovo prikaže aplikaciju na ekranu, aplikacija će dobiti delić procesorskog vremena i nastaviti gde je stala pre suspendovanja. Aplikacije bivaju obaveštene i o ovom događaju za slučaj da moraju da se sinhronizuju sa *online* servisima, osveže svoj prikaz ili

dobiju novo očitavanje sa nekog od senzora uređaja. Na slici 4.2 prikazan je životni ciklus *Windows Metro* aplikacije:



Slika 4.2. Životni ciklus *Metro* aplikacija [4]

4.3 WinJS biblioteka

Windows Library for JavaScript sadrži skup *JavaScript* objekata, funkcija i metoda koji su organizovani u prostore imena sa ciljem da olakšaju kreiranje *Metro* aplikacija. *WinJS* vrši sistemsku integraciju putem skupa omotača (eng. *wrapper*) oko nativnih *WinRT API*-ja. Najbitniji od spomenutih omotača je *Windows.ApplicationModel.Activation API* koji omogućava *WinJS* aplikacijama da se registruju na događaje životnog ciklusa aplikacije, koje proizvodi sam operativni sistem.

Kod aplikacije mora da reaguje na dva događaja *onactivated* i *oncheckpoint*. Obradivač prvog događaja proverava razlog aktivacije aplikacije i, u zavisnosti od rezultata provere, aplikacija treba da bude inicijalizovana, ako je sveže pokrenuta, ili sinhronizovana sa resursima koje koristi, ako se probudila iz stanja suspenzije. Obradivač drugog događaja služi da bi aplikacija mogla da sačuva stanje, pre nego što bude suspendovana od strane operativnog sistema.

Druga tačka integracije, koja je potrebna da bi se standardna *WEB SPA* aplikacija mogla prepraviti da bude izvršiva na *Windows Metro* okruženju, je upravljanje *cookie*-ima posredstvom *CookieManager* objekta i njegovih *getCookies*, *setCookie*, i *deleteCookie* metoda.

5. POREĐENJE I KLASIFIKACIJA OKVIRA

Zbog različitih interpretacija kako bi skalabilna *JavaScript* aplikacija treba biti implementirana, dolazi do nedoumice u izboru okvira, jer je u velikom broju slučajeva razlika između okvira minimalna. S toga, je potrebno postaviti dobar kriterijum za izbor nekolicine okvira koji su pogodni za razvoj *SPA* aplikacija putem sledećih pitanja [5]:

- Koje su stvarne mogućnosti razmatranog okvira?
- Da li je okvir dokazan u praksi?
- Da li je okvir u stabilnoj fazi razvoja?
- Koliko je okvir fleksibilan?
- Da li okvir ima razumljivu i dobro organizovanu dokumentaciju?
- Kolika je ukupna veličina okvira i koje su njegove zavisnosti?
- Koliko je velika zajednica koja stoji iza okvira?

Na osnovu postavljenog kriterijuma, izbor je sveden na sledeće okvire: *AngularJS*, *Backbone*, *Knockout* i *Knockback*. Tabela 5.1 daje sumaran pregled okvira.

Tabela 5.1. Usporedno poređenje karakteristika razmatranih okvira

Koncept opšteg okvira	AngularJS koncept	Backbone koncept	Knocokut koncept	Knockback koncept
Koordinator	Specijalna <i>\$scope</i> komponenta	<i>Backbone.View</i>	<i>Plain JavaScript</i> objekti koji koriste <i>ko.observable</i>	Kombinacija <i>Backbone.View</i> i <i>viewmodel</i> -a iz <i>Knockout</i> -a
View	<i>\$scope</i> i <i>\$routeProvider</i>	<i>Backbone.View</i>	<i>HTML</i>	<i>HTML</i>
Model	Formira se unutar <i>\$scope</i> -a	<i>Backbone.Model</i> i <i>Backbone.Collection</i>	<i>Plain Javascript</i> object	Omotači oko <i>Backbone.Model</i> i <i>Backbone.Collection</i> koji omogućavaju obostrani <i>databind</i>
Storage	<i>Factories</i> , <i>Services</i> , <i>Providers</i> i <i>Values</i>	Implementira se unutar <i>Backbone.Model</i>	Zasebno se implementira i povezuje sa modelom	Implementira se unutar <i>Backbone.Model</i>
DOM	<i>Directives</i> i <i>jQueryLite</i>	Bilo koja biblioteka za <i>DOM</i> manipulaciju	<i>DOM</i> ne bi trebao biti ručno manipulisan, već posredstvom dvostranog <i>databind</i> -a	Bilo koja biblioteka za <i>DOM</i> manipulaciju
Template	<i>Directives</i> i ugrađeni sistem za <i>String based templating</i> nalik na <i>Handlebars</i> i <i>Mustache</i>	<i>JavaScript</i> templating biblioteka poput <i>Mustache</i> , <i>Handlebars</i> , <i>Eco</i> , itd.	Specifična sintaksa zasnovana na korišćenju <i>HTML5 data-*</i> atributa	Specifična sintaksa zasnovana na korišćenju <i>HTML5 data-*</i> atributa

6. ANALIZA PORTABILNOSTI

Najlakši način da se uradi portovanje navedenih okvira na *Windows Metro* okruženje je da se izvrši integracija okvira sa *WinJS* platformskom bibliotekom. Ovde su u prednosti okviri koji imaju aktivnu zajednicu, koja će biti u stanju da napravi adaptore između okvira kojeg zastupaju i *WinJS* platformske biblioteke.

Okviri koji imaju spomenute adaptore omogućiće znatno lakšu portabilnost na *Windows Metro* okruženje. Sledeće nabrojanje ilustruje minimalan zajednički skup problema i akcija koje je potrebno preduzeti kako bi se spomenuti okvir prilagodio *Windows Metro* okruženju.

- Ograničenja nad *DOM*-om: *MSApp.execUnsafeLocalFunction*
- Integracija *LiveTile* pločica: *background task* mehanizam
- Integracija *Settings* panela: *app.onsettings* tačka integracije sa *WinJS.UI.SettingsFlyout* API-jem
- Integracija sistemskog API-ja za kameru: *Windows.Media.Capture.CameraCaptureUI* API
- Integracija sistemskog API-ja za geolokaciju: *Windows.Devices.Geo-location.Geolocator* API
- Integracija sistemskog API-ja za konektivnost: *Windows.Networking.Connectivity.NetworkInformation* API.

7. ZAKLJUČAK

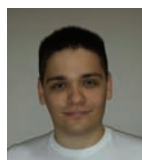
Tema ovog rada bila je vezana za upoznavanje *JavaScript MV** okvira za razvoj *WEB Single page applications* i

proučavanje mogućnosti *Windows Metro* razvojnog okruženja. U radu je izneseno ocenjivanje prenosivosti *JavaScript MV** okvira na *Windows Metro* razvojno okruženje i utvrđene su prednosti i mane ovih okvira u odnosu na namenski razvijen okvir za potrebe namenske aplikacije.

LITERATURA

- [1]. Steven Sanderson's blog. *Rich JavaScript Applications – the Seven Frameworks* <http://blog.stevensanderson.com/2012/08/01/rich-javascript-applications-the-seven-frameworks-throne-of-js-2012/>.
- [2]. Takada, Mikito. *Single page apps in depth*. <http://singlepageappbook.com/goal.html>.
- [3]. MSDN. *The platform from a performance perspective (HTML)* <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/hh781223.aspx>.
- [4]. Brockschmidt, Kraig. *Programming Windows Store Apps with HTML, CSS and JavaScript - Second Edition*. s.l. : Microsoft Press, 2014.
- [5]. <http://www.smashingmagazine.com/2012/07/27/journey-through-the-javascript-mvc-jungle/>

Kratka biografija:



Nebojša Prodana rođen je u Novom Sadu 1990. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski softverski inženjering odbranio je 2014.god.

POREĐENJE WEB HTML5 I WINDOWS STORE PRISTUPA NA PRIMERU APLIKACIJE ZA PRIKAZ ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE**COMPARISON OF WEB HTML5 AND WINDOWS STORE APPROACHES FOR POWER DISTRIBUTION NETWORK DISPLAY APPLICATION**

Bojan Makljenović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisane su mogućnosti Windows Store aplikacije, a za demonstraciju ovih mogućnosti je iskorišćena aplikacija za podršku ekipa prilikom rada na elektrodistributivnoj mreži. Takođe je izvršeno poređenje aplikacija implementiranih HTML5 standardom i nativnih aplikacija implementiranih za specifičnu platformu. Poređenje ova dva tipa aplikacije je poslužilo za prikaz prednosti i nedostataka jednog i drugog tipa aplikacije. Windows Store aplikacija je iskorišćena da prikaže da je moguće iskoristiti sve prednosti HTML5 standarda, a u isto vreme iskoristiti sve prednosti koje nudi jedna nativna Windows Store aplikacija. Isto tako je objašnjen postupak konverzije jedne HTML5 aplikacije u Windows Store aplikaciju, kao i prednosti koje se dobijaju ovakvom migracijom.

Abstract – This paper describes the capabilities of Windows Store applications. For demonstration of its capabilities it is used application for supporting teams at work on the power distribution network. It is also done comparison of application implemented by HTML5 standard and native application implemented for a specific platform. Comparison of these two types of applications serves to show the advantages and disadvantages of both types of applications. Windows Store applications is used to show that it is possible to take advantage of HTML5 standards, and at the same time take advantage of all the benefits offered by a native Windows Store applications. This paper also explained the conversion process from one HTML5 application to Windows Store application, and the benefits that are gained by such migration.

Ključne reči: Windows Store Aplikacije, HTML5 standard, konverzija web HTML5 aplikacije u Windows Store aplikaciju, poređenje API-ja za kameru, geolokaciju i konektivnost u HTML5 standardu i Windows Store aplikaciji

1. UVOD

Personalni računari (PC), koji su se prvi put pojavili na tržištu pre oko 30 godina, su doživeli ogromne promene. U današnje vreme, zahvaljujući napretku u tehnologiji, PC računari postaju sve brži, manji, jači i jeftiniji. Međutim, ono što je još važnije jeste to da PC računari

dele svakodnevnog života. Korisnici preko svojih PC žele da svoje zadatke obave na prirodan i intuitivan način i da imaju pristup svim željenim informacijama u svakom trenutku sa bilo kog mesta i bilo kog tipa računara. Isto tako korisnici sve više očekuju aplikacije koje podržavaju interakciju na dodir, mobilnost, štednju energije i neke dodatne funkcionalnosti, kao što su mogućnost korišćenja raznih senzora i kamera na uređaju. Predhodno je znatno uticalo na različite oblasti informacionih tehnologija, kao što su oblasti sigurnosti, mreže, ali i samog načina razvoja aplikacija.

Zbog sve većih očekivanja korisnika, programeri se susreću sa sve većim izazovima prilikom razvoja aplikacija za mobilne uređaje. Jedan od vodećih problema, prilikom razvoja ovog tipa aplikacija, je problem podrške više tipova platformi. Programeri su sve više podeljeni po pitanju, da li je bolje razvijati nativne aplikacije ili **web** orijentisane, odnosno aplikacije razvijene korišćenjem **HyperText Markup Language 5 standarda** (HTML5). U daljem tekstu će biti prikazane prednosti i mane oba tipa aplikacija. Biće predstavljeni neki od problema i ograničenja sa kojima se programeri moraju suočiti prilikom razvoja ovih tipova aplikacija.

Sa dolaskom novog operativnog sistema **Windows 8** i pojavom novih aplikacija za ovaj operativni sistem, nazivom **Windows Store** aplikacije, stvorila se mogućnost programerima da razvijaju HTML5 aplikaciju koja bi mogla da funkcioniše unutar Internet pretraživača, a u isto vreme i kao nativna aplikacija za platformu **Windows 8**. Ovaj rad se bavi istraživanjem baš ovog pitanja, a to je da li je moguće jednu **Single Page web HTML5** aplikaciju migrirati tako da može da nastavi da funkcioniše kao nativna aplikacija **Windows 8** operativnog sistema. Pored činjenice da omogućava razvoj aplikacija korišćenjem HTML5 standarda, **Windows 8** je pogodan za razvijanje nativnih aplikacija i zbog svoje široke rasprostranjenosti među korisnicima, kao i zbog podrške različitih današnjih uređaja koji su sve više popularni kod korisnika.

Aplikacija, koja je iskorišćena za potrebe istraživanja u ovom radu, služi za podršku korisnika prilikom rada na elektrodistributivnoj mreži. U daljem tekstu ona će biti označena skraćenicom FA. Svrha ove aplikacije da pomogne ekipama na terenu prilikom rada na elektrodistributivnoj mreži. U ovom radu biće opisan proces migracije FA na **Windows 8** platformu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, red.prof.

2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA

Softver developeri su često razapeti između dva načina razvoja aplikacije. Prvi način je baziran na korišćenju standarda, dok drugi podrazumeva nativni pristup (eng. **native**). Aplikacije bazirane na standardima su odlične za rad na različitim platformama.

Ovo je pogotovo od koristi, jer svo znanje, stečeno preko standarda, je „prenosivo“. Dobar primer standarda su današnji HTML5 i CSS3. Nažalost, većini standarada je potrebno relativno dugo vremena da se napišu i sprovedu, i uvek su u zaostatku u odnosu na mogućnosti platforme. S druge strane i pisanje nativne aplikacije za specifičnu platformu ima svoje mane, jer su proizvođači platformi po pravilu skoro uvek različiti, pa, ukoliko želimo da razvijamo nativnu aplikaciju za određenu platformu, potrebno je stalno proširivati znanje o novim tehnologijama. Tako na primer, HTML5 poseduje nacrt standarda za **Geolocation** senzore i polako započinju da prave nacrt za ostale senzore kao što su **accelometer**, **compass**...

Istovremeno nativne platforme su ovu vrstu tehnologije već učinile dostupnom. Čak i kada se HTML5 standard proširi sa standardima za ostale senzore, nativne aplikacije će dobiti potpuno novi set mogućnosti. Tako da će nativne aplikacije uvek biti u mogućnosti da iskoriste najnovije tehnologije platforme za koju su namenjene, dok će aplikacijama, koje koriste standarde, baš te najnovije mogućnosti biti uskraćene i samim tim će ove aplikacije uvek biti par koraka iza nativnih aplikacija, kad su u pitanju mogućnosti platforme.

Kao rezultat, programeri, koji žele da izgrade aplikacije koristeći najnovije mogućnosti tehnologije, moraju da vode brigu o tehnologiji svake platforme, kao i da koriste one programske jezike koje te specifične platforme podržavaju. Moguće je iskoristiti i različite **third party** biblioteke u pokušaju da se premoste razlike između različitih platformi.

Jedno od najintrigantnijih pitanja strategije prilikom razvoja aplikacija odnosi se na pitanje da li razvijati aplikacije za specifične uređaje ili razvijati aplikacije za pretraživače koji rade unutar uređaja. Obe strategije imaju svoje prednosti i mane. I one će biti istražene korišćenjem sledećih principa: [6, 7]

1. Korisnikovo iskustvo (eng. **User experience**)
2. Performanse (eng. **Performance**)
3. Distribucija aplikacije korisnicima (eng. **Monetization**)
4. Cena razvoja aplikacije za različite tipove platformi (eng. **Cross platform deployment costs**)
5. Dostupnost eksperata informacionih tehnologija (eng. **Availability of programming expertise**)
6. Vreme potrebno za uvođenje inovacija (eng. **Timeliness of new OS innovations**)
7. Sigurnost (eng. **Security**)

Iz tabele 1 se može videti pregled prednosti i mana jednog i drugog tipa aplikacije.

Microsoft-ov tim je imao sve ovo na umu i sa novim operativnim sistemom **Windows 8** omogućio da novi tip aplikacija za ovaj operativni sistem, koje se nazivaju **Windows Store** aplikacije, budu razvijane direktno

korišćenjem HTML5 tehnologija, odnosno korišćenjem HTML, CSS i **Javascript** tehnologija.

Tabela 1 Poređenje nativnih aplikacije sa HTML5 aplikacijama (+ označava prednost, a - manjkavost jednog pristupa razvoja u odnosu na drugi)

Tip aplikacije	Nativne	HTML5
Korisničko iskustvo	+	-
Performanse	+	-
Distribucija aplikacije korisnicima	+	-
Cena razvoja aplikacije za različite platforme	Visoka	Niska
Dostupnost IT eksperata	-	+
Vreme potrebno za uvođenje inovacija	+	-
Sigurnost	+	-

Ova mogućnost **Windows Store** aplikacija je veoma značajna, jer bi u ovom slučaju HTML5 aplikacije, koje rade u internet pretraživačima, trebalo da nastave da funkcionišu i u **Windows 8** okruženju, nakon migracije. Ovo znači da se kod piše samo jednom, a da se aplikacija u isto vreme može nastaviti koristiti i kao standardna HTML5 aplikacija, a i kao nativna **Windows Store** aplikacija, koja bi mogla da funkcioniše na svim uređajima koji rade pod operativnim sistemom **Windows 8**.

U ovom radu će biti ispitano šta je sve potrebno uraditi da bi jedna funkcionalna **Single page** HTML5 aplikacija radila kao nativna **Windows 8** aplikacija. Za to će biti iskorištena, već pomenuta, FA aplikacija. Kao krajnji rezultat bi trebalo razviti dve FA aplikacije, ali od koje je jedna HTML5 aplikacija namenjena za korišćenje preko internet pretraživača, a druga nativna **Windows Store** aplikacija za **Windows 8** platformu. Prvi deo problema, kojim se bavi ovaj rad, je problem same migracije jedne HTML5 na **Windows 8** platformu. Nakon toga biće ispitano koje se sve to mogućnosti **Windows Store** aplikacije mogu iskoristiti, tako da se korisnikovo iskustvo i produktivnost, prilikom korišćenja FA aplikacije, poboljšaju. FA aplikacija je namenjena za rad na terenu, uz korišćenje mobilnih uređaja. Na migriranom FA će biti implementirana podrška za geolokaciju, proveru konektivnosti, kameru i mikrofona. Isto tako, će biti upoređene mogućnosti koje trenutno ima FA aplikacija napravljena u HTML5 za internet pretraživač u odnosu na njenu migriranu verziju.

3. WINDOWS STORE APLIKACIJE

Uvidevši da je dostigao vrhunac mogućnosti Win32 API-ja, API-ja koji je godinama unazad omogućavao desktop aplikacijama da funkcionišu, **Windows** tim je napravio jednu od najvećih promena u arhitekturi **Windows 8** operativnog sistema. **Windows 8** poseduje potpuno novi API, koji se naziva WinRT. WinRT se sastoji od novog skupa API-ja, koji omogućavaju „uspon“ potpuno novog

tipa **Windows** aplikacija pod nazivom **Windows Store apps**. Struktura **WinRT** je osmišljena tako da podržava različite programske jezike, jezike na koje su današnji programeri dobro naviknuti. **WinRT** podržava pristup API-ju operativnog sistema preko **JavaScript**, **C#**, **Visual Basic**, i **C++** programskog jezika. Kao i sam **Windows**, **WinRT** je i sam sačinjen od različitih komponenti, koje podržavaju različite funkcionalnosti.

4. KONVERZIJA WEB HTML5 APLIKACIJE U WINDOWS STORE APLIKACIJU

4.1 Konverzija FA aplikacije u Windows Store aplikaciju

Prvi korak koji je potrebno uraditi prilikom konverzija web HTML5 aplikacije u **Windows Store** aplikaciju je napraviti **Javascript Windows Store** projekat, korišćenjem VS2013. Nakon ovoga je potrebno sve HTML, CSS, **Javascript** i ostale fajlove prebaciti unutar kreiranog **Windows Store** projekta. Svi fajlovi, koje koristi **Windows Store** aplikacija, se moraju nalaziti unutar projekta, odnosno nije moguće preuzimati nikakve fajlove sa servera, jer ovo može da naruši bezbednosne principe koje sve **Windows Store** aplikacije moraju poštovati. Što se tiče FA aplikacije, ovo znači da se i svi fajlovi dodataka, moraju nalaziti unutar projekta, ukoliko želimo da proširimo aplikaciju njihovim funkcionalnostima. To znači da **Windows Store** aplikacija nije u mogućnosti da preuzima fajlove dodataka sa servera i da tako dinamički proširuje funkcionalnosti aplikacije.

Sledeći korak koji je potrebno uraditi je zamena svih AJAX poziva koji dobavljaju neke fajlove sa servera. Adrese ovih AJAX poziva je potrebno zameniti da ne dobavljaju fajlove sa servera, već da ih dobavljaju sa lokalne putanje unutar projekta, odnosno iz paketa aplikacije.

Ako se osvrnemo na sve što je urađeno u procesu konverzije FA aplikacije, može se doći do zaključka da ovaj proces i nije neki prevelik zadatak. Međutim, u procesu migracije je bilo par promena na aplikaciji, koje su morale biti urađene zbog ograničenja koje donosi jedna **Windows Store** aplikacija. Prva velika promena je to što se svi fajlovi aplikacije moraju nalaziti unutar projekta, a kasnije unutar paketa **Windows Store** aplikacije. Ovo znači da server više nije moguće koristiti za preuzimanje fajlova i njihovo korišćenje unutar aplikacije, već je moguće preuzimati samo podatke sa servera.

Sledeće ograničenje **Windows Store** aplikacije je nemogućnost dinamičkog dodavanja dodataka u FA aplikaciju. Pre migracije FA aplikacija je sve dodatke dobavljala sa servera i zatim ih integrisala da bi proširila sopstvene funkcionalnosti. Pošto **Windows Store** aplikacija nije u mogućnosti da preuzme kod dodataka sa servera, neophodno je da se kod svih dodataka nalazi unutar paketa aplikacije.

Kada je u pitanju zamena adresa svih AJAX poziva, može se uvideti da ovo ne predstavlja neki veliki problem, sem što je potrebno proći kroz sve delove aplikacije i uraditi zamenu. Međutim, problem se javlja ukoliko želimo da AJAX poziv funkcioniše i u internet pretraživaču i u **Windows Store** aplikaciji. Rešenje ovog problema je moguće naći korišćenjem **if** iskaza koji služi za

proveravanje da li aplikacija radi u **Windows 8** okruženju ili u internet pretraživaču. Pošto **Windows Store** aplikacija poseduje svoju biblioteku koja se naziva **WinJS**, ispitivanje da li postoji tip **WinJS** unutar aplikacije omogućava detekciju okruženja unutar kojeg aplikacija trenutno radi. Iako ovaj način otežava održavanje koda, kao i njegovo dalje proširivanje, jer je sada neophodno da programeri vode računa o podršci dve platforme, ovo rešenje je znatno bolje nego imati dva koda koji se razlikuju samo po adresama AJAX poziva.

4.2 Poređenje mogućnosti HTML5 aplikacije sa Windows Store aplikacijom

Nakon migracije aplikacije na red je došlo da se ispita koje sve to mogućnosti nudi jedna nativna aplikacija kao što je **Windows Store** aplikacija. Jedan od važnijih razloga same migracije aplikacije je dobijanje novih funkcionalnosti koje se mogu iskoristiti u aplikaciji kako bi se poboljšao njen rad i kako bi se poboljšalo korisničko iskustvo. Funkcionalnosti, o kojima će biti reči u ovom radu, su podaci o mreži i konektivnosti (eng. **Network Information and Connectivity**), Geolokaciji (eng. **Geolocation**) i mogućnosti korišćenja kamere i mikrofona.

Kad su u pitanju podaci o mreži i konektivnosti, HTML5 standard je u velikom zaostatku u odnosu na mogućnosti **Windows Store** aplikacija. HTML5 standard predviđa korišćenje **windows.navigator** objekata u internet pretraživačima za proveru konektivnosti. Testiranjem ovog koda u internet pretraživačima se otkrilo da ovaj deo standarda nije u potpunosti podržan.

Sa druge strane **Windows Store** aplikacije poseduju, preko **WinJS** biblioteke, objekat **Connectivity.NetworkInformation**. Ovaj objekat nudi sve podatke vezane za mrežu i moguće ih je koristiti unutar aplikacije. Jedan od važnijih objekata koji sadrži **Connectivity.NetworkInformation** je **ConnectionProfile** objekat, do kojeg se može doći preko metode **get-InternetConnectionProfile.ConnectionProfile** objekat sadrži sve podatke o konekciji na koju je trenutno konektovan uređaj. Podaci iz ovog objekta su dovoljni da se stekne uvid u stanje mreže i način na koja se ona koristi.

Kada se osvrnemo na mogućnosti HTML5 standarda i **Windows Store** aplikacija, kad je reč o podacima o mreži i konektivnosti, može se zaključiti da **Windows Store** aplikacije imaju znatno više mogućnosti, koje dozvoljavaju programerima da ovaj tip resursa iskoriste na najbolji mogući način unutar svojih aplikacija.

U HTML5 objekat koji služi za određivanje geolokacije se naziva **navigator.geolocation**. Ovaj objekat poseduje metodu **getCurrentPosition**, koja prima tri parametra i preko koje je moguće odrediti trenutnu lokaciju korisnika.

Windows Store aplikacije isto tako poseduju API za rad sa geolokacijom preko biblioteke **WinJS**. Objekat, koji se koristi za pribavljanje lokacije, se naziva **Windows.Devices.Geolocation.Geolocator**, ili skraćeno **Geolocator**. Slično kao i u HTML5 standardu, u **Windows Store** aplikaciji je moguće doći do trenutne lokacije korisnika korišćenjem funkcije **getGeopositionAsync** objekta **Geolocator**.

HTML5 standard za geolokaciju se pokazao kao veoma potpun i primenjiv. Isto tako i mogućnosti biblioteke **WinJS**, odnosno njenog objekta **Geolocator**, su se pokazali veoma primenljivim i mogućim za upotrebu. Oba API-ja su pokazala veoma slične mogućnosti, ali, ukoliko bi od ta dva API-ja bilo potrebno izabrati samo jedan kao najbolji, taj izbor bi bio API **WinJS** biblioteke, samo zbog nekih dodatnih mogućnosti koje nudi u odnosu na svog HTML5 suparnika.

Kod HTML5 standarda metoda, koja se koristi za pristup kameri i mikrofONU uređaja, se naziva **getUserMedia** i pripada objektu **navigator**.

Windows Store aplikacije isto imaju API za korišćenje kamere. Objekat koji je namenjen za ovaj zadatak se naziva **Windows.Media.Capture**. U navedenom objektu se nalazi sve što je potrebno da bi se napravila slika ili video. Korišćenje kamere preko **CameraCaptureUI** objekta je krajnje jednostavno, što je i bio cilj ovog objekta. Ovim objektom je moguće iskoristiti mogućnosti kamere kroz samo par linija koda. Još jedna prednost ovoga je što nema potrebe za pravljenjem korisničkog interfejsa, jer on dolazi u sklopu sa objektom. Međutim, nekad jednostavnost može da predstavlja i problem, jer onda programeri nisu u mogućnosti da iskoriste resurse na način na koji oni žele, već moraju da koriste ono što su dobili. **Windows.Media.Capture.MediaCapture** objekat nudi znatno više mogućnosti nego objekat **CameraCaptureUI**, ali isto tako zahteva i znatno više kodiranja. Ovo znači da **MediaCapture** omogućava neke operacije nižeg nivoa sa kamerom i mikrofonom.

Ukoliko se uporede API-ji, HTML5 standarda i **WinRT**-a za kameru i mikrofON, moguće je uvideti da su oba API-ja praktično primenljiva prilikom razvoja aplikacije, ali, zahvaljujući naprednim mogućnostima, **WinRT**-e ima znatnu prednost u odnosu na HTML5 standard.

5. ZAKLJUČAK

Programeri se suočavaju sa dilemom prilikom implementacije aplikacije da li implementirati aplikaciju da podržava širok spektar platformi i različitih vrsta uređaja ili implementirati aplikaciju koja funkcioniše na određenoj platformi i iskoristiti najnaprednije mogućnosti platforme i uređaja, a samim tim čini korisnikovo iskustvo, prilikom korišćenja aplikacije, najprijetnijim. Pojavom operativnog sistema **Windows 8** i **Windows Store** aplikacija je omogućeno da se pomenuta dva pristupa približe i da se iskoriste najbolje mogućnosti svakog od njih. Zahvaljujući mogućnosti da se **Windows Store** aplikacije implementiraju korišćenjem HTML5 standarda, odnosno korišćenjem HTML, CSS i **Javascript** tehnologije, **Microsoft** je dozvolio da se postojeće **web** HTML5 aplikacije relativno lako migriraju na **Windows 8** platformu i da se na taj način iskoriste sve mogućnosti ove platforme, kao kod nativne aplikacije. Što je još važnije, zahvaljujući ovome je moguće implementirati HTML5 aplikaciju, koja se ponaša kao **web** HTML5 aplikacija, što znači da može da radi u različitim verzijama pretraživača, ali i kao nativna aplikacija **Windows 8** operativnog sistema koja koristi sve mogućnosti koje nudi jedna ovakva platforma. Da bi ovo bilo moguće sve što je potrebno uraditi je aplikaciju

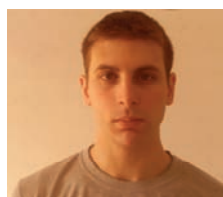
podeliti na različite komponente koje su „slabo“ povezane. U aplikaciji FA ova podela je uređena tako da se svaka komponenta sastoji od modela, kontrolera i pogleda. Ove komponente međusobno komuniciraju preko **Publish-Subscribe** šablona komunikacije. Ova podela na komponente omogućava da se različite komponente aplikacije uključe u zavisnosti od okruženja u kojem aplikacija funkcioniše. Zahvaljujući ovome je moguće napraviti jednu aplikaciju koja se ponaša kao **web** HTML5, ali i kao **Windows Store** aplikacija koja je u mogućnosti da funkcioniše na svim najnovijim tipovima uređaja i u potpunosti iskoriste sve njihove mogućnosti. Sve ovo znači da nije potrebno proći kroz mukotrpan proces razvoja, što bi zahtevalo dodatno angažovanje softverskih eksperata i velik utrošak vremena, već je, relativno lako, moguće gotovu aplikaciju prilagoditi da postane nativna **Windows 8** aplikacija. Na ovaj način se smanjuju troškovi održavanja, kao i daljeg razvoja aplikacije.

Pokazano je da se jedna kompleksna aplikacija kao što je FA može relativno lako migrirati da postane nativna aplikacija **Windows 8** operativnog sistema, a da u isto vreme ostane **web** HTML5 aplikacija koja funkcioniše u pretraživačima. FA aplikacija je takođe proširena sa API-jima za rad sa kamerom, geolokacijom i konektivnošću, što je u znatnoj meri poboljšalo korisničko iskustvo, kao i same mogućnosti aplikacije.

6. LITERATURA

- [1] Jeffrey Richter, Maarten van de Bospoort, *WindowsRuntime via C#*, November 2013
- [2] Kraig Brockschmidt, *Programming Windows Store Apps with HTML, CSS, and Javascript Second Edition*, 2014
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Publish%E2%80%93subscribe_pattern, messaging pattern, publish-subscribe pattern
- [4] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/hh464936.aspx>, App capability declarations in Windows Store Apps, Manifest file in Windows Store apps
- [5] <https://github.com/janl/mustache.js>, Mustache, HTML templates
- [6] Appcelerator, *Native vs. HTML5 Mobile App Development*, 2012, <http://www.appcelerator.com.s3.amazonaws.com/pdf/appcelerator-whitepaper-native-html5.pdf>
- [7] Abalta Technologies, *Native vs. Web App Development*, 2012

Kratka biografija:



Bojan Makljenović rođen je u Novom Sadu 1990. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski softverski inženjering odbranio je 2014. god.

SKLADIŠTENJE PODATAKA KOD WINDOWS STORE APLIKACIJA WINDOWS STORE APPLICATION DATA STORAGE PROBLEM

Anica Aliđukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su razmatrane opcije skladištenja podataka kod Windows Store aplikacija i opisana je implementacija ManagedESENT-a kao izabranog rešenja za potrebe skladištenja razvijane aplikacije.

Abstract – This thesis contains description of Windows Store application data storage options as well as ManagedESENT implementation as a chosen solution for storage needs of the application being developed.

Ključne reči: Windows Store aplikacija, ManagedESENT, skladište podataka.

1. UVOD

Windows operativni sistem (OS) podržava mnoge modele aplikacija. Na primer, Windows podržava nekoliko *client-side* modela aplikacija uključujući aplikacije i konzolnog i grafičkog korisničkog interfejsa. Takođe, podržava i *server-side* modele aplikacija za izgradnju servisa. Svi ovi modeli aplikacija, kolektivno, upućuju na *desktop* aplikacije. Počevši od Windows-a 8, podržan je i jedan novi model *client-side GUI* aplikacija pod nazivom Windows Store aplikacije (u daljem tekstu WSA).

Pojava Windows Store aplikacija donela je novi model aplikacija. Jedna od osnovnih izmena, u odnosu na *desktop* aplikacije, odnosi se na ograničenje lokacija fajl sistema kojima aplikacija može podrazumevano da pristupa.

Pored ove izmene, postoji i izazov u smislu skladištenja većih količina podataka na klijentu. Naime, standardno skladište *web* aplikacija, indeksnu bazu, Microsoft (MS) je kod ovog modela aplikacija ograničio na 250MB.

S obzirom da je kod Internet Explorer *web* pretraživača ova baza ograničena na 999MB po domenu, zaista iznenađuje odluka MS-a da je kod WSA ipak ograniči na manje od toga. Novost u odnosu na *desktop* aplikacije je i to što jedna ista WSA može da bude namenjena širokom spektru uređaja: tabletima, lap-topovima, *desktop* računarima, telefonima, jednom rečju, svim Windows uređajima.

Osnovna ideja za ovaj rad zasnovana je na migraciji *web* aplikacije na WSA. S obzirom da standardno skladište *web* aplikacija, indeksna baza, kod WSA ima ograničenje veličine, bilo je potrebno pronaći takav *storage engine* koji će zadovoljiti potrebe skladištenja podataka veličine veće od 500MB.

Kao jedno takvo rešenje u radu će biti izložen i opisan ESENT sistem za skladištenje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, red. prof.

Drugo poglavlje rada baviće se osnovnim principima WSA. Pored toga, biće pobrojane i ukratko opisane trenutno postojeće mogućnosti skladištenja, na osnovu čega će dalje biti donet zaključak o najpogodnijem skladištu za dati scenario.

U trećem poglavlju će detaljnije biti opisan ESENT kao izabrana tehnologija skladištenja.

U četvrtom poglavlju biće dat kratak osvrt na rad.

2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA

2.1 Osnovni principi Windows Store aplikacija

Prilikom razvoja WSA, potrebno je slediti sledeće principe [2]:

Bezbednost: WSA ne mogu pristupati podacima bez znanja korisnika.

Štednja energije: WSA se mogu izvršavati samo dok je korisnik u interakciji sa njima.

Korisnik uvek ima kontrolu: WSA moraju poštovati želje korisnika. Na primer, izmene startnog ekrana OS-a ili prikazivanje obaveštenja aplikacije mora eksplicitno da bude odobreno od strane korisnika.

Izolacija: Instaliranoj WSA onemogućeno je da utiče na operativni sistem ili druge aplikacije koje je korisnik instalirao.

Pouzdana instalacija, nadogradnja i deinstalacija: Aplikacije iz Store-a ostaju aktuelne uz najnovija svojstva i ispravke *bug*-ova. Prilikom deinstalacije, osigurano je da je aplikacija potpuno deinstalirana (nema zaostalih direktorijuma, fajlova ili postavki registratora (*registry settings*)).

Pojednostavljeno upravljanje aplikacijama: WSA uvek imaju jednu instancu, koju odabir aplikacije pokreće, ukoliko ranije nije pokrenuta, ili je dovodi u prvi plan, ukoliko jeste. Sistem može automatski da terminira aplikaciju, ukoliko sistemu ponestaje memorije i sistem takođe može da je automatski ponovo pokrene, ukoliko se korisnik ponovo „prebaci“ na nju.

Brzina i fluidnost: Upotreba asinhronih API-ja omogućava WSA da odmah daju odziv kao odgovor na zahtev korisnika.

Sadržaj u prvom planu: WSA teže *touch*-optimizovanom korisničkom interfejsu koji naglašava svoj sadržaj.

Fleksibilnost u smislu raznovrsnosti uređaja: Windows i aplikacije razvijene za njega imaju mogućnost postojanja na različitim uređajima.

2.2 Vrste podataka kod WSA

WSA razvrstavaju podatke u podatke aplikacije [3, 4] i korisničke podatke [1, 3].

Podaci aplikacije su podaci koje kreira i kojima upravlja sama aplikacija. Oni su promenljivi i specifični za interne

funkcije ili konfiguraciju određene aplikacije. Obuhvataju stanje aplikacije tokom izvršavanja, povezani sadržaj i korisnička i druga podešavanja. Ovi podaci zavise od egzistiranja aplikacije i značajni su za njeno izvršavanje. Ovi podaci skladište se bez znanja korisnika o tome.

Kod WSA preporuka je da se i podešavanja i fajlovi aplikacije čuvaju unutar izolovanog skladišta aplikacije (paketa). Sistem za te potrebe, prilikom instalacije WSA, obezbeđuje posebno skladište podataka za svaku pojedinačnu aplikaciju i to takvo da je svako od njih sasvim izolovano od drugih aplikacija i drugih korisnika. Paket aplikacije sastoji se iz nekoliko vrsta skladišta: *local* (podaci koji postoje na relevantnom uređaju i čija se rezervna kopija nalazi u *cloud-u*), *roaming* (podaci koji postoje na svim uređajima na kojima je korisnik instalirao relevantnu aplikaciju), *temporary* (podaci koji mogu biti obrisani od strane sistema u bilo kom trenutku), *localcache* (trajni podaci koji postoje samo na relevantnom uređaju) i *settings* (podešavanja aplikacije). U svako od skladišta smeštaju se odgovarajući podaci i to mogu biti: podešavanja (lokalna i roming) i fajlovi aplikacije (lokalni, roming i privremeni).

Korisnički podaci su podaci koje kreira i kojima upravlja korisnik tokom interakcije sa aplikacijom. Obuhvataju dokumente, muzičke fajlove, slike, video zapise, *email* prepiske itd. Treba napomenuti da se konfiguraciona i korisnička podešavanja smatraju podacima aplikacije. Drugim rečima, korisnički podaci su oni podaci koji su značajni za korisnika i kojima korisnik želi da upravlja nezavisno od aplikacije. Za skladištenje ovih podataka potrebna je direktna (eksplicitno pitanje) ili indirektna (*file picker*) saglasnost korisnika.

2.3 Pregled nekih od opcija skladištenja podataka

Ideja za temu ovog rada nastala je kao posledica migracije postojeće *web* aplikacije na WSA. *Web* aplikacija koju je bilo potrebno migrirati pisana je u kombinaciji *HTML5* i *JavaScript* jezika. Za potrebe skladištenja na klijentu, data aplikacija koristi *IndexedDB API*, odnosno indeksnu bazu. Kod većine pretraživača ona pruža mogućnost skladištenja količine podataka ograničene raspoloživim prostorom na disku, dok kod *Internet Explorer-a*, ograničenje ove baze iznosi 999MB po domenu. Kao jedan od osnovnih problema migracije uočeno je ograničenje veličine indeksne baze kod tako migrirane WSA na 250MB. Bilo je potrebno pronaći odgovarajuću zamenu indeksne baze, koja će zadovoljiti potrebe WSA da skladišti više od 500MB podataka. Iz tog razloga istražene su mogućnosti skladištenja podataka kod WSA i odabrana je jedna kao pogodna zamena postojeće implementacije skladišta.

Pored ograničenja veličine na više od 500MB, treba uzeti u obzir i to da je od interesa da se podaci skladište trajno. Kako podaci nemaju značaja za korisnika nezavisno od aplikacije, poželjno ih je skladištiti bez njegovog znanja. Iz ovoga sledi da je za potrebe skladištenja od interesa sam paket aplikacije. Takođe, jedan od zahteva prilikom izbora skladišta jeste taj da je relevantno skladište dostupno *Windows Runtime* aplikaciji koja koristi *JavaScript*.

IndexedDB [6] je *HTML5* standard. Skladišti podatke unutar objektno baze i izuzetno je fleksibilna u smislu vrste podataka koje je moguće skladištiti (od teksta do

*BLOB*ova). Zapisi se sastoje od parova ključ-vrednost, gde vrednost predstavlja *JavaScript (JS)* objekat. Interakcija sa ovim skladištem podataka vrši se kroz transakcije i upotrebu indeksne ili sekvencijalne navigacije kursora. Za razliku od *web* aplikacija, indeksna baza kod WSA ima ograničenje veličine na 250MB po aplikaciji, s tim da ukupna veličina indeksne baze deljena od strane svih aplikacija, iznosi 4% ukupne veličine diska ili 20GB (koje god da je manje). Za diskove manje od 30GB, ukupna veličina indeksne baze deljene od strane svih aplikacija je 375MB.

Web Storage [5] je takođe *HTML5* standard. Unutar ovog skladišta moguće je čuvati jednostavne tipove podataka, ali i složene objekte. Ovo skladište takođe ima ograničenje veličine i to kod WSA iznosi 10MB.

Extensible Storage Engine [7, 8, 9, 10, 11] je tehnologija skladištenja koja je ugrađena u *Windows* i čija je maksimalna moguća veličina 16TB. Ovo skladište je moguće smestiti bilo gde na fajl sistemu. S obzirom da je kod WSA bez znanja korisnika moguće pristupiti samo folderima i fajlovima unutar paketa aplikacije (takozvanim podacima aplikacije), to je i najpogodnija lokacija za smeštanje *ESENT*-ovih fajlova. *ESENT* tehnologija skladištenja zahteva korišćenje *esent.dll* fajla koji se isporučuje uz OS počevši od verzije *Windows 2000*. Ova tehnologija podržana je samo u *C* i *C++* programskim jezicima. Ipak, *ManagedESENT* biblioteka, u čijoj osnovi je *esent.dll* i koja je takođe sastavni deo *Windows-a*, omogućava manipulaciju *ESENT*-om i od strane aplikacija pisanih u *managed* programskim jezicima kao što je *C#* [9].

SQLite [5] je samostalna, transakciona, relaciona baza sadržana u jednom fajlu. Ne zahteva nikakvu konfiguraciju niti administratora za potrebe održavanja. *SQLite* je moguće koristiti uz bilo koji *WinRT* jezik i dostupna je kao dodatak na *Visual Studio*. Pre upotrebe *SQLite-a* iz *JavaScript-a* potrebno je dobiti *SQLite3 WinRT* omotač sa *GitHub-a*. Ukoliko *SQLite* baza postane prevelika za prenosive uređaje, moguće ju je premestiti na server ili *cloud* lokaciju.

Upotreba *SQLite* baze je slična upotrebi drugih *SQL* baza. Ograničenje veličine *SQLite* baze ide do 140TB.

Na osnovu prethodno iznetih činjenica o mogućim rešenjima skladištenja kod WSA, može se zaključiti da dva kandidata zadovoljavaju ranije definisane kriterijume izbora: *ESENT* i *SQLite*. Uzevši u obzir da je *ESENT* sastavni deo *Windows* operativnog sistema, to je i tehnologija koja će biti detaljnije razmotrena i implementirana.

3. IMPLEMENTACIJA ESENT-A

Rezultat migriranja date *web* aplikacije je WSA, pisana u kombinaciji *JavaScript* i *HTML5* jezika. Ona referencira *Windows Runtime* komponentu, pisanu u programskom jeziku *C#*. Pomenuta komponenta za potrebe pristupa i rada sa *ESENT* bazom referencira *ManagedEsent* i *WinRT Filebased Database dll*-ove.

Metode za rad sa *ESENT*-om realizovane su u okviru *sealed* klase i sve su statičke. Polja date klase su takođe statička. U nastavku sledi opis metoda *ESENT API*-ja korišćenih za potrebe implementacije komponente za manipulaciju datom bazom.

Inicijalizacija [7, 8]

Pre kreiranja same baze (tačnije, pre početka rada sa *ESENT*-om) potrebno je inicijalizovati *ESENT*. Inicijalizacija se obavlja u dva koraka. U prvom koraku vrši se kreiranje *ESENT* instance upotrebom metode *JetCreateInstance*. Tako se kreira instanca okruženja sistema za skladištenje podataka. Osnovna uloga instance je da poveže interakcije aplikacije sa određenim log fajlom. Počevši od *Windows 7* operativnog sistema, moguće je kreirati do 1024 instance *ESENT*-a po aplikaciji, odnosno do 6 baza po svakoj instanci. U drugom koraku vrši se konfiguracija instance pomoću više poziva metode *JetSetSystemParameter*. Nakon toga sledi poziv *JetInit* metode koja inicijalizuje kreiranu instancu. Nije moguće pozivati ni jednu metodu nad instancom pre ovoga, a nakon poziva *JetInit* mnoge systemske parametre instance više nije moguće menjati. Poziv ove metode označava da je sistem spreman za manipulaciju.

Kreiranje sesije [7, 8]

Sesija je kontekst u kome se izvršavaju sve ostale operacije nad bazom. Vezano za to, postoji određena analogija sa sistemom za upravljanje relacionim bazama podataka (SURBP), jer sesija u *ESENT*-u odgovara konekciji na SURBP.

Transakcija može početi i završiti samo unutar sesije. Aplikacija može kreirati više od jedne sesije u cilju izvršavanja paralelnih akcija i uz moguće povećanje performansi usled toga.

Kreiranje sesije vrši se pozivom *JetBeginSession* metode. Ona kao jedan od parametara prima *JET_INSTANCE* promenljivu, prethodno postavljenu pozivom *JetInit* metode. Kao rezultat postavlja identifikator sesije.

Kreiranje baze podataka [7, 8]

Kreiranje baze vrši se pozivom *JetCreateDatabase* metode. Funkcija od parametara prihvata identifikator sesije i putanju do baze na fajl sistemu, a postavlja identifikator baze.

Otvaranje postojeće baze vrše pozivi *JetAttachDatabase* i *JetOpenDatabase* metoda, datim redom. Tek nakon toga je moguće kreiranje tabela. Podatke je iz neke od prethodno kreiranih tabela moguće dobiti tek nakon otvaranja date tabele pozivom *JetOpenTable* metode.

Kreiranje tabela [7, 8]

Metoda koja kreira tabele je *JetCreateTable*. Između ostalih, ona prima dve celobrojne vrednosti, gde je jedna inicijalni broj strana koje je potrebno alocirati za tabelu, a druga predstavlja gustinu tabele. Ova metoda postavlja *JET_TABLEID* promenljivu, koja predstavlja identifikator kursora kreirane tabele.

Kreiranje kolona vrši metoda *JetAddColumn*. Ona, između ostalih, prihvata *JET_COLUMNDEF* strukturu, koja definiše podatke, koji mogu biti uskladišteni unutar kolone. Kao rezultat postavlja *JET_COLUMNID* promenljivu, koja je identifikator novokreirane kolone. Na osnovu ovog identifikatora se kasnije vrši ažuriranje i dobavljanje podataka iz relevantne kolone.

Kreiranje indeksa [7, 8]

Kreiranje indeksa nad tabelom vrši se pomoću *JetCreateIndex* metode. Parametri koji joj se prosleđuju tom prilikom ukazuju na procentualnu gustinu inicijalnog B+ stabla indeksa, kriterijum indeksiranja, zatim na to da

li je indeks primaran ili ne, da li je jedinstven, da li tokom indeksiranja može biti upotrebljena *null* vrednost, itd. . Ukoliko tabela nema definisane indekse, koristiće podrazumevani sekvencijalni indeks.

Oslobađanje resursa [7, 8]

Nakon završetka svih operacija nad tabelom ili bazom, radi oslobađanja resursa, moraju biti pozvane odgovarajuće zatvarajuće metode. Zatvaranje relevantnih objekata zahteva određeni redosled: *JetCloseTable*, *JetCloseDatabase* i *JetDetachDatabase*.

Ranije opisane metode koje pripremaju *engine* za rad (*JetCreateInstance* i *JetBeginSession*) takođe imaju svoje uporedne parove (*JetEndSession* i *JetTerm*) koji okončavaju relevantne sesije i instance koje više nisu potrebne. Nakon poziva ovih metoda, identifikatori tih instanci i sesija postaju suvišni. U svakom slučaju, terminiranje instance obezbeđuje oslobađanje i onih resursa koji su nenamerno ostali zauzeti.

Dodavanje, izmena i brisanje torki [7, 8]

Dodavanje, kao i izmena postojećih unosa (redova) tabele izvodi se pozivom *JetPrepareUpdate/SetColumn/JetUpdate* trojke. Metode koje započinju i završavaju izmenu podataka su *JetPrepareUpdate* i *JetUpdate*.

JetPrepareUpdate kao jedan od parametara prima jednu od vrednosti *JET_prep* enumeracije. Na taj način definiše se tip operacije koja će biti izvršena (unos, izmena, brisanje, ...).

SetColumn metoda priprema podatke za unos u kolonu. Između ostalih, od parametara prima identifikator kolone u koju se unosi i podatke za unos. Podaci dospevaju u tabelu tek nakon poziva *JetUpdate* metode.

S obzirom da se *insert* metoda razvijene C# komponente poziva iz *JavaScript*-a, najpre je bilo potrebno realizovati prenos *JS* objekata u C#. Za te potrebe vršeno je pretvaranje datih objekata u *string*. Dalje, kroz C#, iz prosleđenog *string*-a vršena je identifikacija odgovarajućih *property*-ja, radi daljeg razvrstavanja njihovih vrednosti po posebnim kolonama tabele. U zavisnosti od rezultata provere postojanja zapisa koji se pokušava uneti, poziva se metoda za ažuriranje postojećeg, odnosno unos novog reda u tabelu. Prilikom unosa novog zapisa *JetPrepareUpdate* metodi prosleđuje se *Insert* vrednost *JET_prep* enumeracije, dok se prilikom ažuriranja postojećeg istoj metodi prosleđuje *Replace* vrednost *JET_prep* enumeracije.

Poziv *JetDelete* metode vrši brisanje reda tabele na koji je pozicioniran kursor. Brisanje kompletnog sadržaja tabele je realizovano sekvencijalnim kretanjem kursora kroz redove tabele i pozivom *JetDelete* metode nad svakim od njih.

Čitanje [7, 8]

Podaci se mogu čitati sekvencijalno ili upotrebom indeksa. Pozicioniranje kursora na prvi red u tabeli vrši *TryMoveFirst*, a njegovo sekvencijalno kretanje kroz redove tabele *TryMoveNext* metoda. Čitanje uz pomoć indeksa realizuje se pozivima *JetSetCurrentIndex*, *MakeKey* i *JetSeek* metoda.

JetSetCurrentIndex specificira indeks koji će biti korišćen, odnosno povezuje tekući kursor sa indeksom tabele. Od parametara, pored identifikatora sesije i kursora, prima još i naziv indeksa.

MakeKey metoda postavlja ključ (kriterijum) na osnovu

koga će se vršiti pretraga indeksa. Ključ je povezan sa tekućim indeksom i tekućim kursorom (to znači da je *JetSetCurrentIndex* potrebno pozvati pre poziva *MakeKey*). Metoda za kreiranje kriterijuma pretrage, pored identifikatora sesije i kursora, prima još i kriterijum pretrage, koji može biti nekog od podržanih tipova. Takođe prima opcije ključa pretrage, definisane jednom od vrednosti *MakeKeyGrbit* enumeracije, a u zavisnosti od toga da li se želi kreirati novi kriterijum ili nastaviti kreiranje tekućeg.

JetSeek postavlja tekući kursor na unos koji zadovoljava kriterijum pretrage, ukoliko takav unos postoji. Od parametara, pored identifikatora sesije i kursora, prima i jednu od vrednosti *SeekGrbit* enumeracije i to odabranu u zavisnosti od smera u kome će se vršiti pozicioniranje.

Transakcije [7, 8]

Kod *ESENT*-a se kod unutar transakcije izvršava brže od koda van transakcije. *ESENT*, u slučaju da nema aktivne transakcije unutar sesije, obmotava transakcijom sve metode koje čitaju ili ažuriraju podatke. S obzirom da ovo može da ugrozi performanse aplikacije, preporuka je da se transakcije koriste kada god aplikacija treba da izvrši pomenute operacije.

U okviru razvijene C# komponente postoji metoda koja je omotač za sve operacije nad bazom i njena je uloga da odgovarajuću operaciju izvrši u transakciji odgovarajuće baze i sesije.

4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je prevazilaženje problema koji se javio zbog ograničenja veličine indeksne baze prilikom migriranja web aplikacije na WSA. Bilo je potrebno pronaći odgovarajuću zamenu *IndexedDB* API-ja kao standardne tehnologije za skladištenje podataka kod web aplikacija.

U radu su iznete mogućnosti za skladištenje kod WSA kao i njihove osnovne karakteristike koje su bile od značaja prilikom izbora kandidata za implementaciju. Kao jedan od osnovnih kriterijuma prilikom izbora je bio taj da ograničenje veličine baze ne bi trebalo da bude manje od 500MB. Pored toga, bilo je potrebno odabrati engine kompatibilan sa JavaScript programskim jezikom. Takođe, prilikom izbora u obzir su uzete i moguće lokacije za skladištenje, gde su od interesa bile one koje ne zahtevaju saglasnost korisnika prilikom pristupa. Utvrđeno je da postoje dva rešenja koja zadovoljavaju postavljene kriterijume: *ESENT* i *SQLite*. *ESENT* je rešenje odabrano za implementaciju, jer ulazi u sastav *Windows*-a.

Nakon implementacije odabranog rešenja, izvršeno je testiranje njegovog ponašanja u radu sa datom WSA. Prilikom testiranja, pored performantnosti, uočeno je da *ESENT* zaista zadovoljava potrebu migrirane aplikacije da skladišti više od 500MB podataka. Još jedna dobra strana ovog rešenja jeste to što je bilo moguće obezbediti skladištenje podataka unutar izolovanog skladišta (paketa) aplikacije, te korisnik nema znanje o tome šta i kada aplikacija skladišti. Osim toga, *ESENT*, kao sastavni deo *Windows* operativnog sistema, predstavlja rešenje koje zahteva minimalna podešavanja.

Tokom razvoja uočeni su i neki nedostaci implementiranog rešenja. Naime, *ESENT* ne poseduje query jezik, te nije pogodno rešenje, ukoliko postoji

potreba za složenim upitima. Loša strana je i to što ne postoji mogućnost direktne upotrebe *ESENT* API-ja iz JavaScript koda.

Kao mogući budući pravac ovog istraživanja bio bi ispitivanje ponašanja migrirane aplikacije u radu sa *SQLite* engine-om kao drugom pogodnom opcijom skladištenja WSA. Ovo rešenje bi takođe bilo potrebno implementirati kao WinRT komponentu, ali za razliku od *ESENT*-a, ovaj engine pruža mogućnost složenih upita putem query sloja koji poseduje.

5. LITERATURA

- [1] Kraig Brockschmidt, *Programming Windows Store Apps with HTML, CSS, and JavaScript*, Microsoft Press, 2014
- [2] Jeffrey Richter, Maarten van de Bospoort, *Windows Runtime via C#, Microsoft Press*, 2013
- [3] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/jj553522.aspx>, app data windows runtime apps windows app development
- [4] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/hh464917.aspx>, accessing app data windows runtime windows runtime apps windows app development
- [5] <http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/jj991982.aspx>, modern apps data access storage options windows store apps
- [6] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/jj553412.aspx>, indexed database windows runtime apps windows app development
- [7] <http://www.codeproject.com/Articles/52715/Extensible-Storage-Engine>, extensible storage engine codeproject
- [8] <http://www.edbsearch.com/ese.html>, extensible storage engine jet api
- [9] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dn375980.aspx>, extensible storage engine managed reference esent
- [10] <http://managedesent.codeplex.com/wikipage?title=ManagedEsentDocumentation>, esent managed interface documentation
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Extensible_Storage_Engine, extensible storage engine wikipedia free encyclopedia

Kratka biografija:



Anica Alidukić rođena je 1987. godine u Novom Sadu. Završila je srednju školu Gimnazija „20. oktobar“ u Bačkoj Palanci 2006. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisala 2006. godine. Ispunila je sve obaveze i položila je sve ispite predviđene studijskim programom.

KONTINUALNA INTEGRACIJA SOFTVERA UPOTREBOM DISTRIBUIRANE KONTROLE VERZIJA**CONTINUOUS SOFTWARE INTEGRATION BY DISTRIBUTED VERSION CONTROL**Milica Jaćimovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je razmatran problem održavanja programskog koda, odnosno njegove kontinualne integracije. Realizovano i opisano rešenje ogleda se u stvaranju grafičkog okvira za komande Mercurial-a, koji je predstavnik distribuiranih sistema za kontrolu verzija.

Abstract – This paper considers the problem of maintaining the source code, as well as its continuous integration. Implemented and described solution offers a graphical framework for commands of Mercurial, which is a representative of a distributed version control system.

Ključne reči: kontinualna integracija, distribuirana kontrolu verzija, Mercurial, hg komanda

1. UVOD

Softverski proizvod sastoji se iz više softverskih celina. Uklapanje tih celina u proizvod može dovesti do problema. Kontinualna integracija se bavi rešavanjem ovako nastalih problema. Održavanje programskog koda, odnosno njegove kontinualne integracije, izvodi se upotrebom sistema za kontrolu verzija.

1.1 Kontinualna integracija

Kontinualna integracija predstavlja skup procesa koji za cilj imaju poboljšanje kvaliteta softvera i smanjenje vremena njegove isporuke. Najveća korist ove metode vidi se kod problema koji su vezani za interakciju delova programskog koda čiji autori su različiti programeri.

Problemi ove vrste se pogoršavaju vremenom, a mnogo vremena se utroši u njihovom otkrivanju.

Kada se programski kod primeni na osnovnu verziju softvera (*baseline*) mogu pojaviti problemi. Upotrebom kontinualne integracije većina problema se otkriva odmah nakon primene programskog koda, koji dovodi do problema.

Sužava se oblast u kojoj se nalazi uzročnik problema, a ako nije moguće naći uzročnika, barem se može izbeći da se programski kod, koji dovodi do problema, uvede u proizvod.

Otkrivanje nekonzistentnosti odmah nakon primene neispravnog programskog koda smanjuje ukupno vreme otkrivanja problema. Trud koji se uloži u integraciju veoma raste sa povećanjem vremena između dve integracije. S toga je isplativije izvršavati integracije češće, što je i suština kontinualne integracije.

Veći deo postupaka integracije može se automatizovati.

Aktivnosti kao što su:

- preuzimanje izvornog koda projekta sa neke javne lokacije,
- kompajliranje,
- povezivanje fajlova sa objektnim kodom u izvršni program,
- i testiranje

objedinjuju se u procesu koji se naziva *build*. Automatizovanjem *build*-a integracija se može izvršavati proizvoljno često. Svaka integracija verifikuje se automatizovanim *bulid*-om, kako bi se što ranije otkrile greške.

Rezultat upotrebe kontinualne integracije je postojanje stabilnog softvera koji ispravno radi i ima malo *bug*-ova (greške u softveru koje uzrokuju neispravna i neočekivana ponašanja) [1].

Kontinualna integracija se u praksi oslanja na održavanje koda upotrebom sistema za kontrolu verzija. Sve što je potrebno za *build* treba da bude pod sistemom za kontrolu verzija.

Sistemi za kontrolu verzija koriste se za praćenje i održavanje fajlova, koji treba da budu usklađeni, kako bi se *build*-ovali.

Inregerisana razvojna okruženja (*Integrated development environment-IDE*) koriste se za automatsko izvršavanje *bulid*-a.

Dobra praksa je uključiti automatske testove u *build* proces. Indikator o uspešnosti izvršavanja testova trebalo bi da bude u direktnoj vezi sa indikatorom uspešnosti izvršavanja *bulid*-a.

Važno je svakodnevno ugrađivati promenjene delove softvera (*commit*) u *baseline*. Svaki programer treba da *commit*-uje svoj programski kod svakodnevno. Preduslov za *commit*-ovanje je uspešno lokalno *bulid*-ovanje programskog koda, kao i sinhronizacija sa programskim kodom *baseline*-a. Ovo je ključna stvar za brzo otkrivanje i rešavanje *bug*-ova.

Svaki *commit* na *baseline* trebalo bi da omogući uspešno *bulid*-ovanje. Programski kod sa *baseline*-a trebalo bi da bude čist, zbog čestih *commit*-a i *build*-ova. To nije uvek slučaj, jer praksa čestih *commit*-a i *build*-ova zahteva disciplinu. To može biti urađeno ručno ili pomoću kontinualnog integracionog servera koji nadgleda repozitorijum i nakon svakog *commit*-a preuzme najnoviji programski kod i pokrene *build*.

Testovi usporavaju proces *build*-ovanja. Jedno od rešenja ovog problema je izvršavanje više *build*-ova sekvencijalno (*build pipeline*). Nakon *commit*-a, pokreće se prvi *build* (*commit build*) kojim se pronalaze problemi kao što su nedostatak nekih fajlova, neuspešno kompajliranje i neuspešno izvršavanje testova. Nakon

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, red.prof.

uspešno izvršenog *commit bulid*-a mogu se pokrenuti *bulid*-ovi sa testovima čije izvršavanje duže traje.

Okruženje koje se koristi za testiranje ne sme da bude produkciono okruženje, ali treba da mu bude što sličnije. Svrha testiranja u okruženju koje je najbližije onom u kom će se sistem koristiti jeste da se ukloni što više problema koji se mogu pojaviti prilikom upotrebe sistema u produkcionom okruženju.

Od ključne važnosti je da se obezbedi lokacija sa koje će svi, koji su uključeni u razvoj, moći da pronađu poslednju izvršnu verziju proizvoda. Ovim se smanjuje obim posla koji je potrebno uraditi, kada se ponovo izvršava *build* zbog svojstava koja nisu u skladu sa zahtevima.

Potrebno je da svi koji su uključeni u razvoj proizvoda budu upućeni u stanje sistema i izmene izvršene nad njim. Najvažnije je da se zna stanje *bulid*-a za *baseline*.

Kod kontinualne integracije potrebno je obezbediti više okruženja za pokretanje *commit* testova i sekundarnih testova.

Skripte koje omogućavaju isporuku (*deployment*) u produkciono okruženje automatizuju proces premeštanja izvršnih verzija proizvoda, čime se ovaj proces ubrzava i smanjuju se greške. Korisno je omogućiti automatsko vraćanje na prethodno stanje, zbog problema koji se mogu javiti s vremena na vreme [2].

Kontinualna integracija softvera smanjuje rizik pojave greške, daje stalni uvid u stanje razvijanog softvera, smanjuje vreme integracije, olakšava pronalaženje i ispravku *bug*-ova, jer se uvek radi nad malom količinom izmena između verzija (pod uslovom da su testovi dobro napisani) i omogućava korisnicima da dobiju uvid u proces razvoja i da daju povratne informacije, čime korisnici bivaju više uključeni u razvojni proces. Veće učešće korisnika u razvojni proces vodi ka uspešnijem razvoju softvera.

1.2 Sistemi za kontrolu verzija

Sistem za kontrolu verzija (*Source Control System*, *Version Control System*, *Revision Control System*) prati i vrši kontrolu promena izvornog programskog koda. Sistem za kontrolu verzija koristi se i za održavanje verzija dokumentacija kao i konfiguracionih fajlova. Sa sistemom za kontrolu verzija lako je obezbediti spajanje dve verzije softvera, na primer verzije sa ispravljenim *bug*-ovima i verzije u koju se dodaju proširenja.

Za velike projekte, koji se brzo razvijaju, neophodno je koristiti sistem za kontrolu verzija.

Dobar sistem za kontrolu verzija obezbeđuje:

- praćenje izmena fajlova, da bi se mogla vratiti bilo koja od prethodnih verzija svakog fajla,
- istovremeno pristupanje i deljenje programskog koda, što omogućava efektivan paralelni razvoj,
- upravljanje i zaštitu programskog koda, čime se obezbeđuje integritet fajlova,
- povratak na verziju od koje se krenulo, ako su izmene nezadovoljavajuće,
- povratak na stariju verziju i ispravak *bug*-ova,
- čuvanje skupa izmena sa identifikatorom onoga ko je izvršio izmene i opisom onoga što je rađeno, što olakšava upravljanje istorijom fajlova i ostvaruje brži i efikasniji razvoj,

- eksperimentisanje i testiranje izolovanih izmena, pre njihove primene na repozitorijum,
- grananje i spajanje verzija programskog koda.

Kod centralizovanih i distribuiranih sistema za kontrolu verzija iste akcije se izvršavaju komandama koje koje imaju različite nazive.

Centralizovani sistemi za kontrolu verzija su bazirani na ideji da postoji jedna deljena kopija projekta (centralni repozitorijum) na nekom serveru. Programeri imaju kod sebe radnu kopiju centralnog repozitorijuma. Izmene iz svoje radne kopije snimaju na centralni repozitorijum komandom *commit*. Svi, koji rade na istom projektu, odmah nakon snimanja izmena mogu videti izmene i povući ih sa centralnog repozitorijuma u svoju radnu kopiju (komanda *update*).

Kod distribuiranih sistema za kontrolu verzija svaki programer ima svoju lokalnu kopiju projekta sa čitavom istorijom projekta. Svaka od kopija projekta može igrati ulogu centralnog repozitorijuma. Izmene, kojima su zadovoljni, programeri treba da sačuvaju u lokalni repozitorijum (komanda *commit*). Sačuvane izmene postaju deo istorije lokalnog repozitorijuma. Poravnavanje na bilo koju verziju, koja je deo istorije lokalnog repozitorijuma, radi se komandom *update*. Komandom *push* se izmene, koje su deo istorije lokalnog repozitorijuma, a nisu deo istorije centralnog repozitorijuma, sačuvaju u centralni repozitorijum. Izmene koje su deo istorije centralnog repozitorijuma, a nisu deo istorije lokalnog repozitorijuma preuzimaju se komandom *pull* [3].

Distribuirani sistem za kontrolu verzija, koji je korišćen u praktičnom delu rada, naziva se *Mercurial* [4].

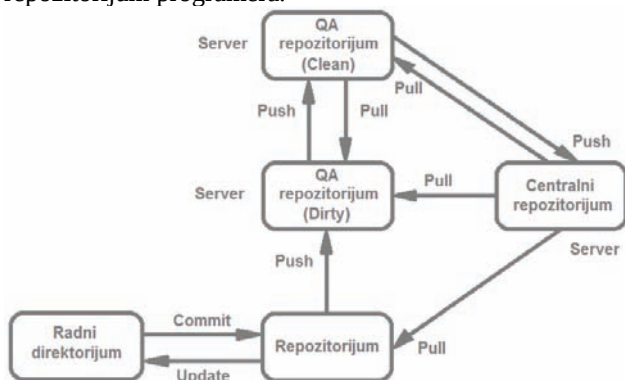
Mercurial je distribuiran sistem za kontrolu verzija, dizajniran za lako i efikasno upravljanje velikim projektima.

Repozitorijum se odnosi na direktorijum pod nazivom *.hg*. U direktorijumu *.hg* čuvaju se metapodaci, odnosno svi podaci koji su *Mercurial*-u potrebni za rad. Pojam repozitorijuma se koristi i za označavanje korenskog direktorijuma *.hg* direktorijuma (u radu je pojam repozitorijuma korišćen na ovaj način). Repozitorijum sadrži radni direktorijum i skladište koji čuva kompletnu istoriju projekta. Svaki radni direktorijum je uparen sa privatnom kopijom istorije projekta (skladište), što omogućava paralelni razvoj. Radni direktorijum sadrži kopiju projektnih fajlova određenog vremenskog trenutka. Kada se linije razvoja razdvoje, stvaraju se *branch*-evi. Spajanje dve razdvojene linije razvoja naziva se *merge*-ovanje.

Firme uglavnom žele da osiguraju kvalitet (*Quality Assurance*) svojih proizvoda. Kada se radi o softverskim firmama, *Quality Assurance* se ostvaruje pregledom programskog koda (*Code review*), kao i pisanjem i proverom funkcionalnih testova. U ove svrhe uvode se QA repozitorijumi, na kojima se proverava i testira programski kod, pre nego što se primeni na centralni repozitorijum. Tako centralni repozitorijum uvek ima stabilan i testiran programski kod.

Programer ima svoju kopiju centralnog repozitorijuma. Sve izmene, kojima je zadovoljan, komandom *push* će snimiti na QA repozitorijum, koji je takođe kopija centralnog repozitorijuma.

Kada više programera snimi svoje izmene na QA repozitorijum, treba da se izvrši *merge*-ovanje rešenja i spajanje grana razvoja, kako bi se dobilo rešenje koje je moguće istestirati. Sa QA repozitorijuma se rezultat *merge*-ovanja *push*-uje na drugi QA repozitorijum, koji je takođe kopija centralnog repozitorijuma i služi za proveru dobijenog rešenja i testiranje. Sa ovog drugog QA repozitorijuma rešenje se komandom *push* snima na centralni repozitorijum. Prvi QA repozitorijum nazvaćemo *Dirty* (uprljan), a drugi QA repozitorijum nazvaćemo *Clean* (čist). Na slici 1. dat je prikaz *Clean* i *Dirty* QA repozitorijuma u odnosu na centralni repozitorijum i repozitorijum programera.



Slika 1. Prikaz QA repozitorijuma

Komande *Mercurial*-a (*hg* komande) izvršavaju se u komandnom prozoru. *hg* komande izvršavaju se nad jednim repozitorijumom. Kod *Mercurial*-a se komande primenjuju na ceo direktorijum i sve njegove poddirektorijume. Zato je bolje imati više manjih repozitorijuma za svaki projekat. Da bi se izvršila jedna komanda nad skupom repozitorijumima (*preset*), potrebno je komandu pozvati nad svakim repozitorijumom posebno.

Proces izvršavanja *hg* komandi nad *preset*-om može se ubrzati navođenjem komandi u *Batch* skriptu. *Batch* skripta je tekstualni fajl sa ekstenzijom *.bat* ili *.cmd*. U *Batch* skriptu navode se komande koje će izvršiti interpreter komandi [5]. Promenljive podatke zgodno je izvući iz *Batch* skripti (nazive repozitorijuma u tekstualni fajl, a ostale podatke u zasebnu skriptu).

Promenljivi podaci se postavljaju kao promenljive okruženja (*Environment variables*). Pokretanje skripte, koja postavlja promenljive okruženja, treba da prethodi pokretanju skripti sa *hg* komandama.

Praćenje ispisa izvršavanja *hg* komandi je nepregledno. Rezultat izvršavanja nekih komandi nije vidljiv. Ne postoji stalni uvid u podskup *preset*-a nad kojim se skripte pokreću. Čuvanje poverljivih podataka u skriptama može dovesti do njihove zloupotrebe. Nedostaci ovakvog načina pokretanja *hg* komandi su da se povećava prostor za greške i zloupotrebu podataka. Zato se javlja potreba za alatom, koji će predstavljati grafički okvir za *Batch* skripte sa *hg* komandama nad *preset*-om.

2. OPIS KORIŠĆENIH TEHNOLOGIJA I ALATA

.Net Framework je softverska platforma koja se koristi za *bulid*-ovanje, *deployment*, pokretanje *web* servisa i aplikacija. Ona u sebe uključuje veliku biblioteku klasa (*Framework Class Library-FCL*) i obezbeđuje jeziku

interoperabilnost (svaki jezik može koristiti programski kod napisan na drugom programskom jeziku). Programi napisani za *.Net Framework* izvršavaju se u softverskom okruženju koje se naziva *Common Language Runtime-CLR*. *FCL* i *CLR* zajedno čine *.Net Framework*[6].

Za realizaciju rešenja problema korišćen je programski jezik *C#*. *C#* je jednostavan, objektno-orijentisan, programski jezik opšte namene i koristi se za izradu aplikacija za *.Net Framework* platformu.

U praktičnom delu rada korišćeni su delegati. Od početka korišćenja programskog jezika *C#*, postojali su delegati. Delegat je tip koji izgleda i ponaša se kao metod. Delegat predstavlja deklaraciju metoda i može definisati samo parametre i povratne tipove. Namena delegata je da omogući definisanje generičkog mehanizma za pozivanje metoda, bez potrebe za implementiranjem interfejsa [7].

U radu je korišćeno integrisano razvojno okruženje *Visual Studio 2010*. *Visual Studio* razvojno okruženje podržava rad sa različitim programskim jezicima kao što su *C*, *C++*, *VB.NET*, *C#* i *F#*. Ovo razvojno okruženje sadrži editor programskog koda, koji ima podršku za refaktORIZACIJU koda, automatsko popunjavanje teksta (*code completion*) i proveru sintakse. Neki od ugrađenih alata su *debugger*, alati za dizajn formi za kreiranje aplikacija sa korisničkim interfejsom, *web* dizajner, dizajner klasa i dizajner šema baza podataka..

Windows Presentation Foundation-WPF je podsistem *.Net Framework*-a koji se koristi za iscrtavanje korisničkog interfejsa u *Windows* baziranim aplikacijama. *WPF* obezbeđuje konzistentan programski model za *bulid*-ovanje aplikacija i razdvaja korisnički interfejs od poslovne logike. *XAML* (*Extensible Application Markup Language*), jezik baziran na *XML*-u (*Extensible Markup Language*) koristi se za kreiranje i inicijalizaciju *.NET* objekata sa hijerarhijskim vezama. Korišćenjem *XAML*-a pišu se kraći i jasniji programski kodovi, razdvaja se korisnički interfejs od poslovne logike i time se razdvajaju i uloge dizajnera i programera.

Dizajn šablon, korišćen u radu, je *MVVM* (*Model-View-ViewModel*) šablon. *MVVM* šablon je varijanta *Presentation Model* šablona, koji je optimizovan za korišćenje osnovnih mogućnosti *WPF*-a, kao što je *data binding* (jednostavan i konzistentan način na koji aplikacije predstavljaju podatke i vrše interakciju sa njima), *data templates* (omogućuje definisanje i prilagođavanje prezentacije podataka), komande i ponašanja.

MVVM šablon omogućava jasno razdvajanje razvoja korisničkog interfejsa od razvoja poslovne logike. Upotrebom ovog šablona smanjuju se problemi prilikom razvoja i dizajna aplikacije, čime ona postaje lakša za testiranje, razvoj i održavanje.

Elementi *MVVM* šablona su:

- *View*, korisnički interfejs (*XAML*)
 - *View Model*, prezentaciona logika i stanja
- Model*, poslovna logika i podaci.

3. OPIS REŠENJA PROBLEMA

Razvoj aplikacije, koja predstavlja grafički okvir za *Batch* skripte sa *hg* komandama nad *preset*-om, obuhvatio je rešavanje sledećih problema:

1. kreiranje kopija *preset*-a (jedna predstavlja *Dirty*, a druga *Clean preset*),

2. mogućnost pokretanja *Batch* skripti (za *Batch* skripte sa parametrima treba da bude omogućen i unos parametara; za sve *Batch* skripte treba da bude omogućen prikaz ispisa izvršavanja skripti, a za pojedine skripte omogućiti prikaz rezultata izvršavanja).

U nastavku je dat kratak opis klasa komponenti *MVVM* šablona i opisani su principi povezivanja komponenti.

Podatke vezane za repozitorijum, kao što su naziv repozitorijuma, sufiks i putanja, modeluje *QARepository* klasa. Podatke vezane za *preset*, na primer naziv *preset-a* i lista repozitorijuma, modeluje *QAPreset* klasa. *QAPreset* klasa sadrži listu repozitorijuma. Podatke vezane za par *preset-a*, kao što su naziv *preset-a*, adresa i *port* modeluje *QAPresetPair* klasa. *QAPresetPair* klasa sadrži dva *QAPreset-a*. *ViewModel* klase uvode *property-e* za podatke odgovarajućih klasa, na primer *QARepositoryViewModel* za klasu *QARepository*, dok neke *ViewModel* klase uvode i *property-e* za podatke koji se ne nalaze u *Model* klasama. Primer ovoga je *QARepositoryViewModel* klasa, koja uvodi *property-e* za podatke o tekućoj grani repozitorijuma, lista grana repozitorijuma i lista *tag-ova* repozitorijuma. *ViewModel* *QAPresetPairViewModel* sadrži dva *QAPresetViewModel-a* (*Clean* i *Dirty*). Klase koje pripadaju *ViewModel-u* implementiraju *INotifyPropertyChanged* interfejs, koji se koristi za obaveštavanje o promenama vrednosti *property-a*. Implementacija ovog interfejsa nalazi se u klasi *ViewModelBase*, koju nasleđuju sve *ViewModel* klase. *INotifyCollectionChanged* implementiraju *ViewModel* klase, kako bi svaka izmena, nad kolekcijom podataka, bila propraćena izmenom u *View-u* ili u *Model-u*.

View je skup komponenti korisničkog interfejsa, čija stanja su vezana za *property-e* *ViewModel-a*. *Data binding* procesom su komponente korisničkog interfejsa povezane sa *property-ima* podataka koje prikazuju.

Komande se kao *property-i* uvode u *ViewModel* klasu. Akcije komponenti korisničkog interfejsa povezane su sa ovim *property-ima*.

Uvedene su pomoćne klase za rešavanje problema šifrovanja (korišćen je *AES*), čitanja i upisa u fajlove i komunikacije sa komandnim prozorom.

Aplikacija pokreće *Batch* skripte iz komandnog prozora, preuzima i obrađuje izlaz komandnog prozora i ispisuje ga u polje za ispis aplikacije.

Aplikacija daje mogućnost rada sa više projekata, kreiranjem *preset* para i čuvanjem podataka o *preset* paru, koje korisnik unosi. Skup repozitorijuma *Clean* i *Dirty* *preset-i* prikazani su tabelarno. Označavanjem repozitorijuma u tabeli, bira se podskup repozitorijuma *preset-a* nad kojim će se izvršavati skripte. Korisniku je omogućen izbor skripti (skup dugmića) koje može nad označenim repozitorijumima da izvrši.

Podaci o tekućoj grani repozitorijuma, *tip-u* na grani i *head-ovima*, ako postoje, uz mogućnost spajanja odabranog *head-a* na *tip*, postaju vidljivi odabirom repozitorijuma iz tabele repozitorijuma. Kada se odabere repozitorijum, u pozadini se pozivaju *hg* komande, kojima se dobavljaju ovi podaci.

Provera koji repozitorijumi sadrže granu ili *tag* sa određenim nazivom izvršava se odabirom grane iz padajuće liste u kojoj se nalaze nazivi svih grana sa

označenih repozitorijuma. Pronađeni repozitorijumi izlistavaju se po imenima u tabeli ispod ove opcije.

4. ZAKLJUČAK

U radu je razmatran problem održavanja programskog koda, odnosno njegove kontinualne integracije upotrebom distribuiranog sistema za kontrolu verzija. Distribuirani sistem za kontrolu verzija, koji je korišćen u radu, je *Mercurial*.

Rešenje razmatranog problema je aplikacija koja pruža grafički okvir za *Batch* skripte sa *hg* komandama nad skupom repozitorijuma.

Aplikacija je dala prikaz skupa repozitorijuma nad kojim se izvršavaju *hg* komande. Svako izvršavanje komandi praćeno je prikazom ispisa statusa izvršavanja komandi. Odabirom repozitorijuma iz prikaza repozitorijuma vidljivi su podaci o trenutnom stanju repozitorijuma.

Implementirano rešenje ubrzava aktivnosti vezane za održavanje programskog koda. Nedostatak rešenja ogleda se u dizajnu izgleda aplikacije, jer nije na prvi pogled jasna svrha svakog dela aplikacije.

Mogući pravci daljeg razvoja su:

- redizajn izgleda,
- proširenje funkcionalnosti alata, proširenjem skupa podržanih *hg* komandi,
- automatsko generisanje *Batch* skripti na osnovu akcije (skupa *hg* komandi) koje bi korisnik želeo da izvrši,

grafički prikaz stanja svakog repozitorijuma, iz skupa repozitorijuma, nad kojim se izvršavaju komande ili integracija sa nekim od postojećih alata sa ovom namenom.

5. LITERATURA

- [1] <http://martinfowler.com/articles/originalContinuousIntegration.html>
- [2] <http://martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html>
- [3] <https://homes.cs.washington.edu/~mernst/advice/version-control.html>
- [4] <http://mercurial.selenic.com/wiki/UnderstandingMercurial>
- [5] <http://commandwindows.com/batch.htm>
- [6] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/zw4w595w.aspx>
- [7] Gros, Kristijan, C# 2008: od početnika do profesionalca, Kompjuter biblioteka, 2008

Kratka biografija:



Milica Jaćimovski rođena je 1987. godine u Novom Kneževcu. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisala je 2006. godine. Bečelov rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranila je 2010. godine. Master rad iz iste oblasti odbranila je 2014. godine.

ODREĐIVANJE OPTIMALNOG SKUPA OBELEŽJA ZA PREDIKCIJU NIVOA OSPOSOBLJENOSTI ZA HOD**OPTIMAL FEATURE SET SELECTION FOR PREDICTION OF LEVEL OF ABILITY TO WALK**

Marija Petrukić Cvejić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu biće prikazan jedan postupak za određivanje optimalnog skupa obeležja za predikciju nivoa osposobljenosti za hod nakon amputacije donjih ekstremiteta primenom vektora podrške i genetskog algoritma.

Abstract – This paper presents one procedure for optimal feature set selection for prediction of level of ability to walk after lower limb amputation using Support Vector Machines and genetic algorithm.

Ključne reči: Optimalni skup obeležja, SVM, GA, predikcija osposobljenosti za hod

1. UVOD

Amputacija donjih ekstremiteta predstavlja hiruršku metodu koja se sprovodi radi uklanjanja ishemičnog, inficiranog, nekrotičnog tkiva ili lokalnog tumora kod koga nije moguća resekcija. Amputacija donjih ekstremiteta predstavlja veliku promenu u životu pojedinca. Izmenjena je slika o sopstvenom telu, otežane su aktivnosti samozbrinjavanja i kretanja, izmenjen je psihosocijalni status, a može biti značajno poremećeno obavljanje profesionalnih i drugih delatnosti.

Kretanje predstavlja osnovnu potrebu čoveka i ponovo uspostavljanje ove funkcije predstavlja važan cilj rehabilitacionog procesa.

Iz humanih i funkcionalnih razloga, potrebno je učiniti sve što je moguće, da se osobama sa amputacijom donjih ekstremiteta ponovo omogući kretanje u sopstvenom okruženju. Protetička rehabilitacija pruža veliki potencijal za poboljšanje kako fizičkog i emocionalnog stanja, tako i kvaliteta života osoba sa amputacijom [1].

Kao alternativni pristup u konvencionalnoj medicinskoj dijagnostici i prognozi često se koriste algoritmi mašinskog učenja i optimizacije budući da su efikasni u radu sa nekompletnim i zašumljenim podacima, kao i u radu sa malim skupovima podataka.

Veštačke neuronske mreže (engl. Artificial Neural Networks, ANN) i fazi-sistemi (engl. Fuzzy - systems) najčešće su korišćeni algoritmi u medicinskoj dijagnostici i prognozi.

U poslednje vreme, sve više se koriste algoritmi bazirani na potpornim vektorima (engl. Support Vector Machines, SVM), jer u odnosu na prethodno pomenute tehnike imaju veću sposobnost generalizacije i daju bolje rezultate kada

se raspolaze relativno malim uzorkom podataka za obuku, što je najčešće slučaj u praksi [2].

Cilj ovog rada jeste da primenom metode globalne optimizacije (genetskog algoritma) odredimo optimalni skup obeležja za predikciju nivoa osposobljenosti za hod nakon amputacije donjih ekstremiteta. Primenom SVM vršena je predikcija rezultata dva testa koja predstavljaju meru funkcionalnog ishoda protetičke rehabilitacije:

- **Test ustani i kreni** (eng. *Timed up and go-TUG*)
- **Test dvominutnog hoda** (eng. *2-minute walk test-TMWT*)

Rad je organizovan na sledeći način: u poglavlju 2 date su teorijske osnove vektora podrške, u poglavlju 3 opisane su osnove genetskog algoritma za globalnu optimizaciju, a karakteristike skupa eksperimentalnih podataka date su u poglavlju 4. Opis predloženog postupka dat je u poglavlju 5. U poglavlju 6 prikazani su i prodiskutovani rezultati optimizacije skupa obeležja za predikciju nivoa osposobljenosti za hod u smislu kvalitetne predikcije rezultata testova TUG i TMWT. Zaključna razmatranja i daljnje smernice za praktičnu primenu data su u poglavlju 7.

2. VEKTORI PODRŠKE (SVM)

SVM su utemeljeni 60-ih godina prošlog veka, kao tehnika bazirana na teoriji statističkog učenja i mogu biti primenjeni u klasifikaciji i regresiji. Međutim, svoju punu primenu u praksi ostvaruju tek početkom 90-ih godina, unapređenjem računarske tehnike koja je neophodna za njihovu praktičnu implementaciju. Ovde ćemo predstaviti samo osnove SVM teorije, dok se mnogo detaljnija razmatranja mogu pronaći u literaturi [3].

Problem regresije se može definisati na sledeći način: algoritmu mašinskog učenja je dato l podataka za obuku na osnovu kojih on pokušava da "nauči" ulazno-izlazne relacije (zavisnost, preslikavanje ili funkciju) $f(x)$. Set podataka za obuku $D = \{[x(i), y(i)] \in \mathcal{R}^n \times \mathcal{R}, i = 1, \dots, l\}$ se sastoji od l parova $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_l, y_l)$, gde su ulazi x_i n -dimenzionalni vektori $x \in \mathcal{R}^n$, izlazi sistema $y \in \mathcal{R}$ su kontinualne vrednosti.

Posmatramo regresioni hiperplan (SVM model kojim se vrši aproksimiranje funkcije):

$$f(x, w) = w^T \Phi(x) + b. \quad (1)$$

gde je $\Phi(x)$ nelinearno preslikavanje kojim se problem nelinearne regresije iz niskodimenzionalnog prostora

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Kanović.

ulaznih podataka pretvara u problem linearne regresije u visokodimenzionalnom prostoru, w je vektor normale regresionog hiperplana koji, između ostalog, definiše kapacitet modela, dok je b slobodni član.

Koeficijente w i b dobijamo minimizacijom izraza za funkciju stvarne greške :

$$R = \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{k=1}^l |y_k - f(x_k, w)|_{\varepsilon} \quad (2)$$

gde je:

$\|w\|^2$ - norma vektora težina čija je uloga da ograniči kapacitet modela u cilju što bolje generalizacije modela, a

$$|y - f(x, w)|_{\varepsilon} = \begin{cases} 0 & |y - f(x, w)| \leq \varepsilon \\ |y - f(x, w)| - \varepsilon & |y - f(x, w)| > \varepsilon \end{cases} \quad (3)$$

je Vapnikova funkcija greške sa ε -zonom neosetljivosti (Vapnik's linear loss function with ε -insensitivity zone) koja predstavlja meru greške aproksimacije.

Parametri koji se koriste za konstruisanje SVM su: širina zone neosetljivosti ε (u slučaju regresije), kazneni parametar C i parametar koji određuje oblik izabrane kernel funkcije (npr. Varijansu kod Gausovog kernela, red polinoma kod polinomijalnog kernela). Sva tri parametra bira korisnik, najčešće na osnovu vrednosti parametara dobijenih krosvalidacijom (cross-validation) ili primenom neke optimizacione tehnike.

3. OSNOVE GENETSKOG ALGORITMA

U ovom poglavlju biće prikazane osnove genetskih algoritama koji su primenjeni za optimizaciju skupa ulaznih parametara SVM za predikciju nivoa osposobljenosti za hod nakon amputacije donjih ekstremiteta.

Genetski algoritmi su robusne metode pretraživanja i optimizacije koje se zasnivaju na imitaciji osnovnih mehanizama prirodne evolucije. U populaciji živih organizama jedinke se bore za resurse (voda, sklonište i hrana). Snažnije jedinke opstaju, dok slabo prilagođene jedinke, koje ne mogu da obezbede minimum uslova za život, izumiru (primarna selekcija). Takođe, pripadnici iste vrste takmiče se da privuku partnera. I opet, spremnije jedinke pobeđuju (sekundarna selekcija). Privlače više partnera i u procesu razmnožavanja prenose svoje gene na potomstvo.

Genetski algoritmi oponašaju ove procese prirodne selekcije i ukrštanja sa ciljem rešavanja nekog optimizacionog problema. Polazište za proces matematičke evolucije je populacija koju čini n jedinki,

$P(t) = \{x_1^t, x_2^t, \dots, x_n^t\}$, pri čemu eksponent t označava iteraciju. Svaka jedinka x predstavlja potencijalno rešenje problema i implementirana je kao neka struktura podataka. Svaka jedinka ima svoju meru "prilagođenosti", odnosno, u matematičkom smislu,

određenu vrednost kriterijuma optimalnosti. Cilj je da se iz iteracije u iteraciju menjaju odabrane jedinke u cilju povećanja njihove "prilagođenosti", odnosno poboljšanja vrednosti kriterijuma optimalnosti. Pritom se upotrebljavaju operatori genetskih algoritama: selekcija, ukrštanje i mutacija.

Na početku rada GA generiše određen broj potencijalnih rešenja u obliku matematičkih struktura ili njihovih kodiranih reprezentata – jedinki. Taj skup predstavlja početnu populaciju. Za svaku jedinku populacije pomoću funkcije prilagođenosti, odnosno kriterijuma optimalnosti, procenjuje se korisnost rešenja koje ona predstavlja (u smislu blizine optimumu). Zatim se iz skupa jedinki biraju one jedinke koje su dovoljno dobro adaptirane da bi opstale. Ostale jedinke se odbacuju (izumiru). To je proces primarne selekcije. Iz preostalog dela populacije se potom biraju one jedinke koje će učestvovati u procesu rekombinacije, pri čemu jedna jedinka može učestvovati i više puta. To čini proces sekundarne selekcije. Oba procesa favorizuju bolje adaptirane jedinke, s tim što je prvi proces najčešće determinističkog karaktera, dok je drugi proces slučajnog tipa, ali je probabilistička šema takva da favorizuje bolje jedinke. Pomenuti proces rekombinacije odvija se tako što se na dve jedinke, koje su u procesu sekundarne selekcije izabrane da budu roditelji, primenjuje, sa zadatom verovatnoćom, jedan operator iz skupa operatora ukrštanja. Operator ukrštanja na zadat način kombinuje osobine roditeljskih struktura, odnosno genetske informacije jedinki koji te strukture predstavljaju, i proizvodi nove strukture (jedinke). Operator ukrštanja od dva roditelja najčešće pravi jedno ili dva potomka. Na dobijene strukture (jedinke) primenjuje se jedan od operatora iz skupa mutagenih operatora. Operator mutacije deluje tako da sa određenom, najčešće veoma malom verovatnoćom, na slučajan način, menja neki element (osobinu) strukture, odnosno neki gen jedinke. Operatori mutacije i ukrštanja se iz odgovarajućih operatorskih skupova biraju na razne načine. Uglavnom se taj izbor vrši na slučajan način, pri čemu se zadaju težine pojedinih operatora, te se neki operatori favorizuju. Kada se procesom rekombinacije napravi dovoljan broj dece, ona se ubacuju u populaciju menjajući neke (npr. najlošije) ili sve jedinke stare populacije. Tako se, genezom nove generacije, završava jedan ciklus genetskog algoritma. Opisani proces se ciklično ponavlja. Najbolja jedinka iz poslednje generacije obezbeđuje rešenje problema optimizacije, odnosno najbolju vrednost kriterijuma optimalnosti.

4. KARAKTERISTIKE SKUPA PODATAKA

Kao osnova za ovaj rad poslužilo je istraživanje koje je obuhvatilo je 86 pacijenata sa amputacijom donjih ekstremiteta koji su prošli program protetičke rehabilitacije na Klinici za medicinsku rehabilitaciju Kliničkog centra Vojvodine u periodu od 2010. do 2012. Studija se sastojala iz dve faze:

U prvoj fazi, pacijenti su po dolasku na rehabilitacioni tretman na Kliniku za medicinsku rehabilitaciju bili upoznati sa istraživanjem koje se sprovodi i po dobijanju pismenog pristanka prikupljeni su podaci koji su prikazani u Tabeli 1:

Tabela 1. Skup obeležja

1.	pol		starost
3.	Period od amputacije do rehabilitacije	4.	MPSS- test, skala socijalne podrške
5.	MMSE- skala za procenu mentalnog statusa	6.	BDI- skala za procenu depresivnosti
7.	TMT A – psihološki test	8.	TMT B- psihološki test
9.	Uzrok amputacije	10.	Nivo amputacije
11.	FCI- funkcionalni komobirtetni indeks	12.	BMI- indeks telesne mase
13.	dijabetes	14.	Broj lekova
15.	kontraktura	16.	test rezidualnog ekstremiteta – ekstenzori kuka
17.	test rezidualnog ekstremiteta – abduktori kuka	18.	test intaktnog ekstremiteta – plantarni fleksori
19.	test intaktnog ekstremiteta – ekstenzori kuka	20.	balans
21.	Funkcionalni status pri prijemu		

U drugoj fazi, odnosno po završetku protetičke rehabilitacije prikupljeni su sledeći podaci:

- **Test ustani i kreni (TUG)**- vreme u sekundama
- **Test dvominutnog hoda (TMWT)**- pređeno rastojanje u metrima

5. OPIS POSTUPKA

Predloženi postupak za određivanje optimalnog skupa obeležja za predikciju nivoa osposobljenosti za hod nakon amputacije donjih ekstremiteta zasniva se na određivanju optimalnog ulaznog skupa obeležja koji predstavlja kombinaciju ulaznih parametara prikazanih u Tabeli 1 za formiranje SVM modela koji na izlazu daju predikciju rezultata testova osposobljenosti za hod (TUG i TMWT). Cilj je bio odrediti koji faktori najviše utiču na nivo osposobljenosti za hod nakon amputacije donjih ekstremiteta. Optimizacija je izvedena upotrebom genetskog algoritma sa binarnim kodiranjem, a kao rezultat dobijeni su optimalni skupovi obeležja za predikciju rezultata TUG i TMWT testa. Kriterijum optimalnosti bila je srednja kvadratna greška predikcije rezultata ovih testova. Za proračune je upotrebljen programski paket Matlab, a za formiranje modela upotrebljen je softverski paket LIBSVM.

Pripremljeni podaci o pacijentima nalaze se u jedinstvenoj matrici složeni tako da svaka kolona predstavlja po jednu promenljivu (obeležje).

Uz pomoć genetskog algoritma selektovani su različiti skupovi ulaznih promenljivih a zatim su za svaki ulazni skup obučavani SVM modeli koji su davali predikciju osposobljenosti za hod.

Populacija GA

Korišćeno je binarno kodiranje tako da su jedinke genetskog algoritma predstavljale niz od 21 bita. Ukoliko

se na n -tom mestu nađe 1 tada je n -ti ulaz iz matrice ulaza selektovan. Ovako formirana matrica predstavlja ulazni skup obeležja za SVM modele.

Kriterijum optimalnosti

Iz skupa podataka o 86 pacijenata, 72 je korišćeno za obuku SVM modela dok su podaci o 14 pacijenata korišćeni za testiranje formiranih modela. Svi podaci su pripremljeni tako da budu pogodni za obuku i testiranje SVM modela a zatim su prebačeni u format koji je zahtevan softverom *LIBSVM*. Dodatno, svi podaci su skalirani od 0 do 1.

Za kriterijum optimalnosti odabrana je srednja kvadratna greška testiranja SVM modela:

$$I = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x - \hat{x}$$

gde x predstavlja stvarnu vrednost posmatrane izlazne promenljive a $\hat{x}$ vrednost koju daje SVM model.

6. REZULTATI

6.1 Optimalni skup obeležja za predikciju rezultata testa ustani i kreni (TUG)

Tabela 2. Prikaz optimalnih skupova obeležja za predikciju rezultata TUG testa

Broj obeležja		4	5	6	7	8	9	10
Odabrana obeležja	1	0	0	0	0	1	1	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0
	9	1	1	1	1	0	1	1
	10	1	1	1	1	1	1	1
	11	0	0	1	0	1	0	1
	12	0	0	0	1	1	1	0
	13	0	0	0	0	1	0	0
	14	0	0	0	0	1	1	1
	15	1	1	1	1	0	1	1
	16	0	1	0	0	0	0	1
	17	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	1	0	0	1
	19	1	0	0	0	1	1	1
	20	0	1	1	1	1	1	1
	21	0	0	1	1	0	1	1
Srednja kvadratna greška		0,00403968	0,0133632	0,00903012	0,0135216	0,0214811	0,0150867	0,0101378

Iz Tabele 2 vidimo da najtačniju predikciju rezultata TUG testa daje skup od 4 obeležja koji obuhvata:

- **uzrok amputacije**
- **nivo amputacije**
- **kontrakturu**
- **manuelno mišićni test intaktnog ekstremiteta-ekstenzori kuka**

Skupovi od 8, 9 i 10 obeležja daju takođe dobru predikciju ali imaju veću grešku od skupova sa manjim brojem obeležja.

Kod gotovo svih skupova obeležja izdvojila su se obeležja uzrok amputacije, nivo amputacije i balans što ukazuje da su ove promenljive veoma značajene kod predikcije nivoa osposobljenosti za hod.

6.2 Optimalni skup obeležja za predikciju rezultata testa dvominutnog hoda (TMWT)

Tabela 3. Prikaz optimalnih skupova obeležja za predikciju rezultata TMWT testa

Broj obeležja	4	5	6	7	8	9	10
odabrane varijable	1	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	1	1	1
	10	1	1	1	1	1	1
	11	0	0	0	0	1	1
	12	0	0	1	0	0	1
	13	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	1
	15	0	1	1	1	1	1
	16	0	1	1	1	1	1
	17	0	0	0	0	0	1
	18	1	0	0	0	0	1
	19	1	1	0	1	1	1
	20	1	1	1	1	1	1
	21	0	0	1	1	1	0
Srednja kvadratna greška	0,010673	0,0098917	0,013359	0,010098	0,0087048	0,013294	0,0095198

Iz Tabele 3 vidimo da najtačniju predikciju rezultata TMWT testa daje skup od 8 obeležja.

Kod većine odabranih s skupova obeležja izdvojila su se obeležja **nivo amputacije** i **balans** što ukazuje da su ove promenljive veoma značajene kod predikcije nivoa osposobljenosti za hod.

7. ZAKLJUČAK

Primena metoda globalne optimizacije i mašinskog učenja u procenu osposobljenosti za hod uz pomoć proteze nakon amputacije donjih ekstremiteta pokazala se veoma efikasna, čak i u slučaju relativno malog uzorka.

Kod predikcije rezultata oba posmatrana testa nivoa osposobljenosti za hod (TUG i TMWT) posebno su se izdvojila sledeća obeležja:

- **uzrok amputacije**
- **nivo amputacije**
- **kontraktura**
- **manuelno mišićni test intaktnog ekstremiteta-ekstenzori kuka**
- **balans**

Može se zaključiti da ova obeležja imaju najveći uticaj na predikciju nivoa osposobljenosti za hod.

Buduća istraživanja trebalo bi usmeriti ka poboljšanju obrade i pripreme podataka za generisanje SVM modela. Potrebno je u što je moguće većoj meri otkloniti podatke koji sadrže veliku grešku merenja ili su pogrešno zapisani.

8. LITERATURA

- [1] Aleksandar Knežević, "Faktori koji utiču na nivo osposobljenosti za hod uz pomoć proteze nakon amputacije donjih ekstremiteta", *doktorska disertacija*, Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet, jun 2014.
- [2] Siow-Wee Chang, Sameem Abdul-Kareem, Amir Feisal Merican and Rosnah Binti Zain, "Oral cancer prognosis based on clinicopathologic and genomic markers using a hybrid of feature selection and machine learning methods", *BMC Bioinformatics* 2013, 14:170 doi:10.1186/1471-2105-14-170
- [3] Vapnik, V.N., *The Nature of Statistical Learning Theory*, Springer, New York, 1995
- [4] Wang SL, Wu F, Wang BH Prediction of severe sepsis using SVM model, *Adv Exp Med Biol.* 2010;680:75-81. doi: 10.1007/978-1-4419-5913-3_9.
- [5] B. Schölkopf, A. Smola, *Learning with Kernels, Support Vector Machines, Regularization, Optimization and Beyond*, MIT Press, Cambridge, MA, 2002.

Kratka biografija:



Marija Petrujkić Cvejić rođena je u Požarevcu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – automatika i upravljanje sistemima odbranila je 2014.god.

ELEKTROFIZIOLOŠKA MERNA VIRTUELNA INSTRUMENTACIJA

ELECTROPHYSIOLOGICAL MEASUREMENT VIRTUAL INSTRUMENTATION

Olivera Stojanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Elektrofiziološki signali predstavljaju električne aktivnosti bioloških ćelija i tkiva (npr. nervnih, srčanih, mišićnih itd). Virtuelne instrumente, u odnosu na tradicionalne, karakteriše velika uloga softvera koji sam obavlja funkcije više instrumenata. U ovom radu, svi virtuelni instrumenti za analizu elektrofizioloških signala projektovani su u programskom paketu LabVIEW 2013. Predložena platforma za razvoj elektrofiziološke merne instrumentacije sastoji se od razvojne ploče BIGPIC5 i MikroC razvojnog okruženja, ModularEEG uređaja i projektovanih virtuelnih instrumenata.

Abstract – Electrophysiological signals are representing the electrical activity of biological cells and tissues (e.g. nerve, cardiac, muscle, etc.). Virtual instruments, compared to traditional, are characterized by software that carries out the functions of multiple instruments. All virtual instruments for the analysis of electrophysiological signals in this paper are designed in the programming package LabVIEW 2013. Suggested platform for the development of electrophysiological measurement instrumentation consists of a development board BIGPIC5 and MikroC development environment, ModularEEG device and designed virtual instruments.

Ključne reči: Elektrofiziološka merenja, EEG, EKG, EMG, LabVIEW

1. UVOD

1.1. Vrste instrumentacije

Tehnička instrumentacija se deli u dve grupe: tradicionalnu i virtuelnu.

Tradicionalnu instrumentaciju karakteriše činjenica da je svaki instrument uređaj za sebe, a povezivanjem više uređaja dobija se kompletna instrumentacija za određeno merenje ili automatizaciju.

Za virtuelnu instrumentaciju bitna je velika uloga softvera koji sam obavlja funkcije više instrumenata. Upotreba tradicionalne ili virtuelne instrumentacije zavisi od potreba korisnika.

Osnovne komponente virtuelnog instrumenta su:

1. PC računar (radna stanica) - opremljen softverom za izradu aplikacija,
2. ugradne ili USB merne kartice,
3. drajver softvera [1].

Virtuelna instrumentacija povećava produktivnost, tačnost i performanse merno-akvizicionih uređaja. LabVIEW (*Laboratory Virtuel Instrumentation*

Engineering Workbench) [2] je programski paket koji omogućava korisnicima da na jednostavan način razviju specifične aplikacije.

Specifičnost LabVIEW-a u odnosu na većinu programskih jezika je u tome što se program u LabVIEW-u piše komandama u vidu ikona, umesto tekstualnim kodom (G jezik).

Svaki LabVIEW program ima ekstenziju *.vi (*Virtual Instruments*) i sastoji se od dva osnovna dela:

1. front panel - korisnički interfejs i
2. blok dijagram - deo programa za pisanje koda.

Program napisan u ovom paketu je šematski dijagram čiji su sastavni delovi čvorovi i žice. Podaci putuju od jednog do drugog čvora preko žica.

Pomoću LabVIEW-a moguće je napraviti simulaciju, akviziciju i obradu biomedicinskih signala (npr. EEG, EMG, EKG signala), te kompletnu automatizaciju biomedicinskih uređaja. [3], [4], [5]

1.2. Elektrofiziološki signali

Elektroencefalografski (EEG) signal predstavlja ritmičku aktivnost mozga određene frekvencije („EEG talasi“). EEG signali se po frekvenciji dele na delta (ispod 4Hz), teta (4Hz-7Hz), alfa (8Hz-12Hz) i beta (12Hz-30Hz) talase. [6]

Osim navedenih aktivnosti, postoje i neobične statističke aktivnosti. One nisu povezane sa određenom disfunkcijom ili bolešću, pa se nazivaju "normalnim varijacijama".

Elektrokardiogram (EKG) je zapis električne aktivnosti mišićnih kontrakcija srca. EKG signal je linearna kombinacija nezavisnih talasa sa karakterističnih tačaka srčanog mišića. Naponi, koji se mere na površini kože kao rezultat srčane aktivnosti, dostižu vrednosti oko 1mV, a frekvencijski pripadaju opsegu od 0.1Hz do 100Hz. EKG zdravih ispitanika je ponovljiv, kvazi-periodičan signal sa morfologijom na kojoj se razlikuju karakteristični pikovi koji se nazivaju talasi [7].

Tipičan EKG srčanog ciklusa sastoji se od:

1. P talasa - kontrakcija (depolarizacija) pretkomora,
2. QRS kompleksa - kontrakcija komora,
3. T talasa - odmor (repolarizacija) komora i
4. U talasa - repolarizacija Purkinjeovih vlakana.

Elektromiografija (EMG) je elektrofiziološka metoda registrovanja akcionih potencijala mišićnih ćelija. Mere se dve vrste mišićnih aktivnosti:

- spontana aktivnost - voljna kontrakcija i
- evocirana aktivnost - aktivnost izazvana različitim stimulacijama.

Elektromiografski (EMG) signal (napon) voljnih kontrakcija ima trifazni oblik trajanja od 3ms do 15ms, sa amplitudom do 2mV i frekvencijom od 2Hz do 30Hz.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Platon Sovilj, doc.

Evocirana aktivnost mišića predstavlja aktivnost izazvanu kontrolisanom stimulacijom motornog nerva ili aktivnost refleksnog odgovora pri stimulaciji refleksnog puta (senzorni nerv) i kao takva ima različite oblike, u zavisnosti od podražaja [8].

Opseg frekvencija EMG signala je od 0Hz do 500Hz, sa dominantnom energijom u opsegu od 50Hz do 150Hz. Tipične vrednosti snimljenog spektra EMG signala su 10Hz-500Hz, a amplituda $0mV_{pp}$ - $6mV_{pp}$ ili $0mV$ - $15mV$ (efektivna vrednost) [7].

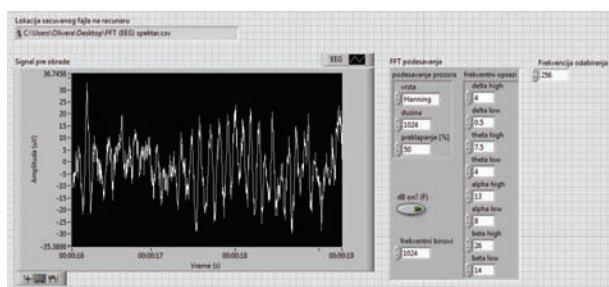
2. PRIKAZ SOFTVERA INSTRUMENTACIJE

Svi virtuelni instrumenti u radu su napisani u programskom paketu LabVIEW 2013, verzija 13.0f2 [9]. Pri pisanju programa korišćeni su i sledeći dodaci: *Biomedical Toolkit*, *Advanced Signal Processing Toolkit* i *Spectral Measurements Toolkit* [10].

Za proveru rada virtuelnih instrumenata korišćeni su primeri EEG/EKG/EMG signala iz LabVIEW Biomedical Toolkit i PhysioBank [11] biblioteka podataka.

2.1. Zajedničke funkcije instrumenata

Na front panelu (Slika 1.) korisnik vidi signal pre i posle odgovarajuće analize. Iznad grafika sa signalom pre analize, nalazi se indikator na kome piše lokacija gde će se sačuvati podaci. Sa desne strane grafika, koji prikazuje signal pre analize, nalaze se podešavanja za odgovarajuću analizu. Ispod grafika koji prikazuje signal pre analize, nalazi se grafik sa rezultatima i numeričke vrednosti koje su rezultat odgovarajuće analize.



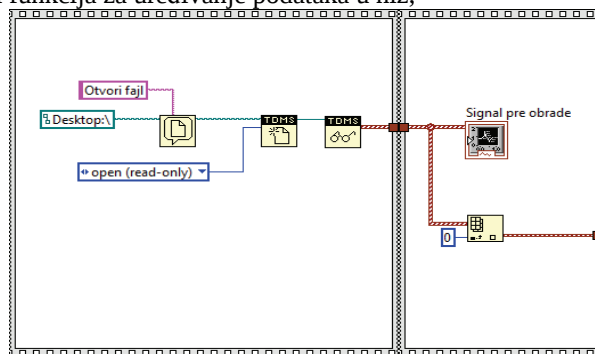
Slika 1. Front panel virtuelnog instrumenta.

Pre pokretanja programa, potrebno je izvršiti podešavanja za određenu analizu. Pokretanjem programa, otvara se prozor u kome se odabire fajl za učitavanje. Nakon što korisnik odabere fajl, počinje analiza podataka. Kada je analiza gotova, korisnik odabire lokaciju za čuvanje podataka. Na grafiku za analizu vide se rezultati i numeričke vrednosti koje su rezultat odgovarajuće analize. Rezultati svih analiza se čuvaju u CSV fajlovima. CSV fajlovi se mogu konvertovati u TDMS fajlove pomoću dodatka *Biomedical Workbench* [12] u LabVIEW-u. CSV fajlovi samo snimaju podatke i ne mogu zabeležiti podatak o frekvenciji uzorkovanja. TDMS fajlovi u sebi čuvaju i podatak o priraštaju između dve tačke. Zbog toga je potrebno u TDMS fajl upisati podatak o priraštaju između dve tačke, što se može uraditi pomoću *Scout TDMS Editor-a* [13].

Blok dijagrami se sastoje od četiri flat sekvence koje su zajedničke za sve virtuelne instrumente:

1. deo programa za učitavanje TDMS (*Technical Data Management Streaming*) fajlova (Slika 2.) koji se sastoji od funkcije za izbor fajla, funkcije za otvaranje TDMS fajla i funkcije za učitavanje fajla,

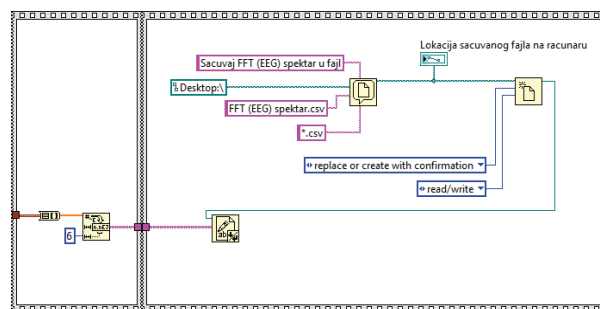
2. grafik na kome se prikazuje signal pre analize (Slika 2.) i funkcija za uređivanje podataka u niz,



Slika 2. Blok dijagram virtuelnog instrumenta sa sekvencama za učitavanje fajlova (levo) i za prikaz signala na grafiku (desno).

3. konverter u decimalne numeričke vrednosti (Slika 3.), sa preciznošću na šestu decimalu i konverter u string i

4. deo programa koji upisuje podatke u CSV (*Comma Separated Value*) fajl (Slika 3.). Sastoji se od funkcije za kreiranje novog fajla i upisa podataka u njega, te od funkcije za prikaz prozora za odabir lokacije na kojoj će se sačuvati fajl.



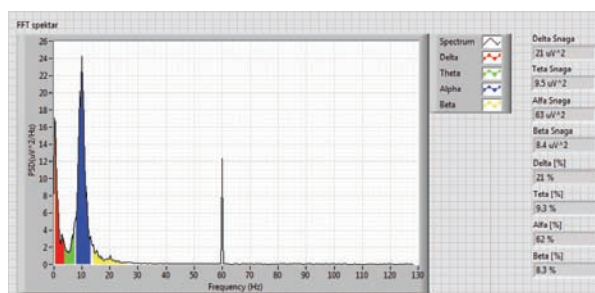
Slika 3. Blok dijagram virtuelnog instrumenta sa sekvencama za pretvaranje rezultata u decimalne vrednosti (levo) i za čuvanje fajlova (desno).

Svaki virtuelni instrument ima svoje flat sekvence sa funkcijama za analizu podataka

2.2. Virtuelni instrumenti za analizu EEG signala

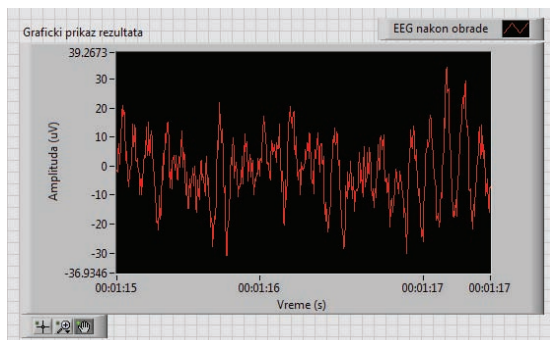
Napravljeni su programi za tri virtuelna instrumenta za analizu EEG signala koji primenjuju:

1. brzu Furijeovu transformaciju [14] (*Fast Fourier Transform - FFT*), kojom se računaju vrednosti spektralne gustine snage za svaku frekvenciju EEG signala (Slika 4),



Slika 4. Spekter EEG signala dobijen brzom Furijeovom transformacijom.

2. analizu nezavisnih komponenti [15] (*Independent Component Analysis* - ICA) koja daje na izlazu signal eliminisan od artefakata (Slika 5.) i



Slika 5. EEG signal nakon ICA analize.

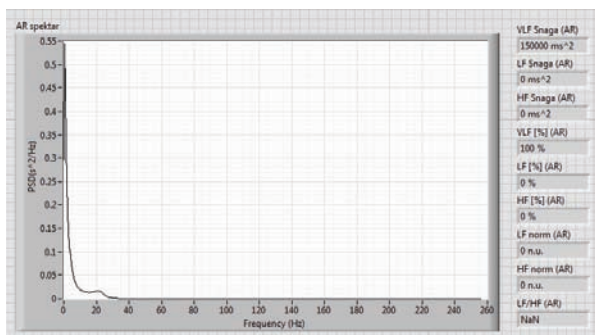
3. wavelet tehniku za analizu signala, koja određuje vremensko-frekvencijski domen EEG signala, koristeći *Daubechies 2 wavelet* na četvrtom nivou [16].

2.3. Virtualni instrumenti za analizu EKG signala

Napisana su tri virtuelna instrumenta za analizu EKG signala koji primenjuju:

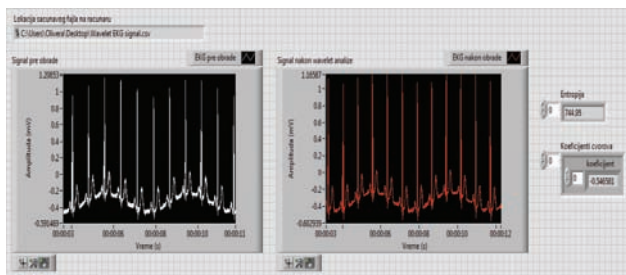
1. brzu Furijeovu transformaciju,
2. wavelet tehniku za analizu signala i
3. autoregresivni (AR) model.

Virtuelni instrumenti za analizu EKG signala brzom Furijeovom transformacijom i AR modelom [17], računaju vrednosti spektralne gustine snage za svaku frekvenciju EKG signal, koristeći FFT algoritam, odnosno AR model (Slika 6).



Slika 6. Spektar EKG signala dobijen autoregresivnim modelom.

Virtuelni instrument za analizu EKG signala wavelet transformacijom koristi *Daubechies 6 wavelet* [18] na četvrtom nivou radi određivanja vremensko-frekvencijskog domena EKG signala (Slika 7).

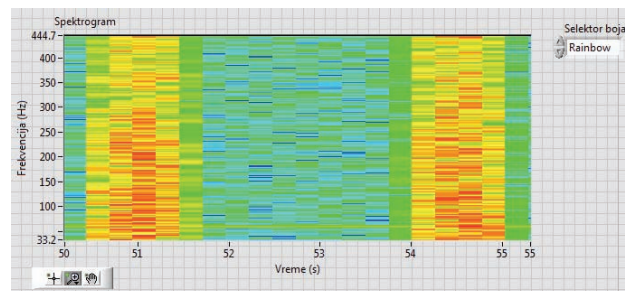


Slika 7. EKG signal pre (levo) i posle (desno) wavelet transformacije.

2.4. Virtualni instrumenti za analizu EMG signala

Napisana su tri virtuelna instrumenta za analizu EMG signala koji primenjuju:

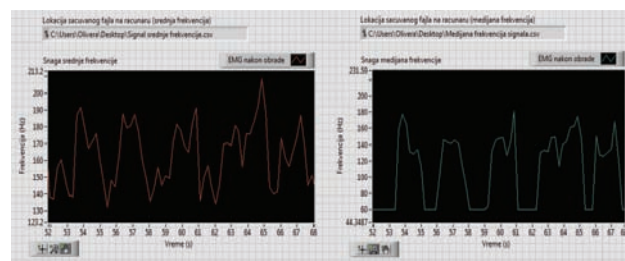
1. kratkotrajnu Furijeovu transformaciju [19] (*Short-time Fourier Transform* - STFT), koja određuje vremensko-frekvencijsku zavisnost signala (Slika 8),



Slika 8. EMG signal nakon analize kratkotrajnom Furijeovom transformacijom.

2. wavelet tehniku za analizu signala, koja koristi *Daubechies 2 wavelet* [20] na četvrtom nivou za određivanje vremensko-frekvencijskog domena EMG signala i

3. analizu srednje frekvencije (*Mean Frequency* - MNF) i medijana frekvencije (*Median Frequency* - MDF), koja računa srednju i medijana frekvenciju [21] posmatranog signala u zavisnosti od vremena (Slika 9).



Slika 9. EMG signal nakon analize srednje frekvencije (levo) i medijana frekvencije (desno).

3. PRIMER PLATFORME ZA RAZVOJ INSTRUMENTACIJE

Platforma za razvoj elektrofiziološke merne instrumentacije se sastoji od:

1. razvojne ploče BIGPIC5 [22] i MikroC razvojnog okruženja,
2. ModularEEG uređaja [23] i
3. virtuelnog instrumenta.

Ploča korišćena u ovom radu sadrži PIC18F8520 mikrokontroler. Firmver mikrokontrolera se razvija u MikroC okruženju. Sastoji se iz dve rutine: *main* (glavna rutina) i *interrupt* (rutine za obradu prekida). Glavna rutina služi samo za inicijalizaciju i pokretanje dva tajmera za *interrupt* rutinu [24]. Uloga razvojne ploče i firmvera je da šalje test podatke virtuelnom instrumentu.

ModularEEG uređaj je napravljen prema OpenEEG dizajnu na Fakultetu tehničkih nauka na Katedri za električna merenja i prvenstveno služi za merenje EEG signala. Menjanjem opsega pojačavača može se takođe podesiti da meri i EKG i EMG signal.

Uređaj se sastoji od analognog i digitalnog modula. Analogni modul čine elektrode i kablovi (standardne Ag/Cl elektrode i tanki, fleksibilni i oklopljeni kablovi) i modul za pojačanje i filtriranje. Digitalni modul sastoji se

od mikrokontrolera PIC18F4550 (vrši digitalizaciju pojačanog signala, prijem signala i prenos digitalnih informacija ka računaru), galvanske izolacije (potrebna radi zaštite instrumenta) i serijskog interfejsa (kabel RS232). [24]

ModularEEG uređaj u ovoj platformi predstavlja neophodni hardverski deo mernog instrumenta.

Virtuelni instrument je realizovan u programskom paketu LabVIEW 2013, verzija 13.0f2. Uloga virtuelnog instrumenta je da preuzima podatke koje meri uređaj, da ih prikazuje na grafiku u realnom vremenu i da čuva podatke u CSV fajlu.

Na front panelu se sa leve strane nalazi kontrola za izbor serijskog porta računara, tasteri za pokretanje i zaustavljanje programa, te indikator sa brojem rezultata.

Desno je indikator sa lokacijom fajla za čuvanje podataka i grafikom koji prikazuje rezultate merenja u realnom vremenu.

Pre pokretanja programa, potrebno je odabrati serijski port računara. Program se pokreće na taster „Pokreni merenja“ i bira se lokacija za čuvanje rezultata merenja. Tokom merenja prikazuju se rezultati na grafiku u realnom vremenu. Nakon završetka, program se zaustavlja pritiskom na taster „Zaustavi merenja“.

Blok dijagram se sastoji od dve flat sekvence:

1. *while* petlja, koja služi za pokretanje i zaustavljanje programa i
2. deo programa za spajanje sa uređajem, prikupljanjem, prikazom i čuvanjem podataka u fajlu.

4. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada je bio da se projektuju virtuelni instrumenti za merenje i analizu EEG, EKG i EMG signala i da se predloži platforma za razvoj koja uključuje projektovanje virtuelne instrumentacije.

Ovaj zadatak je izvršen, a za proveru rada virtuelnih instrumenata korišćeni su primeri EEG/EKG/EMG signala iz LabVIEW *Biomedical Toolkit* i *PhysioBank* biblioteka podataka.

Platforma za razvoj elektrofiziološke merne instrumentacije se sastoji od razvojne ploče BIGPIC5 i MikroC razvojnog okruženja, ModularEEG uređaja i virtuelnih instrumenata.

LITERATURA

- [1] Tomić J., Kušljević M., Karadžić B., „Prednosti korišćenja virtuelnih instrumenata u odnosu na tradicionalne instrumente“, 2009.
- [2] <http://www.ni.com/labview/> (pristupljeno 11.10.2014.)
- [3] Olansen B.J., Ghorbel F., Clark W.J.Jr., Bidani A., „Using Virtual Instrumentation to Develop a Modern Biomedical Engineering Laboratory“, 1999.
- [4] Trumbower D.R., Enderle D.J., „Virtual Instruments in Undergraduate Biomedical Engineering Laboratories“, 2003.
- [5] Robinson A.A., Gouri Suresh S.S., Aloï J.D., Fortin A.D., Blaise H.J., Bronzino D.J., „A GUI Software Suite for Data Acquisition and Analysis of Evoked Field Potentials: Application in Biomedical and Electrophysiological Research“, 2002.

[6] Stojanović O., Elektroencefalografija: metoda i instrumentacija, PMF Novi Sad, 2013.

[7] Popović M., Popović D., Janković M., Biomedicinska merenja i instrumentacija, Akademski misao Beograd, 2009.

[8] Kai S., Nakabayashi K., „Evoked EMG Makes Measurement of Muscle Tone Possible by Analysis of the H/M Ratio“, 2013.

[9] <http://www.ni.com/download-labview/> (pristupljeno 9.10.2014.)

[10] http://www.ni.com/gate/gb/GB_EVALTLKTSIGPROC/US (pristupljeno 9.9.2014.)

[11] <http://physionet.org/cgi-bin/atm/ATM> (pristupljeno 27.8.2014.)

[12] <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/BCCB3C7D4B55819E86257B7C00294213> (pristupljeno 18.9.2014.)

[13] <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/sr/nid/211879> (pristupljeno 18.9.2014.)

[14] Skripta za predmet „Merenja u realnom vremenu“, FTN Novi Sad, 2014.

[15] <http://support.brainvoyager.com/eeg-meg/106-eeg-meg-plugins/300-users-guide-eeg-meg-temporal-independent-component-analysis.html> (pristupljeno 21.7.2014.)

[16] Li X., „EEG Analysis with Epileptic Seizures using Wavelet Transform“, 2002.

[17] Barry Van Veen, „LTI System Models for Random Signals“, 2013., <https://www.youtube.com/watch?v=gpD1A7tnT0k> (pristupljeno 1.10.2014.)

[18] Mahmoodabadi Z.S., Ahmadian A., Abolhasani D.M., „ECG feature extraction using Daubechies wavelets“, 2005.

[19] Barry Van Veen, „Short-time Fourier transform and the Spectrogram“, 2013., <https://www.youtube.com/watch?v=NA0TwPsECUQ> (pristupljeno 7.10.2014.)

[20] Phinyomark A., Limsakul C., Phukpattaranont P., „Application of Wavelet Analysis in EMG Feature Extraction for Pattern Classification“, 2011.

[21] Phinyomark A., Thongpanja S., Hu H., Phukpattaranont P., Limsakul C., „The Usefulness of Mean and Median Frequencies in Electromyography Analysis“, 2012.

[22] <http://www.mikroe.com/bigpic/v5/> (pristupljeno 7.10.2014.)

[23] <http://openeeg.sourceforge.net/doc/> (pristupljeno 13.10.2014.)

[24] Pinter A., Softverska aplikacija sistema za merenje i akviziciju biomedicinskih ERP potencijala, FTN Novi Sad, 2012.

Kratka biografija:



Olivera Stojanović rođena je u Osijeku (Republika Hrvatska) 1990. god. Diplomski rad na Prirodno-matematičkom fakultetu iz oblasti medicinske fizike odbranila je 2013.god.

REALIZACIJA MERENJA NA FOTONAPONSKOJ ELEKTRANI

IMPLEMENTATION OF MEASUREMENT ON PHOTOVOLTAIC POWER PLANT

Branislav Batinić, Josif Tomić, Zoltan Čorba, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

OBLAST – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

KRATAK SADRŽAJ – Naftne rezerve predstavljaju trenutno rešenje za snabdevanje energijom, ali su ove rezerve ograničene. Razvoj alternativnih izvora uslovljen je ispuštanjem sve veće količine ugljendioksida u atmosferu i globalnim zagrevanjem, koje značajno utiče na klimatske uslove i degradaciju životne sredine. Tehnologije obnovljivih izvora energije u znatnoj meri doprinose uštedi prirodnih energetskih resursa. Ovaj rad ukazuje na značaj obnovljivih izvora na bazi fotonaponske ćelije. Vršena su merenja na konkretnoj fotonaponskoj elektrani. Analize nad dobijenim podacima su vršene u programskom paketu LabVIEW. Pored toga, rad ukazuje na potrebu za uvođenjem pametnih mreža, koje će pomoću pametnih brojlara doprineti boljem iskorišćenju mreže.

ABSTRACT – Oil stocks represent an immediate solution for energy supply, but these reserves are limited. The development of alternative energy sources is caused by increasing amounts of carbon dioxide in the atmosphere and global warming, which significantly affects the climate and environmental degradation. Renewable energy technologies substantially contribute to the saving of natural energy resources. This work shows the importance of renewable-based photovoltaic cells. Measurements were performed on a particular PV power plant. Analysis of the obtained data were performed in the software package LabVIEW. In addition, the paper suggests the need for the introduction of smart grids, which will be using smart meters will contribute to a better utilization of the network.

KLJUČNE REČI: Obnovljivi izvori, fotonaponski paneli, pametne mreže, merenja, LabVIEW.

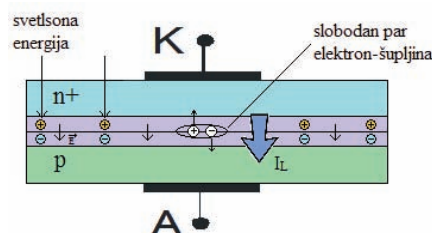
1. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE, FOTONAPONSKE ELEKTRANE

Solarna energija predstavlja najobilniji dostupan vid energije, pa je u budućnosti potrebno razvijati načine koji omogućavaju maksimalno iskorišćenje svetlosne i toplotne energije koje pristižu od Sunca. Solarna energija varira tokom dana i ima promenljivu prirodu tokom cele godine. Međutim, imajući u vidu da je ovo neiscrpan izvor energije, postavlja se zadatak za istraživanja i razvoj, kao i eksploataciju ovakvih izvora.

Solarna energija se pretvara u električnu uz pomoć solarne ćelije čiji se rad zasniva na fotoelektričnom

efektu. Generalno, fotonaponski paneli imaju životni vek oko 25 godina, a oni čine 70% ukupnih troškova izgradnje fotonaponske elektrane. Stoga, degradacija fotonaponskih panela ima efekat na isplativost projekta i energetske dobit. Na isplativost fotonaponske elektrane takođe utiču i faktori kao što su temperatura, količina vlage itd.

Solarne ćelije se prave od poli-kristalnog oblika silicijuma. U čvrstom stanju silicijuma postoje određeni nivoi energije koje je dozvoljeno da elektroni poseduju, kao i pojas energije čije nivoe energije elektroni ne smeju posedovati. Ovaj pojas se naziva energetski procsep. Na sobnoj temperaturi čist silicijum je slab provodnik. Da bi se poboljšala provodnost, vrši se dopiranje malim količinama primesa elemenata treće i pete grupe periodnog sistema. Silicijum dopiran primesama treće grupe je poznat kao silicijum P-tipa (primese su Aluminium i Galijum), a nosioci su šupljine, dok je silicijum dopiran primesama pete grupe poznat kao silicijum N-tipa zbog glavnih nosioca negativno naelektrisanih elektrona (primese su Fosfor i Arsen). Spajanjem ove dve primese dobijamo PN spoj na kome dolazi do rekombinacije slobodnih nosioca iz P zone i slobodnih nosioca iz N zone i na dodirnoj površini stvara se oblast prostornog tovara. Ovaj pn spoj je karakterističan za diodu, koja u osnovi i čini solarnu ćeliju. Na slici 1. prikazan je fotoelektrični efekat.

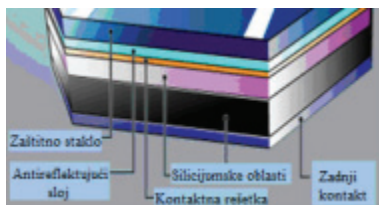


Slika 1. Fotoelektrični efekat

Fotonaponska konverzija generiše par elektron-šupljina pod dejstvom upadnog fotona, a energija fotona je dovoljna za prelazak elektrona iz valentne zone u provodnu. Solarna ćelija je sastavljena od većeg broja dioda (pn spojeva) koje rade u četvrtom kvadrantu I-V izlazne karakteristike. Solarne ćelije se mogu povezati redno, paralelno, ili kombinovano, što zavisi od projektovane snage ćelije. Napon koji se dobija na izlazu zavisi od tipa ćelije i može biti 0,3 – 0,7 V, uz gustinu struje od oko nekoliko desetina $\frac{mA}{cm^2}$ u zavisnosti od snage Sunčevog zračenja, ali i od spektra zračenja. Dakle, solarne ćelije rade u direktnom režimu ali sa negativnim smerom struje. Na slici 2. prikazan je poprečni presek solarne ćelije.

NAPOMENA:

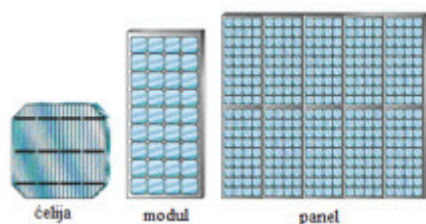
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Josif Tomić, vanr. prof.



Slika 2. Poprečni presek solarne ćelije

Prvi sloj solarne ćelije je zaštitno staklo tj. SiO_2 , koje štiti ćeliju od spoljašnjih uticaja. Ispod je antirefleksujući sloj koji smanjuje refleksiju svetlosti i obezbeđuje da što više energije dospe do poluprovodnika (povećava se iskorišćenje ćelije). Zatim se postavlja sistem transparentnih elektroda. On kontaktira poluprovodnik sa PN spojem u kome se vrši zahvatanje fotona Sunčeve svetlosti. Sa donje strane je metalizacija-zadnji kontakt.

Maksimalni izlazni napon individualne solarne ćelije iznosi oko 600 - 700 mV, pa se ćelije vezuju redno kako bi se dobio željeni napon. Najčešće se vezuje oko 36 ćelija jer se time stvaraju moduli nominalnog napona od 12 V. Više FN ćelija povezanih u grupu čine FN modul. Prema projektovanoj snazi moduli se spajaju redno i/ili paralelno, čime se formira fotonaponski panel koji proizvodi struju, napon i snagu znatno većeg intenziteta, slika 3.



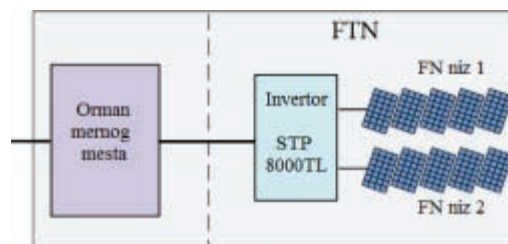
Slika 3. Fotonaponska ćelija, modul i panel

Kada se integriše više panela dobija se polje PV modula ili fotonaponska elektrana. U današnje vreme se instaliraju fotonaponske elektrane velikih snaga, od 1 MW pa do čak 790 MW.

2. PRINCIPIJELNA ŠEMA FOTONAPONSKE ELEKTRANE NA KOJOJ SU VRŠENA MERENJA, PARAMETRI OD ZNAČAJA

Fotonaponske elektrane predstavljaju integrisan skup FN modula i potrebnih komponenata sistema projektovanih tako da sunčevu energiju pretvaraju u konačnu električnu energiju kojom se osigurava rad određenog broja DC i/ili AC potrošača, bilo samostalno ili sa rezervnim izvorom. Najjednostavniji ovakvi sistemi napajaju samo DC potrošače, a ako se u sistem doda inverter, tada on proizvodi energiju i za AC potrošače. Zavisno od načina rada, postoje sledeći sistemi fotonaponskih elektrana:

- Samostalni (autonomni), za čiji rad nije potrebna mreža (kada el. energiju treba da isporuče noću ili u intervalima sa malim intenzitetom Sunčevog zračenja, potreban je akumulator koji služi kao pomoćni izvor),
- Sistemi spojeni na el. mrežu (postoje dve podvrste ovih sistema, pasivni, kod kojih mreža služi samo kao rezervni izvor, i aktivni, kod kojih mreža može pokrivati manjkove, ali i preuzimati viškove el. energije iz FN modula)
- Hibridni, koji su u stvari samostalni povezani sa drugim obnovljivim izvorima (vetroturbine, hidrogeneratori).



Slika 4. Blok šema fotonaponske elektrane FTN-a

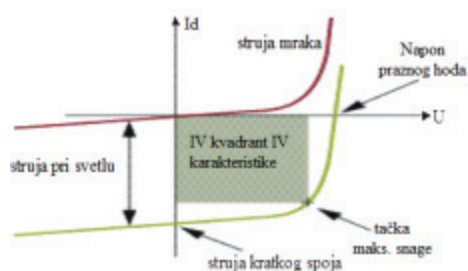
Na slici 4. je prikazana blok šema fotonaponske elektrane na kojoj su vršena merenja u ovom zadatku. Nominalna snaga fotonaponskih panela (ima ih 2 niza) iznosi 9600 kWp a izlazna snaga invertora 8000 W. Fotonaponski paneli su izrađeni od polikristalnog tipa silicijuma proizvođača JinKo Solar oznake JKM-240P. Najbitnije karakteristike su:

- maksimalna snaga pri standardnim uslovima testiranja (STC) 240 Wp $\pm$ 3%,
- napon pri maksimalnoj snazi 30 V,
- struja pri maksimalnoj snazi 8,01 A,
- napon praznog hoda 37,2 V,
- struja kratkog spoja 8,56 A,
- nominalna radna temperatura (NOCT) 45 °C ($\pm$ 2 °C),
- temperaturni koeficijent snage -0.45 % / °C.

Trofazni inverter Sunny Tripower 8000TL proizvođača SMA Solar Technology AG ima sledeće karakteristike:

- maksimalna ulazna jednosmerna snaga 8200 W,
- maksimalni ulazni jednosmerni napon 1000 V,
- nominalni jednosmerni napon 600 V,
- nominalna izlazna snaga 8000 W,
- maksimalna prividna snaga 8000 VA,
- maksimalna izlazna struja 16 A.

Ključni parametri za analizu i merenje su struja, napon i snaga.



Slika 5. Strujno-naponska karakteristika solarne ćelije

Struja solarne ćelije je jednaka razlici struje mraka (struje diode) i struje pri svetlu. Generatorski režim je u IV kvadrantu na U-I karakteristici diode. Radna tačka solarne ćelije ima maksimalnu snagu kada se nalazi na kolenu karakteristike.

Pokazatelj performansi panela, eng. *Performance Ratio* (PR) je jedan od najvažnijih faktora za vrednovanje efikasnosti panela. On predstavlja odnos stvarne i teoretski moguće energije izlaza. Ovaj parametar može da se koristi za poređenje snabdevenosti mreže energijom fotonaponskih panela na različitim lokacijama širom sveta. On prikazuje udeo energije koji je stvarno moguć

za prenos u mrežu, nakon izuzimanja gubitaka (npr. na provodnicima ili termalnih gubitaka) i energije koja je potrošena u radu. Može se meriti automatski ili računati ručno. Ukoliko se određuje automatski pomoću mernog uređaja kao što je Sunny Sensor Box, potrebo je obratiti pažnju da orijentacija fotonaponskih panela i mernog uređaja bude ista (da imaju istu količinu solarnog ozračenja, i da su im temperature jednake) kako bi vrednosti bile korektne. Za ručno računanje parametra *Performance Ratio*, može se koristiti sledeća pojednostavljena formula:

$$PR = \frac{C_R}{H \cdot S \cdot \eta}$$

pri čemu $C_R[kWh]$ predstavlja stvarnu proizvodnju, $H[\frac{Wh}{m^2}]$ predstavlja ozračenje, $S[m^2]$ predstavlja površinu panela, dok η predstavlja stepen iskorišćenja koji proizvođač garantuje.

3. POTREBE ZA UVOĐENJEM PAMETNIH MREŽA

Pametne mreže predstavljaju električne mreže koje na inteligentan način integrišu delovanje generatora, potrošača, kao i ostalih učesnika u mreži koji deluju da bi se efikasno isporučila održiva, ekonomična i sigurna električna energija. Ove mreže objedinjuju inovativne proizvode i servise sa inteligentnim praćenjem, kontrolom, komunikacijom i tehnologijom samoodržavanja radi:

- boljeg povezivanja i rada generatora svih veličina i tehnologija,
- dozvoljavanja potrošačima da igraju ulogu u optimizaciji delovanja sistema,
- omogućavanja potrošačima više informacija i bolji izbor snabdevanja,
- značajnog smanjenja nepovoljnog uticaja celog sistema za snabdevanje električnom energijom na životnu sredinu,
- isporuke naprednih nivoa pouzdanosti i bezbednosti snabdevanja.

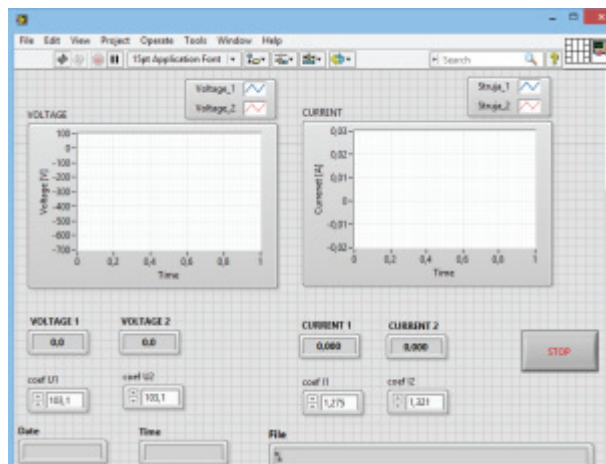
Razvoj pametnih mreža uključuje ne samo tehnologiju, tržište i komercijalna razmatranja, već i uticaj na životnu sredinu, regulatorne okvire, standardizaciju, prelazne strategije sa tradicionalnih sistema mreža. Pri uvođenju novih sistema pametnih mreža, neophodno je donošenje novih zakona. Predviđa se povećanje udela električne energije za potrebe mobilnosti putnika u budućnosti. Električna energija bi mogla da obezbedi oko 65% energetske potreba putničkim automobilima i lakšim teretnim vozilima. Teži se smanjenju emisija štetnih gasova, procesu dekarbonizacije. Obnovljivo grejanje i hlađenje su od vitalnog značaja za dekarbonizaciju. Sa dovoljnim kapacitetom međusobne integracije i pametnim mrežama, upravljanje vetrom i solarnom energijom na lokalnim i širim područjima može biti poboljšano. Ovo bi moglo da umanji potrebe za skladištenjem, bekap-om kapaciteta i dopunjavanjima. Potrebna je promena ponašanja u potrošnji električne energije. Da bi se postigli željeni efekti, mora postojati ravnoteža između dobrovoljnih promena i promena putem pravnih okvira. Pravni okviri moraju naći podsticaje za promene. Za novi sistem pametnih mreža biće potrebne nove infrastrukture sa novim posledicama po građane. Pravni okviri moraju da omoguće donošenje odluka da instaliranje nove, i

promenu sadašnje infrastrukture kako bi se omogućila izgradnja pametnih mreža. Potrebna su merenja u realnom vremenu i praćenja stanja sistema radi boljeg razumevanja promena parametara (napon, struja itd) i mogućnosti izvođenja kritičnih sistemskih mera. Predviđanja u polju tehnologije moraju koristiti pun spektar alata. Kvalitet algoritama ocenjuje ne samo tačnost predviđanja već i drugi kriterijumi (npr. da li je algoritam u stanju da ispuni predviđanja u realnom vremenu za mrežne operacije, ili može li metoda prognoziranja da se nosi sa nepotpunim podacima merenja sa senzora, ili da li je algoritam dovoljno jak za predviđanje promenljivih signala, i da li je otporan na greške u praćenju). Mreža bi trebala da bude sve više automatizovana, jer vreme reakcije čoveka može da bude neadekvatno za otkrivanje, odlučivanje i delovanje kako bi se izbegla nestabilnost. Istraživanje treba da se fokusira na modele, opremu i informacione sisteme.

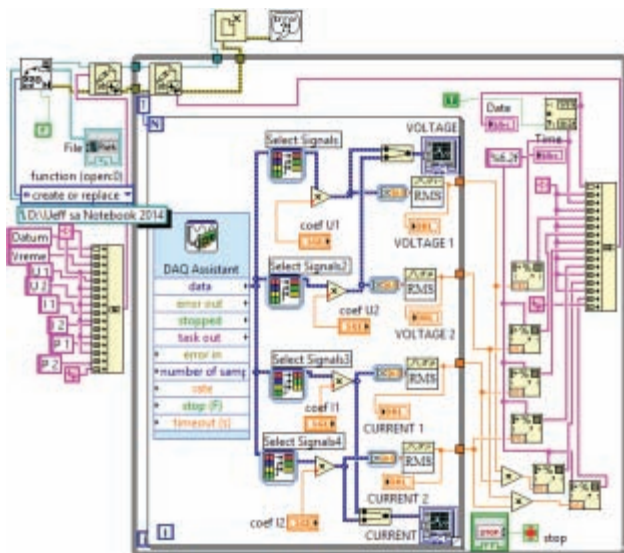
Poboljšani materijali dozvoljavaju robustan funkcionalni sistem pametnih mreža. Skladištenje električne energije je ključna tehnologija za poboljšanje upravljanja i fleksibilnosti Evropskog elektroenergetskog sistema. Materijali su često ograničavajući, ali i odlučujući faktor u stvaranju tehnologije za skladištenje pristupačne, efikasne, pouzdane električne energije. Dovođenje tehnologija za skladište na stepen komercijalne zrelosti, i ubrzavanje prelaska na masovnu komercijalizaciju je prevashodni prioritet pametnih mreža.

4. PROGRAMI ZA MERENJE REALIZOVANI U LABVIEW PROGRAMSKOM PAKETU

Očitavanje parametara u ovom sistemu vrši se pomoću NI USB6009 merne kartice, koja se putem USB porta spaja sa računarom. Dalja obrada podataka se odvija u LabVIEW programu, odakle se formatirani podaci smeštaju u excel datoteku. Izgled front panela programa dat je na slici 6, a odgovarajući blok dijagram prikazan je na slici 7. Zadatak programa je da preuzima sa NI USB6009 kartice podatke o vrednostima napona i struja na panelima 1 i 2 u u realnom vremenu.



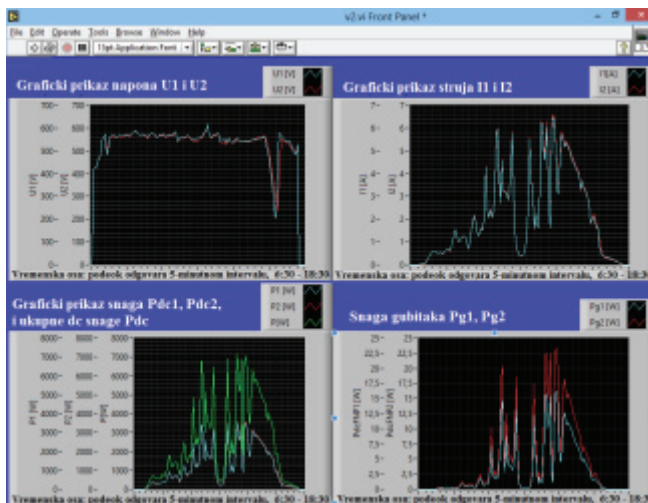
Slika 6. Izgled front panela programa koji komunicira sa NI USB6009 karticom



Slika 7. Blok dijagram programa koji komunicira sa NI USB6009 karticom

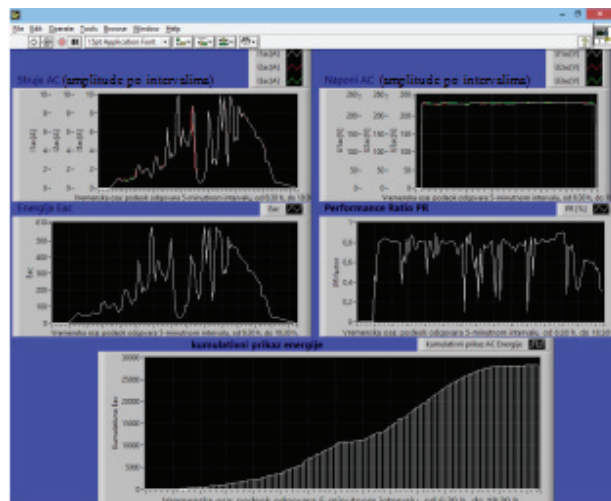
Ovi podaci se dalje formatiraju u posebne vrste i kolone i dodaje se polje vreme/datum za sve podatke. Zatim se podaci upisuju u excel datoteku na hard disku.

Sledeći program ima zadatak da DC podake iz excel datoteke koji su očitavani na svakih 5 sekundi, usrednji po intervalima od 5 minuta. Pored usrednjavanja, program ima zadatak da vrši proračune. Najpre se računaju snage za oba panela pojedinačno bez gubitaka na provodnicima, a zatim i ukupna snaga bez gubitaka, kao i gubici na provodnicima pojedinačno za panele i ukupna snaga sa gubicima. Na kraju se određuje energija na usrednjenim intervalima. Front panel programa prikazan je na slici 8.



Slika 8. Front panel programa za obradu DC podataka

Što se tiče AC podataka generisanih iza invertora, od interesa su naponi i struje za sve tri faze, kao i AC energija. Kreiran je još jedan LabVIEW program koji prikazuje ove podatke na graphicima, ali takođe određuje i parametar *Performance Ratio*. Izgled front panela ovog programa prikazan je na slici 9.



Slika 9. Front panel programa za AC podatke

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu su prikazani rezultati merenja osnovnih parametara (za dan 21.9.2014) na sistemu FN elektrane koja se nalazi na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Najpre je dat opis samih FN ćelija, zatim su opisani paneli, njihov princip rada, kao i osnovni parametri koji utiču na njihov rad. Nakon ovoga prikazana je blok šema celog sistema. Izmereni su parametri DC struje i DC napona, izračunata snaga, energija, kao i gubici koji nastaju na provodnicima u sistemu. Kako sistem poseduje inverter, određeni su i AC parametri struja, napona i energije. Ovi parametri su prikazani grafički. Pored toga, prikazan je i parameter *Performance Ratio*. Blok dijagramom je ilustrovan program koji upravlja radom celog sistema.

6. LITERATURA

- [1] P. Ja'rvantausta, S. Repo, A. Rautiainen, J. Partanen: „Smart grid power system control in distributed generation environment“, Annual Reviews in Control, Elsevier Science, 2010.
- [2] Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni and Nikhil Gudi: „Smart Meters for Power Grid – Challenges, Issues, Advantages and Status“, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier Science, 2011.
- [3] Josif Tomić, Milan Milovanović, „Virtualna instrumentacija primenom LabVIEW programa“, 2010.
- [4] Ronnie Belmans, „Smart Grids SRA 2035“, 2012.

Kratka biografija:



Branislav Batinić rođen je u Novom Sadu 1990. god. Osnovne akademske – bečelor studije završio je na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – na smeru primenjena elektronika 2013. godine.

PROJEKTOVANJE I VERIFIKACIJA EDULENT MIKROPROCESORA U VHDL-u

DESIGN AND VERIFICATION OF EDULENT MICROPROCESSOR IN VHDL

Zoran Presječan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada je da se na primeru školskog mikroprocesora (Eduleut), prođe kroz sve razvojne etape koje zahteva projektovanje jednog složenog digitalnog sistema. Razvojne etape obuhvataju projektovanje, verifikaciju i sintezu. Pojedinaac koji uspešno savlada sve ove korake, stiče solidna znanja iz oblasti projektovanja složenih digitalnih sistema.

Abstract – The purpose of this thesis is to demonstrate, all development steps in process of designing complex digital systems, on example of educational microprocessor (Eduleut). These steps include: design, verification and synthesis (implementation) of digital design. One who succeed in overcoming all these steps will gain good knowledge in the field of complex digital system design.

Ključne reči: Mikroprocesor, Edulent, RTL, VHDL, ALU projektovanje, verifikacija, sinteza.

1. UVOD

Zbog sve veće rasprostranjenosti mikroprocesora u skoro svim sferama savremenog života postoji potreba za njihovim jednostavnim i kvalitetnim modelovanjem. Pojedinaac koji je upućen u ovu materiju, može vrlo lako izvršiti modelovanje mikroprocesora upotrebom odgovarajućih alata. U tu svrhu se koriste specijalni softverski alati i jezici za opis hardvera, HDL (engl. Hardware Description Languages). U drugom poglavlju je prikazana osnovna struktura Edulent mikroprocesora, u trećem process projektovanja, detaljan blok dijagram unutrašnje strukture Edulenta i opis strukture pojedinih modula. Četvrto poglavlje se bavi verifikacijom , gde je prikazan razvoj verifikacionog okruženja. Peto poglavlje se bavi performansama i upotrebljenim resursima nakon sinteze i implementacije Edulenta. U zaključku je dat kratak osvrt na celokupan rad, kao i dalji pravci razvoja a na kraju je prikazana korišćena literatura.

2. STRUKTURA EDULENT MIKROPROCESORA

2.1. Unutrašnja struktura i registri Edulent mikroprocesora

Edulent je primer školskog mikroprocesora sa malim skupom instrukcija (39) i jednostavne unutrašnje strukture. Tu strukturu čine sledeći moduli: registri, upravljačka jedinica, aritmetičko-logička jedinica (ALU) i multiplekseri. Mikroprocesor Edulent ima 11 registara, koji su svi 8-bitni a njihov kratak opis dat je u tabeli 1.

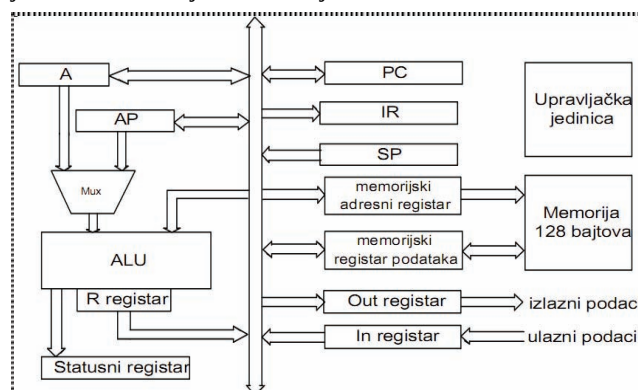
NAPOMENA:

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

Tabela 1 Kratak pregled registara Edulenta

Registar	Namena
A	opšte namene (akumulator)
AP	smeštanje adrese pri registarskom indirektnom, direktnom i neposrednom adresiranju
MA	memorijski adresni registar
MD	memorijski registar podataka
PC	programski brojač
IR	instrukcijski (za prihvatanje instrukcije)
SP	pokazivač steka
IR	ulazni (za komunikaciju sa periferijom)
OUT	izlazni (za komunikaciju sa periferijom)
R	privremeno smeštanje rezultata iz ALU
CZ	statusni (za indikaciju prenosa i/ili nule)

Slika 1 ilustruje unutrašnju strukturu Edulenta, prikazani su svi registri, njihov raspored i način povezivanja na magistralu. Na slici 1 su takođe prikazani: upravljačka jedinica i 128-bajtna memorija kao zasebni moduli.



Slika 1. Blok dijagram Edulenta

2.2 Skup instrukcija Edulenta

Edulent ima ukupno 39 instrukcija (uključujući različite načine adresiranja) i mogu da se podele na sledeće grupe: instrukcije prenosa podataka, aritmetičke, logičke, instrukcije grananja, instr. za rad sa podprocedurama, ulazno/izlazne i instrukcije programske kontrole. Svaka instrukcija se izvršava kroz niz mikrooperacija [1].

3. PROJEKTOVANJE EDULENTA PRIMENOM RTL METODOLOGIJE

Projektovanje je izvršeno primenom standardne RTL (engl. Register Transfer Methodology) [2].

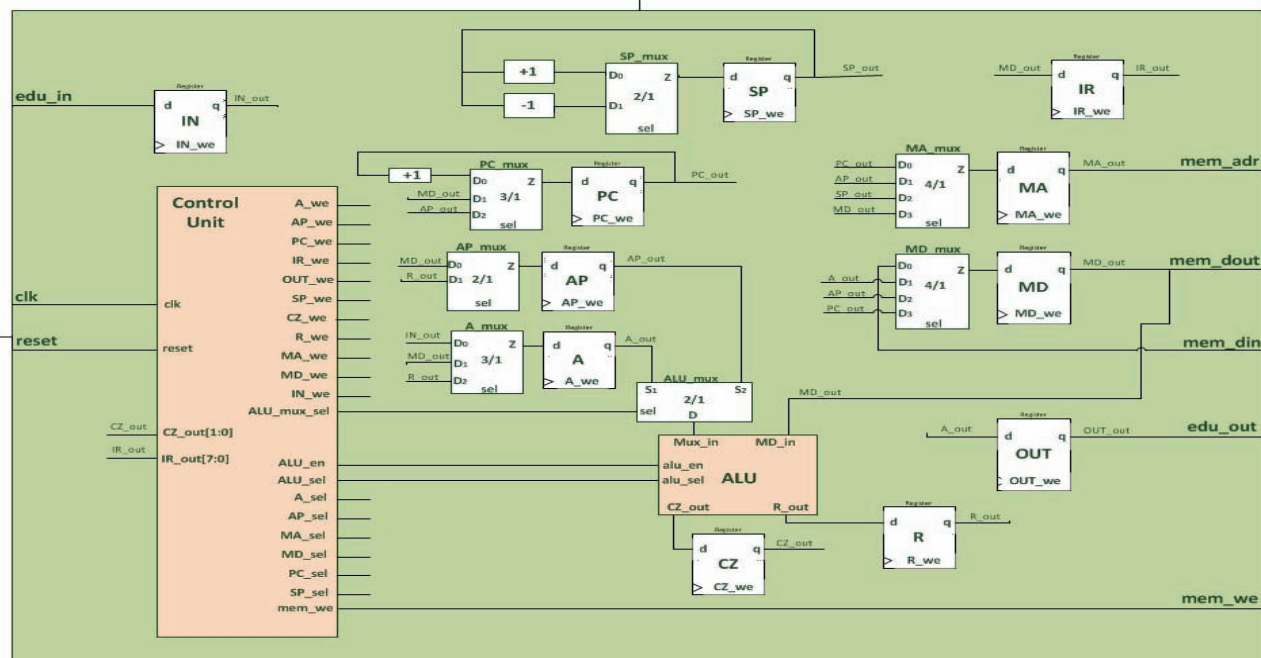
3.1 Blok dijagram unutrašnje strukture Edulenta

Na osnovu blok dijagrama Edulenta prikazanog na slici 1 i detaljnog opisa instrukcija [1], nacrtan je blok dijagram unutrašnje strukture, slika 2.

Edulent ima sledeće spoljašnje portove, 4 ulazna: *clk*, *reset*, *edu_in* i *mem_din* i 4 izlazna: *mem_adr*, *mem_dout*, *mem_we* i *edu_out* pomoću kojih je povezan sa globalnim *clk*-signalom, *reset* signalom, periferijama (*edu_in*, *edu_out*) i ram memorijom (*mem_din*, *mem_dout*, *mem_adr* i *mem_we*).

Centralna komponenta sistema jeste upravljačka jedinica (Control Unit) koja upravlja registrima, aritmetičko-logičkom jedinicom (ALU) i memorijom.

Na ulaze nekih registara se preko multipleksera dovode izlazi iz više drugih komponenti, a ulaz se bira preko selekcionog (*sel*) ulaza mux-a kojim upravlja Control Unit. ALU jedinica je sa upravljačkom jedinicom povezana preko *alu_en* (dozvola) i *alu_sel* (izbor aritmetičko-logičke operacije) porta, a operande dobija iz MD (*MD_in*), A ili AP registara (*Mux_in*). ALU je na izlazu povezan sa R registrom (smeštanje rezultata, *R_out*) i statusnim CZ registrom (*CZ_out* port).



Slika 2. Unutrašnja struktura Edulent mikropcesora

3.2 Upravljačka jedinica

Najsloženija komponenta unutar Edulent-a jeste upravljačka jedinica.

Njen zadatak jeste da vrši prihvatanje i dekodovanje instrukcije (iz instrukcijskog registra, IR), upravlja prihvatom adrese ili konstante (ukoliko je instrukcija dvobajtna) i njenim izvršavanjem. Upravljačka jedinica predstavlja konačni automat koji prolazi kroz različita stanja ($t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$, ($n \in \{3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$)) ukoliko je *reset* = '0', u suprotnom je automat zaustavljen u stanju : idle.

3.3 Aritmetičko-logička jedinica (ALU)

Za potrebe implementacije aritmetičkih i logičkih instrukcija, bilo je potrebno razviti jednu posebnu komponentu unutar strukture Edulenta, a to je ALU.

U arhitekturnom telu opisa ALU jedinice nalazi se jedna case *SEL_in* naredba za izbor instrukcije.

4. VERIFIKACIJA

Nakon što je izvršeno RTL projektovanje Edulent-a u VHDL jeziku, potrebno je pristupiti verifikaciji tj. proveriti njegove funkcionalnosti.

Prvo je potrebno napisati verifikacioni plan, zatim kreirati verifikaciono okruženje i na kraju izvršiti simulaciju. Nakon što je utvrđeno da u radu mikropcesora nema grešaka (za slučajeve koji su predviđeni verifikacionim planom) izvršiti merenje pokrivenosti koda (engl. *code coverage*) u istom alatu.

4.1 Razvoj verifikacionog okruženja

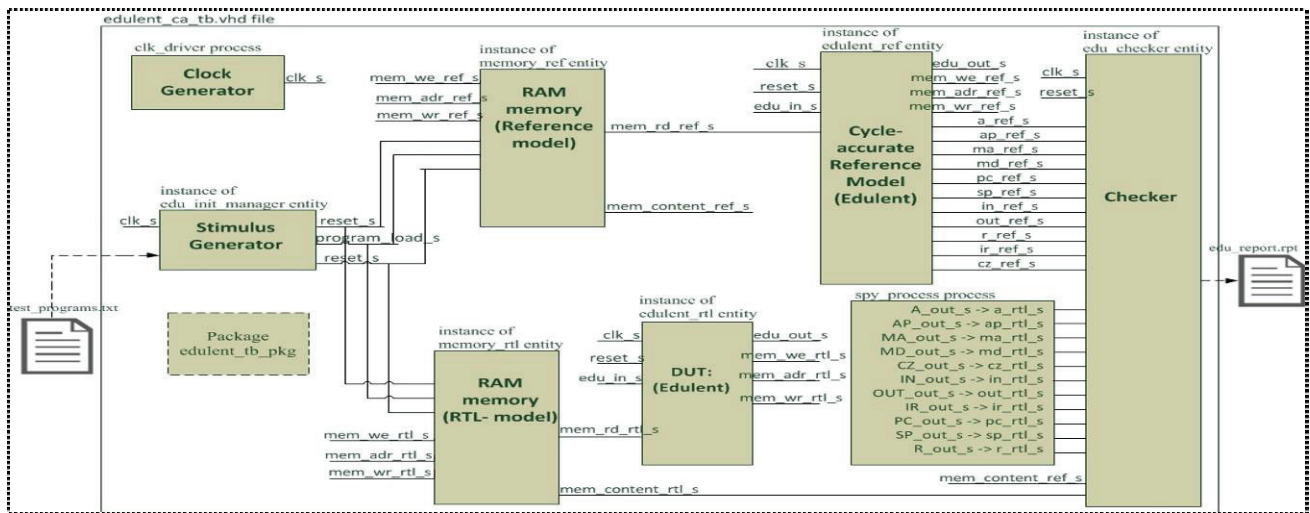
Verifikaciono okruženje je bazirano na korišćenju cycle-accurate referentnog modela, pri čemu se DUT tretira kao „black box“ komponenta [2]. Blok dijagram verifikacionog okruženja prikazan je na Slici 3.

Svaka od komponenti verifikacionog okruženja definisana je kao odvojeni modul (entity) koristeći poseban VHDL fajl. U tabeli 2 su ukratko opisane njihove funkcije.

Tabela 2 Opis funkcija komponenti verif. okruženja

Ime modula	Funkcija
Stimulus Generator	učitava programski kod u RAM memorije i kontroliše <i>reset</i> signal
Checker	proverava jednakost izlaza DUT-a i ref. modela (i sadržaje RAM memorija)
Cycle-accurate Reference Model	entitet koji predstavlja „cycle-accurate“ referentni model Edulent-a (DUT-a)
RAM memory	smeštanje prog. koda, čitanje, upis

Za pravilan rad razvijenog verifikacionog okruženja, neophodno je postojanje jedne tekstualne datoteke, u kojoj se nalazi lista testa programa koje je potrebno primeniti prilikom verifikacije DUT-a. Tokom simulacije projektovano verifikaciono okruženje kreira jednu *log* datoteku, *edu_report.rpt*, u koju se smeštaju razne informacije o toku simulacije. U okviru *edulent_ca_tb* entiteta, čitavo verifikaciono okruženje je modelovano korišćenjem strukturnog pristupa, instanciranjem i povezivanjem odgovarajućih verifikacionih komponenti i DUT-a kao što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Verifikaciono okruženje bazirano na cycle-accurate referentnom modelu

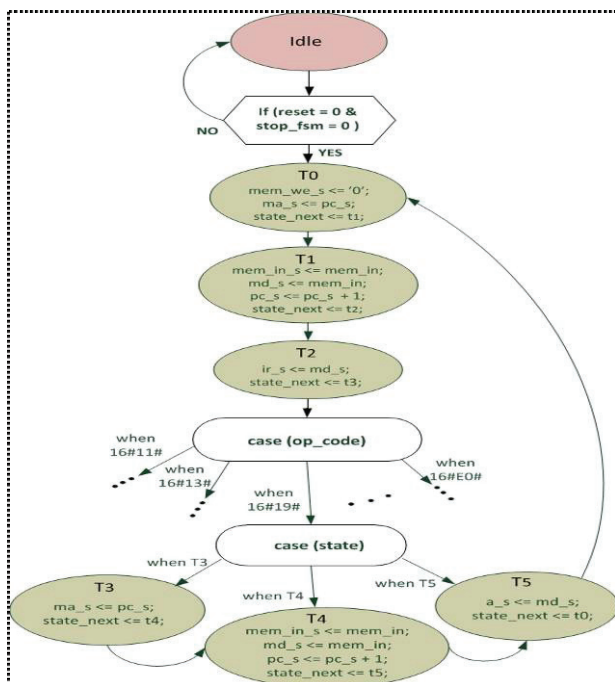
4.2 Stimulus generator

Modul Stimulus Generator (*eduent_init_manager* entity) zadužen je za učitavanje narednog test programa u RAM memorije i kontrolu *reset* signala.

4.3 Referentni model

Ova komponenta predstavlja model funkcionalnosti DUT-a opisan na znatno višem nivo apstrakcije od RTL modela. Na ovaj način je razvoj, testiranje i eventualna modifikacija referentnog modela znatno olakšana. Sa druge strane, verifikacioni inženjer sada treba da definiše samo ulazne kombinacije koje želi dovesti na ulaze DUT-a, a odzive će biti moguće predvideti pomoću referentnog modela [3].

U praksi se najčešće koriste dve vrste referentnih modela: „transaction-level“ i „cycle-accurate“. Ovde je korišćen „cycle-accurate“ pristup koji podrazumeva vernu reprodukciju rada DUT-a nakon svake periode *clk* signala. Na slici 4, prikazan je dijagram stanja konačnog automata (FSM) koji ilustruje rad referentnog modela.



Slika 4. Dijagram stanja referentnog modela (FSM)

4.4 Čeker komponenta

Ukoliko je otkrio grešku, čeker treba da ispiše sledeće podatke u *report* fajlu: trenutni ciklus („cycle“), sadržaj testiranih registara (ili mem. lokacija), status greške („Status: Error“) i ukupan broj grešaka.

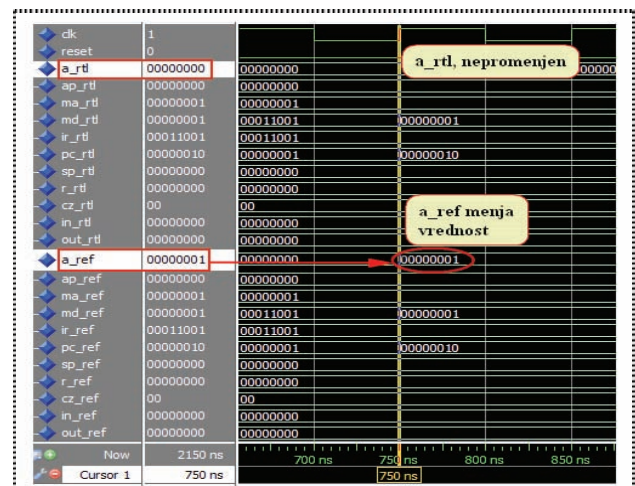
4.5 Simulacije i debug

Osnovni način verifikacije rada DUT-a jeste putem posmatranja vrednosti signala u waveform prozoru. Ovaj metod se inače ne koristi za iscrpnu verifikaciju rada nekog digitalnog sistema, već za posmatranje promena signala u određenim vremenskim trenucima.

U waveform prozoru moguće je posmatrati izlaze registara DUT-a i referentnog modela. U VHDL kodu referentnog modela je namerno uneta greška kako bi se report fajlu pojavio izveštaj o tome, koji *clk*-period, šta je uzrok. Na slici 5 je prikazan report fajl gde je Checker upisao greške.

1	Starting simulation!
2	
3	
4	Applying test program number: 1
5	Broj clk perioda = 19 Broj linija programskog koda = 3
6	
7	Cycle 7 : a_rtl = 0 a_ref = 1 Status: ERROR
8	
9	Ukupan broj grešaka tokom simulacije je: 1

Slika 5. Izveštaj o greškama nakon simulacije



Slika 6. Greška otkrivena u waveform prozoru

Detaljna verifikacija putem simulacije je izvršena tako što su na ulaz verifikacionog okruženja aplicirani različiti test programi, kako osnovni dati u [1], tako i specijalno kreirani. Nakon analize izveštaja (slika 5), lako je pronaći grešku u waveform prozoru, pozicioniranjem markera na odgovarajući vrem. trenutak, slika 6.

4.6 Simulacija sa merenjem pokrivenosti koda (Code coverage)

U ModelSim simulaciom alatu postoji opcija koja omogućava uvid u to koje su sve naredbe (engl. *Statement*), grananja (engl. *Branch*), uslovi (engl. *Condition*) i izrazi (engl. *Expression*) u izvornom kodu izvršeni. Takođe omogućava merenje broja promena logičkih bitova (engl. *Toggle*). Sa opcijom *coverage enabled* uključenom, ModelSim broji koliko puta je svaka izvršna naredba, grana, uslov, izraz i promena bita u svakoj instanci izvršena za vreme simulacije. *Coverage* statistika može da bude prikazana u okviru različitih prozora ModelSim-a, a takođe može da se sačuva kao izveštaj u *report* fajlu. Jedan takav report fajl je prikazan na slici 7.

Coverage Report Totals BY INSTANCES: Number of Instances 19
Total coverage (filtered view): 94.4%

Enabled Coverage	Active	Hits	Misses	% Covered
Stmts	381	378	3	99.2
Branches	257	250	7	97.2
UDP Condition Rows	0	0	0	100.0
FEC Condition Terms	4	4	0	100.0
UDP Expression Rows	0	0	0	100.0
FEC Expression Terms	0	0	0	100.0
States	11	11	0	100.0
Transitions	28	20	8	71.4
Toggle Bins	1248	1124	124	90.0

Slika 7. Izveštaj o pokrivenosti koda DUT-a

Na slici se mogu videti podaci o tome kolika je ukupna pokrivenost koda (u procentima) DUT-a, kao i procentualnu zastupljenost pojedinih elemenata *Code coverage*-a. Pošto ukupna pokrivenost koda (engl. *Total coverage*) prelazi 90%, i pošto čeker nije otkrio greške, može se reći da je verifikacija ispravnosti rada DUT-a uspešno izvršena.

5. UPOTREBLJENI RESURSI I PERFORMANSE

Nakon što je Edulent uspešno verifikovan, dalji koraci su usmereni ka sintezi projektovanog digitalnog sistema kako bi se uverili da projektovani mikroprocesor može da se implementira u stvarnom hardveru. Za potrebe sinteze i evaluacije performansi i upotrebljenih resursa korišćen je Xilinx ISE 10.1 alat. Pre nego što se krenulo sa sintezom i implementacijom Edulenta bilo je neophodno načiniti nekoliko dodatnih koraka. Prvo odabrati FPGA (engl. *Field Programmable Gate Array*) koji želimo da koristimo za implementaciju i podesimo neke parametre (engl. *Family, Device, Package, Speed*). Nakon toga je potrebno pripremiti jedan poseban fajl, (engl. *user constraint file*) gde se navode razna korisnička ograničenja među kojima je možda najinteresantnije ograničenje vezano za maksimalnu željenu učestanost rada. Nakon sinteze i implementacije Edulenta na Spartan 3E i Virtex5 familijama FPGA čipova dobijeni su rezultati koji pokazuju performanse i zauzeće resursa datih čipova i oni su prikazani u tabeli 3.

Tabela 3. Performanse i upotrebljeni resursi

FPGA ČIP	~max. freq.	Total number of Slice Registers	Number of occupied Slices	Number of LUTs	Number of bonded IOBs	Number of BUFGMUXs
Familija: Spartan3E Model: XC3S500E	100,1 MHz	97 od 9312 (zauzeće 1%)	227 od 4656 (4%)	411 od 9312 (4%)	43 od 66 (65%)	1 od 24 (4%)
Familija: Virtex5 Model: XC5VLX50	204,5 MHz	100 od 28800 (zauzeće < 1%)	139 od 7200 (2%)	330/ 28800 (1%)	43 od 220 (19%)	1 od 32 (3%)

6. ZAKLJUČAK

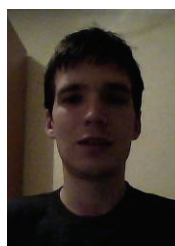
Mikroprocesori imaju široku primenu u različitim zadacima obrade informacija, od personalnih računara do sistema za monitoring u realnom vremenu. Mikroprocesor olakšava nove načine komunikacija i omogućava obradu velike količine informacija na mreži i van mreže, kod kuće i na javnom mestu. Većina električnih uređaja, od računara, daljinskih upravljača, veš-mašina, mobilnih telefona i drugih sadrži ugrađen mikroprocesor. Mikroprocesori čine jezgro i kompleksnih vojnih i svemirskih sistema.

Cilj ovog rada je bio da se isprojektuje jedan školski mikroprocesor (Edulent) i na taj način prođe kroz sve faze razvoja jednog složenog digitalnog sistema. Izvršeno je projektovanje, verifikacija i sinteza kako bi se utvrdile stvarne performanse projektovanog digitalnog sistema. Ovaj rad bi mogao da posluži kao dobra osnova za dalja unapređenja, kao što je ugradnja sistema protočne obrade (engl. *pipeline*), sistema prekida (engl. *interrupt system*) i sl. tome.

7. LITERATURA

- [1] Uvod u školski mikroracunar Edulent, <http://www.elektronika.ftn.uns.ac.rs/images/file/2godina/ume/Edulent/Edulent.pdf>
- [2] Pong P. Chu, *RTL hardware design using VHDL*, Cleveland State University, 2006.
- [3] Projektovanje slozenih digitalnih sistema, *Vežba11:Testbenčevi2*, <http://www.elektronika.ftn.uns.ac.rs/images/Projektovanje%20slozenih%20digitalnih%20sistema/Vezba%2011%20-%20Writing%20Testbenches%202.pdf>

Kratka biografija:



Zoran Presječan rođen je u Zavidovićima 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo - Mikroracunarska elektronika odbranio je 2014. godine.

ŠABLONI ZA KOMPLETIRANJE ELEKTROENERGETSKIH MREŽA DEFINISANIH U CIM-U**PATTERNS FOR COMPLETING ELECTRIC NETWORKS DEFINED IN CIM**

Vladimir Potić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru rada su prikazani šabloni za kompletiranje elektroenergetskih mreža definisanih u CIM-u. Objasnjen je CIM, kao i njegova namena. Vizuelno su prikazani neki od šablona. Realizovana aplikacija je prikazana kroz opis korisničkog interfejsa, a rad je upotpunjen analizom rezultata.

Abstract – Paper describes patterns for completing electric network, defined in CIM. Paper explains CIM and its main purpose. Some patterns are visually presented. Developed application is described, with stress on User Interface. The paper is concluded with the analysis of results.

Ključne reči: CIM (Common Information model), EMS, DMS, izgrađenost mreže, šabloni

1. UVOD

Modeli podataka elektroenergetskih sistema različitih distributivnih preduzeća se međusobno razlikuju, kao i njihovi poslovni procesi. Svako preduzeće ima svoje specifične potrebe, koje treba da modeluje u cilju što efikasnijeg iskorišćenja informacija.

Da bi se što kvalitetnije upravljalo velikim elektroenergetskim preduzećima, potrebno je integrisati različite aplikacije, koje su često proizvedene od raznih proizvođača. Radi što efikasnijeg integracionog procesa, predloženo je korišćenje kanoničkog modela od strane integrisanih aplikacija. Kanonički model koji se koristi u ovom radu je zasnovan na standardima IEC 61970 i IEC 61968 i naziva se CIM (Common Information Model). Jedna od najvažnijih informacija koja se prenosi je model koji opisuje izgrađenost elektroenergetske mreže. CIM predstavlja standard koji definiše model podataka. Da bi model mogao da se koristi od strane više različitih aplikacija, neophodno je proširiti zajednički CIM model sa elementima koji ne postoje u njemu, a koji su neophodni za rad aplikacija koje se integrišu. Takođe je potrebno popuniti vrednosti nedefinisanih atributa postojećih elemenata sa očekivanim vrednostima, kao i korigovati neispravne vrednosti atributa postojećih elemenata. Cilj rada je bio da se napravi alat koji će korisnicima omogućiti da na što lakši i efikasniji način naprave prototip šeme elektroenergetske mreže i da se sve greške na jednostavan način mogu uočiti i ukloniti. Nakon korekcije u izvornom sistemu, ispravne vrednosti se šalju

u ciljni model. Implementirana aplikacija je izrađena u C# programskom jeziku, koršćenjem WFA (Windows Forms Application) tehnologije. Korišćen je Windows 7 operativni sistem.

2. CIM

CIM je opšti informacioni model, koji predstavlja apstraktni model za definisanje elemenata elektroenergetskog sistema [1]. Serija standarda takođe definiše i integracije sistema i razmenu informacija uz oslonac na definisane poruke, u skladu sa zajedničkim informacionim modelom. Međunarodni je standard sa oznakama IEC 61970 i IEC 61968. IEC 61970 je model podataka koji opisuje svojstva komponenti elektroenergetskog sistema – od značaja za različite proračune, kao i veze između svake komponente, a služi za modelovanje prenosa električne energije. CIM nudi skup smernica i standarda koji olakšavaju integraciju aplikacija razvijenih od strane različitih proizvođača, razmenu informacija sa drugim sistemima koji treba da razmenjuju podatke u realnom vremenu, ili blisko realnom vremenu i obezbeđuje odgovarajuće interfejsa za saradnju između starih i novih sistema. IEC 61968 definiše standarde za razmenu informacija između elektroenergetskih distributivnih sistema [2]. Između ostalog, standard IEC 61968 proširuje IEC 61970 i pokriva aspekte razmene podataka poput upravljanja imovinom preduzeća, organizacije poslovanja i naplate.

Pre pojave CIM-a, međusobna integracija različitih sistema je bila otežana, pošto je svaka kompanija imala svoj, nestandardni model podataka. Zbog otežane integracije kupci su, uglavnom, bili prinuđeni da celokupno softversko rešenje kupe kod istog proizvođača. Osnovna uloga CIM-a jeste znatno olakšanje i pojeftinjenje integracije, a time i sniženje cene održavanja postojećih elektroenergetskih sistema.

CIM je modelovan uz oslonac na objektno-orijentisanu paradigmu. Šema CIM-a je definisana uz pomoć objedinjenog jezika modelovanja – UML-a (Unified Modeling Language). UML obezbeđuje standardizovan način za prikaz svih elemenata elektroenergetskog sistema od značaja za pojedinu elektrodistribuciju, uz pomoć klasa, njihovih atributa i međusobnih veza između klasa. U radu je analizirana verzija CIM 15v 33.

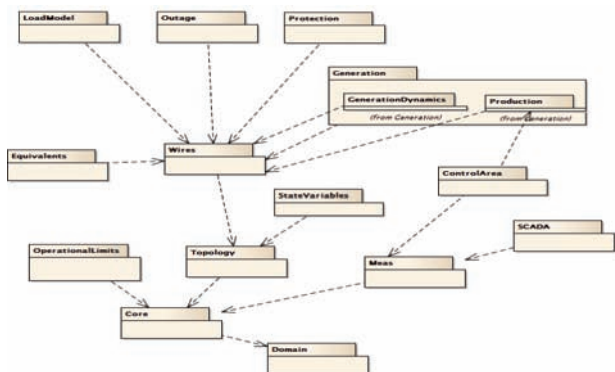
2.1 Pregled CIM paketa

CIM je definisan kao skup paketa, koji predstavljaju način za objedinjavanje međusobno povezanih i zavisnih klasa. Na ovaj način se znatno olakšava shvatanje i primena modela. Standard IEC 61970-301 čine paketi koji se koriste prilikom integracije EMS (Energy Management

NAPOMENA:

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

System) aplikacija različitih proizvođača, dok standard IEC 61968-11 definiše proširenja od značaja za DMS (*Distribution Management System*). U okviru njih su sadržane klase koje modeluju elektroenergetski sistem, odnosno njegovu strukturu. Na slici 1 su prikazani paketi i njihovi međusobni odnosi.

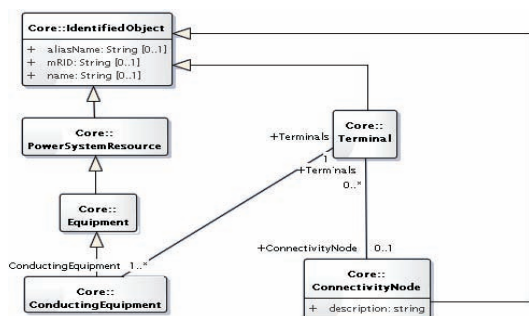


Slika 1. Relacija zavisnosti između paketa u CIM-u

Paket *Domain* definiše osnovne tipove podataka koje koriste atributi klase iz ostalih paketa. Takođe sadrži i sve enumeracije koje postoje u modelu. *Core* paket je jedino zavisian od *Domain* paketa, i on sadrži osnovne CIM klase. Paket *Topology* je zavisian od *Core* paketa i uz pomoć klase *Terminal*, modeluje konektivnost, odnosno fizičku povezanost mreže. *OperationLimits* modeluje limite koje oprema može imati. *StateVariables* služi za modelovanje različitih rezultata proračuna, kao na primer protoka snage. Paket *Meas* služi za modelovanje opreme koja se koristi pri merenju. *SCADA* paket služi za modelovanje podataka koji se koriste za nadzor i daljinsko upravljanje. Paket *Wires* modeluje informacije o električnim karakteristikama prenosnih i distributivnih mreža. *Outage* paket modeluje informacije o trenutnim i planiranim ispadima mreže. Paket *LoadModel* modeluje električne potrošače i krive potrošnje. *Protection* paket modeluje informacije o zaštitnoj opremi.

2.2 Osnovne klase CIM-a

Osnovne klase u CIM-u su klase koje nasleđuje ili koristi većina ostalih CIM klasa. Na slici 2 je prikazan dijagram na kom se nalaze osnovne CIM klase.



Slika 2. Osnovne CIM klase pri definisanju izgrađenosti elektroenergetske mreže

Klasa *IdentifiedObject* služi za jedinstvenu identifikaciju svih objekata u sistemu, koji zahtevaju imenovanje. *PowerSystemResource* je apstraktna klasa, koja može predstavljati opremu (npr. prekidač), kontejner opreme (npr. transformatorska stanica) ili organizacionu celinu (poput geografskog područja pod kontrolom). Klasa *Equipment* modeluje delove elektroenergetskog sistema,

koji predstavljaju električne i mehaničke uređaje. *ConductingEquipment* reprezentuje provodnu opremu u okviru elektroenergetskog sistema. Provodna oprema je spojena preko *Terminal-a* sa ostatkom mreže. Klasa *ConnectivityNode* modeluje konektivnost – fizičku vezu između uređaja. Predstavlja tačke na kojima se spajaju *Terminal-i* provodne opreme. Klasa *Terminal* predstavlja električnu spojnu tačku provodne opreme. Jedan *Terminal* je povezan na tačno jedan *ConnectivityNode*, dok jedan *ConnectivityNode* može imati proizvoljan broj *Terminal-a* koji su na njega povezani. Provodna oprema može biti spojena preko jednog ili preko dva *Terminal-a* na mrežu. Broj *Terminal-a* zavisi od toga da li su elementi jednokrajnici ili dvokrajnici.

2.3 CIM profil

CIM profil čini skup definicija klasa, kao i njihovih atributa i međusobnih veza. Definisan profil je podskup polaznog modela, koji je nastao na osnovu kombinovanog modela definisanog standardima IEC 61970 verzija 15v33 i IEC 61968 verzija 11v13. Profil je moguće definisati u sledećim formatima: *HTML* (HyperText Markup Language), *RDFS* (Resource Description Framework Schema), tekstualnom, *XSD* (XML Schema Definition) i *OWL* (Web Ontology Language). Profil koji je korišćen pri izradi softverskog rešenja je definisan u *RDFS* formatu i u sebi sadrži 107 klasa i 43 enumeracije. Ukupan broj atributa svih klasa u početnom CIM modelu je 1757. Klasa koja ima najveći broj atributa je klasa *ACLineSegment* i njen broj atributa je 49. Prilikom parsiranja profila se za svaki atribut pridružuje i njegov tip. Tip atributa može biti celobrojna vrednost, decimalna vrednost, logička vrednost, tekst, enumeracija ili referenca. Atributi koji su tipa datum, su takođe u profilu predstavljeni preko tekstualne vrednosti. Informacija o tipu atributa je od izuzetne važnosti jer definiše validne vrednosti za svaki atribut, a time definiše i kako tačno treba da izgleda pravilo za postavljanje atributa određenog tipa na željenu vrednost. Profil sadrži i informacije o nasleđivanju i vezama između klasa. Prilikom parsiranja profila, u posebnu strukturu se upisuje informacija o nasleđivanju između definisanih klasa. Uz pomoć te informacije moguće je za atribut koji je tipa referenca (veza ka drugoj klasi), postaviti vrednost bilo kog objekta čija klasa nasleđuje klasu koja predstavlja referencu.

3. Pravila za kompletiranje elektroenergetske mreže

Šabloni koriste pravila kako bi menjali podatke o mreži. Gramatika za definisanje pravila kompletiranja elektroenergetske mreže je proistekla na osnovu gramatike koju koriste C i C# programski jezici, ali i iz [3]. Pravila mogu započeti sa ključnom rečju *CREATE*, *SET* ili *OVERRIDE*. *CREATE* koriste pravila koja kreiraju nove elemente, *SET* koriste pravila za postavljanje atributa novokreiranim elementima. Rečju *OVERRIDE* započinju pravila za izmenu vrednosti atributa postojećih elemenata, povezivanje elemenata u mrežu, kao i brisanje jednog ili grupe elemenata. Brisanje elementa se realizuje uz korišćenje ključne reči *DELETEDELEMENT*.

3.1 Primer pravila - kreiranje novog objekta

Za kreiranje novog objekta se koristi pravilo koje započinje ključnom rečju *CREATE*. Nakon nje, sledi ime klase elementa koji se želi kreirati, potom ključna reč *SET_ID*, nakon koje sledi *ID*. Nakon primene pravila u mreži se kreira novi objekat sa unetim *ID-jem*, koji je odabrao korisnik, dok se svi ostali atributi tog elementa postavljaju na predefinisane vrednosti. Sintaksa pravila je:

```
CREATE variable-class SET_ID 'string'
```

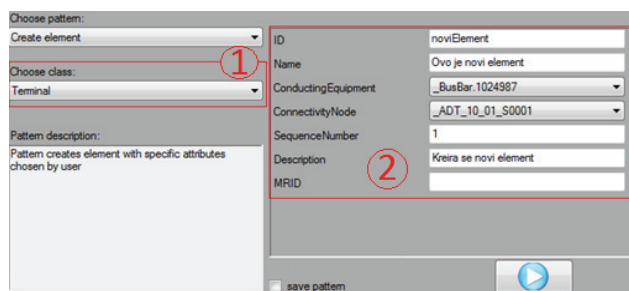
CREATE i **SET_ID** su neterminalni simboli, *variable-class* je terminalni simbol i može se zameniti imenom klase iz profila, dok je *string* takođe terminalni simbol i predstavlja niz karaktera.

4. Vizuelno definisanje šablona

U aplikaciji je omogućeno da se šabloni popunjavaju na osnovu predefinisanih korisničkih formi, na vizuelan način. Prikazani su šabloni za kreiranje novog elementa, promenu vrednosti atributa postojećeg elementa, kao i korisničko kreiranje šablona.

4.1 Šablon za kreiranje novog elementa

Na slici 3 je prikazan izgled korisničke forme za kreiranje novog elementa.



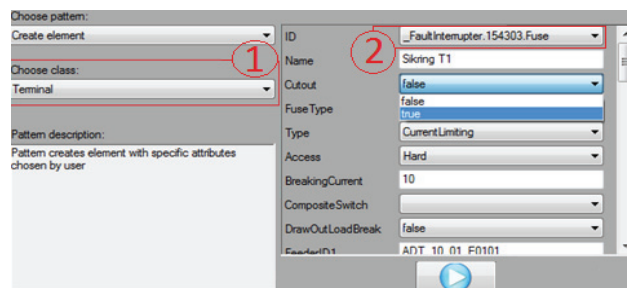
Slika 3. Izgled forme za kreiranje novog elementa

Korisnik ima mogućnost da iz unapred popunjene padajuće liste (označeno brojem 1 na slici 3) izabere klasu definisanu odabranim *CIM* profilom. Nakon izbora klase, aplikacija automatski popunjava formu za unos (označeno brojem 2 na slici 3). Na osnovu tipa atributa za svaki atribut se formira odgovarajući korisnički element na formi. Za tipove *string*, *int*, *float* se formira obično tekst polje, koje ima ugrađenu validaciju, tako da se unapred sprečava unošenje nevalidnih vrednosti. Takođe tekst polje poseduje "tooltip", tako da korisnik u svakom trenutku može proveriti kog tipa je određeni atribut. Za tipove atributa koji su *enumeracija*, *referenca* i *logička vrednost* se na formi prikazuje padajuća lista. Sve vrednosti *enumeracija* se popunjavaju na osnovu preuzetih vrednosti iz učitano *CIM* profila. Vrednosti atributa tipa *reference* se popunjavaju na poseban način. Za reference se padajuća lista popunjava svim konkretnim *ID-jevima* elemenata klase naslednica. U posebnoj strukturi se nakon učitavanja *CIM* profila čuva informacija o tome koje su sve klase naslednice za određenu klasu. Sa slike 3 se može videti da je odabrana klasa *Terminal*, te da su popunjeni njeni atributi sa vrednostima koje je korisnik odabrao.

4.2 Šablon za promenu vrednosti postojećeg elementa

Na slici 4 je prikazan izgled forme za promenu vrednosti atributa postojećeg elementa. Korisnik bira klasu iz

padajuće liste (označeno brojem 1 na slici 4) koja je popunjena svim klasama iz učitano *CIM* profila. Nakon odabira klase, korisnička forma se dinamički popunjava sa svim atributima i njihovim vrednostima. Vrednosti se popunjavaju na osnovu modela podataka koji se nalazi u memoriji. Model podataka koji se nalazi u memoriji se inicijalno popunjava nakon učitavanja odgovarajućeg *CIM/XML* fajla sa podacima o elementima elektroenergetске mreže.

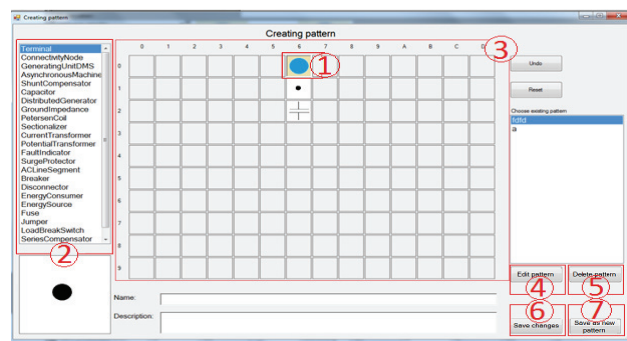


Slika 4. Izgled forme za promenu atributa elementa

Nakon parsiranja fajla, u memoriji se kreira objektni model u kom se nalaze svi elementi sa vrednostima svojih atributa. Kada se odabere klasa iz padajuće liste, za atribut *ID* se izlistaju svi *ID-jevi* elemenata koji pripadaju toj klasi (označeno brojem 2 na slici 4). Korisnik je u mogućnosti da odabere *ID* za element kojem želi da menja attribute. Program dinamički menja vrednosti atributa i postavlja ih na vrednosti koje ima odabrani element iz padajuće liste.

4.3 Kreiranje korisničkih šablona

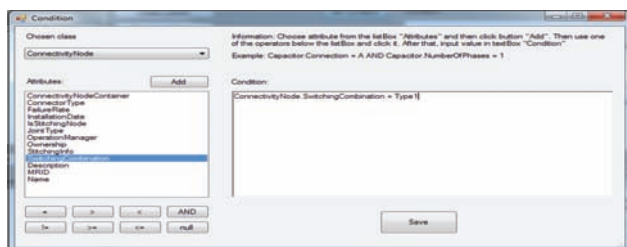
Korisnik je u mogućnosti i da sam kreira šablon koji mu trebaju, odnosno koje će moći da primeni uz definisanje potrebnih uslova. Šablon se kreira odgovarajućim povezivanjem provodnih elemenata koji postoje u učitano *CIM* profilu. Na slici 5 je prikazan izgled forme za kreiranje novih korisničkih šablona.



Slika 5. Izgled forme za korisničko kreiranje šablona

U delu 1 na slici 5 je prikazan fiksiran *ConnectivityNode* na koji je potrebno uvezati sve ostale elemente. Deo 2 na slici 5 prikazuje sve provodne elemente koji postoje u *CIM* profilu. Provodni elementi se mogu dodavati na mrežu (označeno brojem 3 na slici 5), pri čemu se njihovim povezivanjem kreira nov korisnički šablon. Za svaki dodat element na mrežu, moguće je otvoriti formu, gde se postavljaju vrednosti svih atributa za odabran element. Atributi koje element ima se preuzimaju iz učitano *CIM* profila. Elementi se mogu premeštati sa jedne na drugu poziciju na formi. Svi atributi se čuvaju prilikom pomeranja elementa na mreži. Omogućeno je brisanje i rotacija (za 90 stepeni u negativnom

matematičkom smeru) svakog elementa. Nakon kreiranja odgovarajućeg skupa povezanih elemenata, novokreiran šablon se može sačuvati kao nov šablon (označeno brojem 7 na slici 5), zadavanjem željenog imena i opisa šablona. Takođe se mogu menjati ili koristiti za pravljenje novih šablona već ranije napravljeni i sačuvani šabloni (označeno brojem 4 na slici 5). Nakon što se odabrani šablon iscrta na mreži, on se može menjati i sačuvati pod istim imenom (menjanje šablona), ili pod novim imenom (kreiranje novog šablona). Omogućeno je i brisanje svakog šablona koji je napravljen. Kada se neki korisnički šablon želi primeniti nad elementima u mreži, dovoljno je odabrati šablon i definisati uslov, nad kojim elementima se želi primeniti šablon. Uslov se definiše tako što se biraju vrednosti atributa za elemente u modelu. Na primer, može se primeniti šablon sa slike 5 koji na postojeći *ConnectivityNode* povezuje *Capacitor* i njegov *Terminal*. Ako se definiše uslov kao na slici 6, gde je zadata vrednost *Type1* za atribut *SwitchingCombination*, šablon će biti primenjen samo za one *ConnectivityNode*-ove u mreži čiji atribut *SwitchingCombination* ima vrednost *Type1*.



Slika 6. Definisane uslova

5. Rezultati

Prikazani su rezultati merenja vremena koje je potrebno aplikaciji da primeni šablone. Merenje se vršilo na desktop računaru pod Windows 7 operativnim sistemom. Korišćen je Inter(R) Core(TM)2 Duo procesor sa 2,93 GHz. Raspoloživi RAM (Random Access Memory) je bio veličine 8 GB. Aplikacija je zauzimala 62 MB RAM-a pri pokretanju, a prilikom primene šablona koji ukupno kreira 840 elemenata, zauzimano je do 140 MB RAM-a. CIM/XML model nad kojim je vršeno testiranje sadržao je ukupno 2515 elemenata. Najveći testiran model je sadržao oko 9000 elemenata, dok je prosečna veličina korišćenih fajlova bila oko 2 MB. Tabela 1 prikazuje vreme potrebno da se kreira po jedan element različitog tipa.

Tabela 1. Vreme potrebno za kreiranje elemenata

Kreirani elementi	Broj atributa	Vreme [ms]
BaseVoltage	5	17
ConnectivityNode	14	19
Disconnecter + 2 Terminal-a	44	61
ACLineSegment + 2 Terminal-a	49	71
Capacitor + 1 Terminal	29	52
GroundImpedance + 1 Terminal	30	54

Treba napomenuti da se prilikom kreiranja provodnih elemenata automatski kreira i odgovarajući broj *Terminal*-a. Iz tabele 1 se vidi da je prosečno vreme potrebno za kreiranje neprovodnih elemenata 18 milisekundi, provodnih elemenata sa jednim terminalom 53 milisekunde, a provodnih elemenata sa dva terminala 65 milisekundi. Vreme kreiranja elemenata neznatno zavisi

od broja njegovih atributa. U tabeli 2 su prikazana vremena potrebna za primenu korisničkog šablona prikazanog u poglavlju 4.3.

Tabela 2. Rezultat primene korisničkog šablona

Broj koji zadovoljavaju uslov	ConnectivityNode-ova	Ukupno kreirano elemenata	Vreme [ms]
1	2	30	
5	10	165	
10	20	315	
100	200	2984	

Iz tabele 2 se vidi da vreme gotovo linearno raste pri povećanju broja elemenata koji zadovoljavaju uslov. Ukupno je bilo 140 *ConnectivityNode*-ova u modelu, a uslovi su tako postavljeni da se obuhvati redom 1, 5, 10, 100 *ConnectivityNode*-a.

6. ZAKLJUČAK

Tokom migracije podataka o elektroenergetskoj mreži, uočeno je da su vrlo često neke vrednosti elemenata izostavljene, dok su neke vrednosti pogrešno unete. U nekim slučajevima, usled ograničenja izvora podataka – pretežno GIS-ova (Geographic Information System), potrebno je dodati grupe elemenata i povezati ih na predefinisana mesta u mreži. Ovako dodati elementi moraju imati jednoznačno definisana imena, te se njihovo imenovanje uglavnom oslanja na susedne elemente u mreži. Zbog potrebe da se model jednog sistema može lako, brzo i efikasno menjati i dopunjavati, kako bi mogao biti korišćen u drugom sistemu, nastala je ideja za pravljenje šablona koji će kompletirati CIM model. Uz pomoć šablona je sada omogućeno lako kreiranje elementa ili elemenata bilo kog tipa sa unetim svim atributima, koje oni mogu imati. Moguće je lako i brzo menjati bilo koje vrednosti postojećih elemenata, kao i brisati elemente, uz očuvanje konektivnosti mreže. Korisnik je takođe u mogućnosti da kreira sopstveni šablon, tj. skup povezanih elemenata, sa popunjenim atributima za svaki od njih. Pravac daljeg razvoja aplikacije bi moglo biti implementiranje validacije opsega vrednosti atributa. Takođe bi uslov za primenu šablona mogao biti sačinjen iz kombinacije složenijih matematičko-logičkih uslova (npr. OR operacija).

7. LITERATURA

- [1] EPRI, *IntelliGrid Common Information Model Primer, Second Edition*, Palo Alto, CA, 3002001040, 2013.
- [2] EPRI, *The Common Information Model for Distribution: An Introduction to the CIM for Integrating Distribution Applications and Systems*, Palo Alto, CA, 1016058, 2008.
- [3] Grupa autora, *Default Values Configurator – User Guide and Walkthrough*, FTN, Novi Sad, 2013.

Kratka biografija:



Vladimir Potić rođen je u Novom Sadu 1990. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski softverski inženjering odbranio je 2014. god.

Prepoznavanje govora u uređajima na Android platformi

Goran Kuručev

Sadržaj — U radu je opisana realizacija aplikacije za Android platformu koja na osnovu prepoznatog govora na srpskom jeziku ispisuje određene grafičke elemente na ekranu uređaja. Prepoznavanje reči se vrši pomoću sistema ugrađenog u mobilne uređaje na toj platformi, koje zahteva internet konekciju sa serverima kompanije Google. Prepoznatim rečima na osnovu ručno definisane gramatike u aplikaciji se dodeljuje značenje, i na osnovu toga biraju odgovarajući ispisi koji se prikazuju na ekranu uređaja.

Ključne reči — Android, Google, prepoznavanje govora u mobilnim uređajima.

I. UVOD

GOVOR i slušanje, kao osnovni načini komunikacije među ljudima, usloveli su da se glas sve češće pojavljuje kao najprirodniji vid interakcije i sa mobilnim uređajima. Moderni mobilni uređaji poput pametnih naočara ili pametnih satova nemaju prostora za klasičnu tastaturu (ili ekran za unos putem dodira), pa se glas izdvaja kao osnovni način upravljanja tim uređajima.

Primarni cilj ovog rada je razvoj aplikacije na Android platformi koja će na osnovu prepoznatog niza reči na srpskom jeziku pozvati određenu funkciju i prikazati rezultat na ekranu uređaja. Prepoznavanje se vrši na osnovu ugrađene funkcionalnosti a samo prepoznavanje se odvija na serverima kompanije Google.

Predstavljeni su osnovni načini za implementaciju tehnologija za prepoznavanje govora u mobilnim uređajima.

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Gorana Kuručeva. Mentor je bio prof. dr Vlado Delić.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji DOGS, Novi Sad, oktobar 2014.

Goran Kuručev, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: goran237@gmail.com).

Date su i osobine Android platforme, kao i sama tehnologija glasovne pretrage kompanije Google dostupna u [2]. U nastavku su detaljno opisane funkcije dostupne u Google aplikacionom programskom interfejsu (*Application Programming Interface* –API) koje su korišćene u radu. Nakon toga, prikazane su vrste gramatike opisane u [3] kao i način na koji je formirana ručno pravljen gramatika u XML (*Extended Markup Language*) formatu. Tu XML gramatiku koriste funkcije u aplikaciji kako bi odredile da li prepoznata rečenica predstavlja regularni izraz na ulazu u sistem. Pored toga, pomoću biblioteka u Java programskom jeziku određuje se značenje svake od reči u prepoznatom nizu. Na osnovu značenja prepoznatih reči biraju se funkcije putem kojih se grafički elementi ispisuju na ekranu.

II. REALIZACIJA

Ovde predstavljena aplikacija nema praktičnu vrednost jer služi samo za demonstraciju mogućnosti Google-ovih servisa za prepoznavanje govora i rad sa ručno pravljenim gramatikama. Predstavlja model virtuelne pametne kuće koja na osnovu prepoznatih glasovnih komandi ispisuje odgovarajuće grafičke elemente na ekranu. Programsko rešenje je izrađeno u *Android Development Kit* razvojnom okruženju.

A. Google API za prepoznavanje govora

Postoje dva načina na koji se može izvršiti prepoznavanje govora na Android uređaju: onaj koji se bazira samo na *RecognizerIntent* pristupu, ili kreiranjem instance klase *SpeechRecognizer*. Prvi način (koji je korišćen u radu) obezbeđuje mehanizam koji je lako isprogramirati i kod kojeg aplikacija pokreće klasu *Intent* i obrađuje dobijene rezultate. Aplikacije bazirane na ovom pristupu korisniku obezbeđuju povratnu informaciju, obaveštavajući ga o tome da li je servis spreman za korišćenje, kao i o eventualnim greškama u toku procesa prepoznavanja.

Prepoznavanje govora vrši se pomoću klase *RecognizerIntent*, tako što se u *Intent* te klase upisuje akcija *ACTION_RECOGNIZE_SPEECH*, a potom se pokreće metoda *startActivityForResult* (*Intent, int*).

Postoji više dodatnih sadržaja u vezi sa akcijom ACTION_RECOGNIZE_SPEECH. Jedan od njih - EXTRA_LANGUAGE_MODEL je obavezan sadržaj, dok ostali nisu. Ovo dodatno polje određuje jezički model, pri čemu su podržani sledeći modeli:

- LANGUAGE_MODEL_FREE_FORM: Model jezika je zasnovan na prepoznavanju prirodnog govora, bez posebnih ograničenja.
- LANGUAGE_MODEL_WEB_SEARCH: Zasniva se na terminima koji se uobičajeno koriste prilikom pretrage interneta i upotrebljava se da modeluje ograničene forme, poput kratkih fraza.

Rezultati prepoznavanja govora se dobijaju preko Intent-a. Rečenice koje predstavljaju rezultate prepoznavanja govora dostupne su korišćenjem metoda getStringArrayListExtra i polja RecognizerIntent.EXTRA_RESULTS koje se prosleđuje kao parametar. Slično tome, niz sa rezultatima verodostojnosti poklapanja može se dobiti preko metode getFloatArrayExtra i RecognizerIntent.EXTRA_CONFIDENCE_SCORES. Ako se dogodi da se prepoznavanje ne obavi na zadovoljavajući način sistem prijavljuje neku od grešaka koje su definisane preko konstanti u klasi RecognizerIntentclass: Te konstante su sledeće: RESULT_AUDIO_ERROR, RESULT_CLIENT_ERROR, RESULT_NETWORK_ERROR, RESULT_SERVER_ERROR, i RESULT_NOMATCH. Sve one odgovaraju greškama na uređaju ili na mreži, izuzev poslednje koja odgovara situaciji u kojoj nije došlo do prepoznavanja fraze na osnovu glasovnog unosa.

B. NLU pomoću ručno pravljenih gramatika

Stvaranje gramatike uključuje pretpostavljanje različitih stvari koje bi korisnik mogao da izgovori i kreiranje pravila kojima bi se pokrile te mogućnosti. Osmišljavanje gramatike je iterativni proces kreiranja inicijalne gramatike, prikupljanje podataka za testiranje gramatike u odnosu na stvarni unos od strane korisnika, dodavanje nekih fraza i oduzimanje drugih, sve dok pokrivenost gramatike bude onoliko kompletna koliko je to moguće.

U ovom radu koristi se XML format, kao i biblioteka koja izvršava parsiranje jednostavnih XML gramatika radi njihove upotrebe u dijalozima. U nastavku je predstavljena gramatika koja koristi neke od oznaka iz XML formata. Pomoću nje je moguće, na primer, prepoznati rečenicu: „Podesi temperaturu na 30 stepeni“. Kao što se može uočiti, strukturu gramatike čine pravila. Oznaka <grammar> predstavlja početni element, ili koren gramatike, koji je označen sa upravljanje (prvi red u donjem primeru). Prvo pravilo nakon oznake <grammar> mora imati isto ime kao i koren gramatike (drugi red u donjem primeru). Referenca <ruleref> se odnosi na pravilo čije je ime iza oznake ur i, a definisano je kasnije u dokumentu, kao što su u ovom primeru: "radnja", "uredjaj", "predlog", "vrednost" i "jedinica". Referenca na pravilo je korisna kada

postoji nekoliko alternativnih elemenata; oznaka <one-of> omogućuje definisanje tih alternativnih elemenata. Ponekad se reči ili fraze ne moraju obavezno pojaviti u rečenici, ili se ponavljaju više od jednom. Tada se koristi atribut repeat i dozvoljava ponavljanje reči/fraza korišćenjem sledećih pravila, gde su n i m prirodni brojevi.

<item repeat="n"> Element se ponavlja n puta

<item repeat="n-m"> Element se ponavlja od n do m puta

<item repeat="m-"> Element se ponavlja bar m puta

Izraz <item repeat="0-1"> označava da nije obavezno da se element pojavi. Tako da je u slučaju gramatike koja je korišćena u radu validan onaj unos koji ima elemente glagol i uredjaj. Oznaka <tag> se koristi da vrati vrednost elementa koji je različit od reči prepoznatih na ulazu u sistem. Ovo je korisno pri radu sa sinonimima kod kojih bi reči sa istim značenjem trebalo da vrate istu vrednost, umesto bukvalno prepoznatih reči, ili da vrati vrednost koja će biti korisna u radu ostalih komponenta aplikacije. Primer korišćenja ove oznake je sledeći:

```
<item><tag>ACC</tag>klima uređaj</item>
<item><tag>ACC</tag>klimu</item>
<item><tag>ACC</tag>temperaturu</item>
```

Sva tri elementa, koja se u ovom slučaju odnose na isto, preslikavaju se u istu reč. Na ovom principu se i zasniva formiranje i širenje gramatike koja bi trebalo da bude što kompletnija (da pokrije što veći broj fraza koje se mogu pojaviti u govornom jeziku). Generalno, aplikaciji nije neophodna kompletna transkripcija ulaza da bi mogla da obavi dalje procesiranje onoga što je korisnik rekao jer je ponekad dovoljno, pa čak i efikasnije, koristiti posrednu (semantičku) reprezentaciju pomoću <tag> oznake.

C. Obrada XML gramatike

U fajlu HandCraftedGrammar.java nalaze se metode koje se koriste u parsiranju XML govorne gramatike, zatim za proveru da li je fraza validna za datu gramatiku, kao i za izdvajanje semantičke reprezentacije. Posmatra se sledeći podskup oznaka, konkretno u XML formatu, prikazan u tabeli 1:

TABELA 1: OZNAKE KORIŠĆENE PRI OBRADI XML GRAMATIKE.

Oznaka	Opis	Moguće pod-oznake	Mogući atributi
<grammar>	Kontejner najvišeg nivoa	<rule>	root*
<rule>	Validne sekvence reči	<one-of> <item> <ruleref>	id*

<one-of>	Skup alternativa	<one-of> <item> <ruleref>	repeat
<item>	Validne sekvence	<tag> <one-of> <item> <ruleref>	
<tag>	Semantička informaciju u formi literala		
<ruleref>	Referenca ka drugom pravilu		uri*

Konstruktor parsira XML u java objekat (u metodi `parse` koja se nalazi u klasi `HandCraftedGrammar`) i prevodi gramatiku u regularan java izraz (što se događa u funkciji `computeRegularExpression`). Metod `parse` koristi `XMLPullParser` učitava XML kod u objekte tako što koristi nizove pomoću kojih prati ugnježdene elemente, kao u slučaju kada postoji nekoliko identičnih oznaka ugnjeđenih jedna u drugu (na primer nekoliko oznaka `<item>` ugnjeđenih u drugu `<item>` oznaku).

U ovom slučaju kreiraju se klase `Alternative`, `Item`, `Rule`, `Repeat`, i `RuleReference` za čuvanje rezultata parsiranja `one-of`, `item without a repeat argument`, `rule`, `item with repeat argument` i `rule-ref` oznaka, respektivno. Klasa `GrammarElement` se definiše kao superklasa za ostale, tako da kada određena klasa ima skup bilo kojih drugih elemenata može koristiti `GrammarElement` klasu kao džoker. Na primer, klasa `Alternative` sadrži skup `GrammarElement` koja predstavlja različite dostupne `alternative`.

Rezultat parsiranja je skup `Rule` objekata, koji se čuvaju kao atributi `HandCraftedGrammar` klase. Pravila se čuvaju u `HashMap`-i u kojoj su ključevi za njihovo pronalaženje upravo njihovi identifikacioni kodovi (ID). Treba uzeti u obzir da, kako bi se pojednostavilo dobijanje regularnih izraza koji određuju semantičko parsiranje pravila, procesiranje gramatike ne vrši u hodu prilikom prepoznavanja već parsira u Java objekte pre nego što prepoznavanje počne.

Dakle, konstruktor klase `HandCraftedGrammar` je parsirao XML gramatiku u Java objekte korišćenjem metode `parse`. Potom koristi objekte za izračunavanje regularnih izraza koji predstavljaju gramatiku upotrebom metode `computeRegularExpression`. Regularni izrazi su drugačiji način za predstavljanje iste informacije, a korisni su pri direktnom poređenju/poklapanju rečenica na ulazu sa gramatikom. Pri tome se koriste klase `Pattern` i `Matcher` iz API-ja `java.util.regex`.

Korišćenje Java objekata je međukorak između XML-a i regularnih izraza, i olakšava procesiranje velikog broja ugnjeđenih elemenata u referenci na pravila, i omogućava

generisanje regularnih izraz, počevši od najjednostavnijih elemenata do najkompleksnijih pravila. Metod `computeRegularExpression` daje regularni izraz koji odgovara pravilu korena i svim pravilima prema kojima se referencira korišćenjem `getRegExpr()` metode za svaki element. Ova metoda transformiše informaciju sadržanu u `GrammarElement` u sintaksu regularnog izraza.

Metoda `obtainSemantics` čija je definicija u java fajlu `HandCraftedGrammar.java` se koristi za proveru da li se ulaz poklapa sa gramatikom i, ako se poklapa, koja je njegova semantička reprezentacija. Ova metoda uzrokuje izuzetak ako gramatika nije inicijalizovana, to jest ako još uvek nije izračunat regularni izraz gramatike. Za validaciju ulazne fraze koristi se jedna od funkcija za automatsku proveru da li je fraza na ulazu podudarna sa regularnim izrazom.

Potom se koristi `groupCount` i atribut `group` Java klase `Matcher` da bi se dobile fraze koje se poklapaju sa svakom od grupa u regularnom izrazu, pri čemu se pod grupom podrazumeva neki od šablona definisan u zagradama. Ova informacija se potom poredi sa semantičkom informacijom i očekivanim pozicijama sačuvanim u `SemanticParsing` objektima.

Funkcionalnost aplikacije zasniva se na korišćenju funkcija za dobijanje semantičkih reprezentacija koje su definisane u bibliotekama. Nakon provere da li izraz na ulazu predstavlja regularni izraz, u funkciji `SemanticParsing.java` se na osnovu jedinstvene semantičke oznake u koju se preslikavaju odgovarajući izrazi vrši njihovo prepoznavanje. Pomoću ručno definisane gramatike dobija se odgovor o regularnosti izraza, a pomoću semantičkih oznaka delova izraza određuje se funkcionalnost. Problem koji može nastati je u vezi sa kombinacijama reči koje zadovoljavaju kriterijume gramatike, ali ne i logičke kriterijume. Zbog toga je potrebno dodatna kontrola mogućih sekvenci reči na ulazu u sistem koje nemaju smisao. Naravno, korišćenje više zasebnih gramatika kod kojih bi pravila bila striktno definisana na samom početku rešilo bi taj problem, ali po cenu dodatnih izračunavanja i kašnjenja pri dobijanju rezultata jer bi sistem proveravao regularnost izraza za svaku od gramatika.

Sam programski kod pisan je u Java programskom jeziku u `Android Development Tools` razvojnom okruženju. Polaznu tačku aplikacije predstavlja klasa `GrammarTest.java`. U ovoj klasi implementirane su metode iz životnog ciklusa `Android` aplikacije (opisanog u [3]). U njima su definisane funkcionalnosti koje se odnose na inicijalizaciju gramatike i pokretanje servisa za prepoznavanje govora a nakon toga implementirane su metode koje na osnovu prepoznatih reči izvršavaju određenu akciju (prikazuju grafički element na ekranu).

Najvažnije metode za prepoznavanje fraza definisane su u fajlu `HandCraftedGrammar.java` koja predstavlja deo besplatne biblioteke dostupne u [3]. U ovoj klasi se na osnovu definisane gramatike (skupa dozvoljenih nizova reči) određuje njihova semantička reprezentacija. Nakon određivanja značenja ključnih reči (definisanih u gramatici

kao obaveznih) postavljaju se odgovarajući parametri pri pozivu funkcija za prikaz grafičkih elementa na ekran. Pristup korišćenja gramatike je pogodan zbog toga što je na taj način lakše odrediti da li je izraz na ulazu regularan, a pored toga proširivanje gramatike definisane u XML fajlu je mnogo jednostavnije nego dodavanje novih regularnih izraza preko “if – else” grananja. Pored toga, u XML gramatici su definisane ključne reči koje se moraju pojaviti u izrazu kako bi ih sistem prepoznao, dok se ostale moguće reči u frazi mogu dodavati tako da čine neku od kombinacija sa ključnim rečima, i tako pokriti što veći deo mogućih fraza koje se pojavljuju u prirodnom govoru.

Nakon određivanja da je fraza koju je potrebno prepoznati odgovara regularnom izrazu, i određivanja značenja svake od reči (gde svaka ključna reč usmerava sistem prema konkretnoj akciji), vrši se ispisivanje podataka/elementa na ekran. Aplikacija na kojoj je ispitivano prepoznavanje govora predstavlja virtuelnu pametnu kuću u kojoj je moguće kontrolisati osvetljenje, jačinu zvuka različitih uređaja, osvetljenje u prostorijama, temperaturu itd. Na Sl. 1 prikazan je rezultat koji se ispisuje na ekranu uređaja nakon što sistem obradi frazu „Podesi temperaturu na 30 stepeni“, pri čemu se ispisuju grafički elementi koji upućuju da je komanda pravilno prepoznata.



Sl. 1. Rezultat koji se ispisuje na uređaju nakon pravilnog prepoznavanja niza komandi.

III. ZAKLJUČAK

Sama implementacija sistema za prepoznavanje govora na Android platformi je veoma jednostavna, dok je interpretacija prepoznatog govora nešto zahtevnija. Rezultati testiranja su pokazali da je kvalitet prepoznavanja govora na srpskom jeziku vrlo dobar, ali da promenljive vrste reči u srpskom jeziku (naročito one koje se menjaju po padežima) predstavljaju poteškoću pri razvoju sistema koji će dobro razumeti prirodni govor.

Kvalitet prepoznavanja govora na strani Google servera stalno raste jer se akustički modeli stalno unapređuju. Što se tiče kvaliteta prepoznavanja (određivanja značenja reči u prirodnom govoru), još uvek ima mnogo prostora za napredak jer je potreban rad timova inženjera, lingvista i programera kako bi se razumevanje prirodnog govora dovelo na željeni nivo.

LITERATURA

- [1] Zheng-Hua Tan, Børge Lindberg, *Automatic Speech Recognition on Mobile Devices and over Communication Networks*, London: Springer-Verlag, 2008.
- [2] Johan Schalkwyk, Doug Beeferman, Françoise Beaufays, Bill Byrne, Ciprian Chelba, Mike Cohen, Maryam Garret, Brian Strope, *Google Search by Voice: A case study*, Google, Inc., 2010.
- [3] Michael F. McTear, Zoraida Callejas, *Voice Application Development for Android*, Packt Publishing Ltd., 2013.
- [4] Jurafsky, Daniel, James H. Martin, *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Speech Recognition, and Computational Linguistics*, Prentice-Hall, 2013.

ABSTRACT

This paper presents methods used to develop an Android based application, which, using the automatically recognized speech in Serbian, outputs corresponding graphic elements on devices' screen. Speech recognition is performed by built-in system on Android based mobile devices, which requires an Internet connection with Google servers. Using hand-crafted grammar, automatically recognized phrases get their semantic representation, which correspond to a certain output to be shown on a devices' screen.

SPEECH RECOGNITION FOR ANDROID – BASED DEVICES

Goran Kuručev

Semantic Web Based Modeling and Implementation of Diploma Supplement

Siniša Radulović*, Milan Segedinac**, Zora Konjović**, Goran Savić**

*Danulabs d.o.o, Novi Sad, Serbia

**University of Novi Sad Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

bresiketa@gmail.com, milan.segedinac@gmail.com, konjovic.zora@gmail.com, savic071@gmail.com

Abstract—The paper presents ontological representation of Diploma Supplement and a Semantic Web based application providing storage and manipulation of Diploma Supplement records. The ontology relies on Dublin Core, MLO-AD, MLO-ECTS and LMAI standards, while the application is based on the standard hypothetic Semantic Web architecture. The implementation of the ontology driven application's user interface is also briefly presented.

I. INTRODUCTION

European Higher Education Area (EHEA) that, in accordance with modern curriculum theory, should not be seen as an unification of education systems [1], but as agora, an open area enabling transnational dialogue on education [2], is the most important result of curriculum internationalization.

One of the basic goals of EHEA development is to increase students' mobility [3] as emphasized in Sorbonne declaration [4]. Leuven Communiqué [5] declares that mobility should be a trademark of the European Higher Education Area. There are numerous mechanisms in the European Higher Education Area aimed at mobility facilitation like joint bachelor-master-PhD cycles, European Qualifications Framework (EQF), European legislation for employment purposes diploma recognition and issuance of diploma supplement [6]. This paper goes about formal and machine readable representation of Diploma Supplement.

Diploma Supplement issued to all students after successful completion of an education cycle is a document describing in standard format all qualifications that student has gained [7]. Document contains information on the character, level, context, content and status of the education cycle mastered by a student and, in addition, provides information on education system in which education cycle has been completed.

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Siniše Radulovića. Mentor je bila prof. dr Zora Konjović.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ICT Forum, Niš, oktobar 2014.

Diploma Supplement is, primarily, used as a mechanism for recognition of achieved qualifications [7], even though it can contribute to more detailed informing on study programmes.

Diploma Supplement is developed by joint efforts of European Commission, Europe Council and UNESCO through the joint pilot project (1996-1998) and now it is one of the fundamental documents of the European Higher Education Area. The states that ratified Bologna Process [8] have committed to Diploma Supplement implementation.

The group CEN WS/LT have developed the application profile intended to representation of this document [9] which enables formal, machine readable representation if the Diploma Supplement hence simplifying establishment of ICT infrastructural support to students mobility within the EHEA. This application profile is an extension to the metadata model intended for learning opportunities advertising (MLO-AD) and MLO ECTS IP/CC application profile for credits and courses representation.

CEN application profile for Diploma Supplement representation is a starting point of this paper and, therefore, presented in some more details in section II. Based on this standard the paper proposes the Diploma Supplement (DS) ontology presented in the section III. DS ontology relies on learning opportunities ontology proposed in [10]. In line with the architecture proposed in [11], the application for managing Diploma Supplement is developed utilizing Semantic Web technologies. The application is presented in section IV. Finally, section V brings the concluding considerations and further work directions.

II. METADATA FOR DIPLOMA SUPPLEMENT REPRESENTATION

A. European Learner Mobility Achievement Information (EuroLMAI) model

European Learner Mobility Achievement Information (EuroLMAI) model [12] rose from the need to standardize data aimed at reading and exchange of the data about students' mobility in the European Higher Education Area. The standard that is developed on the basis of the Europass framework enables transparent description of the qualifications and competences. By this standard, learning

Conceptual model. The Conceptual model (Fig.1) describes semantics of information on students' achievements by representing the following entities: *processes, material or social things, statements, repeatable patterns and series of assertions about processes*. It is divided in three commonalities: learning opportunity provider (educational institution), assessment process and qualifications. The commonalities are linked via student, her/his actions and results' evidences.

Conceptual model. The Conceptual model (Fig.1) describes semantics of information on students' achievements by representing the following entities: *processes, material or social things, statements, repeatable patterns and series of assertions about processes*. It is divided in three commonalities: learning opportunity provider (educational institution), assessment process and qualifications. The commonalities are linked via student, her/his actions and results' evidences.

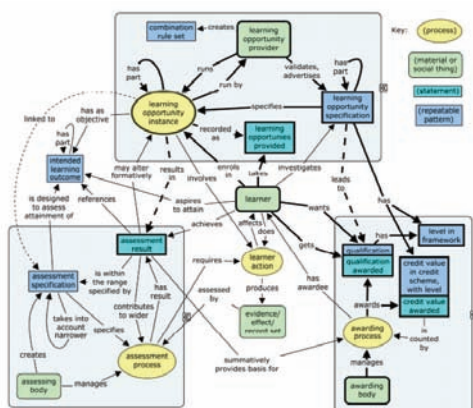


Figure 1. European Learner Mobility Achievement Information (EuroLMAI) Conceptual model from [12]

The processes defined by the Conceptual model are *learning opportunity provision* (learning opportunity instance), *learner's action*, *assessment process* and the *process of diploma/certificate issuance* (awarding process).

The Conceptual model defines following material or social things entities: *learning opportunity provider*, *assessing body*, *evidence/effect/record set*, *learner* and *awarding body*.

It also defines the following statements: *learning opportunities provided*, *assessment result*, *qualification awarded* and *credit value awarded*.

Repeatable patterns defend by the Conceptual model are: *combination rule set, learning opportunity specification, level in framework, qualification, credit value in credit scheme with level, assessment specification and intended learning outcome.*

Domain model. Domain model is a particular implementation of the EuroLMAI model as it will be accomplished by ontology. Domain model concerns specific information about learning results achieved and administrative processes carried out by institutions in the education process, as well as their relationships.

Information is built based on information about students, learning opportunities, student’s qualifications and assessment results pertaining to mastered learning opportunities. Fig. 2 depicts the domain model [12]. Domain model *EuroLM* extends the model MLO-AD with two new entities *Learner* and *Issuer*.

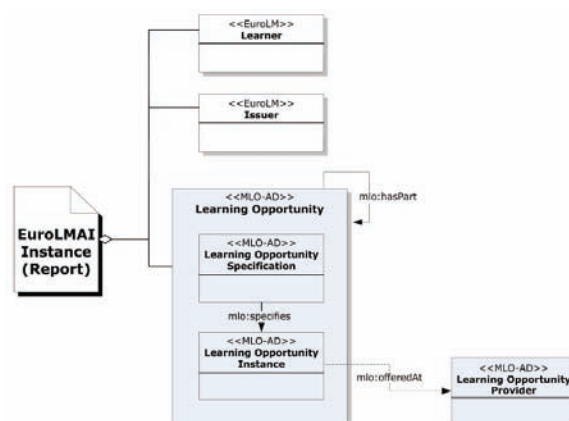


Figure 2. European Learner Mobility Achievement Information (EuroLMAI) Domain model from [13]

EuroLMAI defines two new classes too:

- *Learner* (elm:learner). An individual who currently attends or has been attended before in a formal learning opportunity (part or the whole study program, seminar, training, single course, etc.).
- *Issuer* (elm:issuer). The body that is issuing EuroLMAI report. It can be educational institution providing learning opportunities, but with a different role assigned.

EuroLMAI defines five attributes:

- *Result* (elm:result). A real outcome from the learning opportunity which a student has attended as stated by an issuer or issuing body
 - domain: mlo:LearningOpportunityInstance
 - range: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource>
- *Grading scheme* (elm:gradingScheme). Information about grading scheme used as assessment mechanism for learning opportunity.
 - domain: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource> [schema#Resource](http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource)
 - range : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource>
- *Language of assessment* (elm:languageOfAssessment). The language of assessment of knowledge achieved by attending learning opportunity.
 - domain:mlo:LearningOpportunityInstance
 - range : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal>
- *Additional Information* (elm:additionalInformation). Additional information pertaining to EuroLMAI report.
 - domain: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource>
 - range : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource>

- *Issue Date* (elm:IssueDate). The date when EuroLMAI report was issued.
 - domain: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource>
 - range : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal>
 - superclass: <http://purl.org/dc/elements/1.1/date>
 From such model information will be taken for a EuroLMAI report consisting of [12]:

- *Learner* – an individual attending formal learning opportunity (whole or a part of educational program, course , etc.).
- *Issuer* – An authority that awards certificate/diploma (qualification) and/or proves students attendance to described learning opportunities.
- *Learning opportunity* – description of a learning opportunity and a period of attendance. In the case of successful completion, defines achieved qualifications, learner’s results and information about learning opportunities used for qualification gaining.

EuroLMAI report consists of several components [13]:

- Report on achievements;
- Information about currently and formerly enrolled formal learning opportunities;
- Information about report issuer;
- Information about learning opportunity attended by a student, results that student achieved and about the qualifications obtained;
- Information about component programme units and results achieved for these units;
- Other information about credits.

EuroLMAI report defines cardinalities for classes and attributes in the following way.

Report contains one instance of the classes *Learner* (elm:Learner), *Issuer* (elm:Issuer), *Date of Issuing* (elm:issueDate) and can contain at least one learning opportunity specification class corresponding with information about credits in report (mlo:LearningOpportunitySpecification).

Learner must have at least one identifier (<http://purl.org/dc/elements/1.1/identifier>), can have one or more names (<http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#Given>), must have one surname (<http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#Family>), and can have one birth date at most (<http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#BDay>).

Issuer must have at least one identifier (<http://purl.org/dc/elements/1.1/identifier>), can have at least one title (<http://purl.org/dc/elements/1.1/title>), can also have at least one description (<http://purl.org/dc/elements/1.1/description>), and arbitrary other attribute defined in accordance with MLO standard.

Learning opportunity specification can have link with other Learning opportunity specification established through association *mlo:hasPart* representing whole/part relation. It can be linked with learning opportunity instance (*mlo:LearningOpportunityInstance*) via association *mlo:specifies*. The specification can contain

qualification (*mlo:qualification*) and arbitrary number of credits (*mlo:credit*). It should have at least one identifier (<http://purl.org/dc/elements/1.1/identifier>), title (<http://purl.org/dc/elements/1.1/title>), description (<http://purl.org/dc/elements/1.1/description>), type (<http://purl.org/dc/elements/1.1/type>) and any other attribute defined in accordance with MLO standard.

Learning opportunity instance can be linked with at most one learning opportunity provider via association *mlo:offeredAt*. It can have at most one result (*elm:result*), grading scheme (*elm:gradingScheme*), assessment language (*elm:languageOfAssessment*) and any other attribute defined in MLO standard.

Qualification can have at least one identifier (<http://purl.org/dc/elements/1.1/identifier>), education level (<http://purl.org/dc/terms/educationLevel>), and title (<http://purl.org/dc/elements/1.1/title>). It can have at least one description (<http://purl.org/dc/terms/1.1/description>).

Credit can contain at least one level of education (<http://purl.org/net/cm/level>), exactly one scheme (<http://purl.org/net/cm/scheme>) and at least one value (<http://purl.org/net/cm/value>) [12].

B. The Europass Diploma Supplement Application Profile of the EuroLMAI model

The Europass DS Application Profile (AP) of the EuroLMAI model has been developed following the principles of the Singapore Framework for application profiles defined by the Dublin Core Metadata Initiative [13]. It fully conforms to the EuroLMAI Conceptual Model and its associated semantics, and refines the EuroLMAI Domain Model. This standard represents the assemblage pattern of information defined in the Europass Diploma Supplement document [18], consisting of:

- Information about the learner/holder of the qualification
- Information about the authority that issues the Diploma Supplement
- Information about the programme of study leading to the described qualification, as well as the actual result for the specific learner
- Information about the component programme units studied, as well as the result and credits in those components (transcript information), and optionally, provider information for modules delivered by an institution different from the awarding one
- Additional information

The profile does not introduce new classes or properties. The following are attribute properties defined for the Europass DS Application Profile of the EuroLMAI as described in [9].

• URI: eds:placeOfBirth

Label: Place of Birth

Domain: elm:Learner

Range: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal>

Definition: The place of birth of the Learner the Diploma Supplement is issued for.

Comments: As defined in [18].

• URI: eds:countryOfBirth

Label: Country of Birth

Domain: elm:Learner
Range: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal>
Definition: The country of birth of the Learner the Diploma Supplement is issued for.
Comments: As defined in [18]. The content of this property should be a country code as defined in [19].

- **URI: eds:qualificationInfoSource**

Label: Qualification Info Source
Domain: mlo:qualification
Range: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource>
Definition: Information sources and references where more details on the qualification could be sought.
Comments: For example, the Higher Education Institute web site; the department in the issuing institution.

The Diploma Supplement Document records information about the learner and the document issuing body, and information about the programme of study and gained qualification.

DS document corresponds to the programme of study, with mandatory reference to the qualification and the overall result obtained by the learner. In such a case, there is no explicit representation of the programme details within the DS document, transcript information may be referred to through a separate EuroLMAI document. The DS document may include two or three levels of learning opportunities. In the case of two levels, the topmost represents the programme of study and the second comprises detailed information about each of the programme component units. In the case of three levels, the topmost represents the programme of study, the second provides a grouping placeholder for the components units that relate to a specific period of learning (year, semester, etc.), and the third comprises detailed information about each of the programme component units within the corresponding period of learning. The Learning Opportunity Instance representing the period of learning may have associated overall credit or result information, as required by the specific educational system. Where a programme unit is offered by an institution different than the one administering the overall programme, the corresponding learning opportunity must make reference to the Provider that offered the unit. To represent this, the Learning Opportunity Instance of the component must contain the basic details of the other institution such as the institution name.

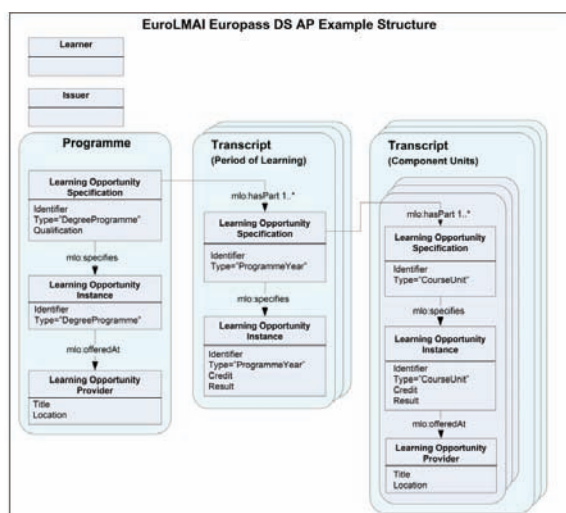


Figure 3. Profile structure with explicit transcript representation from [14]

An example of the profile structure with explicit transcript representation including time periods of learning opportunity attendance is shown on Fig. 3.

III. DIPLOMA SUPPLEMENT ONTOLOGY

In this paper we have developed OWL DL ontology for representing Diploma Supplement document. This enables a simple but yet semantically rich manipulation of Diploma Supplement, as well as simplified exchange of Diploma Supplement documents among actors in the EHEA.

The ontology has five layers:

1. Dublin Core ontology – representing elements of the DCES set.
2. MLO-AD ontology – representing metadata sufficient for learning opportunities advertising.
3. MLO-ECTS ontology – representing metadata for credits transfer in EHEA.
4. LMAI ontology – representing metadata for reading and exchange of information on students' mobility in EHEA.
5. DS ontology – representing transparent description of qualifications and professions in EHEA aimed at comparison and easier adaption.

The new, original contributions provided by this paper are two ontologies: LMAI ontology and DS ontology. Classes of the DS ontology are depicted by Fig. 4.

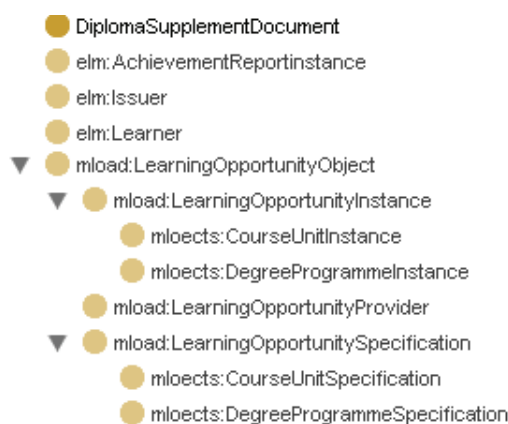


Figure 4. DS ontology classes

The ontology that was developed has 655 nodes in total. It is verified through Diploma Supplement at the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, study programme Computing and Control. Ontologies are available at <https://bitbucket.org/sinisaradulovic/diplomasupplementontologies/src>.

Since the application profile for representing Diploma Supplement [9] relies on application profile for learning opportunities representation [14] and application profile for representing credits and categorized courses [15], both formally represented by ontology of learning opportunities proposed in [10], the ontology proposed in this paper – Diploma Supplement ontology extends the ontology of learning opportunities.

Choosing OWL for representation of the DC application profile requires concretization of the use of OWL for DC profile representation [16]:

- 1) **Separation of *Object* and *Datatype* properties:** When implementing each property, one should take care about the values that property will take. All properties, including those from the DC Element Set, are identified as *Object* or *Datatype* properties.
- 2) **Poor properties exchange between OWL ontologies:** Properties exchange problem is the problem of ontologies sharing in the case when authors develop their own ontologies instead of using the existing ones. The facts that the community interested in Diploma Supplement management is clearly distinguished and that the application profiles included are CEN standards, ensure wide and uniform use of the ontology.
- 3) **The nature of the classes in DC application profiles:** Chance for different interpretations of the classes in DC application profiles and OWL ontologies, having the roots in Semantic Web community disunity, is out of the paper's research scope.
- 4) **Need for additional modeling when developing OWL ontology from DC application profile:** Diploma Supplement ontology is in full conformance with standard application profiles and development of this ontology did not require introduction of new classes. In addition, due to explicit separation of the datatype and object properties in OWL DL dialect, development of the ontology was in full accordance with learning opportunities ontology. Semantic enrichment of the model was only necessary for representing properties *hasIssuer* and *hasLearner* in LMAI ontology, and for representing the property *hasLearningOpportunitySpecification* in DS ontology.
- 5) **The risk of inconsistent ontology development:** Special care was taken in order to avoid translation of the application profile specification in to inconsistent ontology.
- 6) **Insufficient semantic expressivity of some OWL dialects:** For ontologies development the OWL DL dialect is used. The fact that developed ontologies are in full conformance with considered application profiles indicates sufficient expressivity of the dialect.

IV. SOFTWARE APPLICATION PROTOTYPE FOR DIPLOMA SUPPLEMENT MANAGEMENT

A. Application architecture

This paper proposes the application prototype, based on Semantic Web technologies, intended for managing Diploma Supplement in EHEA. The software architecture of the application conforms to the hypothetical software architecture for Semantic Web applications proposed in [17]. Out of eight components of the hypothetical software architecture we have applied six components to our application.

Table I shows used components of the hypothetical software architecture and their mapping to the concrete software components in our implementation.

TABLE I.
HYPOTHETIC TO CONCRETE SOFTWARE ARCHITECTURE MAPPING

Hypothetic Architecture Component	Concrete software components of the application
Data interface	Fuseki, Jena
Persistence layer	Jena Framework TDB component
User Interface	HTML, Django Framework
Search engine	Fuseki server
Annotation user interface	Web forms forwarding data to SPARQL interface through a HTTP request.

B. User interface implementation

One interesting characteristic of the application prototype is its user interface implementation. The forms are generic and displayed based on predefined classes defined by DS ontology which removes the need for user interface source code changes when ontology changes. By this reason the rest of the section presents implementation of the user interface.

Fig. 5 shows the starting application's page containing the predefined Diploma Supplement classes available for manipulation. Click on the class puts into play the background logic that searches triplets for generating the user interface form. The logic consists of the SPARQL query sequence.



Figure 5. Starting application's page

The first query is the one shown by Listing 1 which finds all attributes with constrained cardinalities. Afterward the query shown by Listing 2 is executed in order to find all triplets from the domain of the concrete class. Obtained information is sufficient for table generation since now it is known which fields will appear in table title. Once the table skeleton is generated, the query shown by Listing 3 is executed. This query finds all subjects of the selected class. Then the query from the Listing 4 is executed which finds all triplets for the single subject. When all data is obtained, the matches between the triplets found and the table skeleton are determined and only overlapping is displayed. All excesses,

deficiencies and discordances are simply rejected which makes application more stable if ontologies change, but fails to display data that cannot be aligned to some type.

Fig. 6 shows table example for the class *Learner*.



HeadNameIDBIB	HeadCountryIDBIB	SSID	Family	Given	Member	Subject	
Novi Sad	SRB	05/02/2014	Pero	Pero	1	Learner1	edit
Novi Sad	SRB	05/02/2014	Pero	Pero	2	Learner2	edit

Figure 6. Generic table example

The table offers functions for deleting a single line and deleting all instances of the class. Single line deleting function executes the query from the Listing 5, while the function for deleting all class instances executes the query from the Listing 6. Afterwards, both functions execute the table generation procedure. From this form two more generated forms can be started: Update form and Creation form. The rest of this section shows the listings of all mentioned SPARQL [20] queries [20].

Listing 1 is the query searching for all triplets that are class attributes and related with a class having some rdf type *pType* through some constraint with cardinality. *PType* represents the variable which, for the particular query, will be replaced with corresponding class and domain, in this example it is *eurolmai:Learner*

```
SELECT DISTINCT ?o
WHERE
{
  pType ?p ?xo . ?xo
  <http://www.w3.org/2002/07/owl#onProperty> ?o.
}
```

Listing 1 Query for the attributes having constraints with cardinality

Listing 2 is the query searching for all triplets belonging to a domain *pType*. Again, *pType* represents the variable which will be replaced by corresponding class and domain for each query (in this example it is *mloadOntology:LearningOpportunitySpecification*). Triplets from the domain we are searching for but without defined cardinalities are found by this query.

```
SELECT DISTINCT ?s ?p
WHERE {
  ?s <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#domain> pType
}
```

Listing 2 Query for the triplets from the rdf domain

Listing 3 is the query searching for subjects of all triplets being complex types in some other class.

```
SELECT DISTINCT ?s
WHERE {
  ?s <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type>
  <pComplexTypeName>.
}
```

Listing 3 Query for subjects of all triplets being complex types in some other class

Listing 4 is the query searching for all triplets connected to one subject, i.e. one instance of some class with all its attributes. Obtained triplets have the value in

object, while the predicate contains property to which they belong.

```
select ?p ?o {
  <pSubject> ?p ?o
}
```

Listing 4 Uput za triplete koji su vezani za jedan subjekat

Listing 5 is the query for deleting a single instance of some class with all its triplets where *pSubject* is the subject to be deleted.

```
DELETE {
  pSubject ?p ?o
} WHERE {
  pSubject ?p ?o.
}
```

Listing 5. Query for deleting a single class instance

Listing 6 is the query for deleting all instances of some class and all its triplets, where *pType* is the rdf type of the class to be deleted (*eurolmai:Learner* in the example).

```
DELETE {
  ?s ?p ?o
} WHERE {
  ?s <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> pType.
}
```

Listing 6 Query for deleting all class instances

V. CONCLUSION

The paper presents Semantic Web based modeling and implementation of the application aimed at Diploma Supplement management, and implementation of the application's user interface.

Diploma Supplement is represented by ontology having five layers (Dublin Core ontology; MLO-AD ontology; MLO-ECTS ontology; LMAI ontology; DS ontology). The application's architecture conforms with the hypothetic software architecture of Semantic Web applications from the literature, while the application's user interface is the ontology driven one.

The paper confirms that a machine readable representation of the Diploma Supplement can be achieved that is sharable among diverse systems. In addition to shareability, the advantage of this representation is a reasoning capability. For example, Diploma Supplement ontology supplemented with ontology representing required competences could enable reasoning about competences of Diploma Supplement owner which could be very useful for employers and employees.

User interface of the application is ontology driven one. Its advantage is that no change in user interface code is required if the ontology changes. The disadvantages are poor performance and the fact that application displays only data for which overlapping derived from the matches between the triplets found and the table skeleton exist and fails to display data that cannot be aligned to some type.

Therefore, the most important direction for future work is a query optimization that would reduce the number of queries necessary for forms generation. The second important direction is development of access control which is missing in both Fuseki and the application itself at its current stage of development.

ACKNOWLEDGMENT

This paper presents the results of the research partly financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia, Grant No. III 47003. The paper was published on the conference ICT Forum 2014.

REFERENCES

- [1] P. Zgaga, Reforming the Curricula in Universities of South East Europe in View of the Bologna Process. *Higher Education in Europe*, 28(3), 2003.
- [2] P. Zgaga, Reconsidering the EHEA Principles: Is There a "Bologna Philosophy"? In A. Curaj, P. Scott, L. Vlasceanu & L. Wilson, eds. *EUROPEAN HIGHER EDUCATION AT THE CROSSROADS, Between the Bologna Process and National Reforms*, Springer: Berlin, 2012.
- [3] P. van der Hijden, Mobility Key to the EHEA and ERA, In A. Curaj, P. Scott, L. Vlasceanu & L. Wilson, eds. *EUROPEAN HIGHER EDUCATION AT THE CROSSROADS, Between the Bologna Process and National Reforms*, Springer: Berlin, 2012.
- [4] THE EUROPEAN HIGHER EDUCATION AREA, *Sorbonne Joint Declaration on Harmonisation of the Architecture of the European Higher Education System*, 1998, [Online] Available at: http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/MDC/SORBONNE_DECLARATION1.pdf
- [5] THE EUROPEAN HIGHER EDUCATION AREA, *Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, Leuven and Louvain-la-Neuve, 28-29 April 2009*, 2009, [Online] Available at: http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/conference/documents/Leuven_Louvain-la-Neuve_Communique%C3%A9_April_2009.pdf
- [6] S. Garben, Student Mobility in the EU – Recent Case Law, Reflections and Recommendations, In A. Curaj, P. Scott, L. Vlasceanu & L. Wilson, eds. *EUROPEAN HIGHER EDUCATION AT THE CROSSROADS, Between the Bologna Process and National Reforms*, Springer: Berlin, 2012.
- [7] T. Bourke, Guide to the diploma supplement, Europe Unit: London, 2006.
- [8] THE EUROPEAN HIGHER EDUCATION AREA, *Communiqué of the Conference of Ministers responsible for Higher Education in Berlin on 19 September 2003*, 2003. [Online] Available at: http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/MDC/Berlin_Communique1.pdf [Accessed 17 September 2012].
- [9] CEN WS-LT, Europass Diploma Supplement Application Profile of the EuroLMAI (EuroLMAI Europass DS AP), CEN, 2010.
- [10] M. Segedinac, Z. Konjović, D. Surla, G. Savić, An OWL representation of the MLO model. In *IEEE International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY 2012)*. Subotica, 2012.
- [11] Segedinac, M., Z. Konjović, D. Surla, I. Kovačević, G. Savić, Software platform for international curriculum communication in Bologna process. In *TRENDOVI RAZVOJA: "UNIVERZITET NA TRŽISTU"*. Maribor, Slovenija, 2013.
- [12] CEN WS-LT, European Learner Mobility (EuroLM) Achievement Information, CEN, 2011.
- [13] M. Nilsson, T. Baker, P. Johnston, The Singapore Framework for Dublin Core Application Profiles, DCMI, 2008
- [14] CEN WS-LT, Metadata for Learning Opportunities (MLO) – Advertising, CEN, 2008.
- [15] CEN WS-LT, ECTS Information Package/Course Catalogue MLO Application Profile, CEN, 2010.
- [16] CEN, Guidelines for machine-processable representation of Dublin Core Application Profiles, CEN Workshop Agreement CWA 15248, CEN, 2005.
- [17] B. Heitmann, C. Hayes, E. Oren, Towards a reference architecture for Semantic Web applications, In *Proceedings of the 1st International Web Science Conference*, 2009.
- [18] DECISION No 2241/2004/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 December 2004 on a single Community framework for the transparency of qualifications and competences (Europass), 2004.
- [19] Codes for the representation of names of countries and their subdivisions, [Online] Available at: <https://www.iso.org/obp/ui/#search> [Accessed 7 August 2014]
- [20] SPARQL Query Language for RDF - W3C Recommendation 15 January 2008, (eds. Prud'hommeaux, E., Seaborne, A.), The SPARQL Working Group, 2013, [Online] Available at: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> [Accessed 12 August 2014]

**RAZVOJ POSTUPAKA PRIPREME PODATAKA ZA PODRŠKU TESTIRANJU
VIŠESLOJNE DISTRIBUTIVNE MREŽE****DEVELOPMENT OF THE DATA PREPARATION PROCEDURES FOR AUTOMATED
TESTING OF A SOFTWARE TO SUPPORT MULTILAYER DISTRIBUTION NETWORK**

Aleksandar Tatalović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisan problem održavanja automatizovanih testova koji se koriste u domenu testiranja distributivnih upravljačkih sistema. Prikazan je deo implementacije softverskog rešenja koje obezbeđuje lakše održavanje automatizovanih testova. Razvijeno rešenje podržava mehanizme za dobavljanje podataka o elementima distributivne mreže. Izvršena je analiza modela podataka distributivnog upravljačkog softvera i servisa za dinamičko praćenje stanja distributivne mreže. Zatim, implementirani su mehanizmi za dobavljanje informacija o elementima distributivne mreže u cilju daljeg testiranja tih elemenata. Analizirane su koristi implementiranog rešenja i navedena su poboljšanja koja su nastala upotrebom navedenih metoda.

Abstract – In this paper we present a problem of the maintenance of automated tests that are used in testing the distribution management systems. We present a part of the implementation of a software tool that provides an easier maintenance of the automated tests. The tool provides mechanisms for data acquisition about elements of the distribution network. We performed an analysis of the data model of the distributed management software and services for the dynamic monitoring of the distribution network states. Then, we implemented mechanisms for the information acquisition about the elements of the distribution network in order to further test these elements. We have analyzed the benefits of the implemented solution and presented advantages achieved by using the above methods.

Ključne reči: Distributivni upravljački sistemi, priprema podataka, baze podataka, testiranje softvera.

1. UVOD

U ovom radu implementiran je mehanizam za dobavljanje dinamičkih informacija o elementima distributivne mreže u realnom vremenu.

Ovaj mehanizam ima za cilj da olakša rad test inženjerima prilikom implementacije automatizovanih testova. Na taj način, olakšava se održavanje testova i, samim tim, smanjuju troškovi testiranja.

Predloženim softverskim rešenjem kreiran je skup biblioteka u programskom jeziku *IronPython*, a čijom upotrebom se olakšavaju automatizovane radnje potrebne

za testiranje funkcionalnosti grafičkog korisničkog interfejsa DMS softvera (eng. *Distributed Management Software*).

Za realizaciju ovog rada bilo je potrebno analizirati sledeće postojeće alate koji se koriste za testiranje distributivnog softvera: *TestRunner* aplikacije za pokretanje automatizovanih testova i *SmartTest Framework*-a za izvršavanje automatizovanih testova. Mehanizam za dobavljanje dinamičkih informacija o elementima distributivne mreže razvijen je i integrisan unutar *SmartTest Framework*-a. Na taj način, implementirani mehanizam je na raspolaganju test inženjerima u razvoju novih automatizovanih testova i održavanju postojećih.

Rešenje koje je implementirano koristi servise DMS softvera čija će arhitektura biti prikazana u radu. Pored toga, biće opisan model podataka distributivnog sistema i mehanizam za generički pristup podacima koji će koristiti implementirano rešenje.

**2. OPIS PODSISTEMA ELEKTROENERGETSKOG
SISTEMA I DISTRIBUTIVNOG SOFTVERA**

Od interesa za ovaj rad je podsistem distribucije koji se odnosi na mesto spajanja podsistema prenosa i podsistema neposredne potrošnje, odnosno mesto na kome su integrisani svi individualni potrošači jednog potrošačkog područja. Neophodno je da potrošači budu povezani sa podsistemom prenosa. Da bi se izbegla situacija da se svaki potrošač radi napajanja električnom energijom mora direktno spajati sa mestom koje predstavlja spoj za jedan grad ili naselje sa prenosnim sistemom, uvodi se podsistem distribucije. Distribucija se zasniva na tzv. napajalima (eng. *feeder*-ima). *Feeder* predstavlja dovoljno jake elektroenergetske veze koje omogućuju napajanje delova naselja i gradova, odnosno potrošačkih područja. *Feeder*-i se mogu granati i formirati stablo, a na taj način je omogućeno da se na ekonomičan način pristupi korisnicima i dovede električna energija do njih. Dakle *feeder*-i sa svojim granama sve do mesta priključka individualnih potrošača čine distribuciju, odnosno distributivnu mrežu, dok skup svih distribucija jednog elektroenergetskog sistema predstavlja podsistem distribucije.

2.1. Opis DMS softvera

DMS softver služi za upravljanje distribucionim sistemima i optimizaciju potrošnje električne energije kojom se snabdevaju krajnji potrošači. DMS softver obezbeđuje mogućnost da dispečeri zaposleni u elektrodistribuciji centralizovano i daljinski upravljaju elektrodistributivnom mrežom, u cilju što boljeg

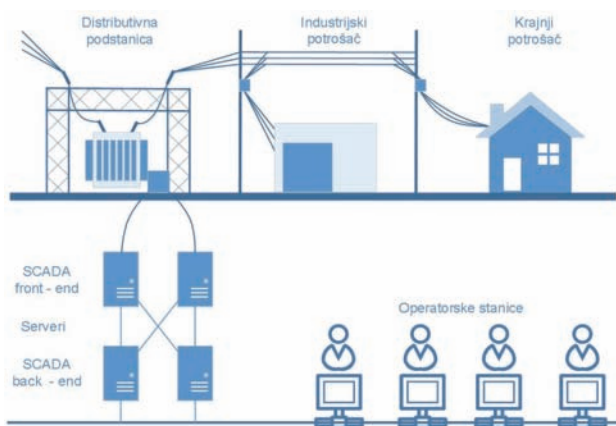
NAPOMENA:

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

funkcionisanja mreže. Distribucija električne energije je pretposlednja faza u isporuci električne energije krajnjim potrošačima [1]. DMS softver distribuciju električne energije predstavlja kolekcijom podataka. Sa tačke gledišta DMS softvera podaci su podeljeni u dve kategorije: statički i dinamički.

Statički podaci opisuju topologiju elektroenergetskog sistema. Statički podaci su neophodni za formiranje mrežnog modela potrebnog DMS aplikacijama za razne proračune i klijentskoj aplikaciji za grafički prikaz topologije mreže. Tipični elementi opisani statičkim podacima su: velike trafostanice, male trafostanice, vodovi, veliki i mali transformatori, prekidači i vrednosti mernih uređaja.

Dinamički podaci su vrednosti koje su često promenljive u vremenu i predstavljaju stanje elemenata u topologiji elektroenergetskog sistema. Elementima od kojih zavise dinamički podaci može se upravljati daljinski iz SCADA podsistema ili ručno, direktnim unošenjem podataka pomoću klijentske aplikacije. Slika 1 prikazuje vezu DMS softvera i elektrodistributivne mreže.



Slika 1. Vezu DMS softvera i elektrodistributivne mreže

SCADA front-end skladišti podatke od uređaja na terenu kao što su RTU (eng. *Remote Terminal Unit*) i PLC (eng. *Programmable Logic Controller*) uređaji. Ovi uređaji su povezani sa senzorima i aktuatorima na terenu i pretvaraju njihove signale u digitalne podatke. Prikupljeni podaci se nalaze u lokalnim memorijama ugrađenim u RTU i PLC uređaje.

SCADA back-end prikuplja podatke iz pomenutih uređaja i šalje ih glavnom centralnom računaru gde se podaci sa terena čuvaju i dalje obrađuju. Operatori u kontrolnom centru koriste operatorske stanice (DMS softver) za upravljanje distributivnom mrežom.

2.2. Osobine DMS modela podataka

DMS model podataka delimično je izgrađen na CIM (eng. *Common Information Model*) standardu. CIM predstavlja apstraktni model podataka za elektroenergetske sisteme, jer sadrži sve osnovne objekte za opis elemenata u elektroenergetskom sistemu, njihove atribute i međusobne relacije [2]. Prvobitno je bio namenjen za razmenu podataka između kompanija koje se bave proizvodnjom i prenosom električne energije, a kasnije i za predstavljanje i razmenu podataka između aplikacija unutar jedne kompanije. Uopšten je i, usled toga, zahteva definisanje osnovnih elemenata (npr. čvorova, *feeder*-a, prekidača) za predstavu distributivne mreže.

Distributivne mreže odlikuje velika dimenzionalnost što donosi problem pri memorisanju mreže i dostizanju željene brzine. Problemi memorisanja i brzine se događaju prilikom obrade povezanosti unutar mreže od strane DMS softvera. Obrada povezanosti predstavlja validaciju koja proverava da li su elementi u mreži međusobno korektno povezani.

3. TESTIRANJE DISTRIBUTIVNOG SOFTVERA

U razvoju softvera, posebno kompleksnih sistema, testiranje zauzima jedno od centralnih mesta. Testiranjem se osigurava da softver, koji se razvija, zadovoljava zahteve koji su pred njega postavljeni, ponaša se u skladu sa očekivanjima i zadovoljava potrebe klijenta.

Postoje dve različite grupe testova koje svaki softver mora da zadovolji: funkcionalni i nefunkcionalni testovi. Funkcionalni testovi se koriste za proveru funkcionalnosti softvera. Ove funkcionalnosti su obično opisane zahtevima koji se stavljaju pred softver, a funkcionalni testovi obično odgovaraju na pitanje „kako korisnik može nešto da uradi“ i „da li ova funkcionalnost radi kao što je predviđeno“. Nefunkcionalni testovi se odnose na aspekte softvera koji nisu striktno povezani sa nekom funkcionalnošću ili akcijom korisnika, kao što su skalabilnost, performanse ili sigurnost softvera.

Za testiranje distributivnog softvera koristi se *SmartTest Framework*. *SmartTest Framework* predstavlja radni okvir za izvršavanje automatizovanih testova koji testiraju DMS softver. Uključuje ATL (eng. *Automated Testing Library*) koji predstavlja mehanizam za manipulaciju UI-jem. Manipulacija UI-jem predstavlja automatizovano upravljanje kursorom miša na grafičkoj površini i simulira rad korisnika softvera. Za kreiranje automatizovanih testova koriste se programski jezici *Python* i *Tesla*.

U narednim koracima biće opisan način testiranja distributivnog sistema.

Testiranje distributivnog sistema zasnovanog na *SmartTest Framework*-u treba da omogućiti:

1. manipulaciju UI-jem na udaljenim računarima (radnim stanicama),
2. izvršavanje *Python/Tesla* koda na udaljenim računarima,
3. kompatibilnost unazad (eng. *Backward Compatibility*), odnosno, da svi testovi koji su izvršeni, moraju biti izvršeni i nakon izmena primenjenih na sistemu i
4. da isti test daje isti rezultat na lokalnom, kao i na udaljenom računaru.

4. OPIS PROBLEMA

Osnovni problem prilikom kreiranja i održavanja automatizovanih testova predstavlja zavisnost testova od strukture modela podataka, odnosno elemenata koji pripadaju distributivnoj mreži kojom se upravlja. Ovo dovodi do toga da se automatizovani testovi moraju održavati uporedo sa razvojem softvera, kako bi bili validni i mogli da se konstantno koriste u daljem testiranju softvera.

Pošto je automatizovano testiranje softvera distributivnog sistema u suštini GUI (eng. *Graphical User Interface*) testiranje, to znači da se vrši testiranje grafičkog prikaza samog softvera, elemenata distributivne mreže, kao i svih funkcionalnosti nad distributivnom mrežom koje softver

omogućuje. Problem koji je u radu rešavan odnosi se na pronalaženje i lociranje elemenata distributivne mreže koji su od interesa za dalje testiranje. Ovi elementi mogu biti pronađeni na grafičkim prikazima delova distributivnog sistema (šeme), kao i na grafičkom prikazu kompletne distributivne mreže.

Podaci o elementima koji čine distributivnu mrežu su definisani u strukturi modela podataka, a podaci o elementima su: *Id* (jedinствeni identifikator elementa), *Name* (ime elementa), *Type* (tip elementa), *State* (stanje elementa, npr. prekidač može biti u stanju otvoren ili zatvoren) i *Control type* (uređaj može biti kontrolisan ručno ili daljinski).

Prilikom kreiranja automatizovanih testova u kojima je potrebno locirati element na grafičkom prikazu radi daljeg testiranja, koristi se ime elementa, čije inicijalno uklopno stanje je poznato. Poznati su i svi elementi distributivne mreže kao i njihova inicijalna stanja. Ova stanja predstavljaju dinamičke vrednosti koje se mogu menjati u realnom vremenu. Na primer, ukoliko imamo prekidač kao deo distributivne mreže, njegovo inicijalno stanje može biti npr. otvoren, dok prilikom komandovanja tim prekidačem to stanje može da se menja. Kada se u automatizovanim testovima locira prekidač koji je otvoren (inicijalno stanje) u cilju da se njegovo stanje promeni, a u međuvremenu neko od drugih korisnika softvera je njegovo stanje već promenio u ciljno (zatvoren), tada će izvršavanje automatizovanog testa biti neuspešno.

Elementi elektroenergetskog distributivnog sistema za koje je potrebno razviti mehanizam za dobavljanje podataka o njima sa servisa za dinamičko praćenje stanja sistema su:

1. Električni vod (eng. *Section*) - predstavlja element elektroenergetskog sistema namenjen prenosu i distribuciji električne energije.
2. Regulaciona sklopka (eng. *Tap Changer*) - predstavlja uređaj postavljen duž namotaja transformatora koji služi za regulaciju napona na tom namotaju.
3. Prekidač (eng. *Breaker*) - predstavlja rasklopni uređaj koji služi za automatsko prekidanje strujnog kola kako bi ga zaštitio od preopterećenja i kratkog spoja. Prekidač može biti otvoren (električna struja ne protiče kroz električno kolo) i zatvoren (električna struja protiče kroz električno kolo).
4. Rastavljač (eng. *Disconnecter*) - predstavlja mehanički rasklopni uređaj koji služi da vidno odvoji deo energetskog postrojenja koji nije pod naponom od dela postrojenja koji je pod naponom. Rastavljačem se ne sme manipulirati dokle god on napaja električno kolo. Kada se u postrojenju obavljaju radovi, rastavljač je uvek otvoren (električna struja ne protiče kroz električno kolo).
5. Automatski ponovni uključivač (eng. *Recloser*) - predstavlja rasklopni uređaj koji služi za automatsko zatvaranje prekidača otvorenog usled abnormalnog protoka električne energije.
6. Osigurač (eng. *Fuse*) - predstavlja element elektroenergetskog sistema koji u električnim kolima služi kao zaštita pri veoma velikim vrednostima električne struje izazvanih preopterećenjem ili kratkim spojem. Tom prilikom, osigurač prekida električno kolo i na taj način štiti od kvara ili požara.

5. OPIS REŠENJA

Rešenje predloženo u ovom radu ima za cilj kreiranje skupa biblioteka koje će uvesti dodatni nivo apstrakcije u odnosu na softver koji je predmet testiranja i time olakšati posao test inženjerima. Pre svega, dobavljanje informacija o elementima mreže biće realizovano direktno sa servisa za praćenje dinamike mreže, a ne putem grafičkog korisničkog interfejsa krajnje korisničke aplikacije. To u dosadašnjem slučaju testiranja DMS softvera nije bio slučaj. Na taj način zaobilazi se korišćenje GUI okruženja što dodatno ubrzava proces testiranja.

Mehanizam za dobavljanje informacija sa servisa predstavlja biblioteku koja će biti integrisana unutar *SmartTest Framework*-a. Ova biblioteka treba da se sastoji od skupa metoda koje će biti pozivane u automatizovanim testovima. Cilj pozivanja implementiranih metoda je da dobave informacije o stvarnom stanju elemenata distributivne mreže.

Potrebno je ostvariti komunikaciju sa servisima za dinamičko praćenje stanja distributivne mreže. Povezivanje sa servisima treba da se realizuje pomoću *GDAProxy* servisa čiji *IGDAQuery* interfejs implementiraju servisi za dinamičko praćenje stanja distributivne mreže.

Generički pristup podacima (eng. *Generic Data Access - GDA*) je interfejs koji se preporučuje kod pristupa modelu mreže. GDA omogućava da interni model podataka koriste druge aplikacije kroz integraciju GDA interfejsa. GDA interfejs je izgrađen na standardu IEC 61970-403 [3]. On takođe omogućava visok stepen performansi *read-only* pristupa modelu mreže.

Nekoliko servisa unutar DMS aplikacije upravlja delovima modela mreže, kao i rezultatima DMS analitičkih funkcija. Svi oni podržavaju *IGDAQuery* interfejs, kako bi omogućili generički pristup podacima. Takođe, omogućen je *GDA Proxy* servis, koji sakuplja podatke i prikazuje ih u obliku jedne baze podataka, koja omogućava složene upite kao što su "obezbedi detalje svih sekcija koje imaju pad napona veći od 5%".

6. IMPLEMENTACIJA REŠENJA

Korišćenjem *IronPython* programskog jezika implementiran je mehanizam (biblioteka) za dobavljanje podataka. Neophodno je bilo implementirati metode za povezivanje sa *GDAProxy* servisom. Za tu potrebu, implementirane su metode: *get_service_port_number*, *get_service_proxy* pomoću kojih se dolazi do parametara neophodnih za povezivanje sa *GDAProxy* servisom. Pored navedenih, implementirane su metode *connect* i *disconnect* koje služe za povezivanje, odnosno, pokretanje i prekid sesije sa *GDAProxy* servisom.

Ovaj servis za pristup podacima definiše upite nad podacima, a rezultati tih upita definisani su terminima *resource*, *properties* i *values*. Najjednostavnijim upitima se dobijaju vrednosti (*values*) za atribut (*properties*) određenog resursa (*resource*). Rezultat upita predstavlja opis resursa (*resource description*).

Implementacija upita za dobavljanje podataka sa servisa koristi *GDA Resource Query* modul. *Resource description*-i se dobijaju korišćenjem metoda *Resource Query* servisa. Servis čini skup od pet metoda u cilju lakšeg korišćenja: *get_values*, *get_extent_values*,

get_related_values, *get_descendent_values* i *get_descendent_values_special*. Četvrta metoda, *get_descendent_values*, nasleđuje prethodne tri i omogućuje bolju optimizaciju upita. Metoda *get_descendent_values_special* radi isto što i metoda *get_descendent_values*, izuzev toga što kao rezultat vraća *resource description*-e za svaki nivo u putanji (listi) asocijacija.

Tokom implemetacije mehanizma za dobavljanje podataka primećeno je da će za realizaciju upita za većinu prekidačke opreme biti potrebno koristiti identične metode. Prema tome, odlučeno je da se implementira skup generičkih metoda koje će se kasnije koristiti u implementaciji upita za svaki element distributivne mreže ponaosob.

Primeru radi, ukoliko želimo da od *GDAProxy* servisa dobavimo informaciju o tome koji su nam ručno upravljani prekidači u otvorenom stanju dostupni u celoj distributivnoj mreži, potrebno je implementirati četiri upita koji će se slati GDA servisu na izvršavanje. A koji služe za dobavljanje:

1. svih *PSR_MEAS*-a (signala) za odabrani prekidački element,
2. vrednosti *REMOTEPOINT* atributa koji ukazuje da li se prethodno odabranim elementom upravlja ručno ili daljinski,
3. vrednosti *DSIGNAL_VALUE* atributa koji nam ukazuje na trenutno stanje odabranog elementa i
4. vrednosti *IDOBJ_NAME* atributa koji predstavlja ime odabranog elementa.

Implementirana je metoda *get_all_switchgears* koja kao parametar prima *element_type*, tj. tip elementa (npr. *Breaker*, *Fuse*, *Disconnecter*) čije signale treba dobiti od servisa. Otvara se sesija sa GDA servisom i poziva generička metoda za slanje upita na izvršavanje. Nakon toga sesija se zatvara, a kao rezultat vraća se lista *ResourceDescription*-a koja sadrži listu *Properties*-a (signala) za odabrani tip elementa. Na taj način, za svaki prekidač koji postoji u modelu podataka, servis će vratiti sve signale koji pripadaju svakom prekidaču. Ova metoda poslužila je kao osnova za preostale metode: *get_opened_local_switchgears* i *get_opened_remote_switchgears* pomoću kojih se mogu dobiti informacije o prekidačkoj opremi distributivnog sistema.

7. ZAKLJUČAK

U radu je dat pregled funkcionalnosti i implementacije biblioteke za dobavljanje informacija o elementima distributivne mreže u cilju njenog daljeg testiranja putem grafičkog korisničkog interfejsa. Korišćenjem programskog jezika *IronPython* i metoda opisanih u ovom radu omogućeno je da test inženjeri koji nisu upoznati sa detaljima implementacije sistema koji testiraju, pa ni sa programiranjem, mogu na jednostavan način da opišu korake potrebne za izvršavanje testa.

Glavne prednosti predloženog rešenja su mogućnost kontinualnog testiranja softvera na sistematičan način i smanjenje količine posla za test inženjere i vremena potrebnog za održavanje automatizovanih testova. Korišćenjem ovog rešenja moguće je kreirati skup testova koji se izvršavaju više puta dnevno, što omogućava kontinualno praćenje stanja softvera i brzo detektovanje novih grešaka u softveru.

Još jedna od prednosti rešenja prezentovanog u ovom radu je u tome što će automatizovani testovi biti u mogućnosti da testiraju širi dijapazon opreme distributivnog sistema i da isti test skoro uvek testira različitu opremu što do sada nije bio slučaj. Test koji je do sada vršio testiranje opreme (npr. prekidača), a koji je na grafičkom prikazu lociran pomoću imena opreme (opcija *Find* u DMS softveru) do sada je uvek vršio testiranje nad tim istim prekidačem. Ukoliko bi se u ovakvom testu iskoristio mehanizam implementiran u ovom radu, postoji mogućnost da se uvek proizvoljno odabere prekidač iz liste svih trenutno dostupnih prekidača u distributivnom sistemu. Na ovaj način se unosi raznolikost u testiranje samog distributivnog softvera. Raznolikost se ogleda u tome da će se sada za testiranje npr. daljinski kontrolisanog prekidača koji je u otvorenom stanju, moći odabrati bilo koji od postojećih u distributivnom sistemu. Ovakvih prekidača u distributivnom sistemu može biti i do nekoliko hiljada, i za testiranje je moguće odabrati bilo koji od postojećih. To do sada nije bila praksa, već se u automatizovanim testovima obično koristio jedan isti element čije je početno uklopno stanje bilo poznato.

Unapređenje mehanizma za dobavljanje podataka o elementima distributivne mreže bi se moglo ogledati u tome da se dodatno razvije logika za povezivanje sa udaljenim klijentima u distributivnom sistemu. Pošto se distributivni softver u produkciji realizuje kao višeslojna distributivna mreža, gde slojevi uglavnom predstavljaju različite zone, predloženo unapređenje bi se u tom slučaju odnosilo na mogućnost testiranja replikacije podataka između zona distributivnog sistema.

8. LITERATURA

- [1] M.Mirković, "DMS Software Architecture Overview", *DMS Group*, 2006.
- [2] D. Popović, E. Varga, Z. Perlić, "Extension of Common Information Model With Catalog of Topologies", *IEEE Transactions on Power Systems*, 2007.
- [3] "Energy management system application program interface (EMS-API) - Part 403: Generic data access", *International Electrotechnical Commission*, 2008.

Kratka biografija:



Aleksandar Tatalović rođen je u Subotici 1985. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i Računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranio je 2013. god.

VEKTORSKO UPRAVLJANJE PMSM NA BAZI dsPIC30F4011 SA INKREMENTALNIM ENKODEROM KAO SENZOROM POZICIJE**VECTOR CONTROL OF PMSM BASED ON dsPIC30F4011 WITH POSITION MEASUREMENT BY INCREMENTAL ENCODER**

Nemanja Gajić, Marko Gecić, Darko Marčetić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana realizacija DFOC kontrole PMSM na dsPIC30F4011 mikrokontroleru, sa ciljem razvoja softvera koji bi mogao biti korišćen na laboratorijskim vežbama. Rad sadrži listing celog programskog koda, uz napomene i komentare. Takođe, u radu je prikazano rešenje štampane ploče za regulaciju elektromotornih pogona na kojoj se kod može pokrenuti.

Abstract – This paper presents an example of DFOC control of a PMSM implemented on a dsPIC30F4011 microcontroller, with the aim of developing software to be used as a teaching aid. The paper contains the full source code, complete with notes and comments. A motor control printed circuit board designed to run the source code is also presented.

Ključne reči: mikrokontroler, dsPIC, vektorska kontrola, PMSM, enkoder, sinhroni motor.

1. UVOD

Značajan udeo globalnog energetskog bilansa čine elektromotorni pogoni [1]. Imajući u vidu ubrzanu elektrifikaciju transportne industrije, može se očekivati da će ovaj udeo uskoro biti još značajniji. U skladu sa tim, sve više pažnje se pridaje elektromotornim pogonima, njihovoj kontroli i efikasnosti [2]. Jedna od najpopularnijih implementacija elektromotornih pogona su sinhroni motori sa stalnim magnetima (PMSM), sve češće u primeni zbog visoke efikasnosti i pouzdanosti. U ovom radu je prikazana jedna realizacija upravljanja PMSM pomoću dsPIC30F4011 mikrokontrolera i energetskog pretvarača, na bazi DFOC algoritma vektorskog upravljanja, sa odzivom struje preko LEM sonde i senzorom pozicije u vidu kompaktnog inkrementalnog kvadraturnog enkodera.

Elektroenergetski pretvarač korišćen u radu je baziran oko integrisanog modula IRAMY20UP60B, sa zasebnim kolom za naponsku zaštitu, kolom za merenje struje, kolom za kalibraciju odziva strujnih sonde i kolom za uobličavanje komandnih signala. U pretvarač je uključeno i rešenje za sopstveno napajanje, koje se takođe koristi i za napajanje mikrokontrolera. Microchip dsPIC30F je porodica šesnaestobitnih digitalnih signalnih procesora modifikovane Harvard arhitekture, specijalizovana za

kontrolu elektromotornih pogona. Korišćeni mikrokontroler, dsPIC30F4011, je sposoban za brzine do 30 MIPS. U mikrokontroler je uključen samostalni trokanalni modul za kontrolu PWM jedinice, modul za prijem i obradu signala trokanalnog kvadraturnog inkrementalnog enkodera, i modul za prijem i konverziju analognih signala, koji se koristi za očitavanje odziva struje i komandne reference [3].

Dijagram štampane ploče uključene u rad je dizajniran u programskom okruženju „Altium Designer“, i namenjen je kontroli elektromotornih pogona mikrokontrolerima dsPIC30F4011, u DIP40 čipu.

2. VEKTORSKA KONTROLA PMSM

Kontrola motora se zasniva na Park transformacionoj matrici, koja transformiše model PMSM iz trofaznog (a,b,c) u dvofazni (α,β) domen, i na Klark transformacionoj matrici, kojom se prelači iz referentnog sistema statora (α,β) u referentni sistem rotora (d,q).

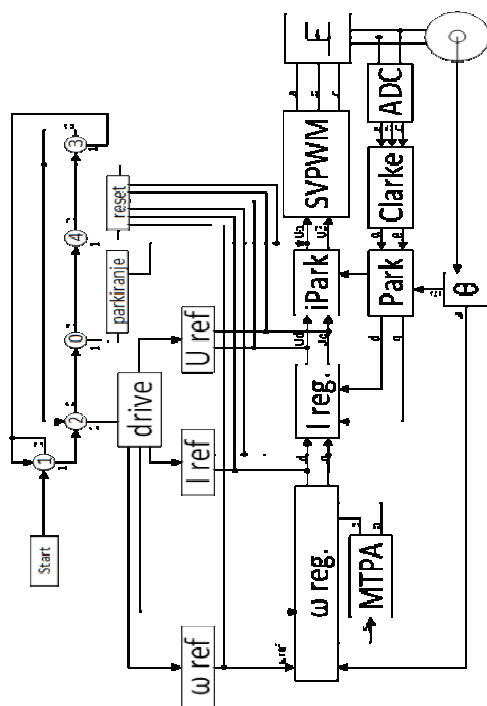
Upravljanje se ostvaruje direktnom kontrolom nad magnetnim prilikama u motoru, utiskivanjem željenog vektora magnetnog polja preko prostorno-vektorske regulacije. Trofazni inverter može u motor utisnuti 7 različitih vektora, koji dele mašinu na 6 sektora. Vektor koji zahteva algoritam se postiže kao kombinacija nultog vektora, i vektora na obodima sektora. Varirajući trenutke uključanja pari tranzistora, umesto zadavanja oblika struje ili napona, mikrokontroler direktno zadaje položaj i amplitudu vektora fluksa.

Strategija vektorske kontrole korišćena u ovom radu je poznata kao DFOC (Direct Field-Oriented Control). Na ulazu, u kontroler se zadaje referenca brzine, koja prolazi kroz PI regulator, i na izlazu daje reference struja u d/q domenu. Ove reference zatim prolaze kroz sopstvene PI regulatore, i na izlazu daju reference napona u d/q domenu. Na ove napone se primenjuje inverzna Park transformacija kako bi se preračunali u α/β domen, i zatim se na osnovu njih zadaju faktori ispunje pretvaraču [4] [5].

Odzivi struje na osnovu kojih se stanje polja izračunava se očitavaju sa LEM sonde montiranih na pretvarač nakon IRAM modula, tako da očitavaju struju sa faznih priključaka samog motora. Kako je u PMSM polje zavisno od stalnih magneta montiranih u rotor, odziv pozicije rotora se ostvaruje preko kompaktnog inkrementalnog kvadraturnog enkodera montiranog na vratilo motora.

NAPOMENA:

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



Slika 1 - Blok dijagram programa za regulaciju

Uz osnovni blok dijagram programa, slika 1 prikazuje i kontrolu programa tasterima: nakon pokretanja programa, potrebno je tasterom „1“ dozvoliti pokretanje programa. Tasterom „0“ se inicijalizuje rutina „parkiranja“ rotora, koja predhodi startu.

Taster „2“ omogućava start motora, a taster „4“ resetuje zadate reference. Konačno, taster „3“ prekida komandnu petlju i onemogućuje dalje upravljanje sistemom.

Mada je program primarno prilagođen regulaciji brzine obrtanja PMSM, moguće je kontrolisati mašinu i preko reference struje i napona.

3. PROGRAMSKI KOD

Programski kod se sastoji od dve primarne rutine: glavne petlje i funkcije prekida. Nakon prvobitnog pokretanja, program prolazi kroz funkcije za inicijalizaciju i konfiguraciju, i zatim upada u beskonačnu „while“ petlju, u kojoj ne vrši nikakve operacije. Tokom prvobitne konfiguracije, u rad se pušta PWM modul i omogućava mu se da po internom tajmeru generiše signal prekida. Kada PWM modul generiše signal prekida, mikrokontroler pauzira beskonačnu petlju, i prelazi u izvršavanje funkcije prekida.

Funkcija prekida sadrži pozive svih funkcija potrebnih za kontrolu motora, i zapravo služi za kontrolu motora. Nakon prijema signala prekida, koji mu govori da je potrebno izvršiti neku bitnu funkciju, procesor će zapisati sve što trenutno radi, i smesta preći na izvršavanje programa prekidne rutine.

Kada obavi ovaj posao, procesor će izaći iz prekida, ponovo učitati podatke iz beskonačne petlje i vratiti se asinhronim funkcijama, čekajući novi signal prekida. Primarni razlog ove konfiguracije jeste raspodela vremena: kako je nove vrednosti za PWM modul potrebno izračunati pre sledeće obnove faktora ispunje, procesor mora biti dostupan za rad u svakom trenutku.

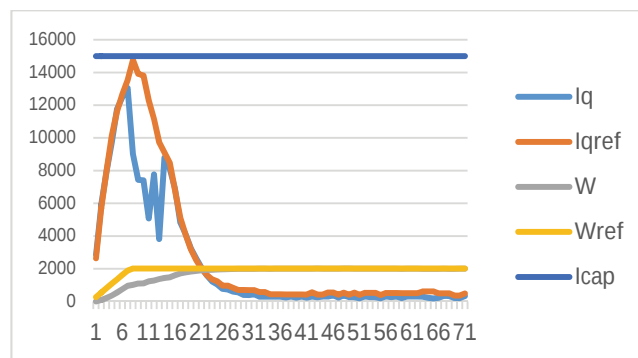
Smeštanjem programa u funkciju prekida umesto u glavnu funkciju se obezbeđuje da će mikrokontroler uvek biti dostupan za obradu glavnog programa.

Slika 4 prikazuje blok dijagram algoritma upravljanja PMSM

4. PREGLED REZULTATA

U toku razvoja programa za kontrolu, umesto sa mrežnog konektora, DC kolo je napajano preko regulacionog transformatora, na koji je spojeno preko pečurkastog tastera koji je omogućavao brzo prekidanje napajanja u slučaju otkaza softvera. Svi eksperimenti su vršeni u praznom hodu.

Slika 5 prikazuje odziv brzinske regulacije pri naponu DC grane od 150V. Vrednosti se upisuju pri svakom 300-tom prekidu. Referenca brzine (W_{ref}) se zadaje po rampi, dostižući 2000RPM u tački 8. Referenca i odziv struje su karakteristični, veoma slični odzivu jednosmernog motora: nagli skok struje obezbeđuje obrtni moment zaletanja. Po dostizanju referentne brzine, struja se spušta na vrednost praznog hoda.



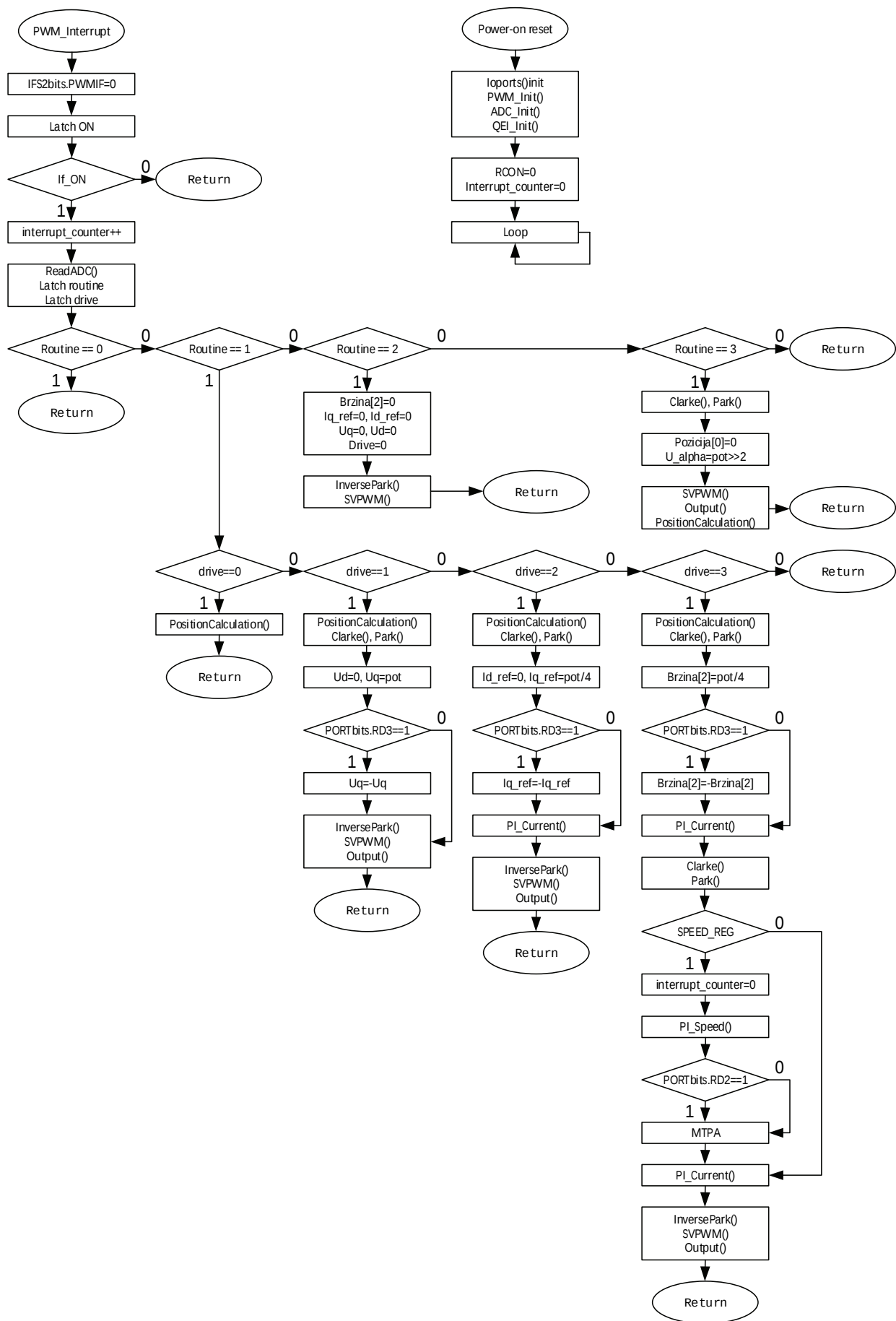
Slika 3 - Brzinska regulacija, rampa (8), 120V, f300.

Slika 3 prikazuje odziv brzinske regulacije pri naponu DC grane od 120V. Vrednosti grafika se upisuju pri svakom 300-tom prekidu. Referenca brzine (W_{ref}) se zadaje po rampi, dostižući 2000RPM u tački 8. Referenca struje je ograničena na 15000 (~3A).

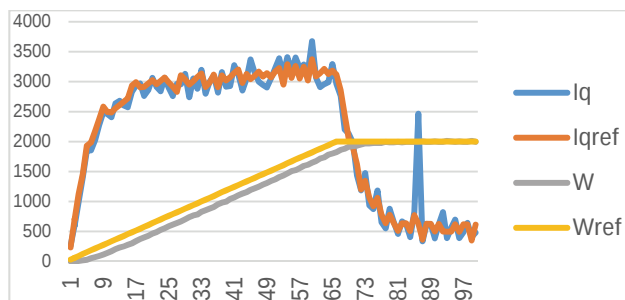
Odziv počinje kao karakterističan jednosmerni motor, ali nešto pre kraja brzinske rampe, aktuator ulazi u limit. Regulator nalaže porast struje, i aktuator pokušava da podigne izlazni napon, ali, usled sniženog napona DC kola dolazi do svojevrsnog „sloma uzgona“. Vrednost struje pada, dok izlaz iz regulatora još više raste u odgovor na rast razlike između regulatora i odziva (tj. greške). U isto vreme, rast odziva brzine naglo usporava. Povratkom strujne reference u opseg aktuatora, pogon se stabilizuje.

Slika 5 prikazuje odziv brzinske regulacije pri naponu DC grane od 90V. Vrednosti grafika se upisuju pri svakom 300-tom prekidu.

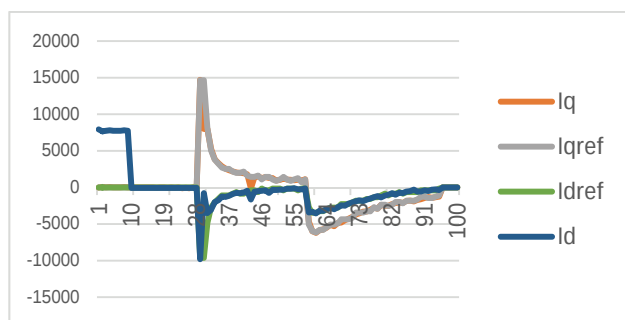
Rampa reference struje je usporjena, kako bi se kompenzovao sniženi napon DC kola. Ubrzo nakon starta, proporcionalni odziv brzinskog regulatora se uskladi sa porastom reference brzine, i umesto naglog skoka, rast reference struje se svodi na integralno dejstvo brzinskog regulatora.



Slika 4 - Algoritam vektorske kontrole PMSM



Slika 5 Brzinska regulacija, rampa (66) 90V, f300



Slika 6 - Parkiranje, MTPA, 90V, f1000

Slika 6 prikazuje test parkiranja rotora i MTPA algoritma. Vrednost grafika se upisuje pri svakom 1000-om prekidu. Do tačke 9 se rotor pozicionira konstantnim U_α , radi određivanja startne pozicije rotora.

Potom, motor se startuje, uz karakterističan odziv struje I_q . U tački 59 referenca brzine se reversira. Struja I_d se menja u skladu sa MTPA algoritmom, i ostaje negativna bez obzira na smer motora.

5. ŠTAMPANA PLOČA

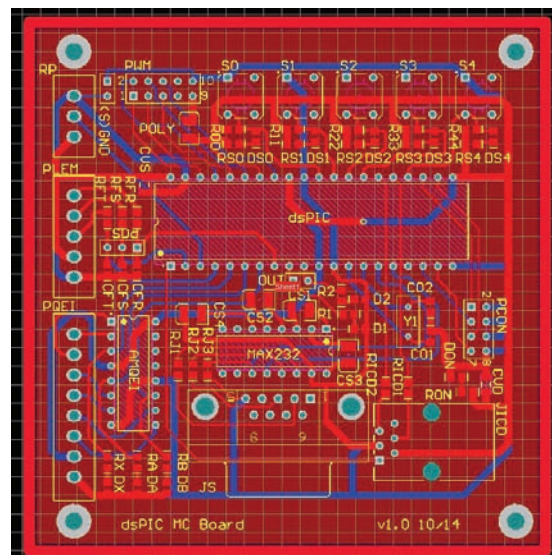
Ploča za motornu kontrolu, prikazana na slici 8, je dizajnirana komplementarno sa korišćenim pretvaračem i razvijenim programskim kodom.

Projektovana štampana ploča je dvoslojna, i sadrži konektore potrebne za kontrolu električnih motora, komandne tastere i džampere.

Takođe, na ploču je integrisano i kolo za prilagođavanje kvadrturnih impulsa mikrokontrolerskom kvadrturnom modulu.

Umesto potencimetra, na ploči je postavljen set terminalnih priključaka na koje se po potrebi može spojiti potencijometar.

Kako je potencijometar deo hardvera kojim se najčešće manipuliše, a kao komponenta (za razliku od tastera, na primer) nije pogotovo robustan, spajanje preko terminala omogućuje korisniku da zameni neispravan potencijometar, montira osetljiviji potencijometar, ili prosto zadavati referencu drugim uređajem.



Slika 8 - Štampana ploča za kontrolu električnih pogona

6. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljeno softversko rešenje za kontrolu sinhronog motora sa stalnim magnetima. Takođe, dat je pregled komponenti korišćenih u tu svrhu, kao i predlog hardverskog rešenja za kontrolu motora.

Na osnovu rezultata se može zaključiti da je programskim kodom postignuta robustna i pouzdana kontrola sinhronog motora, lako podesivog režima rada.

7. LITERATURA

- [1] U.S. Energy Information Administration, "International Energy Outlook 2013," U.S. Department of Energy, Washington, D.C., 2013.
- [2] V. Vasić / Đ. Oros, Energetska elektronika u pogonu i industriji, Novi Sad: FTN izdavaštvo, 2008.
- [3] Microchip Technology, dsPIC30F Family Reference Manual.
- [4] D. Marčetić, Mikroprocesorsko upravljanje elektroenergetskim pretvaračima, Novi Sad: FTN izdavaštvo, 2012.
- [5] D. Marčetić / V. Porobić, Primena mikroprocesora u elektroenergetici - praktikum laboratorijskih vežbi, Novi Sad: FTN Izdavaštvo, 2012.

Kratka biografija:

Nemanja Gajić rođen je u Sarajevu 1990. god. Završio je prirodni smer gimnazije „Isidora Sekulić“ u Novom Sadu. Diplomski – master rad odbranio je 2014 godine na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu.

**RAZVOJ APLIKACIJE ZA GDA PRISTUP PODACIMA IZ RAZLIČITIH VERZIJA
MODELA DISTRIBUTIVNE MREŽE****APPLICATION DEVELOPMENT FOR GENERIC DATA ACCESS FROM DIFFERENT
VERSIONS OF DISTRIBUTION NETWORK MODEL**

Mirela Hrnjak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazano je jedno rešenje servisa koji omogućava aktualizaciju modela distributivne mreže koji je smešten u SQLite relacionoj bazi podataka. Takođe implementirane su i osnovne metode za generički pristup podacima koje se pozivaju putem klijentske aplikacije realizovane pomoću WPF (Windows Presentation Foundation) tehnologije.

Abstract – This paper presents a solution of a service that allows updating of the distribution network model which is placed in the SQLite relational database. Also, this service implements basic methods for generic data access which could be called by the client application implemented using the WPF (Windows Presentation Foundation) technology.

Ključne reči: Distributivna mreža, WPF, WCF, CIM, model, GDA

1. UVOD

Sa razvojem informacionih tehnologija javlja se potreba za primenom istih na različite infrastrukturne i kritične sisteme. Jedan od aspekata jeste i primena informacionih tehnologija na elektrodistributivne mreže. Vremenom se pojavio i pojam "pametne mreže" (eng. *smart grid*) koji predstavlja unapređenje tradicionalnih elektroenergetskih sistema i značajnije učešće informacionih tehnologija sa ciljem optimizacije potrošnje i olakšavanja upravljanja i nadziranja celokupnog sistema snabdevanja električnom energijom. Velika pažnja posvećena je problemu skladištenja i čitanja podataka o elektrodistributivnoj mreži jer je potrebno da se obezbedi jednostavan način za pristupanje podacima bez obzira na složenost samog sistema. Kako bi različite aplikacije imale mogućnost razmene podataka, neophodno je obezbediti standardizovan interfejs koji će obezbediti jednoobrazan način za pristup podacima. Sa razvojem i usložnjavanjem nadzorno-upravljačkih sistema razvijeni su i brojni standardi za generički pristup podacima, a jedan od tih standarda je GDA (eng. *Generic Data Access*) standard.

2. MODEL PODATAKA DISTRIBUTIVNE MREŽE**2.1. Standard IEC 61970-304**

IEC (*International Electrotechnical Commission*) [1] je svetska organizacija za standardizaciju koja obuhvata sve nacionalne elektrotehničke komitete.

NAPOMENA:

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

Cilj IEC-a jeste da promoviše međunarodnu saradnju po pitanjima koja se tiču standardizacije u polju elektroenergetike. Serija standarda 61970-4xx navodi skup interfejsa koji komponente ili aplikacije treba sprovode kako bi mogle da razmenjuju podatke sa drugim aplikacijama, ili da pristupe javno dostupnim podacima na standardan način. Deo 403 – generički pristup podacima (GDA) definiše usluge potrebne za pristup podacima o elektroenergetskom sistemu a koji su definisani u standardu serije IEC 61970-3xx: *Common Information Model* (CIM). Standard IEC 61970-304 omogućava pristup podacima bez ikakvog znanja o logičkoj semi koja se koristi za unutrašnje skladištenje. Generički pristup podacima omogućava operacije čitanja i izmene podataka. U ovom radu razmatrano je čitanje podataka.

2.2. Common Information Model - CIM

CIM [2] je apstraktni model koji predstavlja sve objekte specifične za elektrodistributivne mreže, pružajući standardan način za predstavljanje sistemskih resursa i veza između njih. Izdat je kao deo standarda IEC 61970-301. Resursi su predstavljeni u vidu klasa koje sadrže odgovarajuće atribute. Jedan od glavnih ciljeva CIM-a jeste da obezbedi model koji je nezavisan od platforme na koju se oslanja aplikacija.

CIM je podeljen u skup različitih paketa. Svrha postojanja paketa jeste da se grupišu povezani elementi, u skladu sa namenom tih elemenata. U nastavku su prikazani paketi pomoću kojih su grupisani elementi električne mreže: Core, Domain, Generation, LoadModel, Meas, Outage, Protection, Topology, Wires i SCADA.

2.3. Osnovni pojmovi

U nastavku su opisani najbitniji pojmovi i definicije od značaja.

Resurs (*Resource*) je svaki objekat koji poseduje jedinstveni identifikator.

Osobina (*Property*) je neki aspekt resursa koji se može opisati. Kada se pojavi u upitu predstavljen je preko *ClassID*-a. Osobina opisuje atribut nekog objekta. Sastoji se iz dva dela: identifikator (*id*) i vrednost (*value*). Svaka osobina jednoznačno je određena preko *ClassID*-a (objašnjeno u 5.1).

Vrednost (*Value*) sadrži vrednost atributa. Vrednost se postavlja kroz konstruktor ili preko odgovarajućih metoda.

ResourceDescription opisuje objekat. Može da sadrži sve ili samo odabrane osobine. Globalni identifikator objekta koji se opisuje predstavlja identifikator *ResourceDescription*-a.

Asocijacija (*Association*) je objekat kojim se definišu veze između entiteta u GDA upitima. Opisuje veze između objekata. Sadrži identifikator osobine (*propertyId*) koja je tipa referenca. Vrednost svojstva je globalni identifikator referenciranog objekta.

2.4. Mrežni model

Mrežni model je objektno orijentisani model elektroenergetske mreže zasnovan na CIM-u. Pomenuti model sadrži samo statičke podatke. Model se odnosi na distributivni i niskonaponski deo mreže. U ovom rešenju podaci o mreži su smešteni u SQLite bazi podataka. Ceo model distributivnog sistema je predstavljen klasama definisanim u skladu sa CIM standardom.

3. WCF I WPF MICROSOFT TEHNOLOGIJE

Za implementaciju programskog rešenja korišćene su WPF (*Windows Presentation Foundation*) i WCF (*Windows Communication Foundation*) Microsoft tehnologije. WPF okruženje je iskorišćeno za kreiranje grafičkog korisničkog interfejsa. WCF okruženje je iskorišćeno za pristup implementiranom servisu.

3.1. Windows Communication Foundation

WCF (*Windows Communication Foundation*) je tehnologija koja omogućava međuprocene komunikacije, razvijena je od strane Microsoft korporacije i predstavlja sastavni deo .NET radnog okruženja. WCF tehnologija je servisno orijentisana (*SOA-service-oriented architecture*), što znači da se zasniva na projektovanju servisa i mehanizama koji će klijentima omogućiti korišćenje tih servisa. Servis je deo funkcionalnosti koji je izložen ka ostalim aplikacijama. Klijent koji koristi neki servis može biti konzolna, WPF aplikacija, drugi servis itd. Rad sa WCF servisima svodi se na definisanje i korišćenje *endpoint*-a (pristupnih tačaka). Krajnja tačka predstavlja skup svih neophodnih informacija koje su klijentu potrebne za pristup servisu. Svaka krajnja tačka mora da sadrži informacije o adresi na kojoj servis osluškuje poziv od strane klijenta, protokolu koji se koristi za komunikaciju, kao i informacije o ugovoru (eng. *contract*) u kojima su definisane operacije koje servis izlaže klijentima.

3.2. Windows presentation foundation

WPF (*Windows Presentation Foundation*) [4] predstavlja grafički podsistem .NET radnog okvira i u direktnoj sprezi je sa XAML jezikom. Omogućava konzistentan programski model za razvoj aplikacija i obezbeđuje jasno razdvajanje korisničkog interfejsa (UI) poslovne logike aplikacije. WPF omogućava dizajn, kontrolu i razvoj vizuelnih aspekata Windows programa. XAML se upotrebljava u .NET tehnologijama, a posebno u WPF-u. U WPF-u, koristi se kao *user interface markup language* za definisanje UI elemenata, *data binding*-a, događaja i sl.

4. AKTUALIZACIJA MODELA PODATAKA

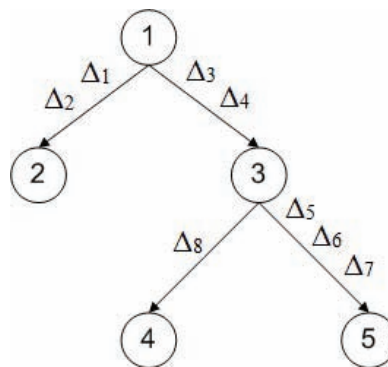
Aktualizacija modela podataka inicira se prosleđivanjem odgovarajuće verzije modela od strane klijenta. Servis implementira *IGetVersionId* interfejs koji sadrži metodu pod nazivom *PassVersionId* i predstavlja ugovor prema klijentu. Ukoliko se prosleđeni identifikator verzije nalazi u listi postojećih verzija, inicira se poziv metode čiji je zadatak aktualizacija pomenutog modela. Verzije modela

organizovane su u vidu stabla verzija gde svaki čvor predstavlja jednu verziju modela.

U ovom slučaju, aktualizacija se vrši nad odgovarajućim modelom smeštenim u SQLite bazi podataka. Na osnovu prosleđenog identifikatora verzije modela, potrebno je pronaći putanju u okviru stabla verzija i to između početne (tekuće) verzije i verzije čiji je identifikator prosleđen od strane klijenta. Putanja se sastoji od niza različitih verzija i niza *Delta* objekata, čijom se primenom model dovodi iz jedne verzije u drugu.

Putanja između verzija dobijena je uz pomoć Dijkstra algoritma [3]. Ovaj algoritam je jedan od algoritama namenjenih pronalaženju najkraćeg puta između čvorova u grafu sa nenegativnim težinama grana grafa. Pretpostavka je da postoji graf koji sadrži skup čvorova i skup grana koje povezuju čvorove. Svaka grana je predstavljena parom čvorova koje povezuje, dok se rastojanje između čvorova može predstaviti određenom težinom. Dužina puta između dva proizvoljna čvora predstavljena je sumom težina grana na tom putu. Zadatak algoritma je da pronađe najkraći put između dva proizvoljna čvora. Ovaj algoritam se zasniva na pamćenju vrednosti trenutnog najkraćeg puta od početnog do svih ostalih čvorova. Za početni čvor, ta vrednost iznosi 0, dok se na početku svim ostalim čvorovima dodeljuje vrednost beskonačno. Pri prestanku rada algoritma, za dužinu putanje dobija se vrednost koja odgovara sumi težina grana na toj putanji ili vrednost beskonačno ukoliko tražena putanja ne postoji. U toku procesa izvršavanja algoritma, mogu se uočiti dva skupa čvorova, a to su čvorovi do kojih je poznata najkraća putanja (skup M) i čvorovi za koje ovaj podatak nije poznat (skup N). Na početku, skup M je prazan, a u svakoj iteraciji algoritma iz skupa N se premešta po jedan čvor u taj skup.

Na slici 1. prikazan je apstraktni prikaz stabla verzija gde strelice predstavljaju prethodno pomenuti niz *Delta* objekata.



Slika 1. Graficki prikaz stabla verzija

Kada su izdvojeni *Delta* objekti koji su neophodni da bi se stanje modela dovelo iz početne u traženu verziju, sledeći korak je primena tih objekata. Primena *Delta* objekata se obavlja tako što se izdvoje *ResourceDescription* objekti iz svakog *Delta* objekta. Nakon toga, iz svakog *ResourceDescription* objekta se izdvajaju njegove osobine, a zatim se ti objekti upisuju u relacionu bazu podataka i na taj način se model podataka dovodi u željeno stanje. Prethodno opisani proces aktualizacije modela prikazan je na slici 2., u vidu dijagrama.



Slika 2. Aktualizacija modela

5. REALIZACIJA ČITANJA PODATAKA

Kao što je već pomenuto, u radu su realizovane neke od GDA metoda namenjenih čitanju podataka, a to su: *GetValues*, *GetExtentValues* i *GetRelatedValues*. Svaki poziv neke od navedenih metoda inicira zaseban SQL upit nad SQLite bazom podataka. Takođe, realizovane su i metode namenjene za iterativno čitanje rezultata upita, a to su: *IteratorNext*, *IteratorResourcesLeft* i *IteratorClose*.

5.1. Identifikacija objekata

Metode namenjene čitanju podataka kao ulazne parametre, između ostalog primaju i identifikatore resursa koji se u tekstu pominju pod nazivima globalni identifikator resursa (GID) i *ClassID*.

ClassId predstavlja jedinstveni identifikator tipa resursa. Globalni identifikator (GID) resursa je atribut klase *IdentifiedObject* koja se nalazi u hijerarhiji nasleđivanja svih ostalih klasa, tako da nasleđivanjem svaka klasa pored svojih atributa sadrži i nasleđene attribute kojima pripada globalni identifikator. GID je tipa *long*, jer je provera jednakosti brojeva daleko efikasnija od provere jednakosti nekih drugih tipova i prosleđuje se kao *ResourceID* prilikom pozivanja metoda za čitanje podataka. GID je kreiran na osnovu tri vrednosti:

- Sistem id – u ovom rešenju je uvek nula.
- ClassID – odgovara tipu entiteta za koje se kreira GID,
- Brojač – za svaki tip entiteta postoji odgovarajući brojač koji obezbeđuje jedinstvenost GID-a po tipu.

5.2. Metoda *GetValues*

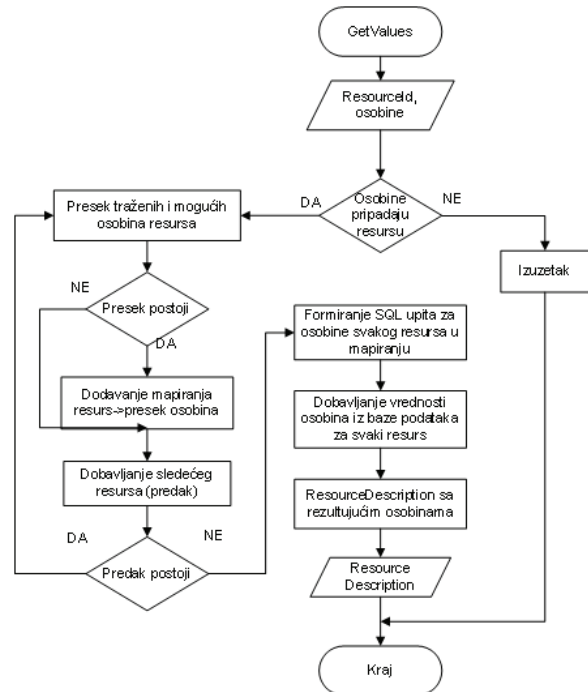
Metoda *GetValues* za prosleđeni globalni identifikator resursa i listu osobina datog resursa vraća rezultat u vidu *ResourceDescription*-a, koji sadrži konkretne vrednosti za prosleđene osobine. U listingu 1. prikazan je potpis

metode *GetValues* koji je u skladu sa prethodno pomenutim GDA interfejsom.

ResourceDescription *GetValues*
(*ResourceID* resource, *PropertySequence* properties)

Listing 1. Potpis metode *GetValues*

Izvršavanje ove metode uslovljeno je uspostavljanjem konekcije sa bazom podataka. Detalji implementacije *GetValues* metode su prikazani na slici 3.



Slika 3. Implementacija *GetValues* metode

Nakon što je konekcija uspešno uspostavljena, dolazi se do tipa traženog resursa na osnovu globalnog identifikatora koji je prosleđen prilikom poziva metode. Tip resursa je od značaja jer upravo tip ukazuje na naziv tabele u kojoj se traženi resurs nalazi. Sledeći korak je validacija osobina koje su prethodno prosleđene, tj. upoređivanje stvarnih osobina traženog resursa sa prosleđenim osobinama. Kada su osobine validirane, kreira se SQL upit. Upit se izvršava za tip (klasu) čiji je identifikator prosleđen kao i za svakog pretka date klase. Rezultati upita se dobijaju uz pomoć objekta tipa *IDataReader*, čiji se rezultat konvertuje u odgovarajući tip i na taj način se dolazi do vrednosti traženih osobina. Povratni tip metode *GetValues* je *ResourceDescription*, koji se formira na osnovu globalnog identifikatora resursa prosleđenog pri pozivu metode i vrednosti osobina dobijenih SQL upitom.

5.2. Metoda *GetExtentValues*

Metoda *GetExtentValues* kao ulazne parametre prima *ClassID* resursa, listu osobina datog resursa, a vraća listu *ResourceDescription*-a, koji je sadrži konkretne vrednosti za prosleđene osobine.

U listingu 2. prikazan je deklaracija metode *GetExtentValues* koji je u skladu sa prethodno pomenutim GDA interfejsom.

ResourceDescription *get_extent_values*
(*PropertySequence* properties, *ClassID* class_id)

Listing 2. Deklaracija metode *GetExtentValues*

SQL upit za ovu metodu se formira na sličan način kao i za metodu *GetValues*, s tom razlikom da se u ovoj metodi zahtevaju svi objekti zadatog tipa, a u metodi *GetValues* se zahteva jedan objekat zadatog tipa koji se izdvaja na osnovu jedinstvenog identifikatora. Ova razlika se uočava i u potpisu metoda. Naime, u metodi *GetValues* je prosleđen jedinstveni identifikator traženog resursa, a u metodi *GetExtentValues* je prosleđen *ClassID* koji određuje tip objekta i kao rezultat se očekuju svi objekti tog tipa. Dakle, ova metoda je realizovana tako da se pomoću dodatne metode dođe do svih globalnih identifikatora objekata zadatog tipa, a nakon toga se za svaki iz liste pomenutih globalnih identifikatora poziva metoda *GetValues* i na taj način se dobija lista *ResourceDescription*-a. Povratni tip ove metode je celobrojna vrednost, čija vrednost predstavlja jedinstveni identifikator iteratora pomoću koga se prolazi kroz dobijene rezultate.

5.2. Metoda *GetRelatedValues*

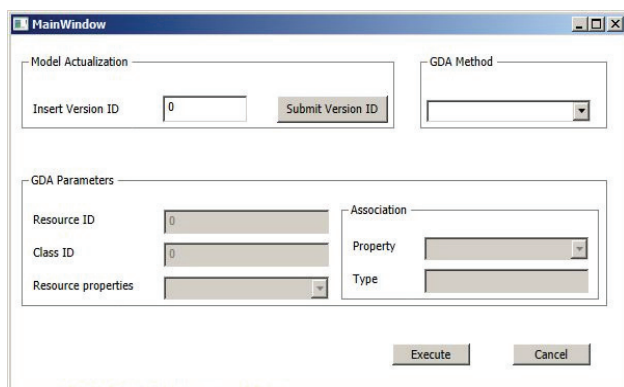
Metoda *GetRelatedValues* kao ulazne parametre prima GID, objekat asocijacije i listu osobina. Svrha ove metode jeste dobavljanje svih resursa određenog tipa i osobina (željene osobine su prosleđene u vidu liste pri pozivu metode) koji referenciraju resurs čiji je GID prosleđen takođe pri pozivu metode. Veza između referenciranog resursa i liste resursa koji ga referenciraju, određena je pomoću asocijacije prosleđene pri pozivu metode. Povratni tip ove metode je celobrojna vrednost, čija vrednost predstavlja jedinstveni identifikator iteratora pomoću koga se prolazi kroz dobijene rezultate. U listingu 3. je prikazana deklaracija metode *GetRelatedValues*.

ResourceDescription GetRelatedValues
(PropertySequence properties, Association association, ResourceID source)

Listing 3. Deklaracija metode *GetRelatedValues*

6. KLIJENTSKA APLIKACIJA

Klijentska aplikacija koja omogućava pristup implementiranom servisu realizovana je uz pomoć prethodno opisane WPF tehnologije. Na slici 4. prikazan je izgled glavnog prozora klijentske aplikacije.



Slika 4. Glavni prozor klijentske aplikacije

Aplikacija je realizovana tako što je uz pomoć WPF kontrola kreiran osnovni izgled glavnog prozora koji omogućava spregu korisnika sa servisom. Prva grupa kontrola, pod nazivom *Model Actualization*, predstavlja

kontrole koje omogućavaju iniciranje aktualizacije modela podataka. Kada je model uspešno aktualizovan, korisnik ima mogućnost odabira metode GDA interfejsa. U skladu sa odabirom se omogućava unos parametara koji predstavljaju ulazne parametre odabrane metode.

Klikom na dugme *Execute* inicira se poziv odabrane metode, a pritom se prosleđuju uneti parametri.

Rezultati poziva odabrane metode prikazuju se u novom prozoru u vidu tabele u kojoj kolone predstavljaju prosleđene osobine, dok svaka vrsta predstavlja jedan *ResourceDescription*.

Na slici 5. prikazan je izgled prozora u kome su prikazani rezultati poziva *GetExtentValues* metode, gde je prilikom poziva prosleđen *ClassID* BREAKERC, dok su listu osobina datog tipa prosleđene sledeće osobine: *breakerc_subtype*, *breakerc_peak*, *breakerc_therm* i *idobj_gid*.

BREAKERCSTYPE	BREAKERCPEAK	BREAKERC THERM	IDOBJGID
0	44500	23580	77309413288
0	28000	14000	77309413289
0	24400	12960	77309413290
0	28000	14850	77309413292
0	14800	7830	77309413293
0	28000	18000	77309413294
0	24400	12960	77309413295
0	24400	12960	77309413296

Slika 5. Prozor za prikaz rezultata poziva metode

7. ZAKLJUČAK

U radu je implementiran servis koji omogućava prevođenje stanja modela iz početnog u zahtevano stanje. Klijent koji koristi servis ima mogućnost prosleđivanja identifikatora zahtevane verzije.

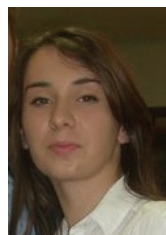
Takođe, implementirane su GDA metode za čitanje podataka o modelu i time je obezbeđen jednostavan i jednoobrazan pristup podacima o modelu elektrodistributivne mreže.

Konačno, implementirana je klijentska aplikacija koja obezbeđuje jednostavan način za spregu klijenta i servisa.

8. LITERATURA

- [1] IEC 61970 Energy Management System Application Program Interface (EMS-API) — Part 301: Common Information Model (CIM) BaseSecond Edition.
- [2] IEC 61970 Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 403: Generic data access. (2008). IEC.
- [3] David Joyner, M. V. (2011 May 01). *Algorithmic Graph Theory* (Version 0.7-r1843 ed.).

Kratka biografija:



Mirela Hrnjak rođena je u Virovitici 1990. god. Završila je srednju školu u Indiji, 2009. godine. Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu je upisala 2009. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranila je 2014.god.

**PRIMENA MULE ESB-A U INTEGRACIJI APLIKACIJA ELEKTROENERGETSKOG
PREDUZEĆA****THE APPLICABILITY OF MULE ESB IN ELECTRIC UTILITY SYSTEMS
INTEGRATION**

Nikola Krunić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je analizirana mogućnost primene Mule ESB-a u ostvarenju komunikacije između različitih aplikacija elektroenergetskog preduzeća. U komunikaciji su korišćene poruke u skladu sa odgovarajućim IEC standardima. Testirane su performanse ESB-a i analizirani su dobijeni rezultati.

Abstract – This paper considers the applicability of Mule ESB for communication between electric utility applications. Messages exchanged in the communication are formed in accordance to the appropriate IEC standards. Performances of the ESB were tested and the results were analyzed.

Ključne reči: Mule ESB, integracije, IEC standardi

1. UVOD

Većina preduzeća ima potrebu za komunikacijom između svojih internih softverskih sistema, ali takav zahtev često podrazumeva komplikovanu arhitekturu i smanjenu održivost sistema. Često su sistemi implementirani u različitim tehnologijama, pa se njihova međusobna komunikacija dodatno otežava. Jedan od načina da se ostvari komunikacija između različitih komponenti je korišćenjem servisno orijentisane arhitekture (SOA). SOA predstavlja skup smernica pomoću kojih se modularan skup dobro definisanih interfejsa može „labavo“ povezati. Termin servis odnosi se na poslovni proces enkapsuliran u interfejs koji se može pozivati sa udaljenih tačaka. Postoje dve uloge u SOA, *service provider* i *service consumer*. Jedan poslovni proces može preuzeti obe uloge.

ESB (*Enterprise Service Bus*) je integraciona platforma zasnovana na servisima koja omogućava integraciju brojnih aplikacija preko infrastrukture slične magistrali. Neke od karakteristika ESB-a su: kanonički format poruka (obično XML), svaki integrisani sistem ima adapter za pretvaranje poruka iz aplikativnog u kanonički oblik, ili obrnuto. ESB uglavnom ne pamti stanje, već se ono uključuje u poruku. Prilikom korišćenja ESB-a preporučljivo je definisati arhitekturu adaptera i kanonički model podataka na nivou organizacije, te u skladu sa tako definisanim modelom prilagoditi poruke koje se razmenjuju kroz ESB. Treba definisati standardizovanu arhitekturu adaptera kada je to moguće, jer se očekuje da će za većinu aplikacija biti potreban zaseban adapter. Arhitektura ESB-a je najprikladnija za projekte

koji sadrže integraciju više od nekoliko aplikacija, koji planiraju mogućnost proširivanja i kasnijeg dodavanja novih funkcionalnosti. Ova arhitektura se obično koristi za strategijske projekte nekog preduzeća, te razvoj ESB arhitekture spada u deo planiranja [1].

U elektroenergetskim preduzećima, ESB se može koristiti za integraciju sistema kao što su: *Geographical information system* (GIS), *Outage management system* (OMS), *Billing system*, *Energy management system* (EMS), *Distribution Management System* (DMS), SCADA, *Interactive voice response system* (IVR) i drugi.

Poruke koje se u elektroenergetskim sistemima razmenjuju često su od velike važnosti, tako da ne smeju biti izgubljene ili neobrađene. Takođe, potrebno je podržati visok nivo robustnosti i zaštite od otkaza sistema. U slučaju delimičnog otkaza treba obezbediti pouzdanu i blagovremenu detekciju i rešavanje problema. U narednim poglavljima, je za svrhe integracija elektroenergetskih sistema razmatran Mule ESB – primer ESB-a implementiranog u programskom jeziku Java. Testirane su mogućnosti Mule ESB-a sa porukama formiranim u skladu sa preporukama serije standarda IEC 61968. Korišćeni su primeri poruka sa testa *smart meter information* interoperabilnosti iz 2010. godine [2]. Servisi koji se integrišu implementirani su u Microsoft .Net okruženju, čime je prikazana mogućnost integracije sistema formiranih na različitim platformama.

2. PREGLED MULE ESB-A

Mule ESB je integraciona platforma koja omogućuje povezivanje aplikacija sa ciljem razmene podataka. Omogućuje integraciju postojećih sistema, uzimajući u obzir različite tehnologije koje aplikacije koriste, uključujući JMS, WS, JDBC, HTTP i druge. Neke od sposobnosti Mule ESB-a su: kreiranje i objavljivanje servisa, rutiranje poruka (preusmeravanje, filtriranje, nadogradnja poruka na osnovu sadržaja i pravila), transformacija podataka (razmena podataka u različitim formatima i protokolima).

Biznis logika Mule aplikacija definiše se kroz jedan ili više tokova (*flow*). Mule aplikacija počinje da obrađuje poruku koju primi kroz ulaznu tačku toka (*inbound endpoint*). Dalje se u toku mogu implementirati koraci obrade poruke, ili se poruka rutira u druge tokove ili podtokove (*subflow*). U odnosu na tok koji je izazvao njegovo izvršavanje, drugi tok se može izvršavati sinhrono ili asinhrono. Prednosti korišćenja više tokova su:

NAPOMENA:

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

- Asinhroni tok B može raditi vremenski zahtevne zadatke, bez uticaja na izvršavanje toka A.
- Tokovi A i B mogu različito reagovati na greške.
- Tok rastavljen po logičkim celinama u više manjih tokova je lakše čitati, razumeti i održavati.
- Jedan tok se može pozivati od strane drugih tokova.

Razlikujemo sledeće vrste tokova:

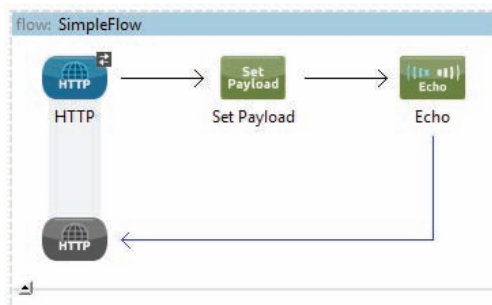
- sinhroni tokovi,
- asinhroni tokovi,
- podtokovi (uvek sinhroni).

Sinhroni i asinhroni tokovi definišu zasebne strategije rukovanja izuzecima, dok podtokovi nasleđuju strategiju toka koji je pozvao podtok.

Za obradu, dodavanje atributa porukama i slično, koriste se elementi toka koje po funkcionalnosti delimo na sledeće vrste:

- Konektori - povezivanje sa eksternim izvorima podataka po standardnim protokolima i *third-party* API-ima.
- Filteri - ograničavaju obradu poruka po definisanim kriterijumima.
- Komponente - izvršavaju određenu logiku nad porukom, uključujući specifičnu logiku programiranu u Javi, JavaScript-u, Groovy-u, Python-u ili Ruby-u.
- Ruteri - Usmeravaju poruke na različite putanje u aplikaciji u zavisnosti od sadržaja ili definisanih kriterijuma.
- Područja (scopes) - obuhvataju delove toka radi definisanja posebnih ponašanja unutar toka.
- Konvertori- transformišu poruke tako da mogu biti poslate drugim sistemima.
- Strategije izuzetaka - rukuju svim izuzecima koji mogu nastati tokom obrade poruka.

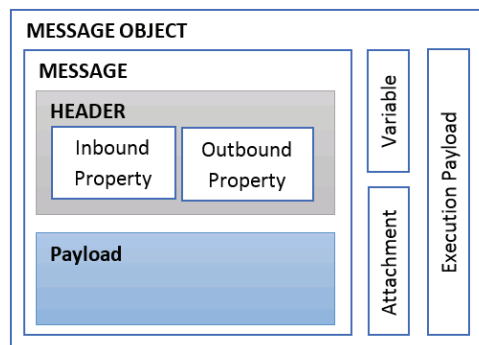
Tok se može definisati na dva načina: kroz grafički editor ili direktno kroz XML na osnovu kojeg se grafički prikaz formira. Na slici 1 je prikazan primer Mule toka u grafičkom prikazu u kojem se prima HTTP zahtev, postavlja sadržaj koji predstavlja odgovor, sadržaj se zapisuje u log, a zatim se vraća klijentu kao HTTP odgovor.



Slika 1. Primer Mule toka

Mule poruke sa slike 2 koje prolaze kroz tok sastoje se iz dva dela: zaglavlje i sadržaj (*payload*). Sama Mule poruka se ugrađuje u Mule objekat koji može imati promenljive, dodatke i sadržaj za izuzetke (*exception payload*). Meta podaci sadržani u poruci nalaze se u *property* poljima unutar zaglavlja, dok su podaci o poruci smešteni u Mule

objektu kao promenljive. *Property* može biti tipa *inbound*, što znači da se postavljaju od strane aplikacije koja je formirala poruku i ne mogu se menjati unutar toka. Ovakav *property* se ne može preneti u drugi tok. *Outbound property* se može postavljati i menjati unutar toka. Kada ovaj *property* pređe u drugi tok, on postaje *Inbound property*.



Slika 2. Struktura Mule poruke

Bitan koncept dizajniranja tokova su globalni elementi. Oni omogućavaju definisanje elemenata koji će se koristiti u bilo kom toku ili podtoku, eliminišući redundantnost pri definisanju komponenti. Kao ulazna tačka u tok može se postaviti servis koji će pokrenuti tok svaki put kada mu pristigne zahtev. U tom slučaju potrebno je napisati implementaciju interfejsa ovog servisa i tu implementaciju dodati u tok. Pored objavljivanja servisa, iz toka je moguće i pozivati servis. Komponentama je za povezivanje sa servisom potrebna lokacija WSDL fajla koji definiše taj servis. U ovom procesu često nailaze problemi sa interoperabilnošću, jer se WSDL fajlovi u različitim tehnologijama mogu različito interpretirati. Zato je pri formiranju WSDL-a potrebno pratiti smernice o WS interoperabilnosti [3]. Na primer, da bi se Java klijent mogao povezati na servis implementiran u C#, preporučeno je da se koristi *basicHttpBinding* pri formiranju *service endpoint*-a.

3. INTEGRACIJE SA PORUKAMA ZASNOVANIM NA IEC 61968 STANDARDU

Common Information Model (CIM) [4] je skup standarda zasnovanih na informacionom modelu definisanom pomoću UML-a. Ovaj informacioni model opisuje stvarne objekte i informacione entitete koji se razmenjuju između elektroenergetskih sistema.

CIM definiše semantiku za razmenu informacija i nije vezan za interne modele pojedinačnih aplikacija.

CIM omogućuje korišćenje istog modela za sve aplikacije čime se postiže deljenje informacija između tih aplikacija. Ustanovljen je od strane IEC komisije i definisan je kao deo standarda IEC 61970-301 za prenosne sisteme, dok se za distributivne sisteme proširenja nalaze definisana u IEC 61968-11. Interoperabilnost je u ovom radu postignuta praćenjem standarda IEC 61968-1-2. Neki od ciljeva i dobiti ovog standarda su [5]:

- Jednostavna integracija preko servisa zasnovanih na SOAP protokolu. Predefinisani WSDL-ovi pružaju izdavačima proizvoda ugovor na osnovu kog implementiraju svoja softverska rešenja.

- Usklađenost sa standardom 61968-1-1. Konzistentne definicije poruka sprečavaju nastajanje zabune u industriji, a smanjuje se kompleksnost interoperabilnosti između proizvoda koji koriste ova dva standarda.

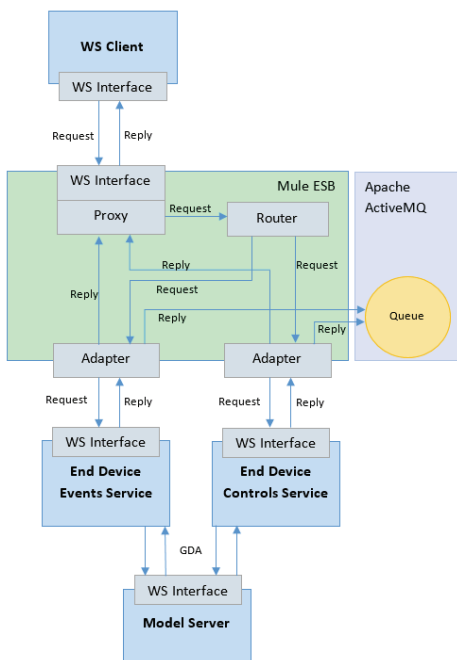
4. OPIS IMPLEMENTACIJE INTEGRISANOG REŠENJA UZ OSLOMAC NA MULE ESB

U trenutku implementacije rešenja aktuelna verzija Mule ESB razvojnog okruženja *Anypoint Studio* je 3.5.0. Bezbednosni deo rešenja implementiran je pomoću dodatnog paketa „Mule Enterprise Security“ verzije 1.3. Razmatranja i grafički prikazi u vezi sa Mule ESB-om odnose se na ovu konfiguraciju.

4.1. Funkcionalnost sistema

Na slici 3 prikazana je uopštena struktura rešenja. Osnovno ponašanje sistema se može predstaviti sledećim operacijama:

- Mule ESB objavljuje servis koji predstavlja ulaznu tačku za klijente.
- Klijent šalje poruku ESB-u preko objavljenog servisa.
- Poruka se dalje obrađuje i proverava se njena validnost.
- Nevalidne poruke se prosleđuju u *dead-letter queue* (DLQ).
- Validne poruke se prosleđuju odgovarajućim servisima koji izvršavaju svoju logiku i vraćaju odgovor ESB-u.
- ESB upisuje odgovor u MQ i vraća ga klijentu.



Slika 3. Uopšten izgled implementiranog sistema

Klijent koji šalje poruke ESB-u implementiran je u jeziku C#. Tokovi su implementirani pomoću grafičkog editora u

Anypoint Studio-u i direktno kroz XML na osnovu kojeg se formira grafički prikaz toka. Za implementaciju posebne logike unutar ESB-a korišćen je programski jezik Java, a servisi koje Mule ESB poziva implementirani su u WCF *framework-u*. Da bi se postigla interoperabilnost između ESB-a i WCF servisa koji sa njim komuniciraju, korišćeni su WSDL ugovori za *EndDeviceControls* i *EndDeviceEvents* formirani na osnovu šablona opisanih u poglavlju 3. Ovi servisi komuniciraju sa Model Serverom preko GDA upita. Model Server simulira DMS server.

Generic Data Access (GDA) omogućava pristup podacima bez ikakvog znanja o logičkoj šemi – implementaciji koja se koristi za unutrašnje skladištenje podataka. Dovoljno je poznavanje definisanog modela, a u ovom slučaju je to CIM. Prvobitno je standardizovan u okviru *Object Management Group*-a kao *Data Access Facility* (DAF) koji je pružao osnovnu sposobnost postavljanja upita nad nekim modelom. Daljom nadogradnjom nastao je GDA koji obezbeđuje naprednije funkcionalnosti za čitanje i upis podataka. Bilo koja klasa i njeni atributi iz internog modela prikazuju se u vidu resursa pridržavajući se određenih pravila. GDA formuliše upite i odgovore u vidu resursa, *property*-a i vrednosti. Resurs je svaki objekat koji poseduje jedinstveni identifikator, a *property* je neki aspekt resursa koji se može opisati. Asocijacije između resursa se kreiraju preko *property*-a koji predstavljaju reference.

5. REZULTATI TESTIRANJA MOGUĆNOSTI INTEGRACIJA UZ OSLOMAC NA MULE ESB

Rezultati prikazani u ovom poglavlju nastali su testiranjem ESB-a na računaru sa sledećim karakteristikama:

- Intel Core i3 – 4130, 3.4 GHz, 3MB cache,
- RAM 16GB DDR3,
- Toshiba HDD DT01ACA050 ATA.

ESB projekat je postavljen na *Mule Enterprise Server*, a nadgledan je pomoću *Mule Management Console*-e. Njihova verzija je 3.5.1. MQ server korišćen u ovom projektu je *Apache ActiveMQ* verzije 5.10.0. Pri implementaciji projekata korišćen je *.Net framework* 4 i *Java 1.7.0_67*.

Implementirano rešenje isprobano je na virtualnoj mašini u kombinaciji sa računarom na kojem je ta virtualna mašina instalirana. Klijent za testiranje, .Net servisi i MQ serveri su pokrenuti na računaru opisanom na početku poglavlja, a Mule server je postavljen na virtualnu mašinu, tako da se komunikacija odvija među sistemima instaliranim na različitim uređajima.

Svi rezultati testova prikazanih u radu su rađeni na jednom računar (bez virtualne mašine). Pri testiranju korišćene su poruke veličina 4kB i 10kB, ali nisu postojale značajne razlike u rezultatima. Vreme izvršavanja testa za ove dve veličine poruka se razlikovalo za maksimalno 5 sekundi. Zbog toga će biti predstavljeni samo rezultati poruka veličine 4kB.

Sistem sa kojim je započeto testiranje je zapisivao poruke u MQ na sinhron način. Korisnik nije mogao da dobije odgovor od servisa dok se poruka ne upiše u MQ. Na

tabeli 1 prikazani su rezultati tog sistema sa perzistentnim i neperzistentnim upisom poruka u MQ.

Tabela 1. Rezultati sistema sa sinhronim zapisom u MQ

Br.niti/br. poruka po niti	Perzistentnost MQ-a	Broj poslanih poruka	Broj odbijenih poruka (Timeout limit)	Vreme slanja [min:sec]
100/100	Da	9041	959	8:23
	Ne	10000	0	1:49
10/100	Da	10000	0	9:17
	Ne	10000	0	1:52
50/1000	Da	50000	0	49:08
	Ne	50000	0	9:06
50/200	Da	10000	0	9:36
	Ne	10000	0	1:51
100/50	Da	4801	199	4:40
	Ne	5000	0	0:57
10/100	Da	1000	0	0:53
	Ne	1000	0	0:11

Rezultati merenja pokazuju da je sistem sa neperzistentnim zapisom oko pet puta brži. Takođe je u testiranju sistema sa perzistentnim zapisom došlo do nedovoljno brzog odziva ESB-a na klijentov zahtev, pri većem broju niti, što je izazivalo izuzetak usled isteka *Timeout*-a koji je automatski postavljen na jedan minut. Na osnovu merenja uočeno je značajno usporenje kod perzistentnog zapisa u MQ. Predložena su dva rešenja:

1. korišćenje znatno brže memorije (pri testiranju korišćen je disk sa SATA 3 tehnologijom, a postoje opcije klasičnih diskova sa SATA 3.2 tehnologijom, SSD memorija ili RAM disk), ili

2. asinhrono pisanje poruke u MQ. Kreira se nova nit koja zapisuje poruku, a klijentu se vraća odgovor iako zapis u MQ možda još nije završen.

Primenjeno je drugo rešenje i test izvršen sa perzistentnim zapisom. Rezultati se mogu videti na tabeli 2. Pri manjem opterećenju, vreme utrošeno za obradu poruka je bliže testiranom sistemu sa neperzistentnim zapisom. Tokom obrade zahteva od strane ESB-a opterećenje sistema je ravnomerno raspoređeno. Procesor i disk rade na preko 90%, dok zauzeće RAM memorije iznosi 36%.

Tabela 2. Rezultati sistema sa perzistentnim asinhronim zapisivanjem u MQ

Broj niti/broj poruka po niti	Broj poslanih poruka	Broj odbijenih poruka (Timeout limit)	Vreme slanja poruka [min:sec]
100/100	10000	0	2:58
10/100	10000	0	2:42
50/1000	50000	0	1:05:03
50/200	10000	0	2:30
100/50	5000	0	0:55
10/100	1000	0	0:12

Treba primetiti da se poruke i dalje upisuju u MQ i nakon što su svi klijenti dobili sve odgovore. Vreme koje je potrebno da se sve poruke zapišu je približno prethodno testiranom sinhronom perzistentnom sistemu. U slučaju da dođe do izuzetka pri pisanju poruke u MQ za odgovore, ova poruka se prosleđuje u MQ za neuspešno zapisane poruke.

Korišćenjem RAM diska proverena je optimalnost ovog rešenja pri korišćenju memorije sa većom brzinom pisanja i čitanja. Na Slici 6 se mogu videti rezultati testiranja rešenja sa sinhronim i asinhronim zapisom u MQ u slučaju kada su MQ serveri postavljeni na RAM disk. Može se primetiti da su rezultati približni testu u kojem je isključena perzistentnost MQ-a, što je očekivano jer se

sada poruke faktički „perzistiraju“ u RAM memoriju. U ovakvom okruženju može se videti da je i pri optimalnim brzinama zapisa u memoriju vremenski zahtevnije zapisati poruku u MQ nego kreirati posebnu nit za zapisivanje poruke. Pri testiranju nije došlo do odbijanja zahteva i pisanja poruka u DLQ pri broju poruka prikazanom na tabeli 3.

Tabela 3. Perzistentni zapis u MQ na RAM disku

Broj niti/broj poruka po niti	Broj poslanih poruka	Vreme slanja poruka [min:sec]	
		Sinhroni zapis u MQ	Asinhroni zapis u MQ
100/100	10000	1:53	1:43
10/100	10000	1:50	1:50
50/1000	50000	9:11	8:55
50/200	10000	1:45	1:43
100/50	5000	0:53	0:51
10/100	1000	0:11	0:11

6. ZAKLJUČAK

Rezultati implementiranog rešenja ukazuju da Mule ESB može biti iskorišćen pri integracijama u elektroenergetskim preduzećima. Platforma omogućuje izradu kvalitetnih projekata i obezbeđuje širok asortiman predefinisanih funkcionalnosti. Rešenje opisano u ovom radu bi moglo dalje da se unapredi implementiranjem transakcija u tokovima, kao i asinhronom komunikacijom sa klijentima. U okviru ovog rada nisu testirane mogućnosti klastera visoke dostupnosti koje MuleSoft omogućuje, tako da bi to mogao da bude sledeći korak u razmatranju ovog ESB-a za primenu u realnom sistemu. Mule ESB se pokazao kao stabilan sistem koji omogućuje brz razvoj i *deployment*. Podešavanje okruženja za razvoj i servera za *deployment* sa konzolom za nadgledanje ESB-a svodi se na raspakivanje arhiva dostupnih na veb stranici MuleSoft-a.

4. LITERATURA

- [1] MuleSoft, <http://blogs.mulesoft.org/esb-or-not-to-esb-revisited-%E2%80%93-93-part>, preuzeto 29.09.2014.
- [2] Smart Meter Information Interoperability Test (IEC 61968-Part 9: The Power of the Common Information Model (CIM) to Exchange Messages Between Back-End Systems. EPRI, Palo Alto, CA: 2010 [Product ID Number: 1017855].
- [3] World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/wsdl>, preuzeto 17.10.2014.
- [4] The Common Information Model for Distribution: An Introduction to the CIM for Integrating Distribution Applications and Systems. EPRI, Palo Alto, CA: 2008. 1016058
- [5] Michael Johnson, IEC TC57 WG14 – October 6-8, 2010 – Minneapolis, Version 4: November 12, 2010.

Kratka biografija:



Nikola Krunić rođen je 1990. godine u Loznici. Školske 2009/2010 se upisao na Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Računarstvo i Automatika. Školske 2013/2014 je upisao master diplomske akademske studije na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu, smer Elektroenergetski Softverski Inženjering. Položio je sve ispite predviđene studijskim programom sa prosečnom ocenom od 9.67

PROCJENA STANJA I SANACIJA RADIONIČKE HALE U FABRICI UKRASNOG KAMENJA "FUK" ŠEKOVIĆI**ASSESSMENT AND REPAIR OF WORKSHOP HALL IN THE FACTORIES OF ORNAMENTAL STONES "FUK" ŠEKOVIĆI**

Dalibor Motika, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U prvom dijelu rada opisani su materijali i tehnologije izvođenja industrijskih podova. U drugom dijelu rada, na osnovu detaljnog vizuelnog pregleda, sprovedena je procjena stanja objekta, analiza i zaključak o stanju objekta. Posle date ocjene stanja objekta urađen je kontrolni proračun konstrukcije. Zatim je dat predlog sanacionih mjera koje bi se trebale preduzeti da bi objekat zadovoljio kriterijume nosivosti, upotrebljivosti i trajnosti. Na kraju rada su definisane faze sanacionih radova i je dat njihov približni predmjer.

Abstract – In the first part of the paper materials and construction technology of industrial floors are described. In the second part of paper, based on a detailed survey, the assessment of the facility, analysis and conclusions of the condition of the factory are shown. After the assessment of the factory the control calculation of structure was done. Then repair measures that should be taken in order to meet the bearing capacity, usability and durability are proposed. At the end of the paper the steps of the repair measures and bill of quantities are given.

Ključne reči: Industrijski podovi, procjena stanja, kontrolni proračun, sanacija.

1. MATERIJALI I TEHNOLOGIJE IZVOĐENJA INDUSTRIJSKIH PODOVA

Industrijski podovi i podne obloge po prirodi svog položaja su površine u objektima koje trebaju da ispune najviše nepovoljnih uticaja. To je osnovni razlog zašto moraju biti izrađene od kvalitetnih, zdravih i dugotrajnih materijala. Pored opštih uticaja u enterijeru kao što su sleganje objekta, vlažnost ili UV zračenje, koje prodiere u objekat, podovi više od drugih površina trpe i pokretno opterećenje, habanje, prljanje, agresivne supstance. Dobar pod mora da zadovolji uslove trajnosti, sigurnosti, udobnosti i održavanja. U zavisnosti od vrste korišćenog materijala industrijski podovi mogu biti prirodnog porijekla (drvo, prirodni kamen, stabilizovana zemlja) ili na bazi vještačkih materijala (beton i ostali cementni proizvodi, keramičke pločice, ksilit, guma, asfalt, sintetički materijali i drugo). U praksi, industrijski podovi se najčešće izvedu od betonskih i cementnih proizvoda, čelika, tvrdih ploča, bitumenskih proizvoda, epoksidnih i poliuretanskih masa. Odabir poda treba prepustiti stručnom licu a uz osnovne želje projektanta ili

investitora. Izbor industrijskog poda zavisi prevashodno od namjene objekta i vrste opterećenja. Bitno je napomenuti da je za određenu djelatnost veoma važno primjeniti vrstu industrijskog poda koja je namjenjena baš za tu vrstu upotrebe.

Tehnologija izrade industrijskih podova konstantno napreduje, materijali za podove se mjenjaju, a primjena novih rješenja teče dinamičnije nego što je to slučaj, na primjer, sa završnom obradom zidova. U posljednje vrijeme se podovi industrijskih hala, umjesto od betona, izrađuju od polimera.

Jednostavnost ugradnje daje prednost polimerima u odnosu na beton. Razvoj tehnologije završne obrade podnih obloga omogućio je da betonski pod izgleda kao kameni, drveni ili pod od opeke, da keramičke pločice imaju površinski sloj od prirodnog kamena u vidu mljevenog praha ili tankog furnira, itd.

Tehnologija izrade podova, prije nego druge u građevinarstvu, briše granice prirodnog i vještačkog, napravljenog i naštampanog, skupog i povoljnog, održivog i neodgovornog, unutrašnjeg i spoljašnjeg, starog i novog.

2. PROCJENA STANJA RADIONIČKE HALE U SKLOPU FABRIKE UKRASNOG KAMENJA "FUK" ŠEKOVIĆI

Opis objekta - Objekat je u osnovi pravougaonog oblika dimenzija 42,25x10,40 metara. Sadrži sledeće prostorije: radionicu za opravku vozila, magacin, alatnicu, elektroradionicu, tokarsku i bravarsku radionicu, prostoriju za garderobu radnika, laboratoriju, stručnu biblioteku, sanitarne i administrativne prostorije.

Objekat je u jednom dijelu prizemni a u drugom spratni. U prizemnom dijelu su smještene radionica za opravku vozila, tokarska i bravarska radionica, alatnica i jedna kancelarija.

Prostorija za garderobu radnika, elektroradionica, laboratorija stručna biblioteka i sanitarni čvor su izdvojeni od radnog prostora u zasebnu cjelinu koja se sastoji iz prizemnog i spratnog dijela.

Prizemlje i sprat su povezani dvokrakim stepeništem kojim je obezbjeđena vertikalna komunikacija između dvije etaže.

Krovna konstrukcija je čelična i čine je glavni krovni rešetkasti nosač, rožnjače oslonjene u čvorovima rešetkastog nosača (preko rožnjača se opterećenje krovnog pokrivača prenosi na rešetkasti nosač), te nosači tavaničnih siporeks ploča. Današnji izgled objekta je prikazan na slikama 1 i 2.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vlastimir Radonjanin, red. prof.



Slika 1: Izgled istočne fasade



Slika 2: Izgled sjeverne fasade

Radionica u okviru "FUK" Šekovići izgrađena je 1973. godine. Objekat je mješovite konstrukcije. U dijelu objekta gdje je glavna hala (prizemni dio) noseći stubovi su armirano-betonski oslonjeni na temelje samce. Stubovi imaju konzolne ispuste za oslanjanje nosača kranske staze. Visina stubova na ovom dijelu je 6,25m. Ovi stubovi su promjenjivog poprečnog presjeka po visini. Do visine od 4,55 m oni su dimenzija 25/35 cm, dok su na preostalom dijelu (1,7 m) dimenzije 25/25 cm.

U dijelu objekta koji je jednim dijelom prizemni a drugim dijelom spratni, međuspratna konstrukcija je polumontažna od TM3 blokova preko kojih je izlivena puna ploča debljine 4cm, tako da je ukupna debljina međuspratne konstrukcije 20 cm. Vanjski zidovi objekta i unutrašnji nosivi zidovi su od „siporeks“ blokova zidani produžnim malterom razmere C: K.P =1:2:12.

Pregradni zidovi su takođe od „siporeks“ blokova. U mokrim čvorovima zidovi su od pune opeke, a zidani su istim produžnim malterom. Zidani zidovi se oslanjaju na trakaste temelje.

Kao podloga za projektovanje temeljne konstrukcije objekta služio je geomehanički elaborat. Za konstruktivne elemente upotrebljen je beton marke MB15, MB20, MB30 i glatka armatura GA 240/360.

Lokacija objekta - Objekat radionice lociran je u krugu fabrike ukrasnog kamena "FUK" Šekovići i to u neposrednoj blizini proizvodne hale. Podužnom osom orjentisan je u smjeru istok-zapad. Sa istočne strane predviđen je asfaltni plato. Lokacija objekta u sklopu kompleksa prikazana je na slici 3.



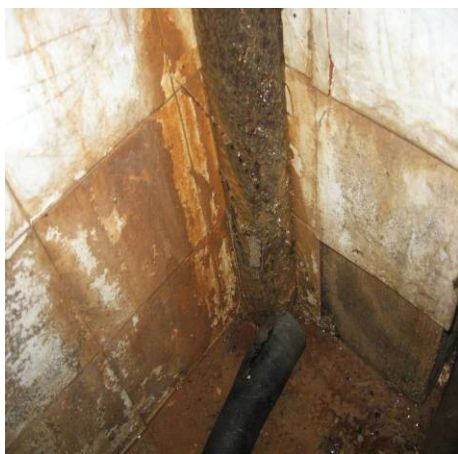
Slika 3. Satelitski snimak objekta

Vizuelni pregled objekta – Detaljnim vizuelnim pregledom obuhvaćeni su svi dostupni dijelovi objekta unutra i na fasadi. Detaljni vizuelni pregled podrazumjevaio je sistematičan rad na cijeloj konstrukciji, uz registrovanje i klasifikaciju vidljivih defekata i oštećenja. Registrovani defekti i oštećena su fotografisani. Detaljnim vizuelnim pregledom obuhvaćeni su sledeći elementi: stubovi, zidovi, grede, kratki elementi, pod, međuspratna konstrukcija na dijelu koji ima sprat. Na stubovima su registrovani sledeći defekti i oštećenja: nedovoljna debljina zaštitnog sloja, mrlje od vlage, mehanička oštećenja, korozija vidljive armature, vertikalne pukotine duž spoja stubova sa zidovima, odvajanje i otpadanje maltera. Nedovoljna debljina zaštitnog sloja i korozija vidljive armature prikazana je na slici 4.



Slika 4: Nedovoljna debljina zaštitnog sloja

Detaljnim vizuelnim pregledom zidova od „siporeks“ blokova i zidova od pune opeke utvrđeno je da na njima, sa unutrašnje strane, nema vidljivih defekata, a od oštećenja registrovana su sledeća: biološka korozija, mehanička oštećenja, zadržavanje vode, vlaga, prsline i pukotine u malteru, vertikalne pukotine duž spojeva sa stubovima, hemijska korozija i otpadanje maltera. Uzrok najvećeg broja oštećenja na zidovima je zadržavanje vode koje je posledica dotrajalih vodovodnih instalacija. Kako nebi došlo do dalje deterioracije elemenata ovaj problem se mora biti riješen u najkraćem roku. Na slici 5 prikazano je zadržavanje vode zidu. Detaljnim vizuelnim pregledom zidova sa spoljašne strane, usled postojanja završne obrade, nije vidljiv veliki broj oštećenja. Najoštećenija je zapadna fasada kod koje je usled oštećenja krovnog pokrivača registrovana biološka korozija koja se manifestuje u vidu mrlje na površini nastale sapiranjem oksida i soli sa krovni površi kao i slivanjem kiše preko površine.



Slika 5: Zadržavanje vode u zidu

Na AB zidnim platnima za ukrućenje u podužnom pravcu u osama A i J nisu registrovani defekti, a od oštećenja registrovano je ispiranje krečnjačkih jedinjenja. Takođe treba napomenuti da su gotovo svi zidovi za ukrućenje zaprljani ptičijim izmetom i naslagama prašine i paučine. Detaljnim vizuelnim pregledom greda defekti nisu uočeni, a od oštećenja registrovana su sledeća: iscvijetavanje soli, mrlje od vlage, biološka korozija i horizontalne pukotine na spoju sa zidovima. Vizuelnim pregledom kratkih elemenata ustanovljeno je da nema vidljivih defekata, a od oštećenja registrovana su lokalna mehanička oštećenja i hemijska korozija. Prilikom detaljnog vizuelnog pregleda gornje površine poda uočena su sledeća oštećenja: fizička korozija (erozija usled habanja), biološka korozija, mehanička oštećenja, prethodne popravke, vlaga i mrlje od ulja. Erozija usled habanja, nastala kretanjem ljudi i mehanizacije, je dominantno oštećenje i zahvata, u većoj ili manjoj mjeri, gotovo čitavu površinu. Erozija uslede habanja je prikazana na slici 6.



Slika 6: Erozija usled habanja – pod u radioničkoj hali

Detaljnim vizuelnim pregledom konzolnih ploča i TM tavanica utvrđeno je da na njima postoje sledeća oštećenja: mehanička oštećenja, prsline i pukotine, mrlje od vlage, ispiranje krečnjačkih jedinjenja i ljuštenje i odvaljivanje maltera.

Dominantno oštećenje kod konzolnih ploča (nadstrešnice nad ulazima sa istočne i zapadne fasade) je mehaničko oštećenje na konzolnoj ploči sa istočne strane (slika 7).

Ovo mehaničko oštećenje je nastalo usled udara viljuškara.



Slika 7: Mehaničko oštećenje konzolne ploče

Prsline i pukotine vidljive u malteru postoje kod svih ploča od TM blokova i proizvoljnog su pravca i dužine. Registrovane su pojedinačne, trokake, mrežaste.

Od ostalih oštećenja na objektu registrovano je slijeganje trotoara kao posledica loše ugradnje tampon sloja šljunka. Takođe zbog loše izvedenog nagiba kod trotoara je omogućeno zadržavanje vlage te pojave biološkog rastinja. Prozori su zaprljani i prekriveni prašinom i ptičijim izmetom a na pojedinim mjestima stakla su razbijena. Ova mjesta omogućavaju prodor atmosferilija u unutrašnjost objekta. U unutrašnjosti objekta sva bravarija je oštećena, a pojedini elementi su potpuno devastirani. Oluci su na pojedinim mjestima korodirali (slika 8) a registrovana su i mehanička oštećenja.



Slika 8: Korozija oluka

3. KONTROLNI PRORAČUN

Kontrolni proračun u potpunosti je sproveden prema važećem pravilniku za armiranobetonske konstrukcije "PRAVILNIK BAB 87". Kontrolni proračun konstrukcije kao cjeline je potrebno uraditi radi provjere nosivosti elemenata konstrukcije. Proračunom je dobijeno da se noseće grede međuspratne konstrukcije moraju ojačati u slučaju izbijanja zidova i prenamjene prostora. Kod ostalih elemenata usvojena količina armature je veća od

računski potrebne tako da dodatna ojačanja nisu bila potrebna.

4. SANACIJA REGISTROVANIH DEFJEKATA I OŠTEĆENJA

Na osnovu detaljnog vizuelnog pregleda objekta i izvršenog statičkog proračuna dat je predlog sanacionih mjera i ojačanja konstrukcije objekta. U tom cilju predviđene su različite aktivnosti a neke od njih su:

- Zamjena termoizolacije tavanučne konstrukcije od "siporeks" ploča. Dotrajala termoizolaciona zaštita u vidu jastuka mineralne vune debljine 4cm se zamjenjuje termoizolacionim pločama Austrothem EPS A100.

- Zamjena krovnog pokrivača konzolnih ploča u vidu nadstrešnica. Kao novi krovni pokrivač izabran je lim za pokrivanje. Prije postavljanja krovnog pokrivača sa gornje strane ploča se postavlja vodonepropusna folija EPDM debljine 1,2mm koja doprinosi dodatnoj sigurnosti i hidroizolacionoj zaštiti.

- Izvođenje novih AB stubova radi otvaranja mogućnosti prenamjene prostora u dijelu hale koji je na dva sprata. Za fundamente ovih stubova su izabrani temelji samci koji takođe moraju biti izvedeni.

- Ojačanje AB greda koje su noseći elementi međuspratne TM tavanice, Grede se ojačavaju povećanjem visine poprečnog presjeka i dodavanjem dodatne podužne i poprečne armature.

- Popunjavanje vertikalnih pukotina na spoju stubova i zidova koje su nastale usled nejednakog sleganja oslonaca i izostanka adekvatne veze između stubova i zidova. Za popunjavanje prsline na spoju izabran je material Izolit KIT ULTRA. Izolit KIT ULTRA se ugrađuje špahtlama utiskivanjem u predhodno pripremljen kanal. Masa se mora dobro utisnuti da bi se popunila pukotina do kraja. Trajanje vezivanja materijala je 24h.

- Pranje i čišćenje zaprljanih površina. U tu svrhu su izabrani proizvodi kompanije MELLERUND

- Zapunjavanje mehaničkih oštećenja u vidu nepotrebnih rupa u zidovima. Za sanaciju mehaničkih oštećenja u vidu rupa i šupljina u zidovima izabran je Isomat PLANFIX, polimer-modifikovani cementni git.

- Sanacija oštećenja zidova koja su posledica kapilarne vlage. Da bi se ovi zidovi sanirali potrebno je da se postavi barijera pri njegovom dnu kako bi se prekinulo podizanje vlage kroz kapilare. Za presjecanje dotoka kapilarne vlage izabran je silikatni rastvor AQUAMAT-F. AQUAMAT-F se nanosi putem perforacije zida.

- Rušenje segmenata zida u sanitarnim prostorijama koji su zahvaćeni vlagom u tolikoj mjeri da njihovo saniranje nije ekonomski isplativo.

- Izrada novog završnog sloja industrijskog poda u radioničkom dijelu hale koji je predviđen za tokarsku i bravarsku radionicu. Za novi završni sloj poda izabran je Izolit EPOXY POD THINLAYER. Pod je debljine 2mm ima velike pritiskne i savojne čvrstoće a može da bude izrađen i u protivkliznoj varijanti debljine do 5 mm.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu sveobuhvatnih utiska o pregledanom objektu, kao i rezultatata analize prikupljenih podataka zaključeno je sledeće:

Nosivost i stabilnost konstrukcije nisu narušeni, ali je potrebno sanirati pojedine elemente kako bi se spriječila njihova dalja degradacija

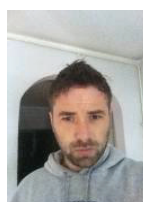
Upotrebljivost objekta je narušena i treba preduzeti određene sanacione mjere kako bi se objekat vratio u upotrebno stanje.

Potrebno je izvršiti kontrolni proračun čitave hale kao cjeline kako bi provjerila nosivost i stabilnost objekta kao cjeline.

6. LITERATURA

- [1] Radonjanin Vlastimir, Malešev Mirjana, Materijali i tehnike sanacije i zaštite AB konstrukcija - skripte sa predavanja. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2008/2009.
- [2] Radonjanin Vlastimir, Malešev Mirjana, Praćenje, procena stanja i održavanje građevinskih objekata – skripte sa predavanja. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2008/2009.
- [3] Glavni projekat radiionice u sklopu fabrike ukrasnog kamenja "FUK" Šekovići
- [4] Zoran Brujić, Betonske konstrukcije – predavanja, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2011/2012.
- [5] Vukašin Ačanski, Mirko Ačić, Radomir Folić, Milorad Ivković, Živan Miladinović, Mihailo Muravljov, Aleksandar Pakvor, Života Perišić, Tomislav Radojčić, Ivan Tomčić, Velimir Ukrainček, Jaš Žnidarić, Beton i armirani beton BAB-87-osnove proračuna i konstruisanje, Beograd 2000.

Kratka biografija:



Dalibor Motika rođen je u Sarajevu 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Smjer procjena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata odbranio je 2014.god.

**PROJEKAT SANACIJE I REKONSTRUKCIJE ZIDANIH HALA U OKVIRU
KOMPLEKSA FABRIKE „ITES - LOLA RIBAR“ U ODŽACIMA****THE PROJECT OF REHABILITATION AND RECONSTRUCTION OF MASONRY
HALLS WITHIN THE COMPLEX OF „ITES – LOLA RIBAR“ IN ODZACI**

Dušan Savić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana procena stanja i dat predlog sanacionog rešenja za dve zidane industrijske hale. Prvi, teorijski deo, bavi se temom materijala i tehnologija za izvođenje industrijskih podova, a u drugom je nakon detaljnog vizuelnog pregleda i kontrolnog proračuna, data procena stanja objekata i predlozi za njihovu sanaciju i rekonstrukciju.

Abstract – This paper presents assessment and proposed solution of the rehabilitation for two industrial masonry halls. The first part is theoretical and its topic is „Materials and technologies for construction of industrial floors“. Second part consist of detailed visual inspection, calculations of capacity, and after that, condition assessment is made and appropriate measures for repair and reconstruction are proposed.

Ključne reči: procena stanja, defekti, oštećenja, sanacija, rekonstrukcija, zidana hala

1. UVOD

Diplomski-master rad sastoji se od dve međusobno nezavisne celine. Prvi deo predstavlja teorijsko-istraživački rad i bavi se industrijskim podovima, njihovom podelom, sa posebnim osvrtom na materijale i tehnologije njihovog izvođenja. U drugom, praktičnom delu, izvršen je detaljni vizuelni pregled i procena stanja zidanih hala, kao i kontrolni proračun pojedinih elemenata konstrukcije. Nakon toga dat je predlog rekonstrukcije i sanacije predmetnih hala.

**2. MATERIJALI I TEHNOLOGIJE IZVOĐENJA
INDUSTRIJSKIH PODOVA**

Podovi u industrijskim halama obezbeđuju sigurno i udobno kretanje radnika i transport mašina i opreme. Takođe, treba da obezbede dobru izolovanost od negativnih uticaja tla, npr. podzemnih voda. Osim toga, neophodno je i da sam pod bude zaštićen od uticaja primenjene tehnologije. Stoga, izboru poda treba posvetiti adekvatnu pažnju.

2.1. Osnovni kriterijumi za izbor poda

- namena industrijskog poda
- primenjena tehnologija
- eksploatacioni uslovi korišćenja poda

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Vlastimir Radonjanin.

2.2. Uslovi koje mora da zadovolji dobar industrijski pod

- trajnost
- sigurnost
- udobnost
- lako održavanje
- nagib

2.3. Podela industrijskih podova

- prema nameni
- prema primenjenom materijalu
- prema toplotnoj provodljivosti
- prema ispunjavanju uslova zvučne i hidro izolacije
- prema načinu izrade

2.3.1 Podela podova prema materijalima

- prirodnog porekla – drvo, kamen, stabilizovana zemlja
- veštački materijali – beton, keramičke pločice, ksilit, asfalt, guma, sintetički materijali.

Najčešće su izrađeni na bazi:

- Cementnih proizvoda
- Čelika
- Tvrdih ploča
- Bitumenskih proizvoda
- Veštačkih masa

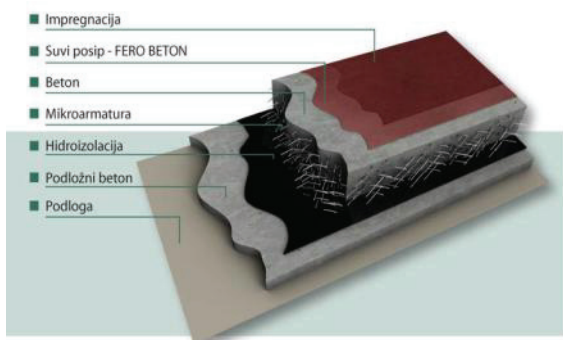
2.3.1.1 Podovi na bazi cementa

Slika 1: Teraco pod, slojevi

Izrađuju se od betona, kao cem. košuljice ili teraco.

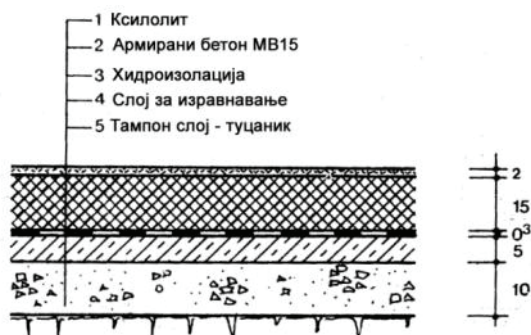
U cilju povećavanja otpornosti na habanje, udare i sl, dodaju im se sastojci koji povećavaju trajnost.

Posebna vrsta podova na bazi cementa je ferobeton – beton sa dodatkom čeličnih opiljaka.



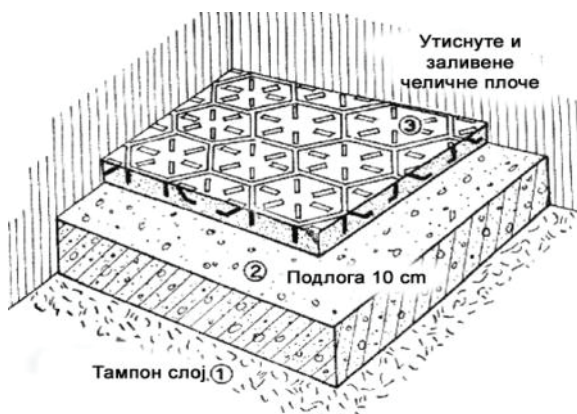
Slika 2. Ferobeton, slojevi

2.3.1.2 Magnezitni beton - ksilolit



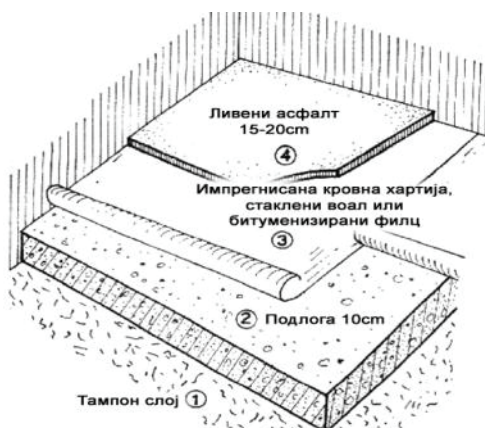
Slika 3. Ksilolit, slojevi

2.3.1.3 Podovi na bazi čelika



Slika 4. Podovi od čeličnih ploča

2.3.1.4 Podovi na bazi bitumenskih proizvoda



Slika 5. Pod od livenog asfalta

2.3.1.5 Podovi na bazi polimernih materijala



Slika 6. Liveni pod na bazi епокси-смоле

Uz ferobeton, zbog svojih odličnih karakteristika (fleksibilni, imaju kraće vreme ugradnje, otporni na kiseline, habanje i udare, izdržavaju velika hemijska i termička opterećenja), imaju najširu primenu u gradnji industrijskih podova.

3. PREGLED I PROCENA STANJA OBJEKTA

3.1. Lokacija i tehnički opis



Slika 7. Spoljašnji izgled hale

Predmetne hale nalaze se u Odžacima i predstavljaju deo nekadašnje fabrike za preradu kudelje i proizvodnju kanapa, užadi i tepiha „ITES – Lola Ribar“.

Prva hala, u kojoj je bio smešten pogon za glaćenje („Glačara“), je zidana hala sa čeličnim rešetkastim krovnim nosačem. Dimenzije hale u osnovi su 80x17m, a visina zidova je 4,5m. Visina rešetke je 3,5m, a svetlarnika 1,5m.

Zidovi su debljine 30cm, osim kalkanskih koji su 60cm, a na svakih 5m koliko je i razmak glavnih nosača krovne konstrukcije, izvedena su ojačanja zidova (zidani stubovi) dimenzija 60x60cm.



Slika 8. Osnova i ose „Glačare“

Druga hala – „tepihara“ je masivna zidana dvobroda hala, dimenzija u osnovi 80x18m, s tim da je krovni nosač drvena konstrukcija sistema proste vešaljke. Između dva broda hale, kao oslonac krovne konstrukcije izvedena je AB greda (40x40) na stubovima (Ø38) međusobnog razmaka 5m.

3.2. Vizuelni pregled

Uočeni su sledeći defekti i oštećenja:

Elementi od opeke:

- Ljuskanje i otpadanje fasade
- Prsline i pukotine u malteru
- Nedostatak maltera u spojnica
- Mrlje od vlage
- Iscvetavanje soli
- Pukotine u zidu
- Oštećene ili ispale opeke
- Nepravilan raspored opeka
- Biološka korozija

Krov i krovni pokrivač:

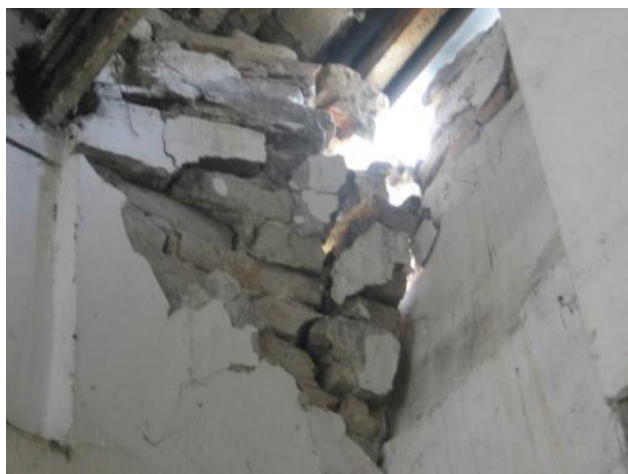
- Nedovoljna debljina zaštitnog sloja
- Biološka korozija
- Korozija armature
- Oštećenja izolacionog sloja
- Korozija elemenata rešetkastog nosača

AB stubovi i grede:

- Nedovoljna debljina zaštitnog sloja
- Vidljiva zrna agregata
- Korozija armature
- Otpadanje delova betona



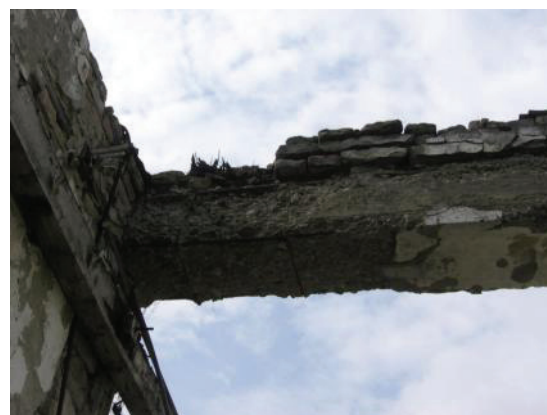
Slika 9. Otpadanje delova fasade, oštećenja krovnog pokrivača i oluka



Slika 10. Drobljenje i ispadanje opeka



Slika 11. Nedovoljna debljina zaštitnog sloja, korozija armature, biološka korozija – krovni pokrivač



Slika 12. Nedovoljna debljina zaštitnog sloja, korozija armature, otpadanje delova betona – AB greda



Slika 13. Vidljivo zrno agregata, ispran cem. kamen



Slika 14. Pukotina u zidu

4. PREDLOG SANACIONIH MERA

Pod:

- Izvođenje novih podova (ferobeton) u obe hale

Zidovi od opeke:

- Preziđivanje zidova na svim mestima gde postoje oštećene i ispale opeke
- Čišćenje pukotina i obesprašivanje komprimovanim vazduhom; zapunjavanje cementnom emulzijom
- Čišćenje ispranih spojnica i zapunjavanje produžnim malterom
- Postavljanje hidroizolacije kroz sve zidove (HIO tehnologija)

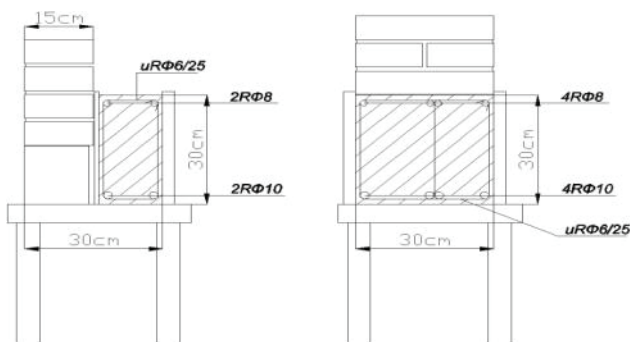


Slika 15. HIO tehnologija

- Uklanjanje biljnog rastinja, čišćenje zidova od soli rastvorom HCL, nanošenje završnog sloja produžnog maltera

Betonski radovi:

- Uklanjanje istrulelih i zardalih nadvratnih i natprozornih greda i izvođenje novih



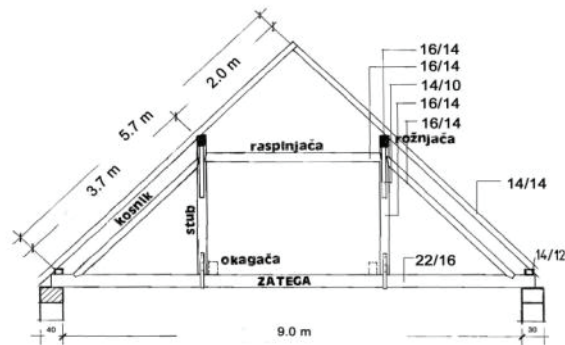
Slika 16. Postupak naknadnog izvođenja nadvratne grede

- Štemovanje oštećenih AB elemenata do zdravog betona, čišćenje i nanošenje antikorozijske zaštite armaturnih šipki, reprofilisiranje preseka reparaturnim materijalom

Krovne konstrukcije i krovni pokrivač:

- Uklanjanje postojećeg krovnog pokrivača od šljako-betona i postavljanje novog – trapezasti lim TR 40/245/0.7, i postavljanje horizontalnih i vertikalnih oluka („Glačara“)

- Antikorozijska zaštita elemenata čelične krovne konstrukcije („Glačara“)
- Izvođenje nove drvene krovne konstrukcije sistema dvostruke vešaljke i postavljanje falcovanog crepa („Tepihara“)



Slika 17. Glavni vezač nove drvene krovne konstrukcije

Temelj:

- Izvođenje nove proširene stope trakastog temelja

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize prikupljenih podataka detaljnim vizuelnim pregledom, zaključeno je da je objekat u veoma lošem stanju i da je kao posledica neodržavanja i atmosferskih uticaja lokalno ugrožena nosivost pojedinih elemenata konstrukcije. Funkcionalnost i trajnost objekta je ozbiljno narušena.

Zbog svega toga, neophodno je da se hitno preduzmu sanacione mere u okviru kojih je potrebno izvesti potpuno nov kompletan krovni sistem na „tepihara“, zameniti krovni pokrivač na „glačari“ i izvršiti popravke svih uočenih oštećenja.

6. LITERATURA

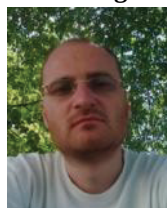
[1] Radonjanin Vlastimir, Malešev Mirjana, „Materijali i tehnike sanacije i zaštite“ – skripte sa predavanja. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2009.

[2] Radonjanin Vlastimir, Malešev Mirjana, „Praćenje, procena i održavanje građevinskih objekata“ – skripte sa predavanja. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2009.

[3] Radonjanin Vlastimir, Malešev Mirjana, „Causes and manifestation of most frequent damages in masonry structures“ – skripte sa predavanja. Institut za građevinarstvo, Fakultet tehničkih nauka, Ohrid 2005.

[4] Branko Turnšek, „Projektovanje privrednih zgrada – industrijski podovi“ – predavanja. Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš 2012.

Kratka biografija:



Dušan Savić rođen je u Odžacima, 20. novembra 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije, procena stanja i sanacija građevinskih objekata odbranio je 2014. god.

**ANALIZA VARIJANTNIH REŠENJA FASADNIH SISTEMA ZA OBJEKAT
PREDŠKOLSKE USTANOVE****ANALYSIS OF ALTERNATIVE INSULATION SYSTEMS SOLUTIONS FOR
PRESCHOOL BUILDING**

Igor Puškaš, Vladimir Mučenski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj–Zadatak ovog rada jeste analiza više rešenja fasadnih sistema, u pogledu cene izgradnje i energetske efikasnosti. Analizirane su i upoređene: cene materijala, radne snage, godišnje potrošnje gasa i održavanje sistema. Analiza je sprovedena na predškolskoj ustanovi u Veterniku spratnosti P+1 Cilj istraživanja je da se utvrdi ekonomičnost i ujedno ispoštuju svi propisi.

Abstract - The aim of this work is an analysis of multiple insulation systems solutions, in terms of development costs and energy efficiency. Are analysed and compared: cost of materials and labor, annual gas consumption and maintenance cost. The analysis is carried out on pre-school in Veternik, P+1. Objective of the research is to determine the lowest costs and at the same time comply with all regulations.

Ključne reči: analiza varijantnih rešenja, fasadni sistemi, energetska efikasnost.

Key words: analysis of alternative solutions, insulation systems, energy efficiency.

1. UVOD

Za analizu u ovom radu izabrana su tri tipa fasadnih sistema, čija primena je danas široko prihvaćena na objektima kod nas: sendvič zid, ytong zid i demit fasada. Analizirane su i upoređene: cene materijala, radne snage, godišnje potrošnje gasa i održavanje/sanacija sistema. Ovi fasadni sistemi su primenjeni na objekat koji je previđen kao predškolska ustanova, za potrebe investitora "Radosno detinjstvo".

Na osnovu glavnog projekta, izračunata je ukupna cena za izradu svakog sistema. Cilj istraživanja je, da se utvrdi ekonomičnost i ujedno da se ispoštuju svi današnji propisi. Pored toga, analiziran je i četvrti fasadni sistem, "YTONG+ESP" koji je tako konstruisan da prati tenedeciju pooštrenja propisa koji zahtevaju članice Evropske Unije do 2020.godine. Rezultati imaju za cilj da približe investitoru različita moguća rešenja koja su primenljiva na ovom objektu.

2. ANALIZIRANA REŠENJA FASADNIH SISTEMA

Odabrana su tri fasadna sistema koji svojim karakteristikama zadovoljavaju potrebne kriterijume projektovanja i izvođenja: Sendvič zid, YTONG zid i Demit fasada.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Vladimir Mučenski.

- Sendvič zid - sastoji se iz dva sloja opeke i sloja termoizolacije koji popunjava prostor između njih
- YTONG zid - sastoji se od YTONG bloka dimenzija 62,5/30/20cm, na koji se postavlja završni sloj maltera.
- Demit fasada - na sloj giter bloka dimenzija 25/19/19cm, "lepi" se stiropor debljine 12cm i kao završni sloj postavlja se akrilni malter.

2.1. OPEKARSKI PROIZVODI

Opeka pokazuje da iako opeka ne prati razvoj savremenog građevinarstva i dalje ima ključnu ulogu kao jedan od osnovnijih materijala za izgradnju i nosi epitet [1] najkvalitetnijeg materijala sa aspekta higijensko tehničkih uslova stanovanja.

Prema [1] karakteristike opeke kao građevinskog materijala su:

- velika čvrstoća pri malim gustinama
- obezbeđuje izvanredne preduslove za izvođenje zidova bez pukotina
- ima dobra izolaciona svojstva
- akumulira toplotu i sprečava brzo hlađenje prostorija po prestanku grejanja
- prirodni je regulator vlažnosti
- omogućuje izradu fasada otpornih na nevreme i dejstvo mraza

2.2 POROBETON

Porobeton se proizvodi od kvarcnog peska, kreča, cementa, gipsa, aluminijumskog praha i vode. Reakcijom koja se javlja između osnovnih sirovina sa aluminijumskim prahom dovodi do pojave gasa vodonika, koji masi omogućuje poroznu strukturu.

Najpoznatiji po kvalitetu proizvođač porobetona je švedska firma YTONG.

3. TERMOIZOLACIONI MATERIJALI**3.1 PARAMETRI TERMOIZOLACIONIH
MATERIJALA**

Radi boljeg uvida u kvalitet termoizolacije definisani su bitni parametri koji utiču na učinkovitost.

3.2. VRSTE TERMOIZOLACIONIH MATERIJALA

- Proizvodi na bazi plute – materijali na bazi drvenih vlakana ili drvene vune, proizvodi od lakih agregata na bazi ekspanzirane gline.
- Ekspanzirani i ekstrudirani penoplasti – Polistirol (Ekspanzirani polistiren, ekstrudirani polistiren), Penoplast betoni.
- Mineralne vune – Kamena vuna, staklena vuna.

4. PRAVILNIK O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI

Energetski efikasna zgrada predstavlja što manju potrošnju energije objekta, uz finansijsku uštedu za korisnika, ujedno postizanje povoljnih komfora u zgradi i što manjih torškova održavanja i produžavanja veka trajanja objekta. Ovim se doprinosi zaštiti životne sredine; što manja emisija štetnih gasova; sprečavanje globalnih klimatskih promena. "Pravilnikom o energetskej efikasnosti ("Sl. Glasnik RS", br. 61/2011) bliže se propisuju energetska svojstva i način izračunavanja toplotnih svojstva objekata visokogradnje, energetski zahtevi za nove i postojeće objekte, i navode se objekti na koje se Pravilnik ne primenjuje.

5. SOFTVERSKI PAKET ZA INTEGRALNU OCENU ENERGETSKE EFIKASNOSTI – DESIGN BUILDER

U ovom radu za proračun potrošnje energije, gubitaka i dobitaka energije, korišćen je softverski programski paket DesignBuilder. To je programski paket za proračun energetske potrebe stambenih i javnih građevinskih objekata. DesignBuilder je ustvari korisničko okruženje za EnergyPlus. EnergyPlus predstavlja simulacijski program koji je integrisan u grafičko okruženje softvera DesignBuilder. Na osnovu njega DesignBuilder izvršava dinamički proračun na osnovu simulacije potrebnih parametara za dati model: simulacija grejanja zgrada, hlađenja, osvetljenja, ventilacije. Proračun može da se vrši za različite inkremente koji se kreću od 1h do 1 godine.

6. NULTE ENERGETSKE ZGRADE

Direktiva 2010/31/EU o energetskej svojstvima zgrada (EPBD II) propisuje obavezu da od 2020. godine sve nove zgrade moraju biti gotovo nula energetske. Nulta energetska zgrada je vrsta objekta koja uz pomoć sistema, koji pre svega koristi sunčevu energiju, ali i ostale obnovljive izvore energije, pokriva svoju godišnju potrošnju energije i time smanjuje emisiju ugljendioksida. Ovakav koncept zahteva posebno projektovanje gde je u cilju da se smanje temperaturene promene tokom dana. Ovakvi objekti su uglavnom "superizolovani".

7. TEHNIČKI OPIS

Objekat je lociran u Veterniku, (naselje Fešter) u ulici Paunova bb, na parceli br. 3546/20. Parcela obuhvata prostor od 3725m². Postojeći objekat na parceli je osnovna škola "Marija Trandafil". U smislu oblikovanja objekat je projektovan iz prizmatičnih formi, gde se jasno

izdvajaju dve kompozicije različite spratnosti. Objekat se nalazi u VII seizmičkoj zoni, zbog čega je potrebno primenjivati odredbe o gradnji u seizmičkim područjima definisane Pravilnikom o tehničkim propisima za građenje u seizmičkim područjima.

Nalazi se u delu naselja gde već postoje izgrađene saobraćajnice što omogućava nesmetan transport.

8. OPIS OBJEKTA

Za potrebe investitora: „PU Radosno Detinjstvo“ urađen je projekat objekta za predškolsku ustanovu. Ovaj objekat je spratnosti P+1, time da se etaže međusobno razlikuju po površini.

Prizemlje je bruto površine 740m² i na njega se nastavlja spratni deo u površini od 487m². Komunikacija ka spolja je ostvarena sa tri ulaza, gde je jedan predviđen za decu i predstavlja glavni ulaz, dok su druga dva, ekonomski ulaz i službeni ulaz.

8.1. KONSTRUKCIJA OBJEKTA

Na osnovu pretpostavljenje dopuštene nosivosti tla, izvode se trakasti armirano betonski temelji. Širina temeljne trake je 56cm, a temeljnog zida 40cm. Dubljina temeljenja iznosi 145cm, gde je visina temeljne trake 40cm. Međutemeljni prostor će se ispunjavati zemljom cca 30cm, a na nju šljunačnim materijalom debljine 20cm. Međuspratna konstrukcija je tipa "FERT" debljine 21cm (16+5).

Horizontalne serklaže se obavezno izvode na svim zidovima debljine 19cm. Krovna konstrukcija se izvodi kao klasično trovodno krovno krovište i od drvenih glavnih nosača formiranih u rešetku. Nagib obe vrste krovne konstrukcije je 10°.

Vertikalna komunikacija je omogućena: stepeništem (18cmx16,9cm)x16 i liftom, koji povezuju prvi sprat sa prizemljem. Izbor tipa nosećih zidova i fasadnih rešenja je analiziran u narednim poglavljima rada.

9. ANALIZA TROŠKOVA I VREMENA IZRADE VARIJANTNIH REŠENJA FASADNIH SISTEMA

9.1 SENDVIČ ZID

Sendvič zid predstavlja masivni zid koji se sa stoji od 2 sloja opeke i sloja termoizolacije koji popunjava prostor između njih.

Fasadna obloga se vezuje za nosivi zid pomoću posebnih mehaničkih pričvršćivača (sidrima) koji istovremeno služe i za pričvršćivanje ploča stiropora (kamene vune). Kako bi domaći propisi bili zadovoljeni, fasadno rešenje je formirano kao sendvič zid, ukupne debljine 47cm. Njega čine: giter blok 25cm, stiropor 10cm, fasadna opeka 12cm.

Sa unutrašnje zid je izmaleterisan (1,5cm). U pitanju je neventilisan zid, ankeri su žice od nerđajućeg čelika koje su propuštene iz nosećeg zida.

Fasadni sistem	Materijal	Debiljna [m]	Ukupna debljina [m]
"Sendvič zid"	Fasadna opeka	0,120	0,475
	EPS (stiropor)	0,100	
	Giter blok	0,250	
	Malter	0,015	

- Za zidanje 1m^3 zida izračunata je cena materijala i radne snage uz koeficijent režije ($K=3$), koja iznosi 11.216,70 din.
- Za obziđivanje 1m^2 zida izračunata je cena materijala i radne snage uz koeficijent režije ($K=3$), koja iznosi 7.906,20 din.

9.2. YTONG zid

U pogledu brzine gradnje, kao i termičkih karakteristika, YTONG zid je na zavidnom nivou sto se tiče pouzdanosti. Ytong je savremeni građevinski materijal za zidanje iz grupe porobetona. Proizvođač ovog materijala preporučuje korišćenje tankoslojnog maltera posebno prilagođenog za zidanje ovim tipom materijala. Malter se spravlja mešavinom suvog praha i vode. Za analizu u ovom radu, uzeta je debljina YTONG termobloka od 30cm, bez ikakve dodatne termoizolacije.

Fasadni sistem	Materijal	Debiljna [m]	Ukupna debljina [m]
YTONG zid	YTONG block	0,300	0,315
	Malter	0,015	

- Za izradu 1m^3 zida izračunata je cena materijala i radne snage uz koeficijent režije ($K=3$), koja iznosi 1.289,50 din.
- Za malterisanje 1m^3 zida izračunata je cena materijala i radne snage uz koeficijent režije ($K=3$), koja iznosi 883,20 din.

9.3. DEMIT FASADA

Demit fasada je kontaktna fasada koja kao termoizolaciju koristi ekspanzirani polistiren (stiropor) koji se lepi za opeku. On se lepi na podlogu odgovarajućim lepkovima. Danas u Srbiji, debljina stiropora od 12cm zadovoljava maksimalne vrednosti koeficijenta toplotne provodljivosti, tako da je ta debljina uzeta za analizu.

Fasadni sistem	Materijal	Debiljna [m]	Ukupna debljina [m]
"Demit fasada"	EPS (stiropor)	0,100	0,365
	Giter blok	0,250	
	Malter	0,015	

- Za zidanje 1m^3 zida izračunata je cena materijala i radne snage uz koeficijent režije ($K=3$), koja iznosi 11.216,70 din.
- Za izradu fasade 1m^2 zida izračunata je cena materijala i radne snage uz koeficijent režije ($K=3$), koja iznosi 3.578,80 din.

10. ANALIZA FASADNIH SISTEMA U POGLEDU ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Analiza energetske efikasnosti objekta je urađena pomoću softverskog alata DesignBuilder. Prema poslednjim cenovniku Novosadske toplane, koja je distributer energenta za dati objekat, cena po metru kubnom zemnog gasa iznosi 50 dinara.

10.1. SENDVIČ ZID

Prilikom analize fasadnog sistema Sendvič zid, termičkog koeficijenta $U=0,296\text{W/m}^2\text{-K}$ dobijeni su rezultati proračuna. Godišnja potrošnja gasa na godišnjem nivou iznosi 84.651 kWh. Ako ovu potrebu gasa prikažemo kao potrošnju novčanih sredstava, dobijamo da je za godinu dana potrebno: 445.531 din.

10.2. YTONG ZID

Za analizu fasadnog sistema YTONG zida, termičkog koeficijenta $U=0,297\text{W/m}^2\text{-K}$ dobijeni su rezultati proračuna. Godišnja potrošnja gasa na godišnjem nivou iznosi 85.268 kWh. Ako ovu potrebu prikažemo kao potrošnju novčanih sredstava, dobijamo da je za godinu dana potrebno: 448.778 din.

10.3. DEMIT FASADA

Prilikom analize fasadnog sistema DEMIT, termičkog koeficijenta $U=0,272\text{W/m}^2\text{-K}$, dobijeni su rezultati proračuna. Godišnja potrošnja gasa na godišnjem nivou iznosi 84.224 kWh. Ako ovu potrebu prikažemo kao potrošnju novčanih sredstava, dobijamo da je za godinu dana potrebno: 443.284 din

11. SANIRANJE I ODRŽAVANJE FASADNIH ZIDOVA

11.1. SENDVIČ ZID

Do oštećenja fasadnih površina od opeke dolazi u slučajevima kada je omogućen prodor vode, a ugrađeni materijal pokazuje lošu otpornost prema mrazu, sklonost ka iscvetavanju rastovernih soli i/ili izrazitu sklonost ka vlažnom širenju u toku jednog dužeg vremenskog perioda. Hidrofobizacijom materijal dobija vodootporna svojstva, nakon čega površina zida prestaje da upija vodu. "Premaz za opeku - S" je silikonski premaz namenjen za hidrofobnu zaštitu površina opeke, betona, maltera i sličnih materijala kao i ostalih atmosferskih uticaja.

11.2. DEMIT FASADA (YTONG ZID)

Ukoliko su ispoštovane svi uslovi za pravilno izvođenje fasade, redovnim pregledom može se sprečiti nastanak štete. Proizvođači fasadnih boja garantuju postojanost boja od 10-15godina. U praksi se pokazalo da trajnost zavisi od sredine u kojoj se objekat nalazi (centar grada - kraći vek trajanja). U ovoj analizi vek trajanja fasadne boje pretpostavljen je na 10godina. Nakon čega se vrši ponovno maleterisanje zidova. Ovaj isti tretman se

podrazumeva i za YTONG sistem, koji se takođe premazuje akrilnim matlerom kao završni sloj.

12. ANALIZA „SUPERIZOLOVANOG“ FASADNOG SISTEMA

12.1. YTONG+ESP20cm

U ovom radu analiziran je jedan "superizolovani" fasadni sistem, koji može biti primenljiv na konceptu nulte energetske zgrade. Na predhodno analizirani fasadni sistem YTONG, dodata je izolacija ekspaniranog polistirena (stiropora) debljine 20cm.

- Za zidanje 1m^3 zida izračunata je cena materijala i radne snage uz koeficijent režijske (K=3), koja iznosi 12.289,50 din.
- Za izradu fasade 1m^2 zida izračunata je cena materijala i radne snage uz koeficijent režijske (K=3), koja iznosi 4.344,20 din.

Prilikom analize ovakvog fasadnog sistema YTONG+ESP20cm, termičkog koeficijenta $U=0,119\text{W/m}^2\cdot\text{K}$, dobijeni su rezultati proračuna. Godišnja potrošnja gasa na godišnjem nivou iznosi 77.502 kWh. Ako ovu potrebu prikazemo kao potrošnju novčanih sredstava, dobijamo da je za jednu grejnu godinu potrebno: 406.069 din.

13. REZULTATI ANALIZE

Kao najekonomičniji pokazao se "YTONG zid" za čije izvođenje je potrebno 3.700.887 dinara. Za njim sledi "Demit fasada" - 5.212.476 din, "YTONG+ESP20cm" - 6.072.635 dinara i na kraju "Sendvič zid" kao najskuplje fasadno rešenje za čiju izgradnju je potrebno 7.952.488 dinara. Na osnovu formiranih radnih brigada, utvrđeno je da je najviše vremena potrebno za izradu Senvič zida - 23 radna dana, zatim sledi Demit fasada - 18 radnih dana i YTONG - 12 radnih dana. Najviše radnika na gradilištu zahteva izrada fasade sendvič zida - 20, od toga 12 visoko kvalifikovanih.

14. ZAKLJUČAK

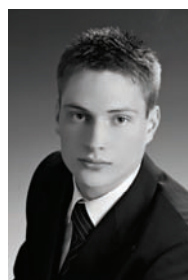
Rezultati analize, pokazali su da je "YTONG zid" sistem ekonomski najisplativiji u pogledu materijala i radne snage ukupno. Najlošije se pokazao sistem "Sendvič zid" za koji je potrebno izdvojiti najviše novčanih sredstava. "Demit fasada" prema analizi, ne zaostaje puno za YTONG zidom, štaviše cena materijala je niža, međutim potreba u radnoj snazi podiže cenu izrade.

U pogledu na potrošnju energenata, ova tri sistema, zbog sličnih izolacionih karakteristika imaju približno iste troškove. Za sva tri fasadna sistema utvrđeno je da su potrebne određene mere tretiranja zidova. Ovim se sprečavaju oštećenja koja tokom eksploatacije objekta mogu da nastanu. Kao završni deo istraživanja, na osnovu direktive 2010/31/EU o energetskim svojstvima zgrada (EPBD II), formiran je četvrti tip fasadnog sistema, "YTONG+ESP20cm". Prema rešenjima koji su dobijeni u softverskom alatu "DesignBuilder"-u, ustanovljeno je da je ušteda u energentima manja od 10% na godišnjem nivou.

15. LITERATURA

- [1] Vladimir Denić, Priručnik o upotrebi opekarskih proizvoda, Društvo SIG, Beograd 2005
- [2] <http://sr.wikipedia.org/wiki/Ytong>
- [3] Ana Radivojević, TP5 Aleksandar Rajčić, Uslovi građevinske fizike
- [4] <http://www.gradjevinarstvo.rs/printtekst.aspx?tekstid=286>
- [5] Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada ("Sl. glasnik RS", br. 61/2011)
- [6] Dubravka Mijuca, O računarskoj simulaciji potrošnje energije u stambenom sektoru u Srbiji, Katedra za mehaniku, Matematički fakultet, Univerzitet u Beogradu
- [7] <http://www.hrastovic-inzenjering.hr/primjena-energije/energetski-clanci/item/552-nul-energetske-zgrade.html>
- [8] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Superizolacija>
- [9] Normativi i standardi u građevinarstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 1999.
- [10] YTONG sistem gradnje, Katalog proizvoda sa tehničkim podacima

Biografija:



Igor Puškaš rođen je u Novom Sadu 1989.godine. Završio je gimnaziju „Jovan Jovanović Zmaj“ u Novom sadu. Diplomirao je na FTN u novembru 2013. Godine, smer građevinarstvo, odsek konstrukcije. Student je master studija na FTN, odsek tehnologija i organizacija gradjenja.

**VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA I IZBOR VARIJANTE SAOBRAĆAJNICE
OBILAZNICE OKO PETROVARADINA****MULTI-CRITERIA ANALYSIS AND THE CHOICE OF ROUTE VARIANTS ROAD
BYPASS AROUND THE PETROVARADIN**

Vladimir Šovljanski, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu razmatran je problem izbora optimalne varijante putne saobraćajnice, obilaznice oko Petrovaradina. Detaljno su opisane tri varijantna rešenja, definisani su relevantni pokazatelji i formirane četiri kriterijumske funkcije. Adekvatnom metodom višekriterijumske optimizacije izabrano je najpovoljnije rešenje. Za optimalnu varijantu trase putne saobraćajnice, analizirana je tehnologija i dinamika izvođenja radova značajnih inženjerskih objekata.

Abstract – In this paper the problem is selecting the optimal variants roadways bypass around the Petrovaradin. Three alternative solutions are described in detail and defined by the relevant indicators and established four criteria functions. Adequate criteria optimization was chosen the best solution. For optimal alternative route roadways, it has been analyzed technology and dynamics of the works on important engineering structures.

Ključne reči: višekriterijumska analiza, pokazatelji, kriterijumi, optimizacija, tehnologija i dinamika građenja

1. UVOD

Osnovni cilj procesa planiranja puteva je izbor optimalne lokacije putnog pravca, kao i objekata na putu, iz čega proističu suštinske karakteristike puta. Poseban značaj i specifičnost utvrđivanja optimalne lokacije imaju putevi koji prolaze kroz naselje.

U ovom radu je razmatran problem izbora optimalne varijante putne saobraćajnice, obilaznice oko Petrovaradina, kojom bi se izmestio saobraćaj sa magistralnih puteva M-22.1 i M-22 koji nepovoljno utiče na osnovne funkcije u naselju. Detaljno su opisane tri varijantna rešenja, definisani su relevantni pokazatelji i formirane četiri kriterijumske funkcije. Adekvatnom metodom višekriterijumske optimizacije (metodom kompromisnog programiranja i kompromisnog rangiranja, sa istim i različitim težinskim koeficijentima), izabrano je najpovoljnije rešenje. Za optimalnu varijantu trase putne saobraćajnice, analizirana je tehnologija građenja i dinamika izvođenja radova značajnijih inženjerskih objekata.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, vanr.prof.

2. OPIS PROBLEMA I VARIJANATA REŠENJA

Rešavanje problema višekriterijumske optimizacije zahteva formulisane varijantnih rešenja, definisanje kriterijuma za vrednovanje varijanti i izbor najpovoljnije varijante primenom adekvatne metode optimizacije.

2.1. Opis projektnog zadatka

Duž glavnih ulica u Petrovaradinu prolaze magistralni putevi M-22.1 (Novi Sad – Beograd) i M-21 (Novi Sad – Ruma) sa vrlo intenzivnim saobraćajem, koji nepovoljno utiče na osnovne funkcije u naselju. Magistralni put M-21 predstavlja vezu većeg dela Bosne i Hercegovine i zapadne Srbije sa Vojvodinom i dalje sa Evropom, a pored toga predstavlja i ključnu regionalnu osovinu Loznica / Valjevo – Šabac – Ruma / Sremska Mitrovica – Novi Sad, te stoga i ne čudi da je ovo jedan od najopterećenijih (10-11.000 PGDS) magistralnih pravaca u republici. Magistralni put M-22.1 (5-6.000 PGDS), pored svog magistralnog karaktera, predstavlja i jedinu internu gradsku vezu između Novog Sada i Sremskih Karlovaca.

S obzirom na veličine saobraćajnih opterećenja i na sve negativne posledice koje prolazak ovolikog broja vozila kroz stambeno naselje nosi (buka, aero-zagađenje, vibracije, bezbednost, vremenski gubici), nameće se potreba izmeštanja magistralnih puteva iz Petrovaradina i njegovo preusmeravanje na novi Žeželjev most odnosno na autoput E-75 [1].

2.2. Varijantna rešenja

Obilaznica Petrovaradina jednim svojim delom je u stvari nastavak magistralnog puta M-21, za koji je urađen i usvojen generalni projekat, pa su poprečni profil i ostale geometrijske karakteristike preuzete iz pomenutog projekta, kako bi se ostvarila homogenost primenjenih geometrijskih elemenata na celoj trasi M-21. Ostatak obilaznice Petrovaradina, odnosno izmešteni put M-22.1, projektovan je sa elementima standardizovanim za magistralne puteve. Pošto se obilaznica nalazi u zoni grada, na pojedinim deonicama je izvršeno redukovanje računске brzine, kako bi se izbegli preveliki građevinski radovi, rušenje izgrađenih objekata i narušavanje zaštićenih celina. [1]

2.2.1. Varijantno rešenje A1

Ovo varijantno rešenje prati logiku u kojoj se zadržava postojeća trasa M-22.1, bez izmeštanja, do ukrštanja sa izmeštenom trasom M-21 duž pruge Petrovaradin Beočin, kako je to definisano ranijom urbanističkom dokumentacijom. Na ovom ukrštanju javlja se potreba za vrlo kompleksnim denivelisanim ukrštanjem. Projektant se na ovom mestu opredelio za kružnu denivelisanu raskrnicu,

koju je za potrebe ovog projekta nazvao "petlja Navip", a koja je potpuno nezavisnim rampama, od tranzitnog dela M-21, vezana sa još dve površinske kružne raskrsnice na Bukovačkom putu. Preko ove tri kružne raskrsnice su na efikasan način razrešena sva moguća saobraćajna kretanja. U nastavku trase, od odbrambenog nasipa pa do Žeželjevog mosta, ovo rešenje je identično sa ostalim varijantnim rešenjima [1].

2.2.2. Varijantno rešenje A2

Ovo varijantno rešenje je nastalo iz potrebe da se definiše potpuno nova trasa izmeštanja puta M-21 i eliminišu negativni efekti izmeštanja ovog puta duž trase pruge Petrovaradin-Beočin. Trasa M-21 se nešto ranije odvaja od postojećeg puta, mostovskim objektom prelazi preko platoa Bukovičkog puta, a zatim pored objekata ciglane ulazi u tunnelski objekat ispod prostora stambene zone "Širine", a zatim denivelisanim ukrštajem oblika "poludetelina" ukršta se sa postojećim putem M-22.1. U nastavku se ova trasa dohvata odbrambenog nasipa i već poznatim putem nastavlja ka budućem mostu preko Dunava prema autoputu E-75 ili duž nasipa pored industrijskog kompleksa "Pobeda" ka Žeželjevom mostu. Denivelisani ukrštaj tipa "poludetelina" na ukrštaju sa M-22.1 je za potrebe ovog projekta nazvan "petlja Marija Snežna", a denivelisani ukrštaj "truba" ispred budućeg mosta ka autoputu E-75 je nazvan "petlja E-75". Denivelisani ukrštaj, koji čini tranzitni deo puta M-21 sa postojećim putem koji nastavlja ka samom središtu Petrovaradina, ćemo u nastavku zvati "petlja M-21" i razlikuje se od varijantnog rešenja A1 po tome što ne poseduje pun program veza. [1]

2.2.3. Varijantno rešenje A3

Varijantno rešenje A3 predstavlja kombinaciju varijantnih rešenja A1 i A2 i to na način kojim se eliminiše potreba za denivelisanom kružnom raskrsnicom "petlja Navip" i eliminiše potrebu za skupim objektima, kao što je vijadukt iznad platoa Bukovičkog puta, odnosno tunela ispod stambene zone "Širine". Vezu između puteva M-21 i M-22.1 čine "petlja Sadovi" i povratna veza duž odbrambenog nasipa do površinskog ukrštaja sa postojećim putem M-22.1. Za razliku od A1, ovim rešenjem je eliminisana "petlja Navip", pa su rampe denivelisanog ukrštaja "petlja M-21" direktno povezane sa tranzitnim delom izmeštenog M-21. Tako je moguće delimično uštedeti prostor na delu trase sa veoma nepovoljnom konfiguracijom terena, ali u nedovoljnoj meri da eliminišu i negativne posledice postojećeg magistralnog gasovoda (duž pruge Petrovaradin-Beočin) i planiranog visokonaponskog koridora 110 kV. [1]

3. KRITERIJUMI VREDNOVANJA VARIJANTI PUTNE SAOBRAĆAJNICE

Na osnovu saobraćajnih istraživanja, analize planskih dokumenata i postojećeg stanja, predmera i predračuna radova, definisani su sintezni pokazatelji i formirane kriterijumske funkcije. Varijantna rešenja su ocenjena na osnovu četiri pokazatelja:

- pokazatelj bezbednosti (P_b),
- pokazatelj komfora vožnje (P_{kv}),
- pokazatelj odnosa saobraćajnice sa dokumentacijom, instalacijama i okolinom (P_{dio}),
- troškovi (T).

Pokazatelji bezbednosti i komfora vožnje su formirani na osnovu konkretnih vrednosti istraživanja saobraćajne studije izrađene posebno za potrebe Generalnog plana Obilaznice. Na osnovu numeričkih vrednosti konkretnih pokazatelja varijante su rangirane. Ocene su opisnog karaktera, u tri stepena gradacije: dobro - ocena 3, srednje - ocena 2 i loše - ocena 1. Pokazatelji odnosa saobraćajnice sa dokumentacijom, instalacijama i okolinom, su ocenjeni iskustveno na osnovu planiranog i postojećeg stanja dokumentacije i instalacija, odnosno moguće i trenutne interakcije sa životnom sredinom.

Za pokazatelj bezbednosti, analizirani su sledeći parametri: preglednost (P_{b1}), zakrivljenost (P_{b2}), promena svetlosti (P_{b3}) i uticaj raskrsnica i ukrasnih mesta (P_{b4}). [2] Ocene varijantnih rešenja za pojedinačne parametre bezbednosti prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Ocena bezbednosti

	A1	A2	A3
P_{b1}	2	3	2
P_{b2}	2	1	3
P_{b3}	3	1	3
P_{b4}	2	2	2

Ocena pokazatelja komfora vožnje (tabela 2.) obuhvata zakrivljenost (P_{kv1}), homogenost (P_{kv2}) i preglednost trase (P_{kv3}). Potrebni podaci su preuzeti iz saobraćajne studije i detaljnih vozno-dinamičkih analiza.

Tabela 2. Ocena komfora vožnje

	A1	A2	A3
P_{kv1}	2	2	1
P_{kv2}	1	2	3
P_{kv3}	2	3	2

Pokazatelj odnosa saobraćajnice sa dokumentacijom, instalacijama i okolinom predstavlja skup više pokazatelja koji služe za vrednovanje varijantnih rešenja, a međusobom su povezani. To su odnos trase prema postojećim i planiranim instalacijama, odnos trase prema postojećoj i planiranoj saobraćajnoj infrastrukturi, položaj trase u odnosu na planska dokumenta i stanje na terenu i interakcija saobraćajnice sa okolinom. Za ocenu svih ovih kriterijuma je korištena ekspertna metoda, sve procene su rađene iskustveno, na bazi analize činjeničnog stanja. Svaki pokazatelj ima nekoliko podpokazatelja koji su analizirani i ocenjeni:

- Položaj trase u odnosu na planska dokumenta i stanje na terenu (P_{dio1}) obuhvata:
 - o odnos saobraćajnica prema postojećim urbanističko planskim dokumentima,
 - o položaj saobraćajnica u odnosu na privatno zemljište,
 - o položaj saobraćajnica u odnosu na urbanizovane zone.
- Odnos trase prema postojećim i planiranim instalacijama (P_{dio2}), obuhvata:

- o hidrotehničke objekte vodovoda i kanalizacije,
- o elektroenergetska postrojenja i gasovod.
- Odnos trase prema postojećoj i planiranoj saobraćajnoj infrastrukturi (P_{dio3}), obuhvata:
 - o putnu mrežu i
 - o železničku mrežu.
- Interakcija saobraćajnice sa okolinom (P_{dio4}), obuhvata:
 - o uticaj na stambene zone,
 - o uticaj na životnu sredinu i
 - o uticaj na arhitektonsko - urbanističko i arheološko nasleđe.

Ocene svih pokazatelja date su u tabeli 3.

Tabela 3. Ocena pokazatelja odnosa saobraćajnice sa dokumentacijom, instalacijama i okolinom

	A1	A2	A3
P_{dio1}	1,33	2,33	1,67
P_{dio2}	1,67	2,33	1,67
P_{dio3}	1,50	3,00	2,00
P_{dio4}	1,33	2,33	1,33

Na osnovu projektne dokumentacije, predmera i predračuna, dobijeni su troškovi izgradnje saobraćajnice, za sve tri varijante (tabela 4).

Tabela 4. Ocena troškova

	A1	A2	A3
T [din.]	4.353.705.743	4.125.720.179	4.164.813.590

Rekapitulacija ocena varijantnih rešenja na osnovu pokazatelja bezbednosti, komfora vožnje, pokazatelja odnosa saobraćajnice sa dokumentacijom, instalacijama i okolinom i troškova prikazana je u tabeli 5.

Tabela 5. Rekapitulacija vrednosti svih pokazatelja

	A1	A2	A3
P_b	2,25	1,75	2,50
P_{kv}	1,67	2,33	2,00
P_{dio}	1,458	2,498	1,583
T	4.353.705.743	4.125.720.179	4.164.813.590

4. IZBOR OPTIMALNOG REŠENJA

Varijantna rešenja za Obilaznicu oko Petrovaradina su ocenjivana i rangirana. Problem izbora najpovoljnije varijante rešen je primenom metode višekriterijumske optimizacije (metodom kompromisnog programiranja i metodom kompromisnog rangiranja). [3]

Model optimizacije za izbor najpovoljnije varijante putne saobraćajnice objediljuje četiri kriterijumske funkcije i minimizira vektorsku kriterijumsku funkciju.

$$\min F(x) = \min (f_1, f_2, f_3, f_4) \quad (1)$$

gde su pojedinačne kriterijumske funkcije, date u obliku:

$$f_1 = 1 / P_b \quad (2)$$

$$f_2 = 1 / P_{kv} \quad (3)$$

$$f_3 = 1 / P_{dio} \quad (4)$$

$$f_4 = T \quad (5)$$

Izlazni rezultati prikazani su tabelarno (tabela 6, tabela 7, tabela 8, tabela 9 i tabela 10.)

Tabela 6. Metoda kompromisnog programiranje $p=1$

	A1	A2	A3
Redosled alternativnih rešenja	3	1	2

Tabela 7. Metoda kompromisnog programiranje $p=2$

	A1	A2	A3
Redosled alternativnih rešenja	3	2	1

Tabela 8. Metoda kompromisnog programiranje $p=\infty$

	A1	A2	A3
Redosled alternativnih rešenja	3	2	1

Tabela 9. Metoda kompromisnog rangiranja - isti težinski koeficijenti

	A1	A2	A3
$Q_i(v=0,0)$	3	1	2
$Q_i(v=0,3)$	3	1	2
$Q_i(v=0,6)$	3	1	2
$Q_i(v=0,9)$	3	1	2
$Q_i(v=1,0)$	3	1	2

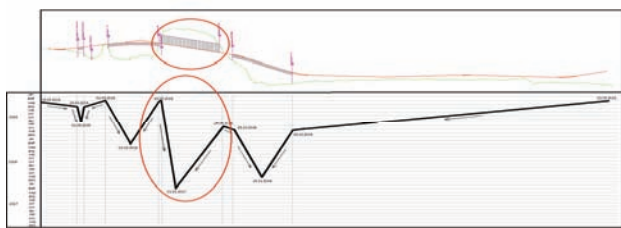
Tabela 10. Metoda kompromisnog rangiranja - različiti težinski koeficijenti

	A1	A2	A3
$Q_i(v_1=0,0)$	3	1	2
$Q_i(v_1=0,3)$	3	1	2
$Q_i(v_1=0,6)$	3	1	2
$Q_i(v_1=0,9)$	3	1	2
$Q_i(v_1=1,0)$	3	1	2

Redosled varijantnih rešenja u postupku optimizacije koji kriterijume posmatra ravnopravno, kao i postupak u kome se favorizuje bezbednost i komfor vožnje, prednost daju drugoj varijanti, pa je to rešenje izabrano za dalje analize.

5. DINAMIKA IZGRADNJE TUNELA

Višekriterijumska analiza trase saobraćajnice oko Petrovaradina je pokazala da je varijantno rešenje A2 optimalno po izabranim kriterijumima. Na osnovu orijentacionog ortogonalnog dinamičkog plana (slika 1.) izrađenog za varijantu A2, zaključeno je da je najdominantnija faza, u okviru cele trase, izgradnja tunela. Izgradnju tunela prati najsloženiji tehnološki postupak izvođenja od svih ostalih inženjerskih objekata na trasi i zahteva najduže vreme. Zato je u nastavku analiza usvojena tehnologija građenja tunela i urađen dinamički plan izgradnje.



Slika 1. Orijentacioni ortogonalni dinamički plan

Usvojenim rešenjem tunela, a u skladu sa morfologijom terena i definisanom trasom obilaznice (varijanta 2), početak i kraj tunela su određeni od stacionaže 0+810,00 do stacionaže 1+190,00 ($L = 380,00$ m). Svetli otvor tunelske konstrukcije projektovan je ramovski sa vertikalnim obodnim zidovima, sa stubovima koji razdvajaju saobraćajne trake oba smera i sa nosačima oslonjenim na zidove i stubove. [1]

Tehnologija građenja je opisana kroz šest grupa radova: pripremni radovi, zemljani radovi, betonski radovi, izrada kolovozne konstrukcije, izrada hidroizolacije i završni radovi. Urađen je izbor građevinske mehanizacije potrebne za izvođenje opisanih grupa radova.

Na osnovu usvojene tehnologije građenja i uslova ograničenja predložen je model procesa izgradnje (mrežni plan). Predviđeno je da se iskop i izgradnja tunelske konstrukcije podeli na šest delova, radi lakše organizacije radova. Prvi deo je kod ulaza u tunel na stacionaži 0+810,00, a šesti deo je kod izlaza iz tunela na stacionaži 1+190,00. Mrežni plan je koncipiran tako da su sve pozicije radova iz predmera radova raščlanjene na aktivnosti u skladu sa tim na kom delu trase se radovi obavljaju. Vreme trajanja aktivnosti se računa sa efektivnim radom u trajanju od osam časova i radnom nedeljom od 5 radnih dana. Prilikom konstrukcije mrežnog plana težilo se što većoj paralelizaciji radova, koja dovodi do maksimalnog smanjenja vremena izgradnje, ali uz angažovanje većeg broja radnika u određenim periodima izgradnje.

Radovi započinju iskopom prva dva dela, zatim se paralelno izvođe radovi iskopa sa druge strane od šestog do trećeg dela i izrada tunelske konstrukcije na potezu prva dva dela, prvi pa drugi. Kada se završi iskop svih delova, mogu da se nastave radovi na izradi tunelske konstrukcije šestog, petog, četvrtog i trećeg dela. Ovako se postiže maksimalna ušteda vremena. Razlog za ovakav raspored aktivnosti je uslovia sama tehnologija iskopa, jer bager ne može da izađe iz tunelske jame kroz prethodne delove gde se odvijaju ostali radovi izgradnje tunela. Ugradnja habajućeg sloja asfalt betona (AB), pri izradi kolovozne konstrukcije, je vršena u kontinuitetu za levu, pa za desnu tunelsku cev, gledano od ulaza u tunelsku konstrukciju.

Za dan početka radova usvojen je 02.03.2015. godine, a analizom unetih podataka završetak radova je predviđen za 01.02.2017. godine. Za izgradnju cele konstrukcije potrebno je 503 radna dana, sa pet radnih dana u nedelji i osmočasovnim radnim vremenom.

6. ZAKLJUČAK

U radu je razmatran problem izgradnje obilaznice oko Petrovaradina, kojom bi se izmestio saobraćaj sa magistralnih puteva M-22.1 i M-22 i ublažio nepovoljan uticaj na osnovne funkcije u naselju. Predložena su tri varijantna rešenja, A1, A2 i A3. Detaljno je analiziran veći broj pokazatelja i formirana su četiri sintezna pokazatelja, na osnovu kojih su vrednovane varijante rešenja. Na osnovu ovih pokazatelja, izvedene su četiri kriterijumske funkcije. Optimizacija varijantnih rešenja je rađena minimizacijom svih kriterijumskih funkcija (f_1 , f_2 , f_3 i f_4), metodom kompromisnog programiranja i kompromisnog rangiranja. Rezultati postupka višekriterijumske optimizacije, redosled varijantnih rešenja sa istim i različitim težinskim koeficijentima (kojim se favorizuju bezbednost i komfor vožnje), pokazali su prednost varijantnog rešenja A2, koje je usvojeno kao optimalna varijanta trase saobraćajnice obilaznice oko Petrovaradina.

Za najpovoljniju varijantu trase A2, urađen je orijentacioni ortogonalni dinamički plan koji pokazuje da je najdominantnija aktivnost na trasi izgradnja tunela. Opisana je tehnologija izgradnje tunela kroz šest grupa radova: pripremni radovi, zemljani radovi, betonski radovi, izrada kolovozne konstrukcije, izrada hidroizolacije i završni radovi. U procesu izgradnje tunela, korišćene su metoda mrežnog planiranja i metoda gantograma.

Vreme trajanja aktivnosti se računa sa efektivnim radom u trajanju od osam časova i radnom nedeljom od pet radnih dana. Za dan početka radova usvojen je 02.03.2015. godine, a analizom unetih podataka završetak radova je predviđen za 01.02.2017. godine. Za izgradnju cele konstrukcije potrebno je 503 radna dana.

7. LITERATURA

- [1] "Generalni projekat obilaznice oko Petrovaradina", Centar za puteve Vojvodine, Novi Sad, 2010.
- [2] "Saobraćajna studija za generalni projekat obilaznice oko Petrovaradina", (autori studije: Vračarević R., Čizmić I., Dragosavac V., Milošev M., Sabo M., Dorčić I.), Centar za puteve Vojvodine, Novi Sad, 2010.
- [3] Opricović, S. : "Optimizacija sistema", *Građevinski fakultet, Beograd, 1992.*

Kratka biografija:



Vladimir Šovljanski rođen je u Novom Sadu 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Tehnologija i organizacija građenja odbranio je 2014.god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2010.god. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast Zgradarstvo–građevinske i arhitektonske konstrukcije

**ПРОЦЕНА СТАЊА И ОЈАЧАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ВИСОКЕ СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ
НАКОН ДОГРАДЊЕ****ASSESSMENT AND STRENGTHENING OF HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDING
AFTER UPGRADING**

Никола Будинчић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**2. СЕИЗМИКА ВИСОКИХ ЗГРАДА**

Кратак садржај – У овом раду приказана је процена стања, санација и ојачање конструкције стамбене зграде у Новом Саду. У првом делу рада, детаљно је описано дејство сеизмичких сила на високу зграду. Затим је на основу детаљног прегледа зграде дата оцена стања са аспекта носивости, стабилности и трајности. Након тога урађена су четири различита модела конструкције у софтверу „Tower 6”. Сваки од четири модела представља једно стање конструкције. I-модел пре доградње, II-модел после доградње, III-модел са ојачањем конструкције АБ зидним платнима и АБ лифтовским окном, IV-модел са ојачаним централним стубовима (са 30/40 на 40/50cm). Такође, предложене су и мере санације уочених недостатака после доградње.

Abstract – This paper presents the assessment, repair and strengthening of the bearing structure of a residential building in Novi Sad. In the first part of this paper, the effect of seismic forces on a high-rise building is described in detail. Then, based on a detailed survey of the building, the assessment was given in terms of carrying capacity, stability and durability. After that, four different construction models were done using the software "Tower 6". Each of the four models represents different condition of the structure. I-model before upgrading, II-model after upgrading, III-model with strengthening by concrete walls and concrete elevators shaft, IV-model with a strengthening central columns (from 30/40 to 40/50 cm). At the end, the appropriate measures for repair of detected damages are given.

Кључне речи: АБ конструкција, оштећења, процена стања, санације, ојачања, сеизмика.

1. УВОД

Рад се састоји од две међусобно независне целине. Први део рада представља теоријски део са темом „Сеизмика високих зграда“, а други део је везан за процену стања, санацију и ојачање конструкције високе стамбене зграде у Новом Саду.

2.1. Увод

Сеизмика је скуп геофизичких метода које се темеље на снимању механичким путем вештачки изазваних таласа након њиховог повратка из унутрашњости земље ради истраживања грађе земље, али и других небеских тела (планета и планетоида).

Својства тако снимљених сеизмичких таласа мењају се под утицајем еластичних својстава унутрашњости земље која зависе од састава, порозности, пропусности и компактности стена, као и од садржаја и врсте флуида у њима.

Примењене сеизмичке методе састоје се у емитовању импулса силе у унутрашњост земље и регистравању, под његовим утицајем насталих, рефлектираних и рефрактираних налаза од подземних граница на низу пријемника распоређених на или близу површине.

2.2. Земљотрес

Земљотреси представљају кретање тла које се јавља због изненадних помака у земљиној кори или у горњем делу плашта.

Најважнији су земљотреси тектонског порекла. Друге врсте земљотреса се јављају због дејства вулкана, изненадног пада материјала, јаких експлозија итд. Земљотреси као природне појаве често изазивају оштећења, а понекад и разарања објеката, праћена великим материјалним губицима, па чак и људским жртвама.

Према садашњем нивоу научног знања, могуће је територијално одредити и предвидети могући степен рушилачке снаге земљотреса, али није могуће предвидети време када ће се земљотрес и догодити, нити колика ће бити стварна снага ослобођене енергије. А оно што је можда најважније јесте да се земљотрес не може спречити, што указује на неминовност грађења зграда и других грађевинских објеката у сеизмичким подручјима.

Грађевинске конструкције морају бити пројектоване и грађене да издрже земљотресно дејство без локалног или потпуног рушења, а по престанку земљотреса, конструкције морају задржати свој интегритет и морају имати довољан преостали капацитет носивости. Ови захтеви односе се на тзв. пројектни земљотрес, којем одговарају референтни повратни периоди сеизмичког догађаја.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био проф. др Властимир Радоњанин.

2.3. Вишеспратне зграде

Вишеспратне зграде (станбене, јавне административне, пословне, индустријске...) у армираном бетону се, у зависности од места градње, могућности серијске производње елемената и других фактора, изводе као монолитне, изливањем свеже бетонске масе у оплати, монтажне (од префабрикованих монтажних елемената) или комбиноване монтажне и монолитне (полумонтажне и монтажне – монолитне конструкције). Носећу конструкцију ових објеката формирају међусpratне и кровне таваничне конструкције, које се ослањају на оквирну конструкцију, зидове или, комбиновано, на оквири и зидове. У том смислу зграде класификујемо као скелетне, панелне или комбиноване. При томе, због велике флексибилности (хоризонтална померања) ретке су чисто скелетне конструкције. Уобичајено је њихово укрупњавање вертикалним плочастим елементима – зидовима за укрупњење. Овакве системе комбинованих конструкција називамо укрупњеним скелетним системима.



Слика 1. – Носећи системи

2.4. Сеизмичка дејства

2.4.1. СРПС (Еквивалентна статичка метода)

Овом методом сеизмичка дејства се замењују еквивалентним, хоризонталним сеизмичким силама које делују у нивоима међусpratних таваница.

Укупна хоризонтална сеизмичка сила S одређује се према обрасцу:

$$S = K \cdot G$$

где је:

K - укупни сеизмички коефицијент за хор. правац

G - укупна тежина објекта изнад горње ивице темелја

Тежина објекта G одређује се као сума сталног, вероватног корисног оптерећења и оптерећења снегом. Вероватно корисно оптерећење узима се у висини од 50% оптерећења одређеног прописима за оптерећење.

Укупан сеизмички коефицијент K прорачунава се према обрасцу:

$$K = K_0 \cdot K_s \cdot K_d \cdot K_p$$

где је:

K_0 - коефицијент категорије објекта;

K_s - коефицијент сеизмичког интензитета;

K_d - коефицијент динамичности;

K_p - коефицијент дуктилитета и пригушења;

2.4.2. EuroCode (Метода екв. бочних сила)

Према EuroCode-у, а у зависности од карактеристика конструкције, за прорачун сеизмичких утицаја у конструкцији могу се користити следеће линеарно-еластичне анализе:

а) Метода еквивалентних бочних сила - за зграде које могу да се анализирају са два раванска модела и чији одговор не зависи битно од утицаја виших облика слободних вибрација;

б) Мултимодална спектрална анализа - за све типове зграда.

Као алтернатива линеарном приступу, могу да се користе и нелинеарне методе прорачуна:

ц) Нелинеарна статичка (pushover) анализа;

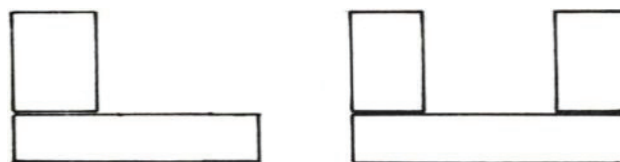
д) Нелинеарна (динамичка) анализа временског одговора.

2.5. Одредбе и препоруке домаћих стандарда и ЕС 8 за зграде

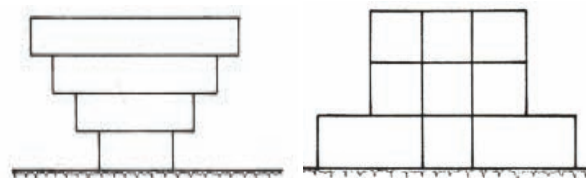
2.5.1. Одредбе и препоруке домаћих прописа

Најважније одредбе тичу се:

Избора локације, облика основе, сеизмичке разделнице (слика 2), облика зграде у вертикалном смислу, дисконтинуитета крутости (слика 3), смањење масе, крутости таваница у својој равни, вишег степена статичке неодређености, избора конструктивног система.



Слика 2. – Несиметрична основа издељена разделницама



Слика 3. – Смањивање крутости од врха ка дну и дисконтинуитет крутости укидањем стуба

2.5.2. Одредбе и препоруке према ЕС8

Као и у домаћим прописима и у ЕС 8 се инсистира на: једноставности конструкцијског система, уједначености, симетрији и конструкцијској резерви (статичка неодређеност), отпорности и крутости у оба правца, торзионој отпорности и крутости, понашању међусpratних таваница као крутих дијафрагми, адекватном фундаирању;

2.6. Закључак

Очигледно је да сеизмичке силе не зависе само од сеизмичких карактеристика локације, него и од динамичких карактеристика конструкције. Силе према којима се конструкција димензионише (пројектне сеизмичке силе) додатно зависе и од процене рационалности конструкције, али и од економских могућности заједнице и од политике коју она води у заштити од природних непогода.

3. ПРОЦЕНА СТАЊА

3.1 Увод

Објекат за који се ради процена стања а за који ће се касније дати и мере санације је стамбена зграда (Слика 4). Објекат је изграђен током 1960. године, а надоградња је извршена 90-их година прошлог века. Инвеститори су били грађевинско предузеће “Неимар” и Беоцинска фабрика цемента.



Слика 4. - Изглед зграде

Зграда се налази у улици Максима Горког бр. 6 у Новом Саду. Површина око зграде је обрађена парковски са неколико слободностојећих зграда. Зграде су постављене под извесним углом у односу на улицу Максима Горког ради побољшања оријентације.

Зграда је првобитно имала подрум са склоништем, приземље, 8 етажа и кровне терасе. Након доградње зграда има 9 етажа. Зграда је крстастог облика у основи и чине је четири крила димензија 15,30x8.90m. Зграда садржи 56 станова различите квадратуре. У сутерену се налазе подрумске просторије и склониште димензија 15,30x8.90m. Поред станова, у згради се налазе помоћне просторије: гаража, бициклана, котларница и перионица. На згради је изведен раван кров, а на њему на три од четири крака налазе се кровне терасе. Вертикална комуникација је остварена коленастим степеништем и са два лифта која се налазе у центру објекта.

3.2. Конструктивни систем

Конструктивни систем зграде је армирано бетонски скелет, са осовинским размаком стубова 5,0m у подужном и 4,3m у попречном правцу. Стубови су димензија 30/40cm. Степениште је коленасто. Зидови служе као зидови испуне и као преградни зидови. Спољашњи зидови за испуну су дебљине 30cm. Преградни зидови у становима су $d=12\text{cm}$ и $d=6\text{cm}$, док су зидови између станова 25cm. Међуспратна

конструкција је од шупљих тела (монтажна опека). Висина конструкције заједно са плочом је највише 25cm. Спољно малтерисање вршено је у кречно цементном малтеру, док је унутрашње малтерисање вршено у два слоја са глетовањем површина. Бетонски делови на фасади изоловани су са унутрашње стране изолит плочама.

3.3. Детаљни визуелни преглед

Визуелни преглед је обављен са спољашње стране, у подруму, по степеништу, на кровним терасама. Није се улазило у станове, будући да се у разговору са станарима дошло до закључка да не постоје озбиљна оштећења, а сва мања оштећења у становима станари су сами санирали.

Детаљним визуалним прегледом уочени су следећи дефекти и оштећења:

- дефекти:
 - геометријске имперфекције;
 - мала дебљина заштитног слоја;
 - сеграгација бетона;
- оштећења:
 - мрље од влаге;
 - трошан малтер (Слика 6.);
 - трошна опека;
 - биолошка корозија (Слика 5.);
 - љускање површинског слоја;
 - кристализација соли.



Слика 5. – Биолошка корозија и љускање завршног фасадног слоја



Слика 6. – Трошан малтер и малтерске спојнице

Потребна је санација свих уочених оштећења и недостатака како би се спречило даље нарушавање трајности и функционалности објекта.

4. МОДЕЛИРАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

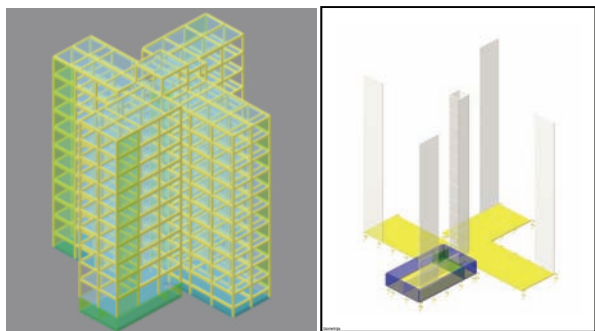
Према подацима и цртежима из архитектонског пројекта направљена су четири модела, где сваки одговара различитом стању конструкције. У сваком од модела анализирана су одговарајућа оптерећења у зависности од времена када су радови извођени. Објектат је оптерећен сталним, корисним, оптерећењем ветром и снегом и сеизмичким оптерећењем.

Модел 1-модел пре доградње

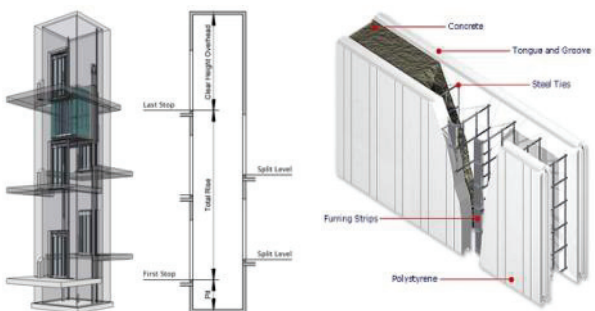
Модел 2-модел после доградње

Модел 3-модел после ојачања АБ зидовима и лифтом

Модел 4-модел са ојачаним централним стубовима



Слика 7. – Модел 3 и предложена ојачања (АБ зидови и лифтовско окно)



Слика 8. – Ојачања (АБ лифт. окно и зидно платно)

Табела 1. – Момент савијања у стубу, пресек оса 2иВ

Осе и спратност	Модел 1	Модел 2	Модел 3	Модел 4
2-B ⁰	-41.37	-44.30	-43.73	-75.74
2-B ^I	-42.07	-45.39	-36.22	-51.04
2-B ^{II}	-38.23	-37.21	-31.95	49.63
2-B ^{III}	-34.26	-33.26	-29.42	-49.98
2-B ^{IV}	-31.24	-29.87	-26.51	60.32

Табела 2. – Момент савијања у стубовима у оси В

Осе и спратност	Модел 1	Модел 2	Модел 3	Модел 4
В-1 ⁰	-27.87	-30.33	-97.29	-96.13
В-3 ⁰	-33.18	-35.91	-10.43	-6.95
В-1 ^I	-21.96	-23.85	-2.78	-2.74
В-3 ^I	-30.45	-33.56	-34.37	-33.03
В-1 ^{II}	-17.79	-18.92	-5.59	-5.11
В-3 ^{II}	-24.54	-27.51	-21.46	-19.54
В-1 ^{III}	-15.81	-16.55	-7.53	-7.19
В-3 ^{III}	-21.68	-24.19	-15.98	-9.49
В-1 ^{IV}	-14.08	-14.39	-9.59	-9.49
В-3 ^{IV}	-20.15	-22.20	-14.23	-14.86

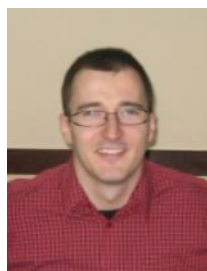
5. ЗАКЉУЧАК

Након упоредне анализе критичних позиција на објекту, закључено је да је предложена санација оправдана. Постављањем АБ платана на крајевима сва четири крила објекта, знатно смањујемо појаву торзије у основи, а самим тим смањујемо и хоризонталне силе, додатно укрућујемо објектат и тиме смањујемо утицаје у линијским елементима. Такође, додатно укрућујемо конструкцију извођењем АБ језгра око лифта, које се у савременом грађевинарству сматра обавезним. Највеће оптерећење на објекту трпе централни унутрашњи стубови. На гредама не долази до великог повећања утицаја, те исте није потребно ојачавати, али их свакако треба санирати тамо где је то потребно. У суштини трајност и функционалност објекта нису били угрожени неадекватном надоградњом, али га је у сваком случају потребно обезбедити и санирати. Предузетим мерама, обезбеђена је потребна носивост, сигурност објекта и продужен му је век трајања.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Н. Caplan, S. Yilmaz: *Seismic Strengthening of Reinforced Concrete Buildings*, Pamukkale University, Department of Civil Engineering, Turkey, 2012.
- [2] М. Willford, А. Whittaker, R. Klemencic, *Recommendations for the Seismic Design of High-rise Buildings*, Australia 2008.
- [3] Р. Bisch, Е. Carvalho, Н. Degee, Р. Fajfar, М. Fardis, Р. Franchin, М. Kreslin, А. Pecker, Р. Pinto, А. Plumier, Н. Somja, G. Tsionis: *EuroCode 8: Seismic design of buildings*, Lisabon, 2011
- [4] В. Радоњанин, М. Малешев: *Скрипта са предавања Санација бетонских конструкција*, Факултет техничких наука, Нови Сад
- [5] М. Малешев, В. Радоњанин: *Скрипта са предавања Процена стања и одржавање грађевинских објеката*, Факултет техничких наука, Нови Сад
- [6] Ђ. Лађиновић: *Анализа конструкција зграда на земљотресна дејства*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2004.
- [7] Ж. Радосављевић, Д. Бајић: *Армирани бетон, Елементи армирано-бетонских конструкција*, Грађевинска књига, Београд, 2004.
- [8] Б. Благојевић: *Грађевинске конструкције*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1996.

Кратка биографија:



Никола Будинчић рођен је у Сарајеву 1987. год. Средњу грађевинску школу завршио у Крагујевцу. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарство – Модул конструкције – Процена стања и санација конструкција, одбранио је 2014. год.

**IZBOR IZVOĐAČA RADOVA I KONSTRUKCIJE PRI PLANIRANJU IZGRADNJE
PROIZVODNE HALE****THE SELECTION OF CONTRACTOR AND CONSTRUCTION IN BUILDING
PLANNING OF PRODUCTION HALL**

Aleksandar Dejić, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu razmatran je problem izbora najpovoljnijeg izvođača radova i konstrukcije proizvodne hale. Metodom višekriterijumske optimizacije na bazi pet kriterijuma, izabrano je optimalno rešenje. Za najpovoljnijeg izvođača radova i konstrukciju, planirana je dinamika izgradnje proizvodne hale.

Abstract – This paper analyzes the problem of selecting the contractor and construction in building planning of production hall. The optimal variant is chosen by applying the multi-criteria optimization method, based on five criteria. For the best choice of contractor and construction, dynamic of the building of production hall is planned.

Ključne reči: izvođači radova, konstrukcija, višekriterijumska optimizacija, kriterijumi, tehnologija i dinamika građenja

1. UVOD

Izvođenje građevinskog objekta podrazumeva detaljnu analizu projekta, usvajanje adekvatne tehnologije građenja, organizaciju i planiranje dinamike izgradnje i izbor najpovoljnijeg izvođača radova. Izbor izvođača radova je važna odluka preduzeća, tj. tima kome je povereno upravljanje investicijama. Preduzeće kao investitor, uglavnom posluje u uslovima ograničenih finansijskih sredstava, zbog čega se izboru izvođača mora posvetiti posebna pažnja.

U radu je razmatran problem izbora najpovoljnijeg izvođača radova i konstrukcije proizvodne hale (optimalno rešenje). Dat je predlog načina izbora, modeliranjem, u slučaju kada investitor definiše opšte i posebne kriterijume vrednovanja izvođača i ograničavajuće faktore izbora. Problem se rešava definisanjem kriterijuma optimizacije, vrednovanjem varijantnih rešenja i primenom adekvatne metode optimizacije.

Za usvojenu varijantu (izvođač-konstrukcija), poštujući tehnološke zahteve, planirana je izgradnja razmatranog projektnog rešenja proizvodne hale.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, vanr.prof.

2. OPIS OBJEKTA

Lokacija objekta (hale) 4, je grad Užice u industrijskoj zoni Krčagovo. Objekat je prizeman, neto površine 262.85m². Čista visina objekta je 4.20m, visina zatvorenog dela objekta, viši deo je 3.80 m, a niži deo od 2.60m do 3.20m.

Konstrukcija objekta je skeletnog tipa. Temelji objekta su temelji samci ispod stubova dim. 120/160cm, međusobno povezani temeljnim gredama. Ispod unutrašnjih zidanih zidova, izvode se trakasti temelji dimenzija 50/40cm. Pod hale je armirano betonska ploča sa završnom obradom-fero-beton. Spoljašnji zidovi su od siporeks blokova d=29 cm. Zidovi se malterišu i boje fasadnom bojom. Unutrašnji zidovi su, u zavisnosti od položaja, od giter opekarskog bloka d=20cm, siporeks bloka d=25cm i opeke d=7cm. Kalkanski delovi se zatvaraju jednostrukim čeličnim plastificiranim profilisanim limom TR 40/230/0.55. Zidovi se završno obrađuju poludisprezivnom bojom.

Od instalacija predviđeni su gasno grejanje, vodovod, kanalizacija, elektroenergetska instalacija, instalacija interfona, telefona i gromobranska instalacija.

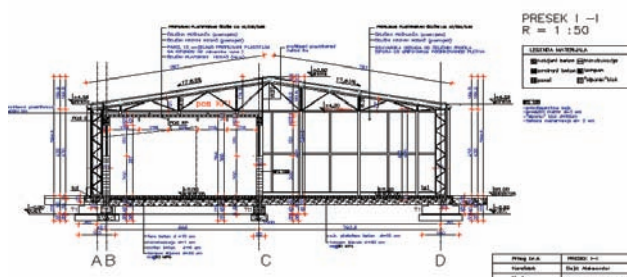
**3. IZBOR IZVOĐAČA RADOVA I
KONSTRUKCIJE PROIZVODNE HALE**

Analizirane su ponude tri izvođača radova sa predloženim varijantama konstrukcije:

- izvođač - MPP "Jedinstvo", Sevojno - konstrukcija je čelična - TIP 1,
- izvođač - SGR "Majstor", Užice - konstrukcija je AB sa rešetkastim čeličnim glavnim nosačem - TIP 2,
- izvođač - "Start House" d.o.o., Užice - konstrukcija je montažna betonska - TIP 3.

3.1 Izvođači radova i varijante konstrukcije

Konstrukcijski tip 1, izvođačke firme MPP "Jedinstvo", Sevojno, za prvo varijantno rešenje, je čelična konstrukcija. Rešenje konstrukcije u čeličnoj varijanti čine glavni nosači-čelične rešetke, stubovi, olučne grede i čelične rožnjače, koje se oslanjaju na glavne rešetkaste nosače. Poprečni presek konstrukcije prikazan je na slici 1. [1]



Slika 1. TIP 1 - čelična konstrukcija

Konstrukcija tipa 2, izvođačke firme SGR "Majstor", Užice, za drugo varijantno rešenje, je konstrukcija koju čini rešetkasti čelični nosač oslonjen na AB stubove. Na nosače se oslanjaju olučne grede i rožnjače (slika 2).



Slika 2. TIP 2 - konstrukcija od AB stubova i rešetkastih čeličnih glavnih nosača

Konstrukcijski tip 3, izvođačke firme "Start House" d.o.o. iz Užica, za treće varijantno rešenje, je montažna prefabrikovana konstrukcija koju čini armirano-betonska rigla oslonjena na AB stubove. Na riglu se oslanjaju armiranobetonske olučne grede i rožnjače (slika 3).



Slika 3. TIP 3 - konstrukcija od AB stubova i rigli od AB

3.2 Kriterijumi optimizacije

Kriterijumi na osnovu kojih je izabrano optimalno rešenje za posmatrani objekat su kvantitativni i kvalitativni. Kvantitativni kriterijumi su troškovi izrade i montaže i rok montaže konstrukcije. Kvalitativni kriterijumi su bazirani na analizi dosadašnje saradnje sa izvođačima radova i oceni kvaliteta njihovih usluga.

Definisane kriterijumske funkcije su:

- f1 - troškovi izrade, transporta i montaže (€/m²)
- f2 - rok montaže konstrukcije (dana),
- f3 - kvalitet prethodnih radova (rangiranje),
- f4 - spremnost na saradnju (rangiranje),
- f5 - rešavanje reklamacija (rangiranje).

Troškovi izrade konstrukcije su formirani analizom troškova osnovnog materijala i izrade elemenata konstrukcije. Troškovi transporta su obračunati na osnovu broja sredstava koji su angažovani na transportu elemenata konstrukcije hale. Troškovi montaže su

dobijeni na osnovu cene montaže elemenata konstrukcije hale svakog izvođača.

Ukupni troškovi konstrukcije prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Ukupni troškovi

Troškovi izrade, transporta i montaže				
Firma	izrada [€/m ²]	transport [€/m ²]	montaža [€/m ²]	ukupno [€/m ²]
MPP "Jedinstvo"	41,96	0,722	6,83	49,52
SGR "Majstor"	47,75	1,084	20,37	69,20
"Start House" d.o.o.	33,30	3,90	77,99	115,19

Podaci o vremenu potrebnom za montažu su dobijeni od preduzeća specijalizovanih za izradu i montažu i bazirani su na iskustvenim podacima proizvođača montažnih radova (tabela 2).

Tabela 2. Rok montaže konstrukcije

Firma	rok montaže [dana]
MPP "Jedinstvo" iz Sevojna	3.375
SGR "Majstor" iz Užica:	3.875
"Start House" d.o.o. iz Užica:	2.875

Investitor "Prvi partizan" a.d. iz Užica je na osnovu ranije saradnje sa izvođačima radova izvršio ocenivanje, odnosno bodovanje kvaliteta prethodno izvedenih radova, na izgradnji investicionih objekata. Izbor izvođača radova, na osnovu ovog kriterijuma obuhvatio je podkriterijume: nije bilo primedbi; bilo je manjih primedbi bez bitnog uticaja; bilo je većih primedbi. Kriterijum je od bitnog uticaja na konačnu odluku o izboru izvođača radova, jer nepojavljivanje reklamacija na kvalitet izvedenih radova u datom garantnom roku znači i nesmetan proces proizvodnje u hali bez zastoja, što je u interesu investitora. Treba posebno obratiti pažnju na posedovanje atesta za pojedine materijale i elemente konstrukcije, naročito u oblasti protivpožarne zaštite i materijala koji mogu da utiču na bezbedan rad zaposlenih u hali.

Kvalitet prethodnih radova je ocenjivan za svakog od tri potencijalna izvođača radova, kategorijom zadovoljava, delimično zadovoljava i nezadovoljava i svakom izvođaču je u skladu sa tim dodeljen određen broj bodova. Rangiranje izvođača radova po kriterijumu kvaliteta prethodnih radova dato je u tabeli 3.

Tabela 3. Rangiranje izvođača - kvalitet prethodnih radova

Firma	rangiranje
MPP "Jedinstvo" iz Sevojna	1
SGR "Majstor" iz Užica:	2
"Start House" d.o.o. iz Užica:	3

Za sva tri izvođača radova, a na osnovu definisanog kriterijuma investitora: rukovodstvo, stručno osoblje i saradnici su uvek spremni na saradnju; usaglašavanje i sporni slučajevi se rešavaju uz povremene probleme; ne ispoljava se želja za saradnjom, izvršeno je ocenivanje, odnosno bodovanje spremnosti na saradnju, na postizanju zajedničkog cilja na obostrano zadovoljstvo.

Spremnost na saradnju je ocenjivana za svakog od tri potencijalna izvođača radova, kategorijom zadovoljava,

delimično zadovoljava i nezadovoljava i svakom izvođaču je u skladu sa tim dodeljen određen broj bodova. Prema ostvarenim bodovima rangirani su izvođači radova. (tabela 4.)

Tabela 4. Rangiranje izvođača – spremnost na saradnju

Firma	rangiranje
MPP "Јединство" iz Sevojna	2
SGR "Majstor" iz Užica:	3
"Start House" d.o.o. iz Užica:	1

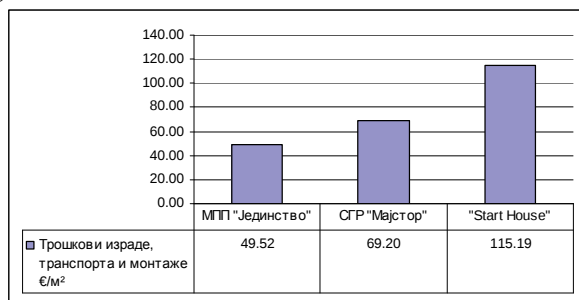
U cilju izbora optimalnog izvođača radova za izgradnju hale 4 u Užicu, firma „Prvi partizan“ A.D. je definisala još jedan kriterijum na osnovu ranijeg iskustva, a koji se tiče rešavanja reklamacija, kako u toku izvođenja radova tako i u garantnom roku. Brzina rešavanja reklamacija na izvedene radove je od bitnog uticaja na izbor izvođača radova, jer od nje zavisi i poštovanje rokova gradnje. Sam pristup izvođača radova celokupnom projektu govori i o ozbiljnosti pristupa rešavanju reklamacija po odredbama ugovora.

Za sva tri izvođača radova je izvršeno ocenivanje odnosno bodovanje spremnosti za otklanjanje reklamacija na zahtev investitora prema, reklamacije se rešavaju: odmah prema odredbama ugovora; rešavaju se prema ugoovoru uz duži period; teško se rešavaju. Svaki izvođač radova, svrstan je u kategoriju zadovoljava, delimično zadovoljava i nezadovoljava, u skladu sa tim dodeljen mu je određen broj bodova i izvršeno je njihovo rangiranje. (tabela 5).

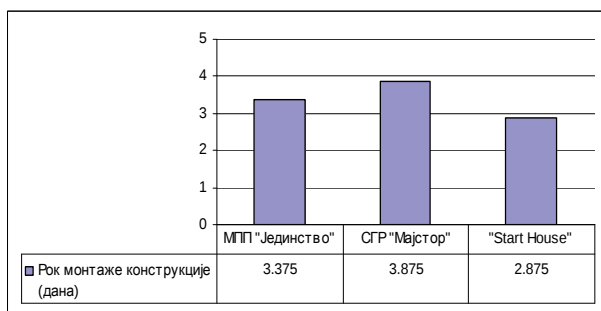
Tabela 5. Rangiranje izvođača – rešavanje reklamacija

Firma	rangiranje
MPP "Јединство" iz Sevojna	3
SGR "Majstor" iz Užica:	1
"Start House" d.o.o. iz Užica:	2

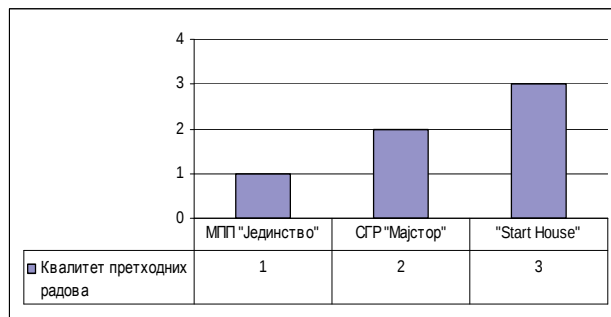
Vrednovanje izvođača radova i konstrukcije prema svim kriterijumima pojedinačno, prikazano je na slikama 4, 5, 6, 7 i 8.



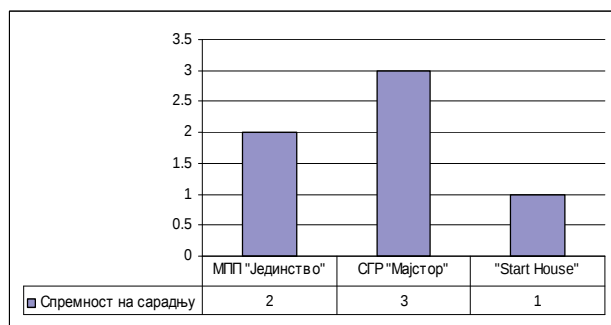
Slika 4. Troškovi izrade, transporta i montaže [€/m²]



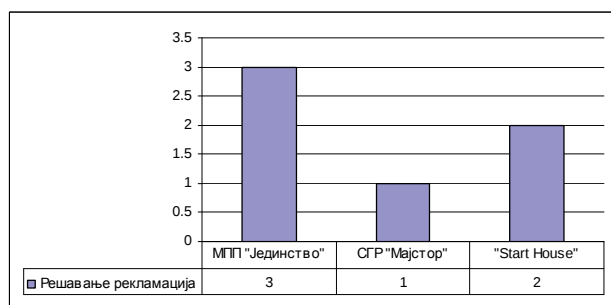
Slika 5. Rok montaže konstrukcije [dana]



Slika 6. Kvalitet prethodnih radova [rangiranje]



Slika 7. Spremnost na saradnju [rangiranje]



Slika 8. Rešavanje reklamacija [rangiranje]

3.3 Izbor najpovoljnijeg izvođača i konstrukcije hale

Model optimizacije za izbor najpovoljnijeg izvođača radova i konstrukcije, za tri varijante baziran je na pet kriterijumskih funkcija i dat je u obliku:

$$\min F(x) = \min (f_1, f_2, f_3, f_4, f_5) \quad (1)$$

Ulazni podaci dati su u tabeli 6, a pojedinačna rang lista u tabeli 7.

Tabela 6. Ulazni podaci

kr.f/alter.	A1	A2	A3	jed.
f1	49,52	69,20	115,19	€/m²
f2	3,375	3,875	2,875	dana
f3	1,0	2,0	3,0	rangiranje
f4	2,0	3,0	1,0	rangiranje
f5	3,0	1,0	2,0	rangiranje

Tabela 7. Pojedinačna rang lista

alter./ kr.f	f1	f2	f3	f4	f5
A1	1	2	1	2	3
A2	2	3	2	3	1
A3	3	1	3	1	2

Redosled alternativnih rešenja dobijen metodom višekriterijumske optimizacije (metoda kompromisnog programiranja i metoda višekriterijumskog kompromisnog rangiranja), prikazan je tabelarno (od tabele 8 do tabele 11) [3], [4].

Tabela 8. Metoda kompromisnog programiranja-rešenje je najbolje po svim kriterijumima posmatranim zajedno

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled	1	3	2

Tabela 9. Metoda kompromisnog programiranja-rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled	1	3	2

Tabela 10. Metoda kompromisnog programiranja-prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjem

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled	1	3	2

Tabela 11. Metoda kompromisnog rangiranja-isti težinski koeficijenti

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled alternativnih rešenja			
v1=0.0	1	3	2
v1=0.3	1	3	2
v1=0.6	1	3	2
v1=0.9	1	3	2
v1=1.0	1	3	2

Primenom metode višekriterijumske optimizacije izabran je izvođač radova koji nudi najpovoljnije rešenje konstrukcije, prema izabranim kriterijumima optimizacije. Usvojeno je rešenje proizvodnog programa MPP "Jedinstvo" iz Sevojna - čelična konstrukcija hale.

4. PLANIRANJE IZGRADNJE OBJEKTA

Proces izgradnje hale je složen, sa nizom tehnoloških međuzavisnosti, tehničkih i lokacionih ograničenja. Da bi se gradilište organizovalo na najefikasniji način potrebno je izvršiti detaljnu analizu svakog dela procesa građenja, karakteristika lokacije na kojoj se objekat gradi, karakteristika objekta, raspoložive mehanizacije i opreme, raspoloživih ljudskih resursa, privremenih objekata, organizacije gradilišta i dinamike građenja [5].

Za usvojen tip konstrukcije, planirana je izgradnja kompletnog objekta [2]. Planiranje građevinske proizvodnje podrazumeva korišćenje različitih metoda koje omogućavaju modeliranje posmatranih procesa, pojedinih delova, kao i čitavog procesa građenja (ciklogram montaže konstrukcije hale, mrežni plan i gantogram izgradnje objekta) [6].

Obrada mrežnog plana sa svim potrebnim ulaznim podacima urađena je pomoću računarskog programa MS Project for Windows. Vreme trajanja aktivnosti se računa sa efektivnim radom u trajanju od 8 časova i radnom nedeljom od 5 radnih dana. Kao dan početka radova usvojen je 12.03.2014. godine, a analizom unetih

podataka završetak radova je predviđen za 18.07.2014. godine. Za izgradnju celog objekta potrebna su 93 radna dana.

5. ZAKLJUČAK

U radu je planirana izgradnja hale za proizvodnju municije, sa ciljem da se izabere najpovoljniji izvođač radova sa predloženim tipom konstrukcije hale. Vrednovana su tri izvođača radova i tri tipa konstrukcije. Usvojeni su kvantitativni i kvalitativni kriterijumi optimizacije. Primenom metode višekriterijumske optimizacije (metodom kompromisnog programiranja i kompromisnog rangiranja), došlo se do zaključka da je izvođač radova MPP "Jedinstvo" iz Sevojna sa čeličnom konstrukcijom optimalno rešenje za ovu halu.

Za usvojenu čeličnu konstrukciju, izvođačke firme MPP "Jedinstvo" iz Sevojna, planirana je izgradnja hale. Dinamičkim planom izgradnje hale obuhvaćeno je detaljno planiranje (ciklogrami montaže konstrukcije), a takođe je urađen i generalni mrežni plan (model celokupnog procesa izgradnje).

Kao dan početka radova usvojen je 12.03.2014. godine, a analizom unetih podataka je dobijen završetak radova za 18.07.2014. godine. Za izgradnju celog objekta potrebna su 93 radna dana, sa pet radnih dana u nedelji i osmočasovnim radnim vremenom.

6. LITERATURA

- [1] Grupa autora: „Metalne konstrukcije“, Građevinska knjiga Beograd, 2009.
- [2] Dejić, A.: "Projekat tehnologije i organizacije građenja hale 4 u industrijskoj zoni Krčagovo u Užicu", *Diplomski (Bachelor) rad*, Novi Sad, 2013.
- [3] Opricović, S.: "Optimizacija sistema", *Građevinski fakultet, Beograd*, 1992.
- [4] Dražić, J.: "Teorija sistema i sistemska analiza", *FTN, Novi Sad*, 2012. (materijal sa predavanja)
- [5] Trivunić, M., Matijević, Z.: "Tehnologija i organizacija građenja - praktikum", *Univerzitet u Novom Sadu, FTN*, 2004.
- [6] Trivunić, M.: "Upravljanje projektima i građenjem - materijal za vežbe", *Univerzitet u Novom Sadu, FTN*, 2000.

Kratka biografija:



Aleksandar Dejić rođen je u Užicu 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Organizacija i tehnologija građenja odbranio je 2014. god



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2010.god. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast Zgradarstvo–građevinske i arhitektonske konstrukcije.

ИДЕНТИФИКАЦИЈА ВОЗАЧА ВОЗИЛА УЧЕСТВОВАЛИХ У САОБРАЋАЈНИМ НЕЗГОДАМА-ФОРЕНЗИЧКИ АСПЕКТ**IDENTIFICATION OF DRIVERS WHO PARTICIPATED IN TRAFFIC ACCIDENTS - FORENSIC ASPECTS**

Владимир Бороња, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Циљ рада јесте да се на основу анализираних оштећења и трагова који се пронађу на ентеријеру возила утврди какве повреде су задобили возач и путници, ко је управљао возилом и који је тип судара. У раду су анализирана оштећења унутрашњости возила настала у саобраћајним незгодама и који се системи користе као заштита путника у возилу, као и анализа повреда путника и возача приликом судара.

Abstract – The aim of this paper is that, based on the analyzed damage and traces are found in the interior of the vehicle determines what kind of injuries they sustained the driver and the passengers, who was driving and what type of impact. The paper discusses the damage the interior of the vehicle resulting in accidents and that the systems used to protect passengers in the vehicle, as well as analysis of injury to passengers and the driver in a crash.

Кључне речи: возач, саобраћајне незгоде, оштећења

1. УВОД

Трагичност последица саобраћајних незгода на путевима је данас један од најактуелнијих светских проблема где појам сигурност представља очигледну празнину у свести возача па и друштва у целини. Са развојем друског саобраћаја дошло је до пораста броја саобраћајних незгода. Модерни аутомобили развијају велике брзине па самим тим долази и до озбиљних последица у саобраћајним незгодама. Саобраћајне незгоде представљају изузетно значајан проблем савремене цивилизације.

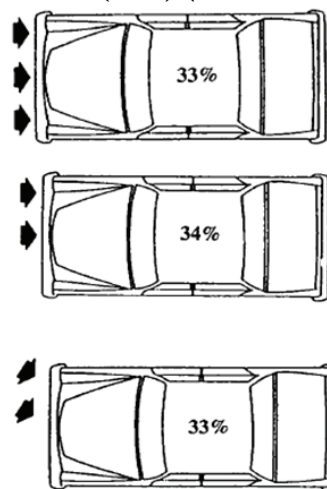
Процењује се да данас у свету, у саобраћајним незгодама погине око 1.200.000 људи, док се око 50 милиона повреди. Статистика готово свих земаља показује да се саобраћајне незгоде налазе на првом месту као узрок смрти за становништво до 44 године старости. Приликом настанка саобраћајне незгоде често долази до повреда возача и путника унутар возила. На основу самог оштећења унутрашњости возила, као и повреда које су задобиле особе унутар возила може се са великом вероватноћом одредити где је ко седео у тренутку судара. Јако је битно одредити ко је био возач у тренутку судара, јер постоје случајеви када се возач и сувозач замене како возач не би одговарао за вођњу у алкохолисаном стању.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Зоран Папић доцент.

2. АНАЛИЗА ПОВРЕДА ВОЗАЧА И ПУТНИКА У ВОЗИЛУ У САОБРАЋАЈНИМ НЕЗГОДАМА**2.1. Чеони судари**

Чеони судари су најчешћа врста судара возила у анализама великих база података (65 %) и у студијама саобраћајних незгода (60 %). (Fildes i saradnici, 1994.)



Слика 1. Проценат учешћа појединих врста чеоних судара у укупном броју чеоних судара

Код предњих седишта, структурне компоненте чине већину упада у простор и јављају се у 75 % случајева. Следећи предмети који нарушавају путнички простор су: инструмент табла (46 %), управљачки механизам (17 %), спољашњи предмети (11 %), стубови (10 %) и конзоле (10 %). Продори на задња седишта углавном садрже деформације на вратима (5 %) и предњем седишту (5 %). Најчешће тачке контакта између возила и возача су волан, инструмент табла, сигурносни појасеви и под. Код свих повреда возача у чеоним сударима 5 најчешћих повреда су: лице са воланом (51 %), надк. и колена са инструмент таблом (46 %), груди са сигурносним појасом (45 %), потколеница са подом (37 %), и глава са воланом (28 %). Код тежих повреда возача најзначајније повреде су: груди са воланом (12 %), потколеница са подом (11 %), глава са воланом (10 %), надк. и колена са инструмент таблом (10 %), и груди са сигурносним појасом (6 %).

2.1.1. Карактеристике повреда путника на предњем седишту приликом судара

Најчешће повреде код путника на предњем седишту у чеоним сударима су: груди са сигурносним појасом (49 %), горњи екстремитети са инструмент таблом (32 %).

%), надк. и колена са инструмент таблом (32 %), подколеница са инструмент таблом (30 %), лице са ветробранским стаклом (27 %), и абдомен са сигурносним појасом (27 %). Код тежих повреда путника на предњем седишту најзначајније повреде су: горњи екстремитети са инструмент таблом (11 %), груди са сигурносним појасом (11 %), и надк. и колена са инструмент таблом (18 %).

2.1.2. Карактеристике повреда путника на задњем седишту приликом судара

Најчешће повреде код путника на задњем седишту у чеоним сударима су били: абдомен са сигурносним појасом (53 %), груди са предњим седиштем (32 %), подколеница са предњим седиштем (26 %), кичма услед трзајних сила (26 %), и горњи екстремитети са сигурносним појасом (26 %).

Код тежих повреда путника на задњем седишту најзначајније повреде су: абдомен са сигурносним појасом (21 %), и груди са сигурносним појасом (11 %).

2.2. Бочни судари

Према Marcus, Morgan: Eppinger, Kalieris, Hatten и Schmid (1983) бочни судари проузрокују велики део свих озбиљнијих повреда и смртних повреда у саобраћају, чак од 27 до 30 % по Fan (1987). Бочни судари проузрокују 12 % укупне материјалне штете у саобраћајним незгодама.



Слика 2. Проценат места судара и утицај сударне силе

2.2.1. Повреде код бочних судара

Глава, грудни кош и карлица су главна подручја тела која се повређују у бочним сударима, као и повреда врата. Повреда груди се највише догађа код саобраћајних незгода где нема превртања возила и судара, где нема ефекта избацивања путника или возача из возила.

Ако посматрамо само погинула лица утврђено је да су повреде главе утицале на смртни исход са око 64 %, груди чак 85 % и абдомена 26 % код возача, а код путника повреде главе су утицале са 85 %, затим груди са 73 % и повреде абдомена са 49 %.

2.2.2. Повреде у зависности од места седења код бочних судара

2.2.2.1. Возачи

Најчешће повреде код возача у бочним сударима су биле: груди са вратима (45 %), абдомен и карлица са вратима (41 %), доњи екстремитети са инструмент таблом (28 %), горњи екстремитети са вратима (28 %), и абдомен и карлица са сигурносним појасом (25 %). Код тежих повреда возача најзначајније повреде су: груди са вратима (32 %), глава са спољашњим објектом (13 %), абдомен и карлица са вратима (12 %), доњи екстремитети са вратима (7 %), доњи екстремитети са инструмент таблом (5 %).

2.2.2.2. Путник на предњем седишту

Четири најчешће повреде код путника на предњем седишту су: груди са вратима (50 %), абдомен и карлица са вратима (50 %), глава са спољашњим објектом (50 %), доњи екстремитети са инструмент таблом (50 %). Код тежих повреда путника на предњем седишту најзначајније повреде су: груди са вратима (25 %), глава са спољашњим објектом (25 %), абдомен и карлица са вратима (25 %), доњи екстремитети са инструмент таблом (25 %), груди са спољашњим објектом (25 %).

2.2.2.3. Путници на задњем седишту

Најчешће повреде код путника на задњем седишту у бочним сударима су биле: груди са вратима (32 %), абдомен и карлица са вратима (29 %), горњи екстремитети са спољашњим објектом (29 %), горњи екстремитети са вратима (26 %), и глава, лице и доњи екстремитети са спољашњим објектом (26 %). Код тежих повреда путника на задњем седишту најзначајније повреде су: груди са вратима (23 %), горњи екстремитети са спољашњим објектом (13 %), абдомен и карлица са спољашњим објектом (10 %), абдомен и карлица са вратима (6 %), груди са спољашњим објектом (6 %).

2.3. Судари од позади

Велики проценат возила у свом задњем делу има пртљажник који поседује одређени простор који се лако деформише при удару и притом долази до оштећења задњег краја возила и ломљења задњих прозора. Врло често се дешава да задњи прозор буде избијен од силе удара, путник углавном главом удара у стакло што за последицу има повреде у виду посекотина и повреде вратних пршљенова. Ако је удар великог интензитета, путник може бити избачен изван возила и притом може да удари у неке објекте, а и да буде прегажен од стране неког другог возила.

2.4. Слетање са коловоза и превртање

Превртања су специфичан тип саобраћајне незгоде при чему долази до превртања возила на кров или бок. До превртања може доћи на више начина: судар са другим возилом, судар са непокретним објектом, велики попречни нагиб, велика брзина кретања. Кад дође до превртања, аутомобил се преврће на два начина: превртање око своје осе и превртање у виду спирале. У оба случаја долази до великог оштећења ентеријера возила и повреда путника. Превртању су склона SUV возила, комби возила, камиони, трактори која због своје конструкције и габарита која имају

висок центар гравитације и мали међусовински размак. Страна аутомобила која је више оштећена је управо она страна која је права остварила примарни контакт и проузроковала превртање, врло битан фактор је коришћење сигурносног појаса.

3. КО ЈЕ УПРАВЉАО ВОЗИЛОМ? – СТУДИЈА СЛУЧАЈА

Идентификација возача возила учествовалих у саобраћајним незгодама представља велики изазов за вештака саобраћајних незгода и захтева познавање многих области која су неопходна за давање одговора на питање „ко је управљао возилом?“. Поред познавања општих правила вештачења саобраћајних незгода, а у циљу што квалитетније анализе саобраћајне незгоде потребно је познавати основе: механике судара, просторно-временске проблематике, знања о биомеханици и енергомеханици, знања механике и биомеханике везане за повреде, психологију возача, технике моторних возила, посебно у вези елемената уређаја за управљање, кочење и стабилност возила, технике симулације, дигиталне фотографије и метода обрада слике, инфраструктуру саобраћајница. Приликом саобраћајне незгоде, тела задржавају своју брзину због инерције и сударају се са ентеријером возила или другим путницима. Од конструкције возила и смера деловања силе зависи у који део ентеријера возила ће тело ударити, што опет зависи од елемената пасивне сигурности. У таквим случајевима са форензичког аспекта криминалистичка и судска медицина пружају објективне могућности за решавање спорног питања. Након што лекар прегледом утврди повреде на телу учесника саобраћајне незгоде, реконструише се и начин кретања тела особа, фиксирају се и обрађују места у возилу која би могла бити носиоци трагова удара. Проналазе се биолошки и текстилни трагови, уколико се на местима удара тела налазе биолошки трагови косе, крви, коже, ткива и сл, биолошким и хемијским вештачењем утврђује се њихово порекло. Микроскопском претрагом текстилних узорака са спољних делова одеће учесника саобраћајних незгода, са седишта и наслона на којима су остали трагови одеће, контактни трагови између обуће и папучице квачила, кочнице и гаса, долази се до одлучујућих чињеница и закључака. Код возача су релативно типичне повреде на рукама (прелом палца, шаке и другог прста), уганућа и прелом кости стопала и кости пете (притискањем и снажним контактом са педалом кочнице), али повреде овакве природе не треба прецењивати, а посебно оне у пределу груди и стомака јер и сувозач може задобити сличне повреде. Сувозач чешће има посекотине на лицу, врату и рукама. Трагови сигурносних појасева имају врло велику доказну вредност, код возача се осликавају са лева на десно дијагонално, а код сувозача обрнуто. Велику доказну вредност имају и трагови на ђоновима обуће, јер изненадним и снажним притиском на педалу кочнице остају на њему остају отисци педала. У вези с тим трагови се фиксирају те се узимају ципеле возача и путника у возилу и гумене навлаке на педалама кочнице или квачила. Трагови крви и ткива имају веома јаку доказну вредност при

решавању питања утврђивања положаја особа у возилу. Предност имају трагови крви на местима која се могу приписати смао одређеној позицији седишта. То су подручја испод инструмент табле, а у подручју које припада возачу, лево и десно на ободу волана. Трагови крви по правилу имају доказну вредност само ако се налазе на деформираним деловима возила који су проузроковали повреде. Приликом идентификације возача анализирају се и вештаче трагови косе. Трагове косе проналазимо пре свега на наслону за главу, на деловима ближег и даљег окружења у које глава удара нпр. у пукотинама ветробранског стакла или на оквиру врата приликом бочног судара. У статичком делу увиђаја битно је фиксирати положај возачевог седишта (особе различите висине не могу управљати возилом са исте удаљености). Такође је потребно фиксирати положај унутрашњег ретровозора јер се исто подешавају по конституцији особе.

3.1. Саобраћајна незгода код које се јавила сумња у идентитет возача- студија случаја

Учесници у саобраћајној незгоди: Аутомобил „Yugo 45“ трула вишња, у којем су се налазили П.С. из Београда и М.Д. из Београда, аутомобил „Mercedes 240 D“ жуте боје, којим је у тренутку незгоде управљао Р.В. из Новог Пазара, на месту сувозача у овом возилу у тренутку незгоде налазио се Р.М. из Новог Пазара и камион „Scania“ којим је управљао у тренутку незгоде Р.Г. из Грчке. На основу оштећења на возилима, видљивим на фотографијама из фотодокументације са увиђаја и укупне саобраћајне ситуације, закључује се да је примарни контакт остварен између леве бочне стране аутомобила „Yugo 45“ и спољне стране задњег левог точка вучног возила. Имајући у виду карактеристичне трагове на овом точку у виду брисотина на пнеуматику и благог оштећења наплатка, са траговима црвене фарбе, може се закључити да је примарни контакт имао карактер бочног чешања, при чему су уздужне осе возила биле приближно паралелне. На то уосталом указују и трагови у виду црних брисотина на левој бочној страни аутомобила „Yugo 45“ који се пружају од његовог левог дела па све до браве на левим вратима. Оштећења на предњој левој и бочној страни аутомобила „Yugo 45“, а имајући у виду при томе њихове карактеристике и интензитет, сасвим сигурно нису наступила приликом претходно описаног примарног контакта. Метална вертикална плоча која се налази између предњег левог и задњег левог точка приколице која је приликом контакта деформисана, је изазвала лом амортизера и споне на левој страни аутомобила „Yugo 45“. Анализом оштећења на предњој левој страни аутомобила „Yugo 45“ закључује се да је ово возило захватило металну вертикалну плочу на теретном возилу у ширини око 0.1 м те да је у тренутку контакта са њом било благо укошено у своју леву страну. Имајући у виду да да су у тренутку примарног контакта уздужне осе возила биле паралелне, закључује се да је након овог контакта и контакта са предњим левим точком приколице, који је такође имао карактер бочног чешања дошло до заносења предњег левог дела аутомобила у леву страну и контакта са металном

вертикалном положој на приколици. Услед контакта, имајући у виду и интензитет оштећења на аутомобилу и огромну разлику у кинетичким енергијама, сасвим је сигурно морало доћи до одбацивања аутомобила „Yugo 45“ у десну страну гледано у смеру Београда. Након контакта са приколицом транспортног састава и одбацивања предњег дела аутомобила „Yugo 45“ у десну страну, ово возило је наставило да се креће по лучној путањи ка левој ивици коловоза, гледано у смеру Београда. Анализом оштећења на возилима закључује се да је контакт остварен између предњег десног дела аутомобила „Yugo 45“ и предњег десног угла аутомобила „Mercedes 240 D“. Након овог контакта, аутомобил „Mercedes 240 D“ је заротиран у смеру казаљке на сату за угао од 130 °, док је аутомобил „Yugo 45“ заротиран за угао од 180 ° и набачен на горњи део заштитне оgrade са леве стране коловоза, гледано у смеру Београда.



Слика 3. Положај возила након оствареног чеоног контакта

Брзина аутомобила „Yugo 45“ у тренутку судара са аутомобилом „Mercedes 240 D“ износила је најмање 55 km/h, а у тренутку контакта са транспортним саставом најмање 77 km/h. На основу расположивих података не може се утврдити да ли је ово возило у тренутку примарног контакта било кочено. Брзина аутомобила „Mercedes 240 D“ у тренутку судара је износила најмање 57 km/h, а у тренутку отпочињања реакције возача овог возила форсираним кочењем око 73 km/h. Брзина транспортног састава по изјави возача износила је око 70 km/h. Доводећи у везу карактеристике и интензитет оштећења на десној страни аутомобила „Yugo 45“ као и чињеницу да на левој страни овог возила није дошло до угрожавања путничког простора од деформисаних делова каросерије, са повредама М.Д. и П.С. који су се у тренутку незгоде налазили у возилу, са сигурношћу се може утврдити да је возилом у тренутку незгоде управљао П.С. док се М.Д. налазио на месту сувозача.

4. ЗАКЉУЧАК

Увиђај је истражна радња чији је циљ непосредно чулно запажање, утврђивање и разјашњавање појединачних околности и чињеница које су битне за поступак анализе саобраћајне незгоде. Вештачење саобраћајних незгода врши истражитељ, који излази на место саобраћајне незгоде, где се врши детаљан увиђај и прикупљање података који су битни за вештачење. Велики значај имају трагови и оштећења

која се пронађу на ентеријеру возила јер пружају информације везане за путнике. Оштећења и трагови се односе на посебне компоненте ентеријера возила, јер ентеријер представља унутрашност возила која се састоји из различитих делова. На основу оштећења различитих елемената ентеријера може се утврдити механизам повређивања возача и путника у возилу. Такође на основу оштећења и трагова на ентеријеру могуће је закључити да ли је возач или путник користио сигурносни појас. Трагови и оштећења која остају на ентеријеру су пукотине, ломљење, удубљење, деформације, трагови крви, трагови коже, трагови косе путника, трагови одеће. Све ове трагове истражитељ мора уочити, фотографисати и обрадити. Значај и улога ентеријера возила је у томе што елементи ентеријера штите путнике у току саобраћајне незгоде. Изглед и дизајн ентеријера се годинама усавршава од стране водећих ауто-произвођача.

Оштећења која остају на елементима ентеријера представљају битне трагове за истражитеља у процесу вештачења саобраћајне незгоде. Са обзиром на ту улогу и значај трагова, ентеријеру возила се мора у будућности посветити велика пажња како би се број погинулих, повређених и материјална штета спустили на минималан проценат, јер људски живот нема цену. Потребно је пажљиво анализирати повреде које настају приликом судара како не би дошло до превара и пријава да је неко други возио. Ово се често ради избегавања већих казни, уколико је возач био у алкохолисаном стању. Само правилном анализом може се утврдити ко је управљао возилом. За сваког путника у возилу постоје карактеристичне повреде и лако се утврди где је ко седео, јер не могуће је да путник са задњег седишта задобије повреде од волана и слично. Свака повреда у току саобраћајне незгоде је карактеристична само за то место где седи возач, односно путник и приликом медицинског вештачења, лако се може утврдити да ли су задобијене повреде карактеристичне за то место седења. И то се ради све у циљу да би се избегле преваре и приказивање лажних слика о настанку саобраћајне незгоде.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Костић С., Технике безбедности и контроле саобраћаја, Нови Сад 2008.
- [2] Музикавић В., Друмска возила-скрипта са предавања, Нови Сад 2008.
- [3] Кокот И., Утврђивање идентитета возача код цестовних прометних несрећа, Загреб 2009
- [4] Burg, H., Moster, A., Handbuch Verkehrsunfall-rekonstruktion, Linz 2009.
- [5] Fildes B.N., Passenger cars and occupant injury, Australia 1994

Кратка биографија:

Владимир Бороња рођен у Новом Саду 1987 године, дипломирао на Факултету техничких наука из области Саобраћај и транспорт 2011 године, тренутно запослен у МУП РС.

ИСТРАЖИВАЊЕ ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА НА ПУТНИМ ПРЕЛАЗИМА У АП ВОЈВОДИНИ**ROAD TRAFFIC ACCIDENTS ON THE RAILWAY CROSSING IN AP VOJVODINA**

Ненад Ковач, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У овој раду урађена је анализа ванредних догађаја насталих на подручју АП Војводине у периоду од 2006. до 2012. године. У првом делу рада наведене су карактеристике железничке инфраструктуре и актуелна организација послована посматраном подручју, као битни чиниоци безбедности железничког саобраћаја. У другом делу рада одређена је класификација ванредних догађаја према врстама и узорцима настанка, као и утицај појединих фактора на настанак ванредних догађаја у железничком саобраћају. У трећем делу описан је начин спровођења увиђаја и ислеђења ванредних догађаја у ЈП "Железнице Србије", односно примена одређених истражних поступака и метода у циљу утврђивања узрока и околности настанка ванредних догађаја. У четвртном делу рада анализирани су ванредни догађаји настали на подручју АП Војводине, који су везани за ванредни догађај настао на путним прелазима. Такође у овом делу рада извршен је прорачун квалитативних показатеља безбедности у железничком саобраћају. На крају рада дат је предлог мера за подизање нивоа безбедности железничког саобраћаја на подручју АП Војводине.

Abstract – In this paper, an analysis of extraordinary events occurring in the territory of AP Vojvodina in the period from 2006 to 2012. In the first part of the above characteristics of the railway infrastructure and the actual organization of a business subject area as important factors of safety of rail transport. The second part is determined by the classification of extraordinary events by types and patterns of occurrence, and the effect of individual factors on the occurrence of extraordinary events in rail traffic. The third section describes how implementation scene investigation of extraordinary events in JP 'Serbian Railways', the application of certain investigative procedures and methods in order to determine the sample and the occurrence of extraordinary circumstances of the event. In the fourth section of the paper analyzes non-regular events occurring in the territory of AP Vojvodina, which are related to non-regular event occurring at level crossings. Also in this part of the budget is executed qualitative indicators of safety in railway traffic. At the end of the paper is the proposal of measures to raise the level of safety of rail transport in the territory of AP Vojvodina.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор доц др Илија Танацков.

Кључне речи: Ванредни догађај, Увиђај и Ислеђење, Путни прелази, Безбедност железничког саобраћаја

1. УВОД

Железнички саобраћај као комплексан динамички систем са великим бројем радних процеса, такође одликују одређене специфичности које имају велики утицај на на њихово безбедно одвијање. Неке од наведених специфичности су : унапред одређен пут кретања, велике масе превозних средстава – возова, велики зауставни пут и слично. Нагли развој науке и технологије у области железничког саобраћаја, резултирао је повећањем брзине масе возова, при чему су специфичности овога вида саобраћаја постале још израженије. Област железничког саобраћаја у нашој земљи уређена је Законом о безбедности у железничком саобраћају и низом правилника и упутстава који ближе прописују услове за безбедно, уредно и несметано одвијање железничког саобраћаја, као и поступке у случају настанка ванредних догађаја.

2. КАРАКТЕРИСТИКЕ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈА И ИНФРАСТРУКТУРЕ У АП ВОЈВОДИНЕ

То је северна покрајина Републике Србије са површином од 21.506 km² и најгушћом мрежом железничких пруга, друмских саобраћајница, пловних река и канала. Преко територије АП Војводина протежу се најважнији сегменти Трансевропске мреже и најважнији железнички, друмски и водени правци за Републику Србију и то:

- коридор X, као најважнији железнички и друмски правац – на релацији Државна граница – Шид – Стара Пазова – (Београд) и његов крак Xb на релацији Државна граница – Суботица – Нови Сад – Стара Пазова – (Београд) и
- коридор VII (река Дунав) који спаја Централну Европу преко Републике Србије са Црним морем



Слика 1. Желез. мрежа на подручју АП Војводине

2.2. Техничко – експлатационе карактеристике пруга

Техничко стање пруга у Покрајини је незадовољавајуће, а разлози су вишеструки.

Знатан број пруга је практично ван функције, те је самим тим изстало и њихово одржавање, док на неким пругама током вишегодишњег периода није било никаквих улагања у развој и осавремењивање.

2.3. Опремљеност СС уређајима и постројењима електричне вуче

На територији АП електрифицирано је 338 км пруге, односно 19,48 % од укупне мреже пруге, а примењен је јединствени наизменични систем напајања 25 kV, што представља значајну повољност у експлоатацији и одржавању али и параметар безбедности одвијања саобраћаја.

2.4. Возна средства

Инвентарско стање возног парка ЈП "Железнице Србије" карактерише застарелост, висок степен имобилизације и неадекватна структура.

Табела 1. Стање возних средстава у ЈП "Железнице Србије" и возних средстава ангажованих на територији АП Војводине

Возна средства	ЈП "Железнице Србије"			Део ЖС на терит. АП Војводина	
	инвентарско стање	број исправних	% исправних	ангажовано	стварна потреба
Ел.– локомо– тива	144	82	56.9	47	44
Ел. Мот.	39	16	41	2	11
Дизел Лок.	182	48	26.4	25	32
Дизел Мот.	61	44	72.1	8	22
Путнич. кола	587	242	41.2	20	140
Теретна кола	9045	4437	49.1	-	3500

2.5. Актуелна организација пословања у оквиру ЈП "Железнице Србије"

Српске железнице су међу првим железницама у Европи приступиле процесу реструктурирања још 1992 године. Процес реструктурирања је поново започет 2005 године.

За сада у циљу ефикаснијег и рационалнијег обављања делатности, у склопу предузећа су организована на два основна дела:

- дирекције за инфраструктуру – путем које се обавља управљање јавном железничком инфраструктуром и
- дирекције за превоз – путем које се обавља јавни превоз путника и робе, као и одржавање возних средстава

3. КЛАСИФИКАЦИЈА ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА НА ЖЕЛЕЗНИЦИ

3.1. Појам и подела ванредних догађаја

Под појмом ванредан догађај на железници подразумева се непредвиђен и неочекиван догађај, због кога је настала најмање једна од последица. Ванредни догађаји се деле: удесе и незгоде.

3.2. Појам удеса у железничком саобраћају

Појам удеса у железничком саобраћају је ванредан догађај који има за последицу смрт или тежу повреду једног или више лица, знатну материјалну штету на средствима рада или већи прекид саобраћаја возова.

3.3. Појам незгоде у железничком саобраћају

Незгода у железничком саобраћају је ванредан догађај који има за последицу лакшу повреду једног или више лица, мању материјалну штету, мањи прекид или отежано одвијање саобраћаја возова.

3.4. Узроци настанка ванредних догађаја

Сваки ванредни догађај на железници може настати као последица:

- личних пропуста железничких радника при вршењу службе,
- техничких недостатака на стабилним постројењима и возним средствима,
- непажње и злонамерног деловања путника или трећих лица и
- дејства више силе.

4. УВИЂАЈ И ИСЛЕЂЕЊЕ ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА

4.2. Увиђај ванредних догађаја

Увиђај је хитна и неодложна радња, коју предузима одговарајућа железничка комисија за ванредне догађаје у сарадњи са МУП-ом, јавним тужиоцем или истражним судијом (што зависи од врсте и последица ванредног догађаја) одмах по настанку ванредног догађаја.

4.3. Ислеђење ванредних догађаја

Ислеђење ванредног догађаја је поступак који се спроводи након завршетка увиђаја и утврђивања узрока ванредног догађаја, а циљ поступка је утврђивање одговорности учесника у ванредном догађају.

4.4. Евиденција и статистика ванредних догађаја

Јединствену евиденцију ванредних догађаја насталих на пругама ЈП „Железнице Србије“, као и других података значајних за безбедност железничког саобраћаја, води Одељење за ванредне догађаје у оквиру Сектора за саобраћајне послове.

5. АНАЛИЗА ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА НАСТАЛИХ У ПЕРИОДУ 2006. – 2012. ГОД. НА ПОДРУЧЈУ АП ВОЈВОДИНЕ

Показатељи безбедности у железничком саобраћају, могу се поделити на две основне групе:

1. квантитативни показатељи, помоћу којих се утврђује обим насталих ванредних догађаја по врстама, узроцима и последицама и
2. квалитативни показатељи, који омогућују да се оцени ниво безбедности у железничком саобраћају у зависности од техничке опремљености и обима извршеног рада.

5.1. Квантитативни показатељи безбедности железничког саобраћаја

Путем квантитативних показатеља изражава се обим насталих ванредних догађаја, по врстама, узроцима и последицама, не узимајући у обзир карактеристике инфраструктуре и обим извршеног рада.

5.2. Вандредни догађаји на путно – пружним прелазима

У периоду од 2006. – 2012. године, на делу железничке мреже који се налази на подручју АП Војводине, догодило се укупно 137 вандредних догађаја на путно – пружним прелазима. У наведеним вандредним догађајима живот је изгубило 25 лица, док је теже повређено чак 75 лица. Материјална штета проузрокована у вандредним догађајима на путно – пружним прелазима износила око 10.852.465 динара.

Табела 4. Број и структура ВД на ПП прелазима АП Војводине у периоду 2006. – 2012.

Год.	Број удеса на обезбеђени ПП који су		Број незгода обезбеђени на ПП који су		Број ВД на путним прелазима
	СС уређајима	Знацима друмског саобраћаја	СС уређајима	Знацима друмског саобраћаја	
2006	4	11	6	15	36
2007	1	8	5	13	27
2008	1	4	5	3	13
2009	5	5	1	8	19
2010	2	8	1	2	13
2011	1	4	4	5	14
2012	1	2	2	10	15
Ук.	15	42	24	56	137

5.2.1. Преглед путних прелаза на пругама АП Војводини

Овај преглед треба да садржи: Детаљан преглед локације путног прелаза: у односу на железничку мрежу (стационажу); у односу на станице; у односу на суседне путне прелазе; у односу на подручје (не)обухваћено планском документацијом и др.

Ситуација је следећа: магистрални 52, регионални 61, локални 125, улица 62, сеоски 11, пољопривредни 277, некатегорисани 436, индустријски 3.

5.3. Структура вандредних догађаја према узорцима настанка на путним прелазима

Према узорцима настајања вандредни догађаји у железничком саобраћају се могу разврстати на:

- 1.вандредне догађаје настале услед пропуста железнице (лични пропусти при вршењу железничког саобраћаја и техничке мане на средствима)
- 2.вандредне догађаје настале услед дејства више силе

3.вандредне догађаје настале услед непажње и злонамерног деловања путника и трећих лица

5.4. Квалитативни показатељи безбедности железничког саобраћаја

Међутим, и поред чињенице да је безбедност у железничком саобраћају од општег друштвеног значаја, још увек не постоје адекватно одређени квалитативни показатељи безбедности у железничком саобраћају и методологије за њихово израчунавање.

5.4.1. Квалитативни показатељи безбедности железничког саобраћаја у односу на значај и техничку опремљеност пруга

5.4.1.1. Густина вандредних догађаја на магистралним пругама (G_{vd}^m)

$$G_{vd}^m = \frac{\sum N_{vd}^m}{L_m} \quad [\text{ван.догађаја/км}]$$

	Година						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
$\sum N_{vd}^m$	171	112	94	100	122	185	135
L_m	494	494	494	494	494	494	494
G_{vd}^m	0,35	0,23	0,19	0,20	0,25	0,37	0,27

5.4.1.2. Густина вандредних догађаја на регионалним пругама (G_{vd}^r)

$$G_{vd}^r = \frac{\sum N_{vd}^r}{L_r} \quad [\text{ван.догађаја/км}]$$

	Година						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
$\sum N_{vd}^r$	27	25	17	30	50	45	35
L_r	483	483	483	483	483	483	483
G_{vd}^r	0,056	0,052	0,035	0,062	0,10	0,093	0,072

5.4.1.3. Густина вандредних догађаја на локалним пругама (G_{vd}^l)

$$G_{vd}^l = \frac{\sum N_{vd}^l}{L_l} \quad [\text{ван. догађаја/км}]$$

	Година						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
$\sum N_{vd}^l$	14	15	10	19	21	17	16
L_l	381	381	381	381	381	381	381
G_{vd}^l	0,037	0,039	0,026	0,049	0,055	0,045	0,042

5.4.1.4. Густина вандредних догађаја на пругама опремљеним СПЕВ-ом и пругама без СПЕВ-а (G_{vd}^E, G_{vd}^{NE})

$$G_{vd}^E = \frac{\sum N_{vd}^E}{L_E} [\text{ван.догађаја/км}] - \text{пруге опремљене}$$

СПЕВ-ом

$$G_{vd}^{NE} = \frac{\sum N_{vd}^{NE}}{L_{NE}} [\text{ван.догађаја/км}] - \text{пруге нису}$$

опрењене СПЕВ-ом

	Година						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
$\sum N_{vd}^E$	132	100	91	115	105	107	120
L_E	338	338	338	338	338	338	338
G_{vd}^E	0,391	0,296	0,269	0,340	0,312	0,317	0,355
$\sum N_{vd}^{NE}$	80	52	30	70	56	42	63
L_{NE}	1397,5	1397,5	1397,5	1397,5	1397,5	1397,5	1397,5
G_{vd}^{NE}	0,057	0,037	0,021	0,050	0,040	0,030	0,045

5.4.1.5. Густина ванредних догађаја на пругама са пружним релејним осигурањем и АПБ-ом и пругама без АПБ-а (G_{vd}^{APB} , G_{vd}^{MZ})

$$G_{vd}^{APB} = \frac{\sum N_{vd}^{APB}}{L_{APB}} [\text{ван.догађаја/км}] - \text{пруге}$$

осигуране АПБ-ом

$$G_{vd}^{MZ} = \frac{\sum N_{vd}^{MZ}}{L_{MZ}} [\text{ван.догађаја/км}] - \text{пруге нису}$$

осигуране АПБ-ом

	Година						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
$\sum N_{vd}^{APB}$	78	64	58	62	70	48	55
L_{APB}	242	242	242	242	242	242	242
G_{vd}^{APB}	0,32	0,26	0,24	0,26	0,29	0,20	0,23
$\sum N_{vd}^{MZ}$	134	88	63	115	125	90	138
L_{MXZ}	1493,5	1493,5	1493,5	1493,5	1493,5	1493,5	1493,5
G_{vd}^{MZ}	0,090	0,059	0,042	0,077	0,084	0,060	0,092

6. ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА ПОВЕЋАЊЕ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ

Да би се омогућило ефикасно упављање путим прелазима, као делом инфраструктуре Железница Србије, потребно је одрадити информациони подсистем путних прелаза као дела информационог система инфраструктуре Железница Србије.

Предности формирања информационог подсистема путних прелаза су: подаци о путним прелазима, за све овлашћене кориснике, биће видљиви на исти начин, подаци су доступни тренутно, преко интернета, свим

овлашћеним корисницима, даје могућност за разне врсте анализа, на основу расположивих података, даје могућност праћења безбедносних индикатора у реалном времену, даје могућност аутоматског генерисања, статистичких извештаја за статистички годишњак Железница Србије, помаже у постављању циљева и стратегије будућег развоја путних прелаза.

7. ЗАКЉУЧАК

У овом раду извршена је анализа настанка ванредних догађаја на путним прелазима на подручју АП Војводине у периоду 2006. – 2012. године.

Просечна материјална штета у ванредним догађајима према комисијским истражничким извештајима, износила је око 10.852.465 динара. Међутим, стварни износи материјалне штете су знатно већи, с обзиром на чињеницу да у комисијским истражничким извештајима и статистикама нису обухваћени и многи други трошкови који су на директан или индиректан начин, такође последица ванредних догађаја на железници.

На посматраним пругама уочен је велики број путних прелаза преко којих прелазе путеви пољопривредне и некатегорисане категорије.

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Закон о безбедности у железничком саобраћају 601, ЗЈЗ, Београд 1999.
2. ЈП "Железнице Србије": Извештаји о насталим догађајима на подручју оперативних одељења Нови Сад, Суботица, Зрењанин, Рума, 2006. – 2012.
3. Ковачевић, П.: Експлоатација железница, ВЖШ, Београд, 1988.
4. Упутство 2030/ 91: Упутство о поступцима у случају настанка ванредног догађаја подручју ЖТП Београд, Београд, 1991.
5. Вукадиновић, Р.: Експлоатација железница, БЖШ, Београд, 1998.
6. Упутство 79: Упутство о поступцима у случају ванредног догађаја, ЗЈЗ, Београд, 1992.
7. Правилник 19: Начин евидентирања података о ванредним догађајима насталим у железничком саобраћају и о другим подацима од значаја за безбедност железничког саобраћаја, ЗЈЗ, Београд, 2000.
8. ЈП " Железнице Србије ": Евиденције и анализе ванредних догађаја, Београд, 2006 – 2012
9. ЈП " Железнице Србије ": Статистика, Београд, 2006. – 2012.
10. Ђорђевић, Д., Семинарски рад: Безбедност Железничког саобраћаја.

Кратка биографија:



Ненад Ковач рођен је у Врбасу 1988. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћаја – Безбедности железничког саобраћаја одбранио је 2014. године.

KARAKTERISTIKE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE I DOPRINOS PUTA NASTANKU SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

CHARACTERISTICS OF ROAD SURFACE AND CONTRIBUTION OF THE ROAD DEVELOPMENT OF A TRAFFIC ACCIDENT

Miloš Brcanov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je put kao faktor bezbednosti saobraćaja i njegov doprinos u nastanku saobraćajne nezgode. Objašnjeni su elementi koje put treba da ispuni sa stanovišta bezbednosti saobraćaja. Kontrolom, praćenjem i analizom stanja puta mogu se otkloniti nedostaci i unaprediti postojeća stanja. Revizijom se ne mogu uočiti svi nedostaci puta tako da neki mogu dovesti i do nastanka saobraćajnih nezgoda u kombinaciji sa ostalom faktorima.

Ključne reči: Put, Bezbednost saobraćaja, Kontrola puta, Saobraćajna nezgoda

Abstract – In this paper, presents the road factor as traffic safety and its contribution to the occurrence of a traffic accident. Shows the elements which road needs to fulfill with the aspect of safety. Control, monitoring and analyzing road conditions can be eliminate deficiencies and improve existing conditions. Audits can not see all deficiencies of the way so that others may lead to the occurrence of traffic accidents in combination with other factors.

Key words: Road, Traffic safety, Road Inspection, Traffic accidents

1. UVOD

Bezbednost saobraćaja je jedan od najvećih problema u svim društvenim zajednicama, u svim zemljama sveta. Veliki broj poginulih, trajno onespoboljenih i teško povređenih ljudi, kao i ogromne materijalne štete, zahtevaju da se bezbednost saobraćaja suštinski i značajno poveća, odnosno da se preduzimaju mere koje će obezbediti odgovarajuće ponašanje vozača i drugih učesnika u saobraćaju, tako da se izbegnu svi događaji koji mogu da dovedu do saobraćajne nezgode. Ovo je neposredno vezano i za shvatanje visoke odgovornosti svih učesnika u saobraćaju, odnosno za njihovu svest o svim rizicima kojima su izloženi, kako oni sami tako i svi drugi u njihovoj okolini, a zatim i za potrebnu veštinu, psihičku i zdravstvenu osposobljenost i spremnost za učestvovanje u saobraćaju.

Aktivnosti u okviru bezbednosti saobraćaja u prvom redu moraju biti usmerene na sagledavanje celokupnog sistema vozač-vozilo-put, uočavanje svih veza i uzroka saobraćajnih nezgoda kao i razgraničenja šta je uzrok a šta posledica. Analizom svakog posebnog elementa posebno dolazimo do uzročno posledične veze svih.

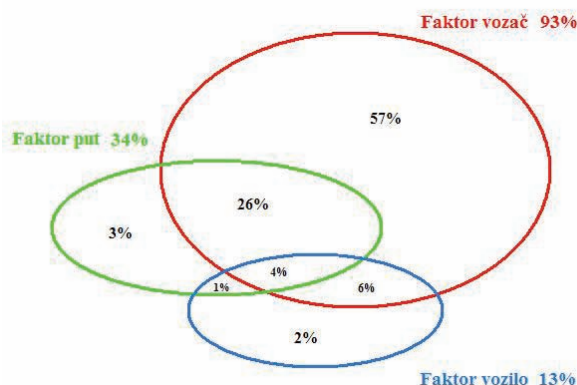
elemenata, kao i izdvajanja svakog elementa, a njegovom analizom dobijamo uzroke koji su doprineli nastanku stvaranja neposredne opasnosti ili saobraćajne nezgode.

Ako se posmatra složenost saobraćajnog sistema svi elementi bezbednosti imaju poseban značaj, zato što njena upotreba mora biti dostuna svim korisnicima u svakom trenutku vremena. Karakteristike puta kao faktora bezbednosti saobraćaja se ogledaju u tome da pruže učesniku sve potrebne elemente sa aspekta informacija, komfora, i radi relizacije svrhe putovanja.

2. Put kao faktor bezbednosti saobraćaja

Na sigurnost i efikasnost odvijanja saobraćaja ravnopravno utiču tri osnovna faktora: vozač, vozilo i put. Dejstvo ovih činilaca na događaje u saobraćaju je uzajamno povezano tako da vozač, vozilo i put (V-V-P) čine kiberntečki sistem u kome funkciju upravljanja vrši vozač, objekt upravljanja je vozilo, a okolina je izvor informacija. Upravljanje u sistemu V-V-P vrši se preko tzv. povratne sprege vozilo-vozač.

Tokom vožnje vozač prima informacije iz okoline posredstvom svojih čula, od kojih je posebno značajno čulo vida kojim prima više od 95% svih informacija. Za pravilno prostorno oblikovanje puta od posebne je važnosti sposobnost vizuelne percepcije vozača koja zahteva obezbeđenje takve prostorne usklađenosti elemenata puta da se uz minimum emocionalnih naprezanja ostvari optimalan transfer informacija u sistemu V-V-O. Ključnu ulogu u ovome ima vidno polje vozača (statičko i dinamičko) s obzirom da na osnovu sadržaja u njemu vozač reguliše način vožnje.



Slika 1: Doprinosi nastanku saobraćajnih nezgoda

Put kao doprinos nastanku saobraćajne nezgode se javlja u oko 3% saobraćajnih nezgoda. U razvijenim zemljama koje upravljaju bezbednošću saobraćaja prepoznat je

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Papić, docent.

doprinos puta nastanku, odnosno posledicama saobraćajnih nezgoda. Procenjuje se da put zajedno sa drugim faktorima predstavlja uzrok u 31% nezgoda (PIARC Road Accident Investigation Guidelines For Road Engineers, 2007) [1].

Ako se put posmatra kao sam faktor uzima učešće od 3% ali u kombinaciji sa ljudskim faktorom zajedno čine 26% u nastanku saobraćajne nezgode. Ovako velik procenat u kombinaciji ova dva faktora može se objasniti nedostacima puta u datim okolnostima kojima su doprneli ljudski faktor u vidu: neprilagođene brzine, umor, neiskustvo i sl.

3. Elementi puta

Prilikom planiranja, projektovanja i izgradnje puteva potrebno je ispuniti sve zahteve bezbednosti saobraćaja koji se odnose na geometriju, kvalitet i karakteristike saobraćajnice, i moraju se uvažavati na samom početku jos u prvim fazama planiranja i projektovanja, iz razloga što se greške u ovim fazama kasnije teško otklanjaju i što ti postupci posle iziskuju znatna ulaganja. Put treba da ostvari komunikaciju sa vozačem i da mu predoči, ukaže kako treba da uskladi ponašanje sa projektovanim uslovima puta, ovog principa takođe se treba pridržavati i prilikom projektovanja kako bi se u potpunosti ostvarila interakcija u sistemu put-vozač-vozilo.

3.1 Osnovni slojevi kolovozne konstrukcije

Savremene fleksibilne kolovozne konstrukcije su višeslojne konstrukcije sastavljene od slojeva bitumenom vezanih materijala - asfaltnog zastora i nosećih slojeva. Noseći slojevi su sačinjeni od nevezanog zrnastog kamenog materijala, vezanog zrnastog kamenog materijala pogodnom vrstom veziva ili od kombinacije ovih materijala.

Loš kvalitet kolovozne površine ima negativan uticaj na bezbednost u saobraćaju koji može imati niz neželjenih dejstava kao što su: loš uticaj prilikom kretanja vozila smanjuje se stabilnost vozila i dovodi do destabilizacije kretanja vozila, gubitak kontrole nad vozilom, produžavanje zaustavnog puta vozila, udarne rupe i vibracije izazivaju dodatni zamor vozača, loše odvodnjavanje kolovoza koje znatno utiče na stabilnost vozila ali i dodatno doprinosi oštećenju kolovoza.

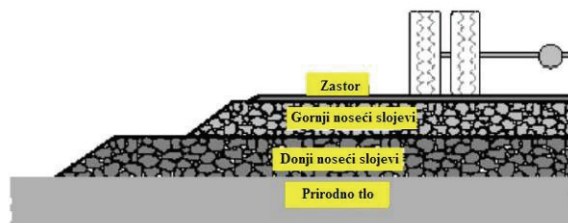
Osnovni slojevi kolovozne konstrukcije su: posteljica, donja podloga, gornja podloga i zastor. Posteljica ima zadatak da omogući pravilnu izgradnju slojeva iznad nje, da zaštiti trup puta do početka gradnje viših slojeva i da pruži ujednačenu nosivost.

Po završetku posteljice, što je moguće brže, pristupa se izradi donje podloge.

Nju čine jedan ili više slojeva od prirodnog ili mehaničkog i hemijski stabilizovanog tla, drobljenog agregata, šljunkovitog ili peskovitog agregata ili otpadnog materijala kao što su drobljeni beton i šljaka debljina donje podloge je od 15 do 30 cm [2].

Gornja podloga predstavlja jedan ili više slojeva koji su postavljeni neposredno ispod zastora. Uloga gornje podloge zavisi od tipa kolovoza. Kod krutih kolovoznih konstrukcija gornja podloga se koristi da spreči dejstvo mraza, odvodnjava, smanji negativno dejstvo promene zapremine u posteljici i poveća nosivost konstrukcije. Kod fleksibilnih kolovoznih konstrukcija uloga gornje

podloge je da poveća nosivost kolovoza, poboljša odvodnjavanje i spreči dejstvo mraza.



Slika 2: Slika slojeva fleksibilne kolovozne konstrukcije

Zastor fleksibilnih kolovoznih konstrukcija sačinjen je od habajućeg i veznog sloja. Uloga veznog sloja je da poveže habajući sloj sa podlogom. Takođe, on povećava nosivost, otpornost na trajne deformacije, čini promenu kvaliteta materijala od habajućeg ka nižim slojevima.

Ovaj sloj direktno prima uticaje od opterećenja i faktora sredine. To znači da sa jedne strane, dejstvo pneumatika (vertikalno i tangencijalno) i habanje, a sa druge, dejstva temperature, sunčevih zraka (oksidacija veziva) i vode [3].

3.1 Deformacije i vrste oštećenja kolovoza

Prilikom same izgradnje potrebno je posveti posebnu pažnju svakom sloju kako bi se što kvalitetnije izveo. U toku ekspaltacije svaka slaba tačka u sloju se prenosi na ostale, tako da greške treba svesti na minimum. Dobrim zbijanjem asfaltnih slojeva se postiže njihova veća trajnost, stabilnost, smanjuju pukotine i postiže se bolja ravnost. Vrste deformacija i oštećenja se manifestuju u vidu pukotina, udarnih rupa, kolotruga, depresija i sl.

Mrežaste pukotine se javljaju u vidu prošaranih pukotina, kao posledica diskontinualnih podužnih pukotina koje su povezane serijom malih poligona koji podsećaju na „Koža aligatora“. Oštećenje je obično izazvano lošom drenažom, neodgovarajućom asfaltnom mešavinom ili slomom nosivosti posteljice. Idealno bi bilo takvu površinu tretirati zaptivnim premazom ili premazima od odgovarajućih materijala, pre nego što voda uspe da prodre u zastor i izazove mrežaste pukotine. Ukoliko je to zanemareno i pojave se mrežaste pukotine, opterećenje vozila utiskuje zrna agregata iz zastora u vlažnu podlogu. Te sile istiskuju blato kroz pukotine u asfaltnom kolovozu na površinu – dolazi do pumpanja, izazivajući trajno oštećenje koje se ne može popraviti zaptivnim masama ili premazima. Mesta na kojima se pojavi više ovakvih deformacija sa izraženim pumpanjem, zahtevaju rekonstrukciju svih slojeva kolovozne konstrukcije.



Slika 3. Mrežaste pukotine

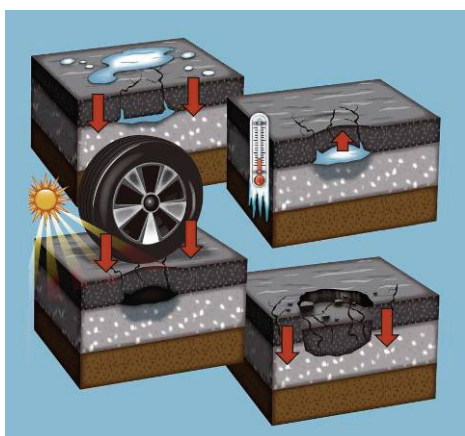
Podužne pukotine prate osovinu sobračajnice i paralelne su joj. One su tipičan rezultat delovanja prirodne sredine i saobraćajnog opterećenja. Poprečne pukotine su upravne na osovinu puta. One mogu biti posledica širenja kolovoza izazvanog delovanjem niskih temperatura, otvrdnjavanjem asfaltne mase ili pukotina, izazvanih u donjim slojevima npr. betonske ploče. One mogu biti manifestovane delimično ili potpuno kroz kolovoznu konstrukciju.

Kolotrazi su poprečni ugibi na površini kolovoza nastali u putanjama točkova i rezultat su trajne deformacije kolovozne konstrukcije. Manifestuju se i u ostalim slojevima, pa i u posteljici. Kolotrazi nastaju kod saobraćajnica sa velikim saobraćajnim opterećenjem teških vozila na putevima sa smanjenom nosivošću. Naročito su izraženi kod slojeva sa povećanim procentom bitumena. Kolotrazi koji zadržavaju vodu često izazivaju pojavu akvaplaninga.



Slika 4 Kolotrazi

Udarne rupe su obloivične depresije na kolovoznoj površini. Obično su manje od 90 cm u prečniku. Nastaju čestim prelaskom vozila na oslabljenim delovima kolovozne površine. Tako osetljivi delovi u kombinaciji sa vodom i velikim uticajem vozila i temperaturnih razlika vrlo brzo doprinose oštećenjima. Dalja razgradnja kolovoza se nastavlja usled gubljenja materijala iz zastora i oslabljenih tačaka u donjim slojevima.



Slika 5. Proces nastajanja oštećenja na kolovozu

Na slici 5 je prikazano kako nastaju oštećenja na kolovozu. Kroz pukotine se sliva voda koja se zadržava između zastora i gornje podloge. Zadržana voda između dva sloja usled niskih temperatura formira led koji povećavanjem svoje zapremine deluje na oba sloja i narušava njihovu strukturu. Pored leda koji deluje sa donje strane, sa gornje vozila vrše prisak, ovakvim

naizmeničnim delovanjem dolazi do zamora materijala i pucanja. Čak i mala oštećenja koja su pod čestim delovanjem opterećenja vozila, vrlo se brzo šire i prerastaju u veća oštećenja kolovoza. Oblik udarne rupe se razikuje i nikad nije isti, postoje tri karakteristična oblika, sa ošrim ivicama blago oborenim i oborenim ivicama.

Ljuspanje zrna agregata su oštećenja koja karakterišu čupanje zrna iz zastora usled nedostatka veziva ili njegove oksidacije, loše zbijenosti asfaltne mase koja je izgubila temperaturu tokom transporta ili nekog drugog zastoja, prljavog agregata, pregrejane mešavine u procesu proizvodnje ili starenja. Rutinska popravka ove vrste oštećenja, tokom procesa održavanja, treba da bude urađena čim vremenski uslovi to dozvole. Periodično zaptivanje može značajno da utiče na produžetak veka trajanja kolovoza.

Lokalne depresije i uzdignuća na kolovozu koja su posledica sleganja, nabora, pomeranja usled bubrenja u posteljici ili provlačenja korenja drveća kroz kolovoznu konstrukciju. Ta vrsta oštećenja se javlja najčešće kao izolovana površina na kolovozu.

Povećano oslobađanje bitumena na površini zastora, su izazvane viškom filera u mešavini, viškom šupljina, viškom bitumena u zakrpama ili kamenoj sitneži koja je izgubila krupna zrna. Ovaj tip oštećenja se manifestuje kao sjajna, glatka reflektujuća površina.

One su karakteristične za nestabilne mešavine i često prerastaju u drugu vrstu oštećenja ako nisu popravljene.

4. Snimanje podužne ravnosti kolovoza

Kvalitet završnog sloja je veoma bitan, često definiše kvalitet i nivo usluge, u vidu oštećenja, ravnosti, hrapavosti, prijanjanja, klizanja, odvoda vode, refleksije, zato što se kontakt ostvaruje vozilom preko pneumatika. Do oštećenja na kolovozu dolazi usled mehaničkih dejstva, vode, temperaturnih razlika i sl.

Merenje ravnosti se obavlja pomoću dva osnovna tipa opreme - dva principa rada: reakcijom na neravnine i registracijom stvarnih profila. Oprema za merenje ravnosti, po principu reakcije na neravnine beleži dinamičko ponašanje mehaničkog sistema u vožnji pri konstantnoj brzini, najčešće se izvodi pri brzini od 50 km/h. Rezultat takvog merenja je akumulisanje svih ugiba mehaničkog sistema na posmatranoj deonici, a koji se potom podele sa dužinom deonice i dobije vrednost IRI (International Roughness Index) izražen u jedinici [m/km].

Ocena stanja puteva može da se radi na nivou mreže i nivou projekta. Na nivou projekta se daje ocena stanja o deonici puta na osnovu merenja:

- oštećenosti kolovoza i pratećih sadržaja,
- ravnosti kolovoza,
- otpornosti na klizanje i
- nosivosti kolovozne konstrukcije.

5. Nastanak saobraćajne nezgode usled oštećenja kolovoza- motocikli

U zoni nezgode kolovoz je u pravcu, pregledan, vidljivost je bila dnevna, dobra, ali ne postoji nikakva saobraćajna signalizacija relevantna za ovu nezgodu. Oštećenje na kolovozu nije bilo nikakvim znakom označeno. Vozač se

kretao u okviru dozvoljene brzine za naseljeno mesto, po sopstvenoj izjavi.

U takvim okolnostima, vozač motocikla se približavao delu kolovoza na kome je postojalo oštećenje, ili horizontalna prepreka koju kao takvu, realno nije mogao da vidi na daljini na kojoj je pri datoj brzini percipirao prepreke na putu. Pri tome, vozač nije bio ničim prethodno obavešten, odnosno upozoren, da postoji takva prepreka. Prema tome, u takvim okolnostima, vozač nije ni mogao da očekuje tu prepreku.



Slika 6 Prikaz oštećenja na kolovozu udarna rupa

Kao na se vidi na slici uvđajne dokumentacije u udarnoj rupi i oko nje se nalazi agregat koji se gomilao prilikom nastajanja udarne rupe. Ovako rasut agregat u kombinaciji sa udarnom rupom dovodi do destabilizacije motcikla prilikom prelaska preko nje. Na motociklu su nastala oštećenja a vozač je zadobio lake telesne povrede.

6. Nastanak saobraćajne nezgode usled oštećenja kolovoza - automobil

U trenutku nastanka predmetne nezgode padala je kiša pa se na kolovozu nalazila veća količina vode. S obzirom da su u ovakvim okolnostima i udarne rupe bile ispunjene vodom, stoga vozač ih nije mogao blagovremeno uočiti pa samim tim ni preduzeti radnje u cilju njihovog zaobilazanja ili usporavanja svog vozila. Vozač je izgubio kontrolu nad vozilom usled čega je došlo do njegovog prelaska na levu polovinu kolovoza. Došlo je do sudara dva vozila u kome je pričinjena veća materijalna šteta.



Slika 7 Širi izgled lica mesta nezgode

Na osnovu oštećenja naplatka prednjeg desnog točka automobila „PEUGEOT” realno moguće da je kritičnom prilikom došlo do upada ovog točka u jednu ili obe predmetne rupe na kolovozu, što je sa svoje strane moglo izazvati izvesnu destabilizaciju vozila [4].

7. ZAKLJUČAK

Na bezbednost puta kombinovano utiču parametri sistema vozač-vozilo-okolina tj. psihofizičke sposobnosti vozača, mogućnosti vozila, stanje i karakteristike puta i sl. Teško je odvojeno posmatrati uticaj na bezbednost nekog od parametara ovog sistema. Ukoliko se posmatra procentualno učešće, faktor puta kao činilac nastanka saobraćajnih nezgoda jeste, za razliku od vozila i vozača, društveno svakako najupadljiviji činilac od strane korisnika puta. Loše projektovani ili održavani putevi, mogu da doprinesu znatnom povećanju saobraćajnih nezgoda. Inspekcijom bezbednosti saobraćaja doprinosi se unapređenju bezbednosti puteva.

Kada su u pitanju horizontalne prepreke u ravni kolovoza, njihova percepcija i uočavanje je drugačije nego uočavanje u vertikalnoj ravni. Daljina koncentrisane pažnje kod vozača zavisi od brzine, što je brzina veća to je i daljina koncentrisane pažnje veća. Oštećenja koja se nalaze na kolovozu često nisu u kontrastu sa kolovozom, pa ih nije moguće ni uočiti.

Horizontalnih prepreka koje se nalaze u ravni kolovoza, moraju biti obeležene odgovarajućom saobraćajnom signalizacijom kao što su znak opasnosti - neravan kolovoz, ograničenje brzine, branik. Kada si vozači obavešteni saobraćajnom signalizacijom da je kolovoz oštećen ili da dolazi do promene uslova puta, tada im je pažnja usmerena ka označenom mestu

8. LITERATURA

- [1] Josef Mikulík - ROAD ACCIDENT INVESTIGATION GUIDELINES FOR ROAD ENGINEERS- PIARC - August 2007
- [2] Cvetkovic, A. (1992). Kolovozne konstrukcije, Beograd: Naučna knjiga
- [3] <http://www.putevi-srbije.rs/>
- [4] Komisija veštaka Departmana za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, predmet K 1628/05

Kratka biografija:



Miloš Brcanov rođen je u Novom Sadu 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Bezbednost saobraćaja – Forenzičko inženjerstvo u saobraćaju odbranio je 2014.god.

**МЕТОДЕ ЗА АНАЛИЗУ СТУДИЈА РИЗИКА НЕЗГОДА И ПОВРЕДА У
САОБРАЋАЈУ****ANALYSIS METHODS FOR ACCIDENT AND INJURY RISK STUDIES**

Бранко Гогих, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Метод је интегрални део науке и представља, пут, начин истраживања, плански поступак, модел, на основу којег се проучава предмет. Статистика и статистичке методе се најчешће користе у истраживању узрока саобраћајних незгода. У овом раду ће бити анализирани различите методе као и дизајни студија којим би се могли идентификовати ризични фактори и узроци незгода.

Abstract – The method is an integral part of science and represents, the way, method of research, planning process, the model, based on which is studying subject. Statistics and statistical methods are commonly used to research the causes of traffic accidents. In this paper it will be analyzed various methods and study design, which could be used to identify risk factors and causes of accidents.

Кључне речи: Метод, саобраћајне незгоде, статистика и статистичке методе.

1. УВОД

Научне методе су скуп различитих научних поступака којима се наука користи у научно-истраживачком раду да би истражила и систематски обрадила научне чињенице, податке, информације.

Саобраћајне незгоде су погодне за статистичко исказивање јер се састоје од великог броја јединица које се могу нумерички исказати. Ради се о појавама у масовним размерама које је могуће статистички обухватити. Пошто је учешће у незгоди догађај који се дешава у времену и простору, генерални епидемиолошки концепт инциденце (инциденца је број нових случајева у специфичном временском периоду) се примењује на студије ризика од учешћа у незгодама. У раду је представљен преглед статистичких метода које се испостављају као одговарајуће за истраживање ризика од учешћа у незгодама, узроке незгода и повреда.

Предмет овог рада је начин истраживања ризика од учешћа у саобраћајним незгодама и повреда. Циљ рада је да се размотре различите дескриптивне методе као и дизајни студија, да се истраже одговарајући статистички модели за мере ризика, којим би се могли идентификовати ризични фактори и узроци незгода.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

**2. МЕРЕ ВЕРОВАТНОЋЕ ЗА УЧЕШЋЕ У
САОБРАЋАЈНОЈ НЕЗГОДИ**

На основу епидемиолошких стандарда, различите мере могу бити употребљене да би се квантификовала „вероватноћа“ или „релативна инциденца“ учешћа у саобраћајној незгоди:

- Ризик, релативни ризик и атрибутивни ризик,
- Вероватноћа и однос вероватноће,
- Стопа инциденце и релативна стопа инциденце,
- Густина инциденце и релативна густина инциденце.

Мере за вероватноћу за учешће у саобраћајној незгоди могу се размотрити на различитим нивоима анализе, поготово на нивоу путовања и нивоу особе по години. Јасно, све ове мере могу бити израчунате само када је познат број догађаја са учешћем у незгодама за период студије који разматрамо. Чини се да ризик и вероватноће могу да се нађу само у ситуацијама где је поред броја учешћа у незгодама детаљно позната и величина ризичне популације (као, на пример, у специфично дизајнираном истраживању инциденце са учешћем у незгодама на нивоу возила по години). Ако је само груба процена броја изложених ризику доступна (тотални број регистрованих возила као сурогат за број путовања возила), може се користити стопа инциденце уместо ризика или вероватноће. Коначно, ако је позната тотална дужина (трајање) свих путовања која припадају ризичној популацији, можемо израчунати меру густине инциденце која је у ствари посебна врста стопе.

Различите мере за вероватноћу од учешћа у саобраћајној незгоди су све детерминистичке мере које се односе на одређену добро дефинисану ризичну популацију. Нумеричке вредности ових мера могу се добити упитницима или другим типовима студија. Осим за врло специфичне ризичне популације, неће бити могуће извести комплетан попис који даје истинску или тачну вредност разматраних мера. Радије, неки типови узимања узорака из ризичне популације ће пружити податке који омогућавају процену мере вероватноће.

На пример, вредности узорка r ризика од учешћа у незгоди треба тумачити као прорачун одговарајуће ризичне популације R . И популација и узорак ризика су *пропорције*. Али док је R фиксиран (али непознат) квантитет, узорак ризика r је насумична варијабла. Очигледно, вероватноће, стопе и густине нису пропорције. Због тога, ови квантитети су мере вероватноће, али не могу бити интерпретирани као „ризични“ квантитети. Једини изузетак овом правилу

је стопа учешћа у незгодама ρ која под повољним околностима може да буде добра апроксимација ризичној популацији R .

Калкулација ризика и вероватноће учешћа у незгодама захтева тачно знање о величини ризичне популације. Треба забележити да су вероватноће ретко важне пошто је ризик генерално приоритетнија мера вероватноће. Ипак, у студијама и компаративној вероватноћи о учешћу у незгодама однос вероватноће има бар једнаку важност као релативни ризик.

Као што је већ речено, густина учешћа у незгодама (нпр. $\delta_{\text{време}}$) није пропорција ($\delta_{\text{време}} > 1$ је могуће). Радије, то је однос две карактеристике популације (број незгодних путовања у односу на тотално трајање свих путовања изложених ризику). Због тога, $\delta_{\text{време}}$ не може бити протумачено као квантитет ризика у већ поменутом смислу: Густина није мера „ризика“ учешћа у незгодама већ мера „интензитета“ учешћа у незгодама. Изражава инциденцу учешћа у незгодама по јединици одређеног квантитета изложености ризику, поготово број учешћа у незгоди по часу или по километру учествовања у саобраћају. Како трајање и дужина ризичних јединица варира, мере густине су одговарајуће мере вероватноће учешћа у незгоди. Формално, не постоји разлика између узорака вредности густине и стопа пошто су обе мере количници насумичне варијабле и квантитет се најчешће сматра фиксираним и познатим. Концептуално, пак, јасна разлика може да се направи: именилац T и D густине је укупна вредност популације за карактеристику ризичних јединица, док је именилац M_0 стопе учешћа у незгоди типично прорачун величине M ризичне популације.

Није изненађујуће што треба применити различите статистичке моделе када се процењују различите мере вероватноће од учешћа у незгоди (стопа и густина, ипак, могу бити процењене и анализирани користећи исти модел).

3. СТАТИСТИЧКИ МОДЕЛИ ЗА АЛТЕРНАТИВНА МЕРЕЊА ВЕРОВАТНОЋЕ ОД УЧЕШЋА У НЕЗГОДИ

Када бирамо статистички модел, тип студије и природа података који ће бити анализирани морају бити узета у обзир. Циљеви анализе података (нпр. процена параметра или тестирање хипотезе) играју важну улогу.

Ако уважимо различите узорке мерења вероватноће учешћа у саобраћајној незгоди, наиме,

$$\text{ризик} = y / m; \quad \text{вероватноћа} = y / (m - y);$$

$$\text{стопа} = y / m_0; \quad \text{густина} = y / x;$$

где је m =укупни број ризичних јединица у узорку, y =број јединица са учешћем у незгоди, m_0 = екстерни прорачун за m , и x =сума варијабле изложености (сумиран од m ризичних јединица) евидентно је да избор мерења вероватноће и одговарајућег статистичког модела зависи од следећих критеријума:

- Да ли су y и m (и/или x) познати из једног извора података (микро или здружених података?)
- Да ли y и m (и/или x) могу бити одређени из два различита микро или здружена извора података?

- Да ли је у одређено из једног узорка величине m из ризичне популације?
- Да ли су m , y и x одређени из планиране студије кохортне или предметно контролисане студије?
- Може ли m уопште бити одређено? Ако не може, да ли је могућа процена m_0 из екстерних извора?

На нивоу путовања, учешће у незгоди као критеријумска варијабла студије ризика је дихотомна карактеристика: путовања могу бити или незгодна или незгодна. Када је прибављен узорак од m путовања из ризичне популације можемо избројати број незгодних путовања и тако пронађемо узорак инциденце у случаја од интереса ($y = 0, 1, \dots, m$) и узорак ризика $r=y/m$. Формално, исти тип података о инциденци би био прибављен када су особе по години или возила по години класификована као или са учешћем или без учешћа у незгоди и рачуна се број јединица са учешћем у незгоди међу датим тоталним бројем јединица.

У примеру особе или возила по години, могу се лако замислити да су јединице одабране из регистра по једноставној насумичној процедури узимања узорака. У овом случају, *биномна дистрибуција* би био одговарајући модел за збир y . Користећи, на пример, национални регистар за возила као оквир за узимање узорака можемо извући једноставан насумични узорак m возила из комплетног сета M возила регистрованих у држави коју разматрамо. Ако су власници возила у упитнику упитани да ли је одабрано возило било са учешћем у незгоди током периода од последњих дванаест месеци, ризична популација $R = Y/M$ би могла бити процењена са узорком ризика $r = y/m$, где y означава број возила са учешћем у незгоди у узорку ($y = 0, 1, \dots, m$).

Под једноставним насумичним узимањем узорака, именилац m из узорка ризика је фиксирани, а бројилац у прати биномну расподелу, доњи и горњи лимит интервала поверења за фиксирани и непознати популацију ризика R такође може бити процењен. Ако је биномна расподела за y процењена нормалном дистрибуцијом, приближна $(1-\alpha) \cdot 100\%$ интервала поверења за R је дата са:

$$r \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{\{r(1-r)/m\}} \quad (1)$$

Из формуле (1) добијамо интервал, за који са сигурношћу можемо тврдити да ће покрити непознату популацију ризика R , тј. непознату пропорцију возила у држави која су била са учешћем у бар једној саобраћајној незгоди током године студије.

Треба, ипак, забележити да интервал поверења може бити прилично непрецизан због чињенице да је обично ризик од учешћа у незгоди прилично мали. Због тога, алтернативне методе за процену интервала поверења за биномну пропорцију би требало размотрити, како је описано у Флеису (1981) и Волсету (1993).

Пошто не постоји регистар путовања из којег се може изабрати узорак, биномни модел се чини тешко примењивим у студијама на нивоу путовања. Иако би, у принципу, процедура вишефазног узимања узорака била могућа за прикупљање информација за индивидуална путовања у комбинованом учествовању

у саобраћају и упитнику о учешћу у незгодама, овај дизајн не игра велику улогу у пракси: Због чињенице да је учешће у незгоди екстремно редак догађај чини се не би могао ефикасно спровести, на пример, упитник о мобилности домаћинства где осим уобичајених карактеристика путовања статус учешћа у незгодама мора бити прибављен.

Да би се добио интервал поверења за популацију релативног ризика $\Lambda = P_2 / P_1$ неопходно је знати стандардну грешку λ или логаритам λ , где је λ узорак релативног ризика. Може бити представљено да логаритам λ асимптотично прати нормалну расподелу са средњом вредношћу логаритма Λ и $\text{Var}(\log \lambda)$ процењено са:

$$\text{var}^*(\log \lambda) = 1/y_2 - 1/m_2 + 1/y_1 - 1/m_1 \quad (2)$$

Под логистичким моделом

$$\mu_r = [1 + \exp(-b_0 - b_1 x)]^{-1} \quad (3)$$

За предвиђену вредност μ_r ризика r , где x означава одређени ризични фактор, добија се следећи модел за логаритам вероватноћа $\mu_r / (1 - \mu_r)$ учешћа у незгоди:

$$\log_e [\mu_r / (1 - \mu_r)] = b_0 + b_1 x \quad (4)$$

Лева страна ове једначине се зове логит, а десна линеарни предсказивач. Као што се може видети, логистички модел за регресију за ризик успоставља линеарну везу између логаритма вероватноћа учешћа у незгоди и ризичног фактора.

Постоје ситуације у којима није познат тотални број изложен ризику, али где је доступан збир (y) броја догађаја са учешћима у незгодама што се може ставити у однос са одговарајућим квантитетом изложености m_0 (процењен број ризичних јединица) или x (процењено тотално време путовања или пређеног пута изложено ризику). У овим случајевима можемо користити Поасонову расподелу као статистички модел, ако је разумно претпоставити да се незгоде дешавају насумично и независно.

Процењујући Поасонову са нормалном дистрибуцијом, имамо $\text{var}(y) = \lambda$ насумична варијабла $(y - \lambda) / \sqrt{y}$ прати готово стандардну нормалну дистрибуцију (колико год ово може бити слаба процена). Тако, процена од $(1-\alpha) \cdot 100\%$ интервала поверења за λ је дата са

$$y \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{y} \quad (5)$$

4. БАЗЕ ПОДАТАКА ЗА СТУДИЈЕ РИЗИКА ОД УЧЕШЋА У САОБРАЋАЈНИМ НЕЗГОДАМА

Емпиријске студије о ризику од учешћа у саобраћајним незгодама могу се извести различитим дизајнима истраживања од којих су упитници, кохортне студије и предметно контролисане студије су, чини се, најрелевантнији. Идеално, под датим дизајном студије специјални подаци о учествовању у саобраћају и учешћу у незгодама треба прикупити да

би се одговорила на питања у истраживању. На основу основних епидемиолошких принципа, „специјално прикупљање података“ значи узимање узорака из ризичне популације.

Као јефтинија алтернатива од специјалног прикупљања података за учествовања у саобраћају и учешћа у незгодама, употреба „рутинских“ података о незгодама и изложености за научне сврхе је веома важно. Као што се може очекивати, статистике о саобраћајним незгодама с једне стране и упитници о мобилности или упитници о километражи возила с друге стране играју доминанту улогу у овом контексту. Студије засноване на рутинским подацима генерално нису од велике користи за демонстрацију узрочности, али корисне су у дескриптивне сврхе.

Док је годишњи број незгодних путовања Y прилично добро документован у званичним статистикама саобраћајних незгода, годишњи број M свих путовања корисника путева, а самим тим и величина ризичне популације, никад није познат из комплетног пописа. Радије овај број (често назван „тотални обим путовања“) може само бити процењен из довољно великих узорака истраживања о индивидуалном понашању у саобраћају. Пошто су овако високо буџетни упитници скупи, изводе се у већини држава само сваких 5 до 10 година.

Број N^* корисника путева са учешћем у незгодама није познат из статистичких извора. Како су, ипак, вишеструка учешћа у незгодама ретка, годишњи број незгодних путовања Y ће бити само мало већи од броја N^* корисника путева са учешћем у незгодама у току календарске године коју разматрамо. Тако, N^* може бити процењено довољно прецизно са Y .

Насупрот овоме, укупни број N од креатора путовања под ризиком је веома тешко проценити за период студије стандарде дужине (тј. једне године) због тога што се у већини анкета о мобилности испитаници испитују о њиховим путовањима за само један дан у години. Тако, на пример, број $N_{\text{бицикла}}$ особа које учествују у саобраћају као бициклисти (бар једно путовање бициклом годишње) је једноставно непознато и може само да буде израчунато из специфично дизајнираног упитника о мобилности где период извештавања узорака јединица одговара једној календарској години. У таквом упитнику особа која је интервјуисана мора бити упитана да ли је користила бицикл у последњих 12 месеци.

Узимајући све у обзир, можемо рећи да би се достигао одређени ниво прецизности и детаљности, студије ризика о учешћима у саобраћајним незгодама не могу да буду спроведене без прикупљања одговарајућих специјалних података на незгодним и ненезгодним јединицама. Независно од оваквих методолошких захтева, већина студија о ризику учешћа у саобраћајним незгодама морају да наставе заједно са рутинским подацима.

Јасно је да општи подаци о индивидуалним јединицама изложеним ризику пружају најбољу основу за анализу ризика. Рутински подаци о учешћу у незгодама, ипак, су често доступни само у групној форми, тј. као табеле где су зборови незгода раздвојени на основу једне или више карактеристика незгоде или корисника са учешћем у незгодама.

Срећом, ако су доступне одговарајуће бројке изложених на истом нивоу агрегације, груписање не смањује могућности статистичке анализе ризика. Најважнији извори података о учешћима у саобраћајним незгодама и узроцима су:

- званичне статистике о саобраћајним незгодама (подаци који се прикупљају од стране полиције),
- дубинске студије саобраћајних незгода, и
- подаци од осигурања возила.

У поређењу са другим пољима епидемиолошких истраживања, рутински подаци из статистике националног саобраћаја већ пружају широк спектар могућности за анализу. Ово је посебно тачно ако су подаци о незгодама опремљени довољно детаљним учешћима возила у незгодама.

Подаци о изложености садрже информације о броју и карактеристикама ризичних јединица (независно од учешћа у незгодама). У зависности од нивоа анализе, одговарајући подаци могу бити добијени или из различитих рутинских извора или из упитника са специјалним сврхама.

Извори за студије ризика на нивоу путовања:

- упитници о мобилности (дневници путовања)

Извори за студије ризика на нивоу особе или возила по години

- подаци о попису популације,
- подаци о регистрацији возила,
- упитници о путовањима,
- упитници о километражи возила.

У ситуацијама када специјално прикупљање података није опција, истраживач нормално мора да комбинује (рутинске) податке о незгодама и изложеностима из различитих извора. Док то ради, наилази на проблем хармонизације података (тј. дефинисања варијабли и вредности варијабли) што може бити екстремно тежак задатак. Није изненађујуће, али комбиновање података из различитих извора у много случајева значи да се мора суочавати са здруженим прије него са општим подацима

5. ЗАКЉУЧАК

Статистика пружа широк спектар дизајна студија и метода анализа које одговарају за истраживање узрока саобраћајних незгода. Анализа ризика од учешћа у незгоди је моћан алат у студијама узрока саобраћајних незгода. Као предуслов за примену установљених епидемиолошких метода у истраживању саобраћајних незгода, нови концептуални радни оквир за студије ризика од учешћа у саобраћајним незгодама је развијен. Под овим радним оквиром, путовања корисника путева се сматрају основним „ризичним јединицама“ и прави се разлика између незгодних и ненезгодних путовања. Последице, „ризична популација“ се састоји од свих путовања изложених ризику да се заврше саобраћајном незгодом.

Када тражимо узроке незгода, морамо проценити вероватноћу да се путовање које садржи одређен атрибут заврши незгодом. Вероватноћа да путовање буде незгодно узимајући у обзир да одређена разматрана карактеристика путовања има одређену вредност се назива ризик од учешћа у незгоди и карактеристике путовања (или креатора путовања) које разматрамо се називају статус ризичног фактора.

Карактеристика возача аутомобила „време поседовања дозволе“ може послужити као пример варијабле статуса ризичног фактора: путовања аутомобилом које изводе почетници су склонија незгодама у поређењу са путовањима која изводе искусни возачи. У емпиријским студијама о одредницама учешћа у незгодама, ризична популација ће бити подељена различитим карактеристикама креатора путовања и самог путовања да би се истражило да ли су ове карактеристике у вези са инцидентом учешћа у саобраћајној незгоди. Овим типом вежбе можемо доћи до, на пример, описног закључка да без обзира на године возача, „почетници“ су склонији незгодама од „ветерана“. Овај резултат, тј. асоцијација установљена између статуса ризичног фактора и статуса учешћа у незгоди може довести до истраживања разлога због чега је то тако.

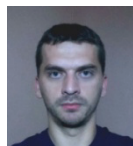
И дескриптивне и етиолошке анализе су значајне да би се унапредила безбедност у саобраћају. Описне анализе дају смернице за циљану промоцију безбедности у саобраћају.

Етиолошке анализе нам говоре шта радити да би се смањила вероватноћа од повређивања или смрти приликом учествовања у незгоди.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Afifi, A.A. and S.P. Azen (1979): Statistical Analysis – A Computer Oriented Approach. 2nd Ed., New York: Academic Press
- [2] Agresti, A. (1996): Introduction to Categorical Data Analysis. New York: Wiley
- [3] Böhning, D. and S.N.A. Rampai (1997): A case-control study of non-fatal traffic accidents on hospital patients in Bangkok metropolis. Sozial- und Präventivmedizin 42: 351-356
- [4] Carr, B.R.A. (1969): A statistical analysis of rural Ontario accidents using induced exposure data. Accident Analysis and Prevention, 1(4): 343-357
- [5] Cummings, P., B. McKnight and N.S. Weiss (2003): Matched-pair cohort methods in traffic crash research. Accident Analysis and Prevention, 35: 131-141
- [6] Davies, G.A. and Y. Gao (1993): Statistical methods to support induced exposure analyses of traffic accident data. Transportation Research Record, 1401, Washington: Transportation Research Board
- [7] Geiler, M., M. Pfeiffer and H. Hautzinger (2006): Das Unfallgeschehen im Wirtschaftsverkehr (Accidents in Commercial Traffic). Kröning: Asanger

Кратка биографија:



Бранко Гогич рођен је у Пљевљима 1986. 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.

STRIMOVANJE MULTIMEDIJALNOG SADRŽAJA MULTIMEDIA CONTENT STREAMING

Milan Stanković, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je princip strimovanja multimedijalnog sadržaja preko Interneta i u kućnoj mreži. Pored opisa protokola i standarda koji se koriste pri strimovanju multimedije, posvećena je posebna pažnja i IPTV-u, koja predstavlja jedan vid stiming usluge. Deo rada je posvećen kreiranju kućne mreže preko koje se vrši strimovanje, kao i softverskim rešenjima koje olakšavaju taj proces.

Abstract – In this paper we describe the principle of streaming multimedia content over the Internet and in home network. In addition to descriptions of protocols and standards used in streaming multimedia, special attention is given to IPTV, which represents one aspect of streaming service. Part of the paper is dedicated to creating a home network used for streaming, as well as software solutions that facilitate the process.

Ključne reči: Internet, strimovanje, kućna mreža, MPEG, Kodi, Flash, HTTP, HTML

1. UVOD

U računarstvu striming predstavlja tehnologiju prenosa podataka koji zahtevaju konstantni i stabilni protok. U suštini ova tehnologija se primenjuje kod multimedije, audio ili video signala. Korisnicima sa nedovoljno brzim Internet pristupom koji omogućava relativno brzo skidanje velikih fajlova, omogućava se pristup multimedijalnom sadržaju pre njegovog kompletnog prenosa do korisnika, uz pomoć pretraživača ili odgovarajućeg programa.

Za uspešno strimovanje multimedije neophodno je da klijent koji potražuje multimedijalne podatke bude u mogućnosti da ih prosledi kao stabilan protok ka aplikaciji koja će date podatke konvertovati u zvuk ili sliku.

Drugim rečima, ako se podaci primaju brže nego što je potrebno biće smešteni u bafer (eng. buffer), a ako podaci sporije pristižu od potrebnog dolaziće do čestih zastoja prilikom reprodukcije multimedijalnog materijala. Popularnost ovog servisa drastično se povećava iz godine u godinu. Brojni Internet sajtovi nude neki vid strimovanja, bilo da je video ili audio strim. Sajtovi kao što su „YouTube“, „Vimeo“, „Metacafe“, „Pandora“ samo su neki od popularnih striming sajtova koje trenutno postoje na Internetu. Striming nije ograničen samo na Internet sajtove. Sa prelaženjem na digitalan prenos TV signala sve više i više provajdera nude mogućnost gledanja TV kanala i slušanje radio stanica „bez antene“.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Trpovski, van.prof.

2. PROTOKOLI I STANDARDI

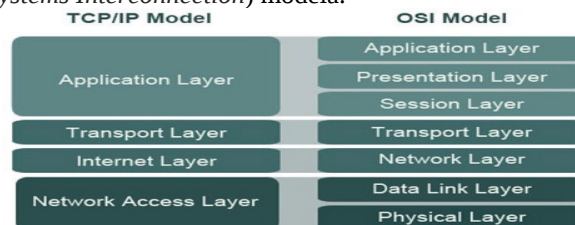
Pre obrade principa rada strimovanja neophodno je upoznavanje sa protokolima i metodama koji se primenjuju za prenos podataka preko telekomunikacionih sistema.

2.1. TCP/IP

Da bi se mogla ostvariti komunikacija između uređaja koji su povezani preko Interneta ili preko drugih sličnih mreža neophodno je da se uspostavi skup komunikacionih protokola. Ti komunikacioni protokoli nose naziv po najvažnijim, a ujedno i prvim definisanim standardnim mrežnim protokolima koji sačinjavaju **TCP/IP** (eng. Transmission Control Protocol/ Internet Protocol). Nastao kao rezultat ispitivanja eksperimentalne mreže **ARPANET**, čiji je finansijer bila američka vlada. Veliki broj drugih protokola koji se nalaze u TCP/IP protokolu čine osnovu na kojoj danas počiva komunikacija na Internetu. TCP/IP protokol se sastoji od četiri sloja:

1. Aplikativni sloj
2. Transportni sloj
3. Sloj Interneta
4. Sloj pristupa mreži

Na **slici 1.** prikazana je veza TCP/IP i OSI (eng. Open Systems Interconnection) modela.



Slika 1. TCP/IP model

Kod TCP/IP-a detaljnije date aplikacije bavi se **aplikativni sloj**. On se uglavnom odnosi na više nivoje protokola koje koristi većina aplikacija za mrežnu komunikaciju. Protokol za prenos datoteka – **FTP** (eng. File Transfer Protocol) i jednostavan protokol za transfer elektronske pošte – **SMTP** (eng. Simple Mail Transfer Protocol) samo su neki od mnogih protokola koji se nalaze u ovom sloju. **Transportni sloj** obavlja uslugu za sloj iznad sebe tj. za aplikativni sloj. Polje odgovornosti ovog sloja uključuje prenos poruke sa kraja na kraj uz kontrolu grešaka, protoka, zagušenja i da izvrši adresiranje koje je aplikativni sloj zadao. **Sloj Interneta** bavi se problemom kretanja paketa po jednoj ili više mreža. On u IP protokolu obavlja dve ključne funkcije: adresiranje domaćina i njegovom identifikacijom i rutiranje paketa, stoga je on veoma važan deo koji drži celu TCP/IP arhitekturu. **Sloj pristupa mreži**, poznat i kao sloj linka (eng. link layer), koristi se za umrežavanje na lokalnu mrežu pomoću drajvera uređaja i mrežne interfejs kartice koji se bave hardverskim detaljima fizičkog

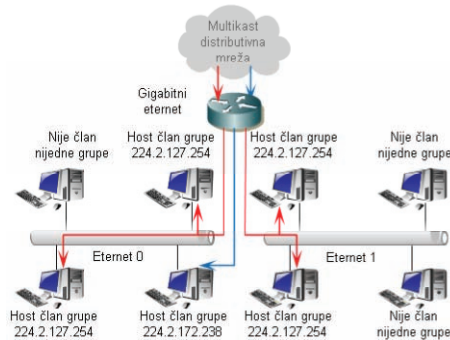
povezivanja. On predstavlja najniži sloj IP protokola. Koristi se za premeštanje paketa između interfejsa Internet sloja dva različita domaćina preko istog linka.

2.2. Transportna mreža

Kroz transportnu mrežu postoji više načina komunikacije i prenosa podataka između uređaja priključenih na nju:

1. **Unikast**
2. **Broadcast**
3. **Multikast**

Unikast (eng. *Unicast*) komunikacija koristi se kada dva hosta treba međusobno da razmene podatke, a pri tome ne žele da podele te podatke sa ostalim hostovima u mreži. U slučaju kada jedan host želi odjednom da komunicira sa više hostova, unikast prenos se tada mora zameniti sa „**brodkast**“ (eng. *broadcast*) prenosom. Unikast i broadcast predstavljaju ekstremne slučajeve **multikast** (eng. *multicast*) prenosa podataka, koji se koristi kada je potrebno poslati iste podatke prema većem broju hostova. Primer komunikacije unutar više manjih mreža dat je na **slici 2.** gde je crvenom bojom predstavljen multikast prenos, dok je sa plavom bojom označen unikast prenos.



Slika 2. Multikast prenos

2.3. UDP

UDP (eng. *User Datagram Protocol*) je jednostavan protokol koji obezbeđuje osnovne funkcije transportnog sloja OSI modela i predstavlja jedan od ključnih članova Internet protokola. UDP koristi vrlo jednostavan prenosni model bez uticaja na dijaloge za pružanje usluga, naređenja ili na integritet podataka, što znači da su njegove usluge nepouzdanije jer može doći bez upozorenja do pojave duplikata, gubljenja i promešanog redosleda isporuke datagrama.

2.4. Video i audio standard

MPEG (eng. *Moving Picture Experts Group*) predstavlja radnu grupu eksperata, formirana 1988. godine od strane **ISO** i **IEC**, radi postavljanja standarda za audio i video kompresiju i prenos. Sama metodologija MPEG kompresije smatra se asimetričnom pošto je enkoder složenije strukture od dekodera. Prema ISO standardu MPEG ne standardizuje enkodere već način na koji dekodir tumači protok bita.

2.5. HTTP

HTTP (eng. *Hypertext Transfer Protocol*) predstavlja aplikativni protokol za distribuciju multimedije (grafika, audio, video, tekst) preko informacionih mreža. Takođe, predstavlja važan i neophodan deo funkcionisanja svetske mreže. Po svojoj definiciji predstavlja osnovni i pouzdani protokol transportnog sloja i TCP-a koji se najčešće koristi, međutim HTTP se primenjuje i kod ne pouzdanih protokola kao što su UDP protokoli.

2.6. HTML

HTML (eng. *HyperText Markup Language*) predstavlja standardni jezik koji se koristi pri kreiranju Internet stranica. Sastoji se od elemenata koji su označeni izlomljenim zagradama i uglavnom dolaze u paru, mada se javljaju i oznake koje predstavljaju prazne elemente. Internet pretraživači čitaju HTML datoteke i sređuju ih tako da korisnik može da ih vidi ili čuje na Internet stranicama [4][5].

2.7. Adobe Flash

„**Adobe Flash**“ je multimedijalna i softverska platforma koja se koristi za kreiranje vektorske grafike, animacije, igara i aplikacije koje se mogu reprodukovati uz pomoć „Adobe Flash“ plejera. Plejer se koristi za reprodukciju multimedije na Internetu u koje spadaju, pored audio i video sadržaja, reklame i drugi interaktivni multimedijalni sadržaji. Kreiranje „Flash“ sadržaja radi se preko specijalizovanih aplikacija kao što su „**Adobe Flash Professional**“, „**ActionScript**“ i drugi. Sadržaj koji se reprodukuje preko „Flash“ plejera, negde više negde manje uspešan, dostupan je na svim platformama, od „MS Windows“ i „Linux“ pa do mobilnih android operativnih sistema, a sama instalacija aplikacije je relativno laka i može se besplatno preuzeti sa zvaničnog sajta.

3. STRIMOVANJE PREKO INTERNETA

Kao što je već rečeno, strimovanje multimedije predstavlja konstantno prenošenje audio ili video sadržaja od skladišta multimedije do korisnikovo uređaja (PC, mobilni...). Internet kao globalna mreža poseduje izuzetno veliki broj multimedijalnog sadržaja, kako legalnog tako i ilegalnog, koji se može strimovati. U novije vreme, Internet se sve više koristi za strimovanje TV sadržaja, čime se obezbeđuje siguran i kvalitetan signal slike za razliku od tradicionalnog načina korišćenja analogne antene. Postoje i razne aplikacije koje eliminišu potrebu za korišćenje Internet pretraživača prilikom preuzimanja strima. Većina aplikacija bazirana je na otvorenom kodu koji omogućava korisnicima da doprinesu njenom razvoju.

3.1. IPTV

Danas kada se spomene Internet televizija prva asocijacija za običnog korisnika je **IPTV** (eng. *Internet Protocol Television*). Ovaj novi trend emitovanja TV Programa nastao je ukrštanjem dveju stvari koji karakterišu moderno društvo, televiziju i Interneta. Kao provajderi IPTV nameću se već ustanovljeni provajderi Internet usluga, koji u ovome vide šansu da povećaju broj korisnika. Za razliku od klasične televizije IPTV nudi prvenstveno bolji kvalitet slike koja se prenosi digitalnim putem koji sve više i više postaje standard prenosa TV signala. Takođe prema zakonima tržišne politike klasična televizija ima dosta nedostataka od veoma skupog personalnog aparata preko skupih cena reklamnog prostora pa do preplate, dok je princip Internet televizije baziran na jednostavnom i besplatnom preuzimanju programa gde korisnik sam bira šta hoće da gleda [1]. Široku lepezu usluga koju provajderi IPTV usluge nude planski su odabrani kako bi zadovoljili potrebe korisnika kao i da privuku nove korisnike.

Pored glavnih usluga, kao što je na primer Broadcast TV, provajderi nude i sledeće usluge:

1. audio usluge
2. plaćene usluge po gledanom sadržaju
3. približan video na zahtev
4. video na zahtev
5. usluge ličnog videorekordera
6. proširene usluge za krajnjeg korisnika

3.2. Striming sajтови

Kako smo svedoci sve bržeg razvoja Internet tehnologije nije ni čudno da su se pojavili brojni sajтови koji nude bogat multimedijalni sadržaj, od standardnih „Flash“ igrice do audio i video sadržaja. Proteklih godina pojavili su se brojni sajтови koji nude striming multimedijalnog sadržaja besplatno ili uz minimalnu nadoknadu. Takođe, danas postoje brojne aplikacije koje omogućavaju korisnicima pristup radio i TV sadržaju bez korišćenja Internet pretraživača. Suština ovih aplikacija svodi se na to da korisnik ne mora „ručno“ da pretražuje Internet kako bi pronašao određeni kanal, već sama aplikacija automatski pretražuje Internet i onda iz svoje baze podataka nudi korisniku sve što je pronašao. Baza podataka ovakvih aplikacija se redovno ažurira. „YouTube“ je jedan od najpoznatijih i najpopularnijih multimedijalnih sajtova. On je pre svega sajt koji omogućava razmenu video materijala, odnosno korisnici na njemu mogu da postavljaju, šeruju i gledaju snimke. Američka kompanija „Netflix“ je provajder video sadržaja preko Interneta korisnicima u više od 40 država širom sveta, pretežno u Severnoj i Južnoj Americi i Evropi. Od njenog osnivanja 1997. godine kompanija se bavila distribucijom filmskog sadržaja. Prvobitno fokus kompanije bila je distribucija DVD-ova putem pošte na teritoriji Sjedinjenih Američkih Država. Striming sajтови u Republici Srbiji i regionu su dosta popularni. Preko njih svako ko ume da se snalazi na Internetu u stanju je da pronađe svoj omiljeni film ili pesmu. Za razliku od stranih striming sajtova, domaći sajтови nude pored strane muzike i filmova sa prevodima na srpskom kao i regionalne kulturno umetničke sadržaje (domaće serije, filmove, muziku), koji je gotovo ne moguće pronaći na stranim sajtovima. Sajтови kao što su „*Filmovizija.com*“, „*Gledajonline.org*“, „*Balkanmp3.ba*“, „*Balkanize.cu.cc*“ itd., samo su neki od mnogih koji se koriste u regionu.

3.3. Računarske aplikacije za strimovanje

Aplikacije za strimovanje multimedijalnih sadržaja dostupne su na svim savremenim uređajima, od mobilnih telefona preko video konzola do ličnih računara. Lični računar (PC) ima najbogatiju ponudu aplikacija za strimovanje multimedije. Na platformama „MS Windows“ i „Apple“ razvijene su prve aplikacije prvo za reprodukciju multimedijalnog sadržaja a kasnije za strimovanje preko Interneta. „Windows MediaPlayer 6.4“, „QuickTime 4“ i „RealPlayer One“ se smatraju pionirskim aplikacijama za strimovanje multimedijalnog sadržaja. Od brojnih novih aplikacija za strimovanje koje se danas koriste vredan pomena je „*Kodi Entertainment Center*“. „*Windows Media Player*“ je razvijen od kompanije „Microsoft“ za reprodukciju audio i video materijala na „MS Windows“ operativnim sistemima, kako za računare tako i za prenosive uređaje. Danas ova aplikacija predstavlja osnovni plejer „Windows“ sistema. Pored reprodukcije multimedijalnog sadržaja ova aplikacija ima dodatne opcije kao što su liste, ripovanje i

narezivanje muzike na CD, digitalnu kupovinu muzike itd. Jedno vreme ova aplikacija bila je u razvoju i za „MAC“ operativne sisteme. Podržava sve audio i video formate (mp3, wma, wmv, avi, mkv...). „Windows Media Player 12“ je trenutna verzija ove aplikacije izašla je 2009. godine [2][6]. Kompanija „Apple“ je razvila za potrebe reprodukcije različitih multimedijalnih sadržaja (slike, audio, video) aplikaciju pod imenom „*QuickTime*“. „*QuickTime 4*“ je prva verzija koja je imala mogućnost strimovanja multimedije putem Interneta, dok trenutna verzija „QuickTime X“ predstavlja znatno unapređenje sa dodatnim opcijama kao što su editovanje materijala i postavljanje na „YouTube“. Slična kao i prethodne aplikacije „*RealPlayer*“ je planski napravljena za reprodukovanje audio i video formata. Za razliku od prethodna dva plejera ova aplikacija je dostupna na svim operativnim sistemima bilo da je reč o PC/MAC ili mobilnim uređajima. Takođe, za razliku od prethodne dve aplikacije „*RealPlayer*“ je baziran na otvorenom kodu. „*Kodi Entertainment Center*“ predstavlja besplatni medija plejer sa otvorenim kodom, razvijen od strane „*XBMC Foundation*“ kao neprofitna aplikacija. Ova aplikacija poznata je i pod imenom „*XBMC*“ (eng. *Xbox Media Center*). „*Kodi*“ je dostupan na većini operativnih sistema i hardvera. Pomoću njega korisnik je u stanju da reprodukuje slike, video i audio sadržaj koji može biti lociran kako na lokalnim skladištima multimedije (na primer na PC-u) tako i na mreži, bilo da je kućna mreža ili Internet.

4. STRIMOVANJE U LOKALNOJ MREŽI

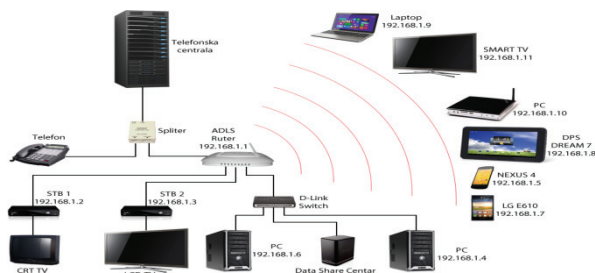
Za potrebe ovog rada u ovom poglavlju obrađivaće se strimovanje multimedije na lokalnoj mreži. Lokalna mreža, odnosno LAN (eng. *Local Area Network*), predstavlja računarsku mrežu u ograničenom prostoru kao što su škola, poslovni objekat ili kuća na kojoj su priključeni računari i slični uređaji koji imaju mogućnost povezivanja na nju. LAN se može priključiti na WAN (eng. *World Area Network*) i Internet i time se povezati sa drugim LAN mrežama.

LAN koji se instalira u kući naziva se „kućna mreža“ ili HAN (eng. *Home Area Network*). Uređaji koji se mogu priključiti na kućnu mrežu mogu biti od računara preko raznih perifernih uređaja (štampač, skener...) pa do „pametnih uređaja“ novije generacije (TV, tablet, mobilni telefon...).

Povezivanje na mrežu može se ostvariti na dva načina preko UTP kabl ili WiFi. Koja od ova dva načina će se koristiti za povezivanje na kućnu mrežu zavisi od uređaja koji se koriste.

Naravno ni jedan od ovih načina povezivanja nije striktan, čak se praktikuje njihova kombinacija. Prenosive uređaje kao što su laptopovi, mobilni telefoni i tableti jednostavnije je povezati na kućnu mrežu upotrebom WiFi tehnologije, dok računare i ostale periferne uređaje je jednostavnije povezati LAN kablom.

Na slici 3. prikazana je topologija lokalne mreže koja je kreirana za potrebe ovog rada.



Slika 3. Topologija lokalne mreže

4.1. Kreiranje kućne mreže

Povezivanje računarskih uređaja u kućnu mrežu ne može se smatrati lakom operacijom koju svako može da uradi, ali ni da za takav poduhvat gde treba pozvati stručnjaka. Tržište je zatrpano ponudama relativno jeftinih uređaja koji se koriste za kućno umrežavanje stoga svako ko ume da prepozna pravi uređaj u stanju je da konstruiše planiranu mrežu.

Tipična kućna mreža sastoji se iz jednog ili nekoliko stacionarnih računara koji su putem *sviča* (eng. switch) i UTP kablova povezani sa ruterom, preko kojeg šalje jedna veza ka Internetu (npr. ADSL). U novije vreme primetna je sve češća upotreba i bežičnog povezivanja, laptopova ili mobilnih uređaja, stoga ruteri novije generacije pored modema sadrže i gejtvej, svič i WiFi AP (eng. Access Point). Ruteri ne moraju obavezno da sadrže sve ove segmente. Postoje ruteri bez modema, bez sviča, bez Wi-Fi AP ili sa različitim kombinacijama istih. Svaki od ovih uređaja može se nabaviti kao poseban, što omogućava proširenje postojeće mreže [6][7][8].

Glavna uloga modema jeste održavanje fizičke veze sa Internet provajderom. Modemi koji se ugrađuju u rutere najčešće su ADSL modemi. Za ostvarivanje logičke veze između kućne mreže i Interneta, ili neke druge mreže, koristi se gejtvej, dok je uloga sviča da obezbedi komunikaciju između pojedinih uređaja u ožičenom segmentu LAN-a. WiFi AP ima ulogu mosta (eng. bridge) između ožičenog i bežičnog segmenta mreže.

4.2. Povezivanje Android mobilnih uređaja na kućnu mrežu

Na kućnu mrežu se mogu dodati i razni periferni mobilni uređaji kao što su mobilni telefoni i tableti. Pristupanje „Workgroup“ mreži je komplikovanije izvesti na ovakvim uređajima, nego kada je reč o PC ili laptop uređajima, jer zahteva dodatne programe za realizaciju. U ovom radu obrađivaće se pristup mobilnih uređaja baziranih na „Android“ operativnom sistemu. Uređaji koji će se dodavati na mrežu su „LG-E610“, „DPS Dream 7“ i „Nexus 4“. Pre nego što se ovi uređaji povežu na kućnu mrežu, neophodno je da se skinu aplikacije sa „GooglePlay“ i instaliraju na „Android“ operativnom sistemu. Aplikacije sa kojima pristupamo kućnoj mreži su: „ES File Explorer“ i „AirDroid“. Naravno, ovo su samo neki od aplikacija koji se mogu koristiti za povezivanje na kućnu mrežu. Na Internetu postoje raznorazna rešenja povezivanja, ali ovaj rad će se fokusirati samo na ove dve aplikacije.

4.3. Strimovanje multimedijalnog sadržaja u kućnoj mreži

Kao što je rečeno u *poglavlju 3.3.* aplikacija koja će se koristiti za strimovanje multimedijalnog sadržaja unutar kućne mreže jeste „XBMC“, odnosno „Kodi“. Ova aplikacija može da se instalira gotovo na sve operativne

sisteme (Windows, iOS, Android itd.). Idealan je za „Home Center“ jer poseduje mogućnost automatskog pokretanja nakon paljenja uređaja. Nakon preuzimanja aplikacije sa Interneta i instaliranja na željene uređaje (PC, home centar, Raspberry Pi), pristupa se konfigurisanju parametara. Iako ima dosta podešavanja korisnik može da prilagodi ovu aplikaciju kako god želi, da li strimuje multimedijalni sadržaj sa kućne mreže ili Interneta, odakle da preuzima prevode, izgled pozadine itd. Detaljnija uputstva podešavanja mogu se pronaći na Internetu [9].

5. ZAKLJUČAK

Današnje moderno društvo svakodnevno se susreće sa raznim tehničko-tehnološkim inovacijama, bilo da je reč o harverskim ili softverskim rešenjima. Eksplozivni razvoj računarskih tehnologija znatno tome doprinosi. Iako se većina ključnih inovacija prvobitno primenjuje u vojne ili naučne svrhe (npr. ARPANET), tek kada postanu dostupni običnim korisnicima njihov dalji razvoj se drastično ubrzava i pri tome se otvaraju vrata razvoja novih i starih ne iskorišćenih inovacija, koji zbog tehničkih mogućnosti nisu mogli ranije biti u upotrebi. Strimovanje multimedije ne predstavlja nikakav izuzetak.

Multimedijalni sadržaj se donekle mogla strimovati ali se za takav poduhvat zahtevala skupa računarska oprema i velika ulaganja.

Sve dok kompanije „Microsoft“ i „Apple“ nisu omogućili običnim korisnicima adekvatne aplikacije strimovanje nije imalo značajniju ulogu u prenosu multimedijalnih sadržaja. Danas, u drugoj dekadi XXI veka strimovanje predstavlja sastavni deo modernog društva. Bilo da se koristi računar ili TV, većina ljudi svakodnevno koristi neki vid striminga. Kako brzine Internet protoka raste iz godine u godinu, a cena korišćenja opada sve više i više ljudi se opredeljuje da uvede Internet konekciju u svoji dom. Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku [3], 2006-te godine svega 26,5% stanovnika Republike Srbije je posedovalo računar od kojih je 18,5% imalo Internet konekciju. 2014-te godine broj stanovnika koji poseduje računar popeo se na 63,2% od kojih 62,8% ima Internet konekciju.

6. LITERATURA

- [1] Milan Stanković, *Prenos TV signala preko Interneta*, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad 2011.
- [2] <http://en.wikipedia.org/>
- [3] <http://webzrzs.stat.gov.rs>
- [4] <http://www.w3schools.com/>
- [5] <http://html.net/tutorials/html/>
- [6] <http://windows.microsoft.com/>
- [7] <http://www.pcworld.com/>
- [8] <http://www.guidingtech.com/>
- [9] <http://serbianforum.org/>

Kratka biografija:



Milan Stanković rođen je u Novom Sadu 1986. god. Master rad odbranio je 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

UTICAJ PROPORCIONALNOG SASTAVA EPOKSIDNOG INFILTRANTA NA ZATEZNU ČVRSTOĆU EPRUVETA IZRAĐENIH U 3DP TEHNOLOGIJI**THE INFLUENCE OF PROPORTIONAL CONTENT OF EPOXY INFILTRANT ON THE TENSILE STRENGTH OF 3D PRINTED SPECIMENS**

Ana Zlatković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je analiziran uticaj proporcionalnog sastava epoksidnog infiltranta na zateznu čvrstoću epruveta izrađenih u 3DP tehnologiji. Variran je proporcionalni sastav u odnosu na preporučeni odnos 3:1, koji se, u vidu empirijske preporuke, koristi u praksi. U tom cilju je izveden statistički faktorni eksperiment sa proporcijama, koji je obuhvatio ukupno osam tačaka – četiri čvorne, dve aksijalne i dve centralne tačke. Dobijeni rezultati ukazuju na činjenicu da je povećanjem udela epoksida, tj. proporcionalnim smanjenjem udela očvršćivača, moguće povećati zateznu čvrstoću epruveta izrađenih u 3DP tehnologiji.

Ključne reči: 3DP tehnologija, infiltracija, zatezna čvrstoća, faktorni eksperiment sa proporcijama.

Abstract – Analyzed in this paper is the proportional content of epoxy infiltrant and its influence on the tensile strength of specimens produced by 3D printing. Proportional content of two-component infiltrant was varied using the recommended 3:1 proportion as the reference point. Mixed factorial experiment was conducted which included eight points – two knots, two axial and two center points. The results obtained by statistical analysis indicate that tensile strength can be increased with higher content of epoxy, i.e., with the lower content of hardener.

Key words: 3D printing, infiltration, tensile strength, mixed factorial experiment.

1. UVOD

3DP tehnologija spada u vrlo raširene tehnologije, pri čemu su vertikalna brzina gradnje modela i rad sa bojama ono što ovu tehnologiju izdvaja od ostalih tehnologija aditivne proizvodnje.

Postprocesiranje ima odlučujuću ulogu u postizanju završnih mehaničkih karakteristika izrađenih modela. Pri tom ključnu fazu postprocesiranja čini infiltracija – nanošenje viskozne tečnosti sa posebnim svojstvima, koja omogućava smanjenje poroznosti strukture, poboljšava kvalitet površine i povećava čvrstoću modela. Postoje različiti komercijalno raspoloživi infiltranti koji, u zavisnosti od tipa, mogu biti nanošeni četkom, kapanjem ili uranjanjem. Pri tom infiltranti mogu biti jedno- ili dvokomponentni [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bio dr Ognjan Lužanin, docent.

Epoksidni infiltranti su dvokomponentni i omogućavaju postizanje viših mehaničkih karakteristika u odnosu na ostale formulacije infiltranata, pri čemu se u praksi koriste empirijske preporuke za njihovo spravljanje. Imajući u vidu da u raspoloživoj literaturi nisu dostupni radovi koji se bave ustanovljavanjem optimalnih vrednosti između dveju komponenti, osnovna ideja u ovom radu jeste da se eksperimentalno ispita fabrički preporučena formulacija za epoksidni infiltrant, prema kojoj je potrebno mešati 3 dela epoksida sa 1 delom očvršćivača.

Cilj rada jeste da se eksperimentalno utvrdi da li je preporučeni procentualni udeo komponenti u dvokomponentnom epoksidnom infiltrantu koji se koristi u 3DP tehnologiji optimalan, tj. da li je promenom tih udela moguće povećati zateznu čvrstoću infiltriranih epruveta.

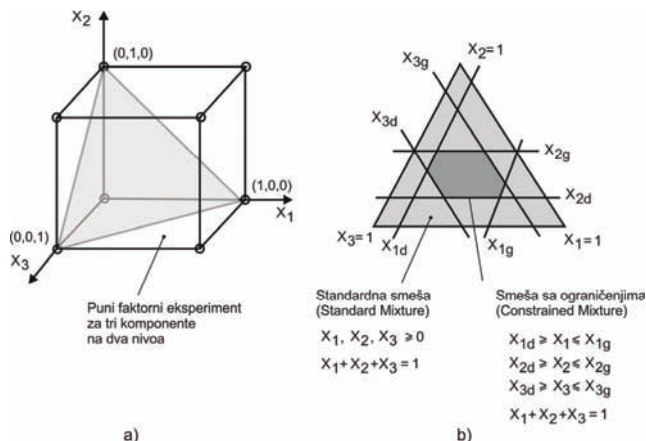
Problem procentualnih udela epoksida i očvršćivača u infiltrantu rešen je statistički zasnovanim eksperimentom. Primenom faktornog eksperimenta sa proporcijama (Mixed Design of Experiment) definisana je tabela eksperimenta, na osnovu koje je izveden fizički eksperiment. Statističkom analizom vrednosti maksimalnih zateznih napona koje su dobijene na osnovu fizičkog eksperimenta, formiran je regresioni model koji omogućava predikciju zateznih napona na osnovu procentualnih udela epoksida i očvršćivača, kao i optimizaciju tih udela. Za izradu epruveta korišćen je 3D štampač ZCorp 310 Plus, dok je za statističku analizu korišćen softverski paket Minitab 16.

2. FAKTORNI EKSPERIMENT SA PROPORCIJAMA (Mixed Doe)

U faktornom eksperimentu sa proporcijama osnovna pretpostavka jeste da odziv zavisi isključivo od relativnih proporcija sastojaka smeše, a ne od količine smeše [2]. Statistički prilaz rešavanju problema komponentalnog udela smeša predstavlja noviju oblast istraživanja. Prema autoru Kornelu [2], celokupan razvoj metodologije i sva istraživanja vezana za ovu oblast zabeležena su u poslednjih šezdeset godina, pri čemu je najznačajniji pionirski rad objavljen 1958 godine, pod nazivom „Eksperimenti sa mešavinama” [3].

Ključnu razliku između klasičnog faktornog eksperimenta i faktornog eksperimenta sa proporcijama čini oblik prostora eksperimenta (design space) [4]. Prostor klasičnog faktornog eksperimenta jeste skup svih mogućih kombinacija nezavisnih promenljivih. Sa druge strane, prostor faktornog eksperimenta sa proporcijama čini skup svih mogućih kombinacija relativnih proporcija

svake komponente ponaosob. Pretraživanje prostora faktornog eksperimenta sa proporcijama, podrazumeva ispitivanje i vrednovanje svih mogućih eksperimenata u okviru datog prostora, kao i optimizaciju sa aspekta zadatih ograničenja, koja se mogu odnositi na parametre izučavanog procesa ili na količine pojedinih komponenti smeše. Razlika između prostora klasičnog faktornog eksperimenta i faktornog eksperimenta sa proporcijama prikazana je na slici 1, za slučaj tri promenljive, tj. komponente. [3]



Slika 1. Šeme prostora klasičnog faktornog eksperimenta (a) i faktornog eksperimenta sa proporcijama (b)

U slučaju kada postoji ograničenje da zbir komponenti smeše mora biti 1, radi se o standardnom faktornom eksperimentu sa proporcijama (standard mixture design). Prostor standardnog faktornog eksperimenta sa proporcijama prikazan je kao trougaona površina unutar kocke (Sl.1a).

U slučaju standardnog eksperimenta koriste se *Simplex-lattice* i *Simplex-centroid* tipovi eksperimenata. Ukoliko komponente smeše podležu i dodatnim ograničenjima, kao što su na primer minimalna ili maksimalna količina svake od komponenti, tada se radi o ograničenom faktornom eksperimentu sa proporcijama (constrained mixture design). Prostor ovog tipa eksperimenta prikazan je slici 1b, kao mnogougao u okviru trougla. Za ovaj tip eksperimenta pogodan je *Extreme-vertices design*.

3. PLAN I REALIZACIJA EKSPERIMENTA

3.1. Plan eksperimenta

Odabran je faktorni eksperiment tipa *extreme vertices*, koji omogućava modeliranje sa ograničenjima, uz primenu čvornih, centralnih i aksijalnih tačaka.

Eksperiment sadrži ukupno osam tačaka - dve čvorne tačke sa po jednom replikom, jednu centralnu tačku sa replikom i po jednu aksijalnu tačku sa obe strane centralne tačke. Tačke su prikazane u Tab.1. Budući da u dvokomponentnoj smeši, kakvu predstavlja ispitivani epoksidni infiltrant, smanjenje ili povećanje prisustva jedne komponente automatski izaziva adekvatne promene u prisustvu druge komponente, u sistemu je izraženo prisutna korelacija.

U cilju neutralisanja ove pojave, statistička analiza može biti realizovana na osnovu pseudokomponenti. Iz tog razloga su u Tabeli 1 prikazani i realni maseni udeli

komponenti, kao i proporcionalni udeli i pseudokomponente.

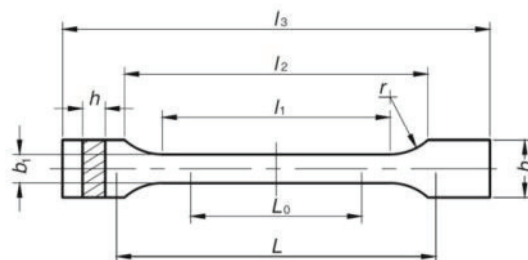
Na osnovu Tabele 1 napravljene su formulacije infiltranta koje su potom korišćene za infiltraciju osam identičnih epruveta koje su izrađene u narednoj fazi eksperimenta.

Tabela 1. Odnos epoksi smole i očvršćivača izražen kroz masene, proporcionalne udele i pseudokomponente

Tip	Udeli komponenata					
	Maseni [g]		Proporcije		Pseudo	
	S	O	S	O	S	O
1. Čvor	48.000	12.000	3.200	0.800	0.00	1.00
2. Čvor	46.875	13.125	3.125	0.875	1.00	0.00
3. Cen.	45.750	14.250	3.050	0.950	0.50	0.50
4. Aks.	43.500	16.500	2.900	1.100	0.25	0.75
5. Aks.	48.000	12.000	3.200	0.800	0.75	0.25
6. Čvor	43.500	16.500	2.900	1.100	0.00	1.00
7. Čvor	44.625	15.375	2.975	1.025	1.00	0.00
8. Cen.	45.750	14.250	3.050	0.950	0.50	0.50

3.2 Geometrija uzoraka - epruveta

Epruvete su izrađene na 3D štampaču Z-Corp 310 Plus, pri čemu je korišćen model epruvete definisan standardom ISO 178:2001. Model sa karakterističnim dimenzijama prikazan je na slici 2. [5].



Slika 2. Model epruvete prema ISO 178:2001[4]

Dimenzije epruvete su definisane na osnovu preporuka iz standarda koje su date u Tabeli 2, a na osnovu radova [5] i [6].

Tabela 2. Dimenzije epruvete

Oznaka parametra	Dimenzije [mm]
l_3 = ukupna dužina	≥ 150
l_1 = dužina suženog paralelnog dela	80 ± 2
r = poluprečnik	20 ± 25
l_2 = rastojanje između proširenog paralelnog dela	104 ± 113
b_2 = širina na krajevima	$20 \pm 0,2$
b_1 = širina na krajevima suženog dela	$10 \pm 0,2$
h = debljina	$4 \pm 0,2$
L_0 = dužina merenja	$50 \pm 0,5$

4. REZULTATI I ANALIZA

Epruvete su podvrgnute testiranju zatezne čvrstoće na mehaničkoj kidalici (sl. 3) i testirane su na osnovu rednog broja izvođenja eksperimenta koji je dat u Tabeli 3. Svaka epruveta je zatezana do trenutka razaranja materijala, pri čemu su beležene vrednosti mase u kg. Dobijene vrednosti su zatim pomnožene sa vrednosti gravitacione konstante, $9.81 \text{ [m/s}^2]$, i na taj način su dobijene vrednosti sile $[\text{N}]$.

Dužine i širine poprečnih preseka na svim razorenim epruvetama izmereni su pomičnim kljunastim merilom, na osnovu čega je izračunata površina poprečnog preseka na mestu loma, koja je potom iskorišćena za izračunavanje napona [MPa]. Rezultati su dati u Tabeli 3.



Slika 3. Mehanička kidalica sa epruvetom

Tabela 3. Vrednosti aksijalnog napona, izračunate za odgovarajuće poprečne preseke deset eksperimenata

Eks.	Dužina [mm]	Širina [mm]	Površ. [mm ²]	Masa [kg]	Sila [N]	Napon [MPa]
1.	3.20	12.90	41.28	17.10	167.75	4.10
2.	3.30	12.86	42.44	9.50	93.20	2.19
3.	3.20	12.90	41.28	10.10	98.12	2.37
4.	3.20	12.91	41.31	9.85	96.63	2.33
5.	3.23	12.87	41.57	19.30	189.33	4.55
6.	3.22	12.88	41.47	11.70	114.78	2.75
7.	3.18	12.82	40.77	5.95	58.37	1.43
8.	3.28	12.92	42.38	14.25	139.79	3.30

4.1 Usvajanje i provera adekvatnosti modela regresije

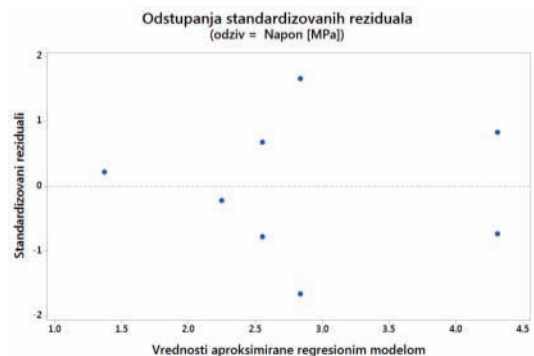
Regresioni model je dobijen u pet iteracija, pri čemu su praćeni greška (S), koeficijent determinacije (R^2_{adj}) i koeficijent determinacije predviđanja (R^2_{pred}). Izabran je kvartični model kod kojeg je S bilo najniže, a R^2_{adj} i R^2_{pred} su imali najveće vrednosti u odnosu na ostale modele.

Na slikama 4, 5 i 6 su dati dijagrami koji su rezultat provere adekvatnosti regresionog modela. Na slici 4 je dijagram odstupanja standardizovanih reziduala koji ne pokazuje trend, što upućuje na homogenost varijanse i dobar odabir modela. Dijagram na slici 5 pokazuje da ne postoji zavisnost između standardizovanih reziduala i redosleda opservacija, što je omogućeno i randomizacijom eksperimenta. Na osnovu dijagrama 6 može se zaključiti da reziduali slede normalnu raspodelu, što je potvrđeno i rezultatom Anderson-Darling testa normalnosti koji je nesigifikantan ($A=.147$, $p=.94$). Na osnovu prethodno iznetog, usvojeni model zadovoljava ANOVA pretpostavke.

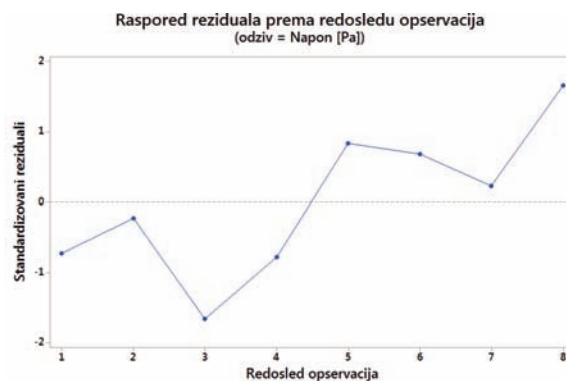
4.2 Analiza varijanse (ANOVA)

Rezultati dobijeni analizom varijanse dati su u Tabeli 4. Vrednost F statistike i odgovarajuće vrednosti p ($F=14.78$, $p=.012$), ukazuju na sigifikantnost modela, budući da postoji svega 1.2% verovatnoće da je izračunata vrednost F statistike rezultat prisustva šuma u podacima. Takođe, statistički su značajni svi koeficijenti regresione jednačine koji imaju p vrednost ispod usvojenog praga značajnosti, $\alpha=0.05$. Usvojeni regresioni model dobro aproksimira

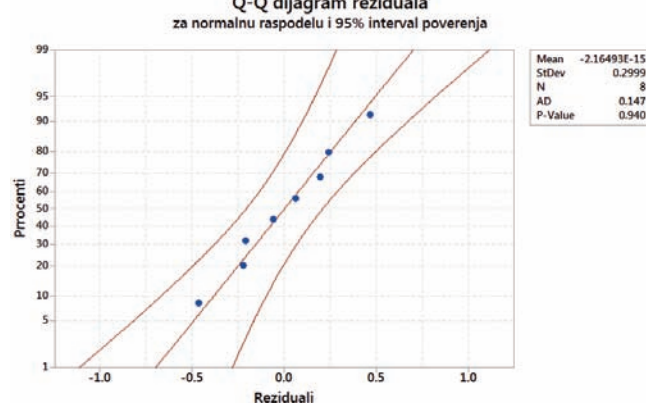
eksperimentalne podatke, budući da je greška modela nesigifikantna ($p=.859$), u odnosu na grešku eksperimenta (*pure error*).



Slika 4. Dijagram odstupanja standardizovanih reziduala u odnosu na nultu liniju



Slika 5. Dijagram zavisnosti standardizovanih reziduala Q-Q dijagram reziduala



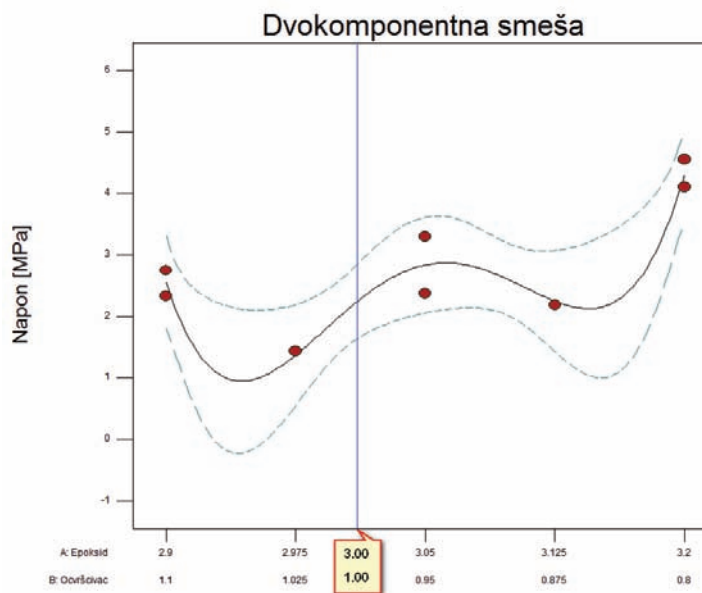
Slika 6. Dijagram standardizovanih reziduala

Tabela 4. Analiza varijanse (ANOVA) za pseudokomponente

Izvor	DF	SS	MSS	F	p
Model	3	6.98205	2.32735	14.78	.012
Linearni	1	3.46722	3.46722	22.02	.009
Kvadratni /AB/	1	1.78412	0.47601	3.02	.157
Puni kvartični /AB(A-B) ² /	1	1.73071	1.73071	10.99	.029
Greška	4	0.62970	0.15743		
greška modela (lack-of-fit)	1	0.00780	0.00780	0.04	.859
eksper. greška (pure error)	3	0.62190	0.20730		
Ukupno	7	7.61175			

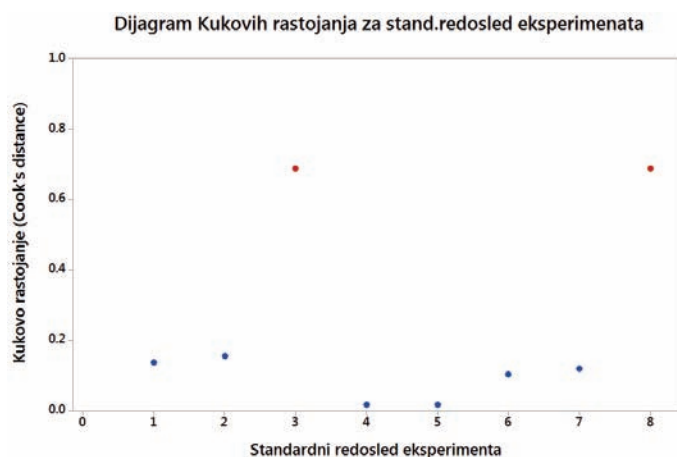
4.3 Dijagram odziva

Na slici 7 je dat dijagram odziva koji prikazuje zavisnost zateznog napona od proporcionalnog udela epoksida i očvršćivača. Vertikalna linija na dijagramu označava preporučeni odnos, 3 dela epoksida i 1 deo očvršćivača, koji je u eksperimentu služio kao referentna vrednost. Plave linije označavaju širinu 95% intervala poverenja. Sa dijagrama se vidi da najvišu zateznu čvrstoću omogućava formulacija infiltranta sa 3.2 dela epoksida i 0.8 delova očvršćivača.



Slika 7. Nelinearna zavisnost zateznog napona od formulacije smeše

Na dijagramu (sl.8) su na ordinatu nanete vrednosti Kukovih rastojanja (Cook's distance), dok su na apscisu naneti eksperimenti po standardnom redosledu.



Slika 8. Dijagram Kukovih rastojanja korišćen za detekciju uticajnih tačaka u eksperimentu

Kukovo rastojanje je mera promene regresije u slučaju da se jedan od eksperimenata izostavi iz analize [7]. Ako je ova promena velika, radi se o uticajnoj tački koju treba dodatno ispitati. Vidljivo je odstupanje tačaka 3 i 8, koje odgovaraju centralnim tačkama eksperimenta. Potrebno je realizovati dodatne eksperimente u centralnoj tački, kako

bi se utvrdilo da li su dobijene vrednosti napona realne ili se radi o grešci merenja.

5. ZAKLJUČAK

Eksperimentalni deo ovog rada bio je usmeren na ispitivanje uticaja koji proporcionalni udeli komponenti dvokomponentnog epoksidnog infiltranta ostvaruju na zateznu čvrstoću epruveta izrađenih u 3DP tehnologiji. S obzirom na to da je procentualni udeo epoksida i očvršćivača, koji se koristi u praksi, definisan u vidu empirijske preporuke, u ovom radu je definisan eksperiment sa ciljem da se utvrdi da li promena preporučenog udela komponenti u infiltrantu može da dovede do značajne promene zatezne čvrstoće standardnih epruveta.

Rezultati ukazuju da je povećanjem udela epoksida moguće povećati zateznu čvrstoću epruveta izrađenih u 3DP tehnologiji. Analiza je takođe pokazala da centralne tačke eksperimenta predstavljaju uticajne tačke u eksperimentu, što znači da bi za ove vrednosti proporcionalnih udela infiltranta trebalo ponoviti eksperiment kako bi se utvrdilo da li je konstatovana uticajnost rezultat greške eksperimenta ili greške u formulaciji eksperimentalnih vrednosti. Kritičnu tačku u ovom eksperimentu predstavljao je metod kojim su odmeravani udeli komponenti. Za odmeravanje procentualnih udela čija se masa mora izraziti sa dve decimale, korišćen je špric sa mernom skalom. Ovo je sigurno doprinelo grešci eksperimenta. Tačnost eksperimentalnih rezultata takođe može biti povećana korišćenjem savremenije kitalice, koja, osim što obezbeđuje veću ponovljivost mernih rezultata, raspolaže i pouzdanijim griperima koji ne dozvoljavaju slučajna proklizavanja. S tim u vezi, ponovljeni eksperiment bi, uz navedene izmene, mogao da omogući dobijanje pouzdanijih informacija o proporcionalnom sastavu infiltranta koji može da obezbedi maksimalnu zateznu čvrstoću delova.

6. LITERATURA

- [1] Frascati, J, "Effects of position, orientation, and infiltrating material on three dimensional printing models", Ph.D. Diss, University of Central Florida Orlando, Florida, 2007
- [2] Cornell, J, "A primer on experiments with mixtures", Wiley Series in Probability and Statistics, 2011
- [3] Scheffe, H, "A mixed model" for the analysis of variance." The Annals of Mathematical Statistics, 1956, pp.23-36.
- [4] Wendell, F, S, "Experimental design for formulation", ASA-SIAM series on statistics and applied probability, Philadelphia, ASA, Alexandria, VA, 2005
- [5] Pilipović, A., Raos, P., Šercer, "Experimental analysis of properties of materials for rapid prototyping", Int J of Advanced Manufacturing Technology, 40, 1-2, 2009, pp. 105-115
- [6] Galeta, T., Kladarić, I., Karakašić, M, "Influence of processing factors on the tensile strength of 3d-printed models", Materiali in tehnologije / Materials and technology, 47 (2013) 6, pp.781-788
- [7] Vining, G, Kowalski, S, "Statistical methods for engineers", 3rd ed., Cengage Learning, 2010.

Adrese autora za kontakt:

MSc Ana Zlatković – skanna357@hotmail.com

EFEKTI SVETLINE LIKA NA PERCEPCIJU ATRIBUTA LIČNOSTI TIPOGRAFSKOG PISMA**THE EFFECT OF WEIGHT ON ESTIMATION OF TYPEFACE PERSONALITY ATTRIBUTE**

Jelena Žarko, Uroš Nedeljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U okviru rada urađen je pregled literature na temu ličnosti pisma i uticaja retorike na tipografiju. Kroz pregled ličnosti pisma predočava se značaj njegovog izbora za određeni tip teksta, kao i razvijanje svesti o njegovoj upotrebi prilikom dizajna dokumenta. Tipografska pisma imaju izražene ličnosti i pored toga što se težilo ka retoričkoj neutralnosti, pismo nikada nije moglo biti u potpunosti oslobođeno od retoričkog uticaja. Cilj ovog istraživanja je da pruži empirijsku podršku na teorijske pretpostavke, i da se nadoveže na prethodna istraživanja o ličnosti pisma i tipografskoj retorici. Ovo istraživanje treba da pokaže da li učesnici dosledno pripisuju određene attribute određenim rezovima svetline lika tipografskog pisma Frutiger.

Abstract – As a part of this work we did a review of essays on typeface personality and influence of rhetoric on typography. By reviewing the typeface personality we perceive the significance of choosing the right type, as well as raising awareness of its usage in the design of the document. The objective of this research is to provide empirical support for the theoretical assumptions and to follow up on previous research on typeface personality and typography rhetoric. This research should demonstrate whether participants consistently attributed certain attributes to certain weights of Frutiger typeface.

Ključne reči: Ličnost pisma, Tipografska retorika, Tipografija

1. UVOD

Tipografija mora biti razumljiva i dobra u cilju komuniciranja. Ona pomaže ljudima da komuniciraju sa jasnoćom kakvu jedna misao zaslužuje.

Razvojem tehnologije i dostupnošću stonog izdavaštva pismo i manipulacija teksta postaje dostupna širokom auditorijumu kroz korišćenje različitih softvera za manipulaciju teksta. Digitalni mediji omogućili su hiperprodukciju i plasman fontova anonimnih autora kao i laku dostupnost njihovog korišćenja.

Da bi se empirijski potkrepile teorijske pretpostavke, sprovedena su istraživanja na temu ličnosti pisma, ali jedini zaključak oko koga se istraživači uglavnom slažu je da dizajn tipografskog pisma utiče na impresije posmatrača, ali se i dalje ne zna priroda tog efekta.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio mr Uroš Nedeljković, docent.

Istraživanje sprovedeno u okviru ovog rada imalo je za cilj da ispita da li osobe dosledno dodeljuju određene attribute određenom fontu, kao i kako ispitanici percipiraju različite rezove svetline lika u okviru jednog tipografskog pisma.

2. PREGLED LITERATURE**2.1. Ličnost pisma**

Značaj ličnosti pisma je važan aspekt za tehničke dokumente i obrazovanje administrativnih radnika. Izborom odgovarajućeg fonta, može se odrediti vizuelni ton i karakter teksta. Dizajneri podržavaju ideju da tipografska pisma imaju izražene ličnosti, sugerisući da čak i tipografija koja je predodređena da bude oslobođena od istorijskih i kulturoloških asocijacija, ne može u potpunosti biti oslobođena od retoričkog uticaja.

Teoretičari dizajna imali su različita mišljenja o ličnostima pisma. Kostelnik i Roberts [prema 1]. su rekli da pisma mogu biti: ozbiljna, zabavna, formalna, prijateljska, lična, tehnička, dok je Parker [prema 1] rekao da font prenosi raspoloženje, komunicira sa stavom i podešava ton. Šušan i Vrajt [prema 1] su smatrali da svako pismo poseduje posebnu ličnost tako da pismo može biti: samouvereno, elegantano, neformalano, odvažano, romantičano, prijateljsko, nostalgično, moderano, delikatno, drsko... [1]. Strizverova [prema 2] je došla do zaključka da svako tipografsko pismo poseduje različitu ličnost i sposobnost da prenese različita osećanja i raspoloženja. Ona kaže da tipografska pisma mogu da evociraju snagu, elegantnost, uzrujanost, blesavost, druželjubivost, strah i ostala raspoloženja [2]. Benson [prema 3] je poredio pisma prema serifima, i zaključio da su bezserifna pisma čistija i da imaju moderniji izgled u odnosu na serifna. Kostelnik i Roberts [prema 3] su izvršili isto poređenje i zaključili da su bezserifna pisma više tehnička u odnosu na serifna, zbog čistog, nalik mašini izgleda modernizma. Parker [prema 3] je produbio podelu ličnosti pisma prema serifima i rekao da su zaokrugljeni, obli serifi prijateljskiji, dok su kvadratni, slab serifi, poslovniji, tj. oficijalniji. Vajt i Bejms [prema 3] su analizirajući formu pisma tvrdili da su tanji potezi delikatniji, nežni, ženstveni, dok su deblji potezi jaki, agresivni i muževni. Sasun [prema 3] je dodao da glatkiji tekući potezi sa dužim uzlaznim i silaznim potezima daju dečju i prijateljsku atmosferu. Times New Roman je po Kostelniku i Robertsu [prema 3], knjiški i tradicionalan font. Garamond je prema Šušanu i Vrajtu [prema 3], ljubak, prefinjen, samouveren, dok Sekrest [prema 3] je smatrao za njega da je vidno ženstven. Century Schoolbook po Kostelniku i Robertsu [prema 3] je

ozbiljan, ali ipak prijateljski. Font Caslon je Sekrest [prema 3] opisao kao atraktivan, ali ne pretenciozan, poprilično dostojanstven i prijateljski, nešto kao „dobar značajan građanin“, dok je za font Goudy rekao da je korpulentan, veseo i nimalo izveštačen. Bodoni je opisao kao muževan, dostojanstven i odlučno šarmantan. Za razliku od Sekresta Šušan i Vrajt [prema 3] Bodoni opisuju kao dramatičan i sofisticiran, veoma urban sa notom teatralnosti. Futura prema Spikermenu i Džindžeru [prema 3] nije besmislena, već je kul i uzdržana. Za ličnost pisma AvantGarde Šušan i Vrajt [prema 3] i Kostelnik i Roberts [prema 3] su se složili i smatraju ga modernim i bez potrebe za formalizmom [3]. Earls [prema 2] za tipografsko pismo Lithium kaže da ima moderan, tehnološki, elektronski stil, dok istovremeno zadržava ljudsku senzibilnost. Gejl [prema 2] navodi da tipografsko pismo Zero je bazirano na predstrukturisanim ritmovima muzike. Ni jedan od ovih autora ne objašnjava zašto ova tipografska pisma prenose ove osobine [2].

2.2. Retorika pisma

Umetnost tipografije je sastavni deo umetnosti retorike, u štampanoj formi i što je možda još važnije, u savremenoj tehničkoj komunikaciji. Delatnosti tipografa slične su delatnostima retoričara. Baš kao i retoričar, tipograf primenjuje pravila ponašanja prema svojoj umetnosti da bi kao krajnji rezultat naveo svoju publiku da vidi kao što on vidi. Tipografija obuhvata ne samo vizuelni dojam pisma, nego i odnos između slike koju percipiramo i izjave koja se želi iskazati. Ovaj sklad se može uspešno postići jedino kreativnom interpretacijom između retoričara i tipografa [4].

Većina istraživanja o tipografiji se bavila samo čitljivošću. Tipografija, sama po sebi se nije smatrala semiotičkim modelom. U Tejmsovom i Hadsonovom Priručniku tipografije, koji je prvi put objavljen 1980. godine, MekLin [prema 5] kaže da „u veoma ograničenoj meri, slova mogu pomoći da se izraze osećanja ili raspoloženje koje je u skladu sa značenjem reči“, ali većim delom „slova i kaligrafsko pismo su apstraktne umetnosti“ [5].

Nekoliko empirijskih studija su direktno istraživale vezu između tipografskog pisma i odziva. Tantilo, DiLorenzo – Ais i Madisen [prema 6] su istraživali uticaj stila pisma na odabrane afektivne reakcije (npr. srećan/tužan i mlad/star) i pronašli su brojne razlike između bezserifnih i serifnih pisama dok, u sličnom istraživanju Rouova [6] je pronašla vrlo malo razlika. Iako je svaka od ovih studija uložila dostojan početni napor, obe studije nisu uspele da prouče uzroke fontova koji imaju reprezentativan spektar karakteristika dizajna. Ova istraživanja su takođe zanemarila čitav niz odziva na fontove.

3. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja je da pruži empirijsku podršku na teorijske pretpostavke, i da se nadoveže na prethodna istraživanja o ličnosti pisma i tipografskoj retorici, kao i da pokaže da li učesnici dosledno pripisuju određene attribute određenim rezovima svetline lika.

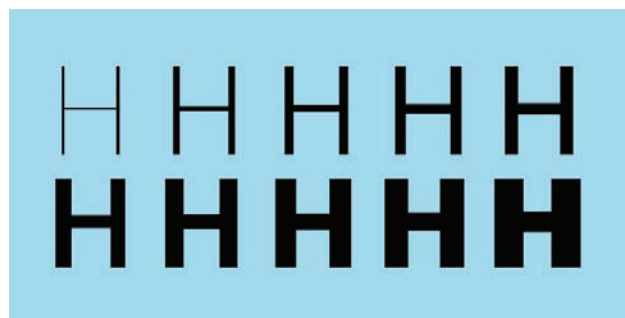
4. METOD

4.1. Ispitanici

Učesnici u ovom istraživanju izabrani su tako da formiraju dve grupe. Prva grupa, od 40 ispitanika, 20 muških i 20 ženskih, predstavljala je studente Grafičkog inženjerstva i dizajna, koji su tokom jednog semestra slušali predmet Pismo i tipografija. Druga grupa, od takođe 40 ispitanika, 20 muških i 20 ženskih, su bili studenti drugih fakulteta, koji nisu imali uvid u ovu tematiku tj. laici su.

4.2. Stimulusi

Ispitivano je 20 atributa za 10 rezova svetline lika fonta Frutiger Neue (slika 1). Rezovi prate Panose klasifikaciju i idu sledećim redosledom: Ultra Light, Thin, Light, Book, Regular, Medium, Bold, Heavy, Black i Extra Black.



Slika 1. prikaz svih 10 rezova pisma Frutiger

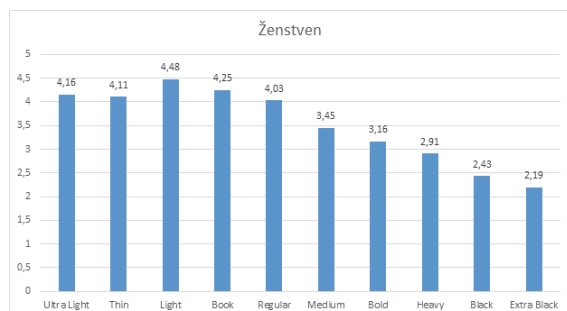
4.3. Instrument ispitivanja

Atributi su ocenjivani Likertovom skalom koja se kreće od 1 do 7. Ispitanicima nije dato nikakvo objašnjenje niti opis metode istraživanja, jer takva objašnjenja bi mogla da utiču na odluke ispitanika da odgovaraju na određeni način.

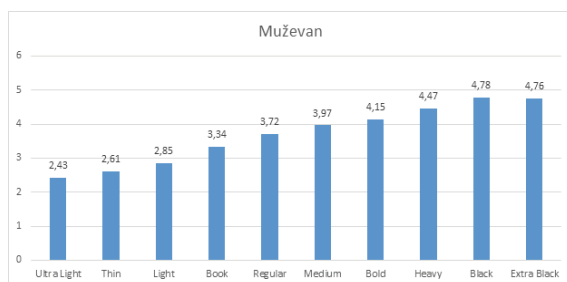
Za potrebe ispitivanja oblikovan je buklet koji se sastoji od 10 žičano povezanih stranica koje su sadržale alfanumerički niz i pasus Lorem Ipsum teksta veličine 12pt. Lorem Ipsum tekst je ovom prilikom uzet sa ciljem da se ne bi vršio nikakav oblik sugestije vezan za sadržaj teksta. Stranice su bile nasumično izmešane, tako da kontinuitet promene reza tipografskog pisma ne bude očigledan.

5. ANALIZA I DISKUSIJA

Izraženost varijable atributa ličnosti pisma analizirana je pomoću aritmetičkih sredina kao srednjih vrednosti procena ispitanika za sve ponuđene attribute. Na osnovu rezultata mogu se zapaziti određena pravila u percipiranju pisma. Sa porastom debljine reza gubi se osećaj ženstvenosti (slika 2). Suprotno atributu Ženstven, uočava da sa porastom debljine reza, pojačava se glasnost i muževnost pisma (slika 3). Profesionalnost, ozbiljnost i akademstvo su najizraženiji u srednjim rezovima, dok njihova izraženost opada u tanjim i debljim rezovima.



Slika 2 - Izraženost atributa Ženstven



Slika 3 - Izraženost atributa Muževan

5.1. Analiza varijanse

Da bismo ušli dublje u strukturu percepcije atributa za pojedinačne grupe koje su se izdvojile tokom faktorske analize i korelacije u okviru porodice pisma, odlučili smo uraditi analizu varijanse. Samim tim urađena je ANOVA analiza. Podaci dobijeni ovom tehnikom poslužili su da se ustanovi postoje li statistički značajne razlike među pismima na svim ispitanim atributima. Pošto ANOVA analiza ne pruža informacije o tome između kojih grupa postoje razlike, korišćen je Post Hoc Test. Logika Post Hoc Testa je da svaku grupu (u ovom slučaju pisma) poredi među sobom na svakom od datih atributa. Analiza varijanse pokazuje da statistički značajna razlika postoji skoro na svim atributima.

Dodatno je urađena analiza varijanse da bi utvrdili postoje li značajne razlike u odgovorima između muškog i ženskog pola, kao i razlike između stručnjaka i laika. Prilikom analiziranja podataka primećeno je da ne postoje značajne razlike u odgovorima između muških i ženskih ispitanika, bez obzira na to da li su grafičke struke ili laici. Međutim, jedine razlike u percipiranju našle su se između grupe stručnih ispitanika i laika kod reza Extra Black. Razlike u mišljenjima izražene su samo kod četiri atributa vezana za ovaj rez i to su atributi Pouzdan, Privlačan, Akademski i Topao. Pri čemu su laici procenili rez Extra Black pouzdanijim, privlačnijim, toplijim i više akademskim za razliku od stručnih ispitanika.

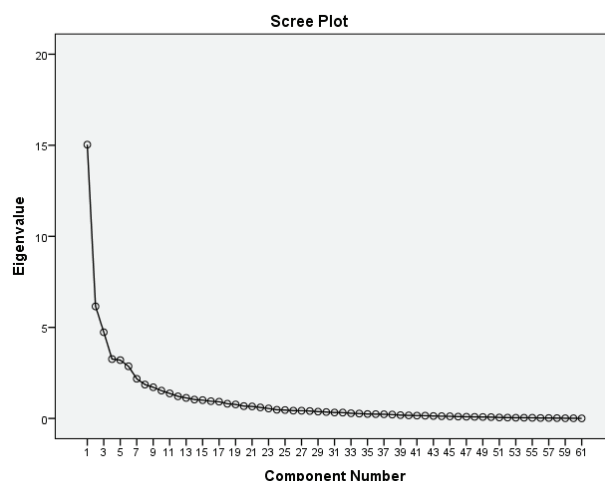
5.2. Analiza korelacije

Da bismo utvrdili jačinu povezanosti izvršili smo korelaciju između rezova tipografskog pisma. Ono što je karakteristično za ovaj slučaj, je da su sve statistički značajne korelacije pozitivne. Primećeno je da su se u okviru korelacije izdvojile dve grupe, grupa tanjih rezova i grupa debljih rezova.

5.3. Faktorska analiza glavnih komponenti

Da bismo potvrdili postojanje grupisanja rezova izvršili smo faktorsku analizu glavnih komponenti sa Varimaks rotacijom sa Kajser normalizacijom. Kada se primeni kriterijum karakterističnog korena izdvoji se 42 faktora,

koji objašnjavaju 90% varijanse. Ipak, kada se pogleda Skater dijagram (slika 4) mogu se izdvojiti 3 faktora. Prva tri faktora objašnjavaju 31,8% varijanse.



Slika 4 - Prikaz Skater dijagrama

Nakon faktorske analize uvideli smo da 2 komponente objašnjavaju 70% varijanse. Iz ovoga se jasno može uočiti da se fontovi grupišu prema debljini. Prvi faktor obeležavaju oni fontovi koji su debljeg reza (Regular, Medium, Bold, Heavy, Black, Extra Black). Drugi faktor fontovi tanjeg reza (Ultra Light, Thin, Light, Book). Prvi faktor najbolje definišu atributi:

1. Muževan
2. Glasan

Drugi faktor najbolje definišu atributi:

1. Formalan
2. Elegantan

6. ZAKLJUČAK

Proučavajući tematiku ličnosti pisma primetno je da su dosadašnja istraživanja na ovu temu nepotpuna. Ona ne obezbeđuju odgovore na sva pitanja i ne uzimaju u obzir sve moguće aspekte koji utiču na impresije koju pismo ostavlja. Činjenica je da laici i obrazovani ljudi neće reći iste stvari niti govoriti na isti način. Percepcija omogućava organizaciju podataka dospelih iz različitih čulnih osećaja i interpretira ih u smislu celinu. Ovo sve je prožeto prethodnim iskustvima koja su različita kod svakog pojedinca. Pisma koja su češće u upotrebi su na neki način laiku bliskija, jer ljudski um funkcioniše tako što povezuje stečene impresije sa prethodnim iskustvima. Moraju se uzeti u obzir psihološki, socijalni i kulturološki aspekti ispitanika.

Sa ciljem da se napravi funkcionalna klasifikacija pisma koja povezuje aspekte ličnosti pisma i vizuelne retorike na takav način koji će biti funkcionalan, razumljiv i dostupan javnosti bez obzira na nivo obrazovanja, sprovedeno je ovo istraživanje.

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da učesnici dosledno pripisuju određene attribute određenom rezu datog pisma. Takođe je uočeno da ne postoje značajne razlike u percipiranju ličnosti pisma između laika i stručnjaka, osim u najdebljem (Extra Black) rezu pisma Frutiger.

7. LITERATURA

- [1] Brumberger, E., 2003. "*The rhetoric of typography: The persona of typeface and text*", Technical communication, 50(2), pp.206–223.
- [2] Mackiewicz, J. & Moeller, R., 2004. "*Why people perceive typefaces to have different personalities*", International Professional Communication Conference, IPCC 2004. Proceedings., pp.304–313.
- [3] Brumberger, E.R., 2003. "*The rhetoric of typography : The awareness and impact of typeface appropriateness*", (May).
- [4] Trummel, P., 1988. "*Rhetoric+typography: creative interaction in modern communication*", IEEE Transactions on Professional Communication, 31(3), pp.124–129.
- [5] Theo van Leeuwen, 2006. "*Towards a semiotics of typography*", 4 Journal, I.D., (September 2003).
- [6] Rowe, Camille L. 1982. "*The connotative dimensions of selected display typefaces*", Information design journal 3, no.1:30-37.

Kratka biografija:



Jelena Žarko rođena je u Sremskoj Mitrovici 1990. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn na temu „Retorika pisma i tipografske klasifikacije“ odbranila je 2013.god.

Uroš Nedeljković
urosned@uns.ac.rs

MODEL CENTRALNE PODRŠKE INFORMACIONIM PULTOVIMA SA AKCENTOM NA GRID LABORATORIJE

MODEL OF CENTRALIZED SUPPORT FOR INFORMATION DESKS WITH ACCENT ON GRID LABORATORIES

Rade Lučić, Dragoljub Novaković, Darko Avramović. *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljene su teorijske osnove i istraživanje u cilju pronalaza najboljeg rešenja za centralizovano upravljanje informacionim pultovima za GRID laboratorije na Fakultetu tehničkih nauka.

Ključne reči: Info pult, kiosk, LTSP server, Linux

Abstract – This paper presents the theoretical foundations and research to find the best solution for centralized management of information pult's for GRID laboratory at the Faculty of technical sciences.

Key words: Info pult, kiosk, LTSP server, Linux

1. UVOD

Razvoj informacionih i komunikacionih tehnologija u poslednjih 20 godina doveo je do dramatičnih promena u pristupu pružanju informacionih usluga. Oslonac na distribuirane arhitekture, servise i Internet infrastrukturu otvorio je potpuno nove mogućnosti zadovoljavanja informacionih potreba širokog skupa klijenata-korisnika informacionih sistema i uveo potpuno nove standarde u domenu predstavljanja arhitekture servisa i rezultata njihove upotrebe. Pojam inteligentnih informacionih sistema elaboriran u sklopu [1] nastao je upravo sa ciljem da se, u sklopu poslovnih informacionih sistema, integrišu tehnologije koje su do tada pojedinačno korišćene. Cilj ovog rada predstavlja izrada prototipa informatičke infrastrukture za podršku elektronskom informativnom pultu u sklopu nastavnih laboratorija (*e_Kiosk*). Elektronski informativni pult je projektovan tako da omogućiti pristup strukturiranim i nestrukturiranim dokumentima (resursima) u sklopu pojedinačnih nastavnih laboratorija proizvoljne visokoškolskih ustanova.

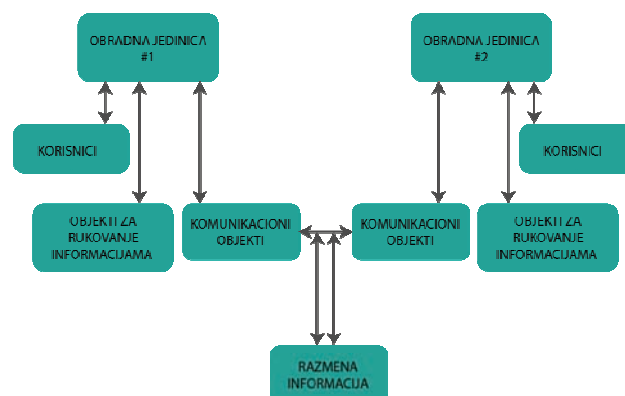
2. TEORIJSKE OSNOVE

2.1. Informacioni sistemi

Predmet istraživanja je vezan za upotrebu savremenih IKT u nastavnom procesu u uslovima postojanja integrisanog informacionog sistema koji poseduje uskladištene podatke, informacije i dokumente koje je potrebno u formi informacija i/ili znanja ponuditi svim zainteresovanim stranama, pre svega nastavnom osoblju i

studentima. Sa tog stanovništva domen problema, koji je u centru razmatranja predstavlja inženjerstvo na računarima baziranih sistema (eng. *Engineering Computer Based Systems*).

Na Slici 1., prikazan je osnovni model na računarima baziranih sistema, koji predstavlja okosnicu specifikacije, modelovanja i izrade informacione infrastrukture za podršku informacionim pultovima (FTN_e_Kiosk).



Slika 1. Posix distribuirani model na računarima baziranih sistema

2.2. Informacioni pult - (*e_Kiosk*)

Informacioni pult (*e_Kiosk*) je samostalni multimedijalni uređaj namenjen elektronskoj komunikaciji sa klijentima gde klijenti mogu na jednostavan i moderan način dobiti najvažnije informacije koje su im potrebne i/ili aktivira servise nekog poslovnog sistema. [2]

Uvođenjem informacionih pultova podiže se stepen tehničke opremljenosti za pružanje usluga korisnicima na vrlo visok nivo.

Usluga koja se pruža putem informacionog pulta treba da bude: aktuelna, pravovremena i dirigovana pa korisnici na efikasan, jednostavan i brz način saznaju korisne informacije koje su u skladu sa njegovim pravima pristupa odnosno poslovnim nadležnostima.

Današnji kiosci spajaju klasične automate za piće sa vrlo savršenim i tehnološkim sistemima koji komuniciraju sa kompleksnom robotikom i mehanikom.

Takvi interaktivni kiosci mogu se koristiti za samoobsluživanje, elektronski da izdaju karte, da daju neke određene informacije.

2.3. Segmenti kioska pulta

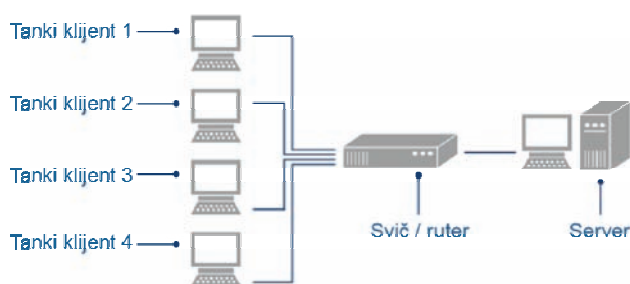
Kiosk pulta podeljena je u tri segmenta: hardver kioska, softver kioska i kiosk aplikacija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

2.4. Hardver Informacionog pulta (e_Kiosk)

Pored standardnih dekstop računara koji sadrže matičnu ploču, procesor, ram memoriju, tvrdi disk, grafičku karticu itd... postoje i takozvani tanki klijenti (*eng. thin client*) računari. Tanki klijenti su računari ili češće računarski programi koji u velikoj meri zavise od nekog drugog računara (servera) da ispuni zahteve korisnika. Ovakva infrastruktura se javlja tamo gde su prostorni kapaciteti mali, a funkcionalnost i preformanse običnih računara neophodne. Tanki klijenti po funkcionalnosti mnogo podsećaju na terminale koji su slali svoje zahteve na obradu centralnom računaru (serveru), pa su čekali na povratnu informaciju. Oni se razlikuju od običnih računara jer sav posao umesto njih odradjuje server. Na slici 2. je prikazana infrastruktura sa tankim klijentima.



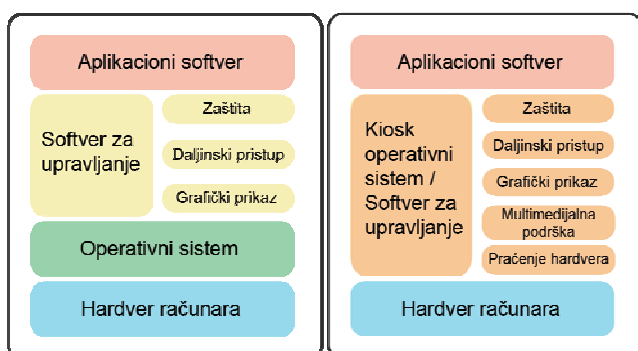
Slika 2. Prikaz infrastrukture tankih klijenata

Najčešći tip ovakvih uređaja predstavlja jeftini terminal koji se koncentriše isključivo na pružanje grafičkog okruženja za krajnjeg korisnika, dok ostale funkcionalnosti, posebno operativni sistem, obezbeđuje server. Postoje dve osnovne vrste klijent-server arhitekture i one zavise od vrste klijenta [3]:

- Klijent-server arhitektura sa tankim klijentom
- Klijent-server arhitektura sa debelim klijentom

2.5. Softverska i operativni sistem informacionog pulta

Postoje tri kategorije programa koji interaktivni kiosk može da koristi za rad: operativni sistem (OS), aplikativni softver, softver za upravljanje. Kiosci koji koriste standardni operativni sistem Slika 8.(levo) zahtevaju dodatni sloj softvera koji treba da obezbedi funkcionalnost, kao što su daljinski pristup i zaštita. Kiosk operativni sistem Slika 3. (desno) koristi ugrađene funkcije za rukovanje i izvršavanje zadataka ili proračuna.



Slika 3. Prikaz kiosk operativnih sistema

Operativni sistem na bazi internet pretraživača (*eng. Web OS*) koristi pristup (*eng. interfejs*) koji omogućava

ljudima da pristupe programima ili aplikacijama koje se nalaze na serveru u lokalnoj mreži ili Internet serveru. Tako se može imitirati korisnički interfejs koji podseća na tradicionalne operative sisteme kao što su Windows i Linuks, ali korisnik neće komunicirati direktno sa hardverom klijentskog računara. [4]

Web OS sistemi su pristup za distribuirane operative sisteme, a imaju veliku primenu u oblak računarstvu (*eng. Cloud Computing*). U ovim sistemima kompanija pruža usluge korisnicima računara preko lokalne mreže (LAN) ili preko Internet veze. Provajder pokreće sisteme računara koji podrazumevaju primenu servera i baza podataka.

2.6 Osnovi mrežne infrastrukture

Svaka mreža se može svesti na sledeće dve osnovne celine: hardversku i softversku. Hardversku celinu sačinjavaju mrežni čvorovi (*eng. nodes*) u kojima se vrši obrada informacija, fizički spojni putevi i deljeni resursi. Softversku celinu mreže čine protokoli tj. pravila po kojima se vrši komuniciranje (razmena podataka) u mreži i operativni sistemi koji su u direktnoj komunikaciji sa hardverom računarskog sistema i imaju podršku za mrežni hardver i mrežne protokole. [5] Virtuelna lokalna mreža (*engl. Virtual Local Area Network – VLAN*) je način logičke segmentacije mreže koja se može dinamički menjati i nije zavisna od fizičke topologije mreže. Tehnologija virtuelnih lokalnih mreža je definisana standardom IEEE 802.1Q (poznat i kao dot1q). VLAN predstavlja skup računara koji mogu biti u jednoj ili više odvojenih mreža, a koje su podešene na način da im je omogućena međusobna komunikacija kao da se nalaze u istoj fizičkoj mreži. Gledano sa sigurnosnog aspekta ako je veliki broj korisnika u istom domenu postoji velika mogućnost napada ili krađe podataka.

2.7. Serverska infrastruktura

U klasičnom sistemu za obradu podataka po klijent / server modelu, mogu se uočiti tri klase komponenti: server, klijent i mreža. Namena servera je, pre svega, optimalno upravljanje zajedničkim resursima, koje najčešće čine podaci. Server obavlja upravljanje bazom podataka kojoj pristupa više korisnika, vrši kontrolu pristupa i bezbednost podataka i centralizovano obezbeđuje integritet podatka za sve aplikacije. Klijenti omogućavaju korisnicima pristup do podataka, vrše upravljanje korisničkim interfejsom i izražavaju deo logike aplikacije. Računarska mreža i komunikacioni softver omogućavaju prenos podataka između klijenta i servera.

3. EKSPERIMENTALNI DEO

3.1. Hardverske specifikacije tankog klijenta za GRID informacioni pult (e_Kiosk)

Prilikom odabira hardvera tankog klijenta treba uzeti u obzir da će informacioni pult opsluživati veliki broj hardverski zahtevnijih procesa i time treba zadovoljiti sledeće:

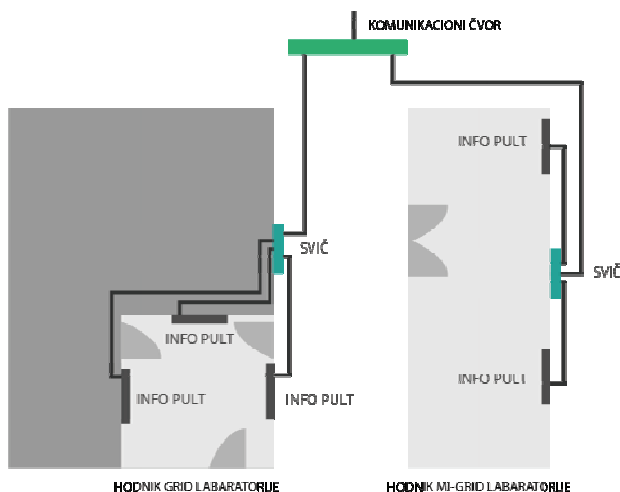
- Mrežna kartica tankog klijenta mora da podržava PXE, Etherboot boot ili Yaboot mrežni protokol
- Zbog većih dimenzija monitora koji je osetljivog na dodir, potrebno je da tanki klijent ima

grafičku karticu koja podržava HD (*eng. High Definition*) rezoluciju od 1920 x 1080 piksela ili više sa VGA i HDMI izlazom

- Tanki klijent mora da ima dual core procesor
- Tanki klijent mora da ima 2GB RAM memorije
- Muzičku karticu
- Minimum dva USB porta
- Tvrdi disk nije potreban pošto će učitavanje operativnog sistema da se vrši preko mreže

3.2 Projektovanje i konfiguracija mreže za GRID informacione pultove

Mrežu za informacione pultove treba razdvojiti u dve virtuelne lokalne mreže. U jednoj virtuelnoj lokalnoj mreži treba postaviti mrežnu karticu servera koja će dinamički dodeljivati IP adrese informacionim pultovima. Informacioni pultovi takođe treba da budu u istoj virtuelnoj lokalnoj mreži da bi mogli da dobiju IP adresu od strane DHCP servera. Ova virtuelna lokalna mreža nema pristup ni jednoj drugoj mreži. Da bi klijenti mogli da pokrenu PXE, na sviču treba uključiti PXE protokol. Druga virtuelna lokalna mreža će se koristiti za pristup Internetu i za daljinski pristup serveru. IP adresa servera koja izlazi na Internet treba da se preslika u spoljnu IP adresu. U jednoj prostoriji GRID je potrebno postaviti tri informaciona pulta, a u drugoj zgradi u prostoriji MI-GRID-a (koja je fizički odvojena) postaviti još dva informaciona pulta, prikazano na slici 4. Svičevi trebaju biti međusobno povezani. Na sviču iz prostorije GRID-a potrebno je iskonfigurisati tri porta na sviču koji će se nalaziti u odgovarajućoj virtuelnoj lokalnoj mreži.



Slika 4. Šema povezivanja informacionih pultova sa svičevima

3.3. Rešenja serverskih operativnih sistema

Operativni sistemi koji bi se koristili za centralizovano upravljanje informacionim pultovima za GRID laboratorije treba da budu isplativi, hardverski nezahtevni, da administracija samog sistema bude laka, da je sistem siguran, mogućnost ostvarivanja visoke dostupnosti, da može da se integriše u već postojeću infrastrukturu. Time se nailazi na dva rešenja koja pružaju sličan servis ali su operativni sistemi kao i njihova kompleksnost upravljanje i administracije različiti.

Linuks LTSP server i CCboot sistem koji se instalira na Microsoft Server operativni sistem. Iako server Fujitsu

RX300 S8 podržava 24 procesorske logičke jedinice i ima 128 GB rama, virtuelnoj mašini LTSP servera i Microsoft Servera 2012R2 na kojem je instaliran CCboot sistem, svakoj virtuelnoj mašini dodeljeno su dva procesorska jezgra i 4 GB rama.

3.4. Linuks terminal server projekat (LTSP)

Prva verzija Linuks terminal servera izdata je 1999 godine. LTSP (*eng. Linuks Terminal Server Project*) je dodatni paket otvorenog koda za Linuks, koji omogućava korisnicima da istovremeno koriste isti računar. Aplikacije su pokrenute na serveru preko terminala koji je poznat pod imenom tanki klijent (još poznat kao iks terminal) koji upravlja ulazom i izlazom. Generalno, terminali su slabije mašine, nemaju tvrdi disk, tiši su u radu od klasičnih desktop računara pošto nemaju pokretnih delova. Zanimljiva kolekcija softvera je udružena da Linuks terminal-server radi. Kao prvo, klijent koristi PXE (*eng. pre-execution environment*) ili NetBoot. Klijent prvo zahteva svoju IP adresu i IP adresu LTSP servera preko DHCP-a. TFTP (*eng. Trivial File Transfer Protocol*) je iskorišten za prebacivanje prekonfigurisanog snimka na RAM disk klijenta (Pertović, et al, 2009).

Tokom ovog procesa klijent stvara (nov) DHCP zahtev za IP adresu LTSP servera i putanju do njegovog promenjenog korenog (*eng. root*) direktorijuma. Kada je ova informacija dobijena, klijent povezuje putanju na svoj koreni sistem preko NFS-a (*eng. Network File System*) servisa pokrenutog na LTSP serveru. LTSP je sistem u kome se daje podrška tankim klijentima od strane Linux servera. LTSP je fleksibilno i jeftino rešenje za povećanje kapaciteta škola, poslovnih subjekata i organizacija širom sveta za poslove instaliranja i implementacije radnih stanica. Sve veći broj Linuks distribucija uključuje LTSP.

3.5. Konfiguracija operativnog sistema informacionog pulta za LTSP server

Nakon instalacije i konfiguracije servera potrebno je podesiti okruženje koje će se koristiti na informacionim pultovima. Ovo okruženje mora da bude minimalno, nesme da ima pristup nepotrebnim aplikacijama tj. programima i mora da ima povišen stepen sigurnosti. Programi ne treba da se obrišu. Dovoljno ih je samo onesposobiti korisniku. Potrebno je deselektovati sve aplikacije na korisničkom nalogu koje su trenutno aktivne tako da onda korisnik neće imati pristup njima. Preko *Thin client managera* sa LTSP servera potrebno instalirati VLC player, ažurirati Mozilla FireFox pretraživač na najnovijoj verziji i instalirati Adobe Flash Player. To su programi koji su potrebni za rad multimedijalnih sadržaja na informacionim pultovima. Nakon instalacije ovih malih aplikacija potrebno je podesiti automatsko logovanje korisnika na računaru informacionog pulta. Direktorijum u kome se nalazi ova konfiguraciona datoteka je /etc/gdm/ a konfiguraciona datoteka je custom.conf. Takođe je moguće uključiti ovu opciju u GUI-u.

3.6. CCBoot sistem

Ccboot je softver pomoću kojeg se na klijentskim računarima vrši pokretanje Microsoftovih operativnih sistema. Za rad računara u ovakvoj infrastrukturi nisu potrebni tvrdi diskovi (*eng. hard disk*) na kojima bi bili

instalirani operativni sistemi jer se njihovo pokretanje vrši preko virtuelnih diskova (VHD, VMDK) koje se nalaze na serveru ili nekom mrežnom skladištu (*eng. SAN storage, NAS storage*). Ovaj sistem koristi iSCSI protokol za učitavanje virtuelnih diskova preko PXE mreže. Učitavanje operativnih sistema preko iSCSI-a znatno olakšava administraciju, povećava sigurnost podataka, omogućava lakše vraćanje izgubljenih podataka, povećava dostupnost (*eng. high availability, HA*), brži Odziv servera i bolje iskorišćenje prostora na skladištu.[6] Cboot se sastoji od serverskog softvera i klijentskog softvera. Serverski softver se instalira na serveru i pomoću njega se vrši kontrola i distribucija operativnih sistema preko mreže. Klijentski softver se instalira na pripremljenom računaru gde je instaliran neki od Microsoftovih operativnih sistema i nakon finalne konfiguracije vrši se kreiranje virtuelnog diska

4. ZAKLJUČAK

Analizom LTSP servera i CCboot sistema kao rešenja za centralno upravljanje informacionim pultovima za GRID laboratorije dolazi se do zaključka da su oba sistema slična (pružaju sličnu podršku) iako su operativni sistemi i njihova metodologija upravljanja različiti. Svaki sistem za centralizovano upravljanje ima svoje prednosti, kao i svoje mane. Testiranje hardverske zahtevnosti oba sistema je rađeno u periodu od 12 časova, gde se vršilo praćenje opterećenja procesora, potrošnja ram memorije, opterećenje tvrdog diska i opterećenje mreže.

Prednosti LTSP servera:

- Podrška od strane proizvođača
- Razmena informacija između korisnika i njihovo učestvovanje u rešavanju administrativnih problema
- Jednostavan za administraciju
- Niska hardverska zahtevnost
- Mogućnost renderovanja video i audio sadržaja preko tankog klijenta
- Mogućnost korišćenja resursa tankog klijenta za hardverski zahtevnije aplikacije
- Ostvarivanje visoke dostupnosti (*eng. high availability, HA*)
- Server i servisi su besplatni

Mane LTSP servera:

- Potrebno iskustvo sa Linuks tehnologijama
- Komplikovanja konfiguracija servera
- Komplikovanje ostvarivanje visoke dostupnosti

Prednosti CCboot sistema:

- Podrška od strane proizvođača
- Jednostavan za administraciju
- Mogućnost renderovanja video i audio sadržaja preko tankog klijenta
- Mogućnost korišćenja resursa tankog klijenta za zahtevnije aplikacije
- Lako ostvarivanje visoke dostupnosti (*eng. high availability, HA*)

Mane CCboot sistema:

- Manja razmena informacija između korisnika
- Manja podrška od samog proizvođača i ređe

zakrpe CCboot sistema

- Hardverski zahtevniji sistem
- Potrebna licenca za Microsoft Server
- Licenciranje CCboot sistema

Sumiranjem rezultata dolazi se do zaključka da je korišćenje LTSP servera kao rešenje centralizovanog sistema za upravljanje informacionim pultovima bolje od CCboot sistema. Integracija LTSP servera je veoma jeftino i efikasno rešenje za integraciju centralizovanog sistema za upravljanje informacionim pultovima u već postojeću virtuelnu infrastrukturu. Ekonomičnost LTSP okruženja kao i mala hardverska zahtevnost igraju veliku ulogu. Administratorima je pojednostavljeno održavanje, dok je organizacija oslobođena troškova za softver kao i plaćanje licenci, budući da Linuks sledi ideale slobodnog tj. besplatnog softvera.

5. LITERATURA

- [1] K.Parsaye, M. Chignel, S. Koshafran, H. Wong: "Intelligent Databases, Object Oriented, Deductive, Hypermedia Technologies", *New Yourk 1989*
- [2] Pfu (2014) What is an Interactive Kiosk [Online] Dostupno na: <http://www.pfu.fujitsu.com/en/kiosk/interactive.html> [Pristupljeno 12.09.2014.]
- [3] D. Stamenković: "Energetska efikasnost u primeni virtuelnog datacentra i koncept ekoloških elektronskih učionica na univerzitetu u Singidunum" [Online] Dostupno na: <http://www.singipedia.singidunum.ac.rs/content/3199-Energetska-efikasnost-u-primeni-virtualnog-datacentra-i-koncept-ekolo%C5%A1kih-elektronskih-u%C4%8Dionica-na-Univerzitetu-Singidunum> [Pristupljeno, 04.10.2014.]
- [4] Cnet (2014) Is the 'Web OS' just a geek's dream? [Online] Dostupno na: http://news.cnet.com/Is-the-Web-OS-just-a-geeks-dream/2100-7345_3-6174111.html [Pristupljeno, 14.07.2014.]
- [5] M. Veinović, A. Jevremović: "Uvod u računarske mreže", *Beograd 2008*
- [6] Anon (2014) Ubuntu Server Guide [Online] Dostupno na: <http://help.ubuntu.com/14.04/serverguide/serverguide.pdf> [Pristupljeno, 09.10.2014.]

Adresa autora za kontakt:

MSc Rade Lučić
raxyu@yahoo.com

Prof. Dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

Dr Darko Avramović
adarko@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn, FTN Novi Sad

MONTAŽA KRATKOMETRAŽNOG VIDEA U TELEVIZIJSKOJ PRODUKCIJI

SHORT VIDEO EDITING IN TV PRODUCTION

Jelena Vajner, Dragoljub Novaković, Nemanja Kašiković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj - U radu je prikazan razvoj televizijskog sistema i njegovih sektora od ranijih dana sa konvencionalnim načinom rada do današnjice, gde je najveći akcenat usmeren ka produkciji i postprodukciji. U svetu video produkcije, producenti se takmiče u stvaranju kreativnih svetova pri kreiranju svojih kako kratkometražnih tako i dugometražnih videa, doprinoseći time rastu publike i ljubitelja specijalnih efekata. U ovom radu je prikazan način stvaranja jednog kratkometražnog videa, koji za cilj ima pre svega jednu lepu ljudsku poruku - humanost. Taj video je zapravo deo emisije pod nazivom „Estradne vesti“ koja se emituje na satelitskoj „DM SAT“ Televiziji.

Ključne reči: montaža, produkcija, postprodukcija

Abstract - This thesis describes growth of tv system and it's sectors, from earlier days of conventional to modern, where the production and postproduction are in big expansion. In the world of video production, producers are competing in creating of virtual worlds in their short and long videos, contributing to the growth of public and lovers of special effects. This thesis presents making of one short video, which has the most beautiful message to show - humanity. That video is part of the show „Showbiz news“, that is showing on satellite television – „DM SAT“.

Keywords: editing, production, postproduction

1. UVOD

Doba u kojem se živi je digitalno-informatičko. Kao što i sama reč kaže, sve informacije danas mogu biti digitalne, samim tim može se pronaći mnoštvo informacija raznih životnih oblasti u digitalnom formatu na internetu. Zahvaljujući digitalnoj umetnosti - internetu i savremenoj tehnologiji, televizija je doživela svoj vrhunac kao digitalni medij. Televizijska tehnologija je danas omogućila svakom posmatraču - svom korisniku - da bude aktivan učesnik, a ne samo pasivni posmatrač i time je postala jaka sila kao medij. Svojim raznovrsnim i bogatim sadržajima privlači pažnju, a u zavisnosti od čoveka može opustiti ili naučiti nečemu, informisati, podsetiti na istoriju, nasmejati, može „odvesti“ na drugi kraj sveta i time posmatraču proširiti vidike, probuditi čula i spremi za ceo svet. Kad se malo bolje razmisli, ljudsko oko i njegov način funkcionisanja, ekvivalentan je načinu funkcionisanja televizijske slike.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

Kada se pomisli samo na optički deo televizijske slike, kameru i njena sočiva, izoštravanje odnosno fokusiranje, onda kako svetlost utiče na optiku, refleksija i sl, sve su to ekvivalentne operacije kao kod ljudskog oka.

Televizijska produkcija na svoj kreativan način „vodi“ u druge svetove o kojima se mašta od ranog detinjstva da bi se kasnije, uz pomoć produkcije, ti svetovi mogli stvarati. Virtualni svet zadovoljava čula koja u realnom svetu ne mogu biti zadovoljena, neguje i razvija kreativnost i zabavlja.

U današnjem dobu koje je puno obaveza i stresa, jako je bitno opuštat se kako bi se održao normalan životni balans i sačuvalo zdravlje. Zato je bitno pametno koristiti i uživati uz mogućnosti koje televizijska tehnologija i njena produkcija pružaju.

Cilj rada je da se prikaže način montiranja jedne televizijske emisije, koja treba gledaoca da zaintrigira svojom montažom i porukom koju nose priloge u toj emisiji. Kadar kao osnovna jedinica pokretne slike igra najbitniju ulogu jer pravilno izabran kadar (kako od strane kamermana, tako i od montažera), prenosi pravu sliku i poruku sa lica mesta.

2. PROIZVODNJA VIDEA

Televizija je multidisciplinarna oblast, telekomunikacioni medijum za prijem i predaju pokretne slike i tona, a televizijski sistem predstavlja skup međusobno zavisnih televizijskih sektora kao što su: televizijski studio, virtualni studio, video režija, emisiona tehnika, audio režija i montaža. Da bi se jedan video napravio i pustio u program, neophodno je da prođe kroz ceo televizijski sistem.

Rad na proizvodnji videa (emisija, film, spot) se deli na na fazu pripreme, snimanja i završnu grafičku obradu [1]. Preprodukcija (priprema) je možda i najvažnija faza rada jer od dobre pripreme i organizacije zavisi i kvalitet obavljenog posla. Faza produkcije (snimanja) podrazumeva snimanje odnosno realizaciju onoga što se snima, dok je postprodukcija faza završne obrade snimanog materijala.

2.1. Montaža

Montaža predstavlja centralni deo video produkcije. Razvojem tehnologije stvorena je nelinearna montaža koja omogućuje istovremeno montiranje audio i video zapisa koje ranije nije bilo moguće raditi.

To je vrsta montaže gde se prilog može sastavljati tako da se proizvoljno, prema montažerovoj želji, odabiraju sekvence koje se prvo montiraju u veće celine, praveći pritom i nekoliko kreativnih varijanti. Tek po izboru ovako sastavljenih celina sklapa se finalna verzija montiranog priloga. Za razliku od nelinearne montaže, kod linearnog pristupa prilog se mora sastavljati

određenim redosledom montažnih sekvenci, idući korak po korak od početka ka kraju programa. Kod ovakvog pristupa, ako su eventualno potrebne izmene, skraćivanja ili odstranjivanja kadrova, ona se rade na sledećoj generaciji snimka (presnimavanjem). Nelinearni pristup omogućava da se sve modifikacije izvrše na prvoj generaciji snimka, odnosno na masteru [2].

2.2. Rasveta

Osvetljenje je u isto vreme i nauka i umetnost. Ako se pametno i lukavo iskoriste svetlosni izvori, može se manipulirati sa posmatračima i njihovom percepcijom vida. U to se podrazumeva percepcija veličine, oblika, boje i težine. Osvetljenje može da utiče na trodimenzionalnu iluziju. Loša rasveta (siromašna rasveta) može sliku da učini dosadnom za posmatrača, bez karaktera, zato je dobra osvetljenost veoma važna kod televizijske produkcije jer je ekvivalentna njenom kvalitetu [3]. Na slici 1 su prikazani primeri sa vrednostima temperature svetla.



Slika 1. Temperature svetla

2.3. Kadriranje

Kadriranje je postupak odabira onog što se dešava ispred kamere, a treba da se pojavi na ekranu i to zbivanje obuhvata kretanje u kontinuitetu i scenografiju, uklapanje abijenta u okviru odabranog kadra kao i svetla, kako bi se posmatraču prenela realna slika onog što se zapravo dešava, a opet da ta slika bude pravilno i dopadljivo ukomponovana.

Kompozicija predstavlja uklapanje vizuelnih elementa u kadar tako da daju skladan odnos. Jedan kadar može da traje koliko jedan frejm, a može da traje koliko i cela kaseta, što znači da postoje spotovi i filmovi koji su snimljeni u samo jednom kadru [4]. Kadrovi koji se najčešće koriste su: dugi, dubinski, kombinovani, nagnuti,

kratki, pokretni, kadar preko ramena, kadar reakcije, kadar sekvenca, statični, subjektivni, kadar za uspostavljanje prostora.

Mera za udaljenost kamere od objekta ili od skupine objekata je u stvari PLAN (prema franc. le plan - ravšina, udaljenost). Kamera uvek snima filmski plan.

U skladu sa tim, postoje tri osnovne podele planova koji su u direktnoj vezi sa ljudskim telom jer se na osnovu njega i definišu: opšti, srednji i krupni plan. Što je objekat dalji, zahvata se veći prostor (total), a što je bliži - manji prostor (krupno).

Rakurs, kao jedan od važnih parametara kadra, predstavlja nagnutost kamere u odnosu na horizontalnu osu. Ima prostornu ili psihološku ulogu zato što se traži najidealniji položaj kamere koji će predstaviti na pravi način sadržaj kadra. Pojam rakurs potiče od francuske reči - raccourci, što znači: skraćen, skupljen, stisnut. Na slici 2 može se videti da su dva osnovna rakursa - gornji i donji, dok žablja i ptičija perspektiva predstavljaju njihove ekstremne položaje - ekstremni gornji i ekstremni donji.



Slika 2. Primeri rakursa

3. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalni deo bazira se na stvaranju kratkog videa, obuhvatajući proces snimanja u studiju, preko realizacije virtualne pozadine, do montaže snimljenog materijala na terenu - humanitarnog koncerta Aleksandre Radović.

Na slikama 3 i 4 prikazani su programi koji služe za realizaciju priloga. Adobe Premiere služi za audio i video montažu, a Adobe After Effects za kreiranje virtualne pozadine koja će biti grafički nosač emisije, prikazano u tutorijalima [5].



Slika 3. Adobe Premier

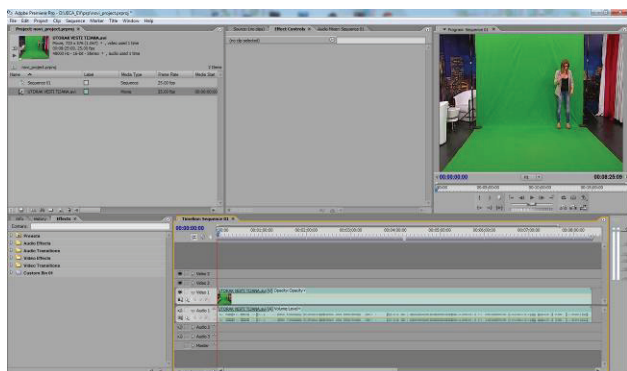


Slika 4. Adobe After Effects

3.1. Kreiranje virtuelnog studija

Emisija "Estradne vesti" se sastoji od četiri do pet priloga. Svaki prilog predstavlja posebnu vest s tim što jedna od tih pet vesti uvek predstavlja najavu emisije koju televizija emituje. Emisija "Estradne vesti" obavezno sadrži generalnu najavu na samom početku kao i odjavu na kraju, a svaka vest odnosno prilog ponaosob, ima svoju posebnu najavu - podnaju. Generalnu najavu i odjavu kao i podnaje voditeljka snima u televizijskom studiju na zelenom hromakey platnu, gde će se umesto zelenog platna ubaciti adekvatna animirana pozadina koja je kreirana specijalno za potrebu emisije. Ono što je veoma bitno, to je da voditeljka nikako ne sme na sebi imati zelenu boju, da se ne bi stopila sa pozadinom koja se treba ukloniti jer će se samim tim ukloniti i zeleni delovi koji se nalaze na njoj [6].

Na slici 5 je prikazan izgled snimljenog materijala u televizijskom studiju na hromakey platnu, ubačen u Adobe Premiere.



Slika 5. Izgled snimljenog materijala u televizijskom studiju

Na slici 6 su prikazane pozadine koje se ubacuju u program After Effects i koje se koriste umesto zelene pozadine na kojoj je voditeljka snimila najave.

One se sastoji iz tri fajla - animirana videa, koji u stvari predstavljaju tri kadra: total, krupno levo i krupno desno, gde se levo i desno odnosi na orijentaciju logotipa emisije u odnosu na položaj voditeljke. Na slici 7 prikazan je izgled emisije pre i posle ubacivanja ovih pozadina.

3.2. Montaža

Prvo što se može uočiti u materijalu sa koncerta jeste hronološki redosled događaja (ulazak u salu, popunjavanje mesta, uzimanje izjava od publike, dolazak pevača na scenu, tok koncerta i atmosfere kao i na kraju, izjava pevača o utiscima nakon koncerta). Nakon što je snimak pregledan, može se polako kreirati slika u glavi kako bi prilog otprilike trebalo izgledati.



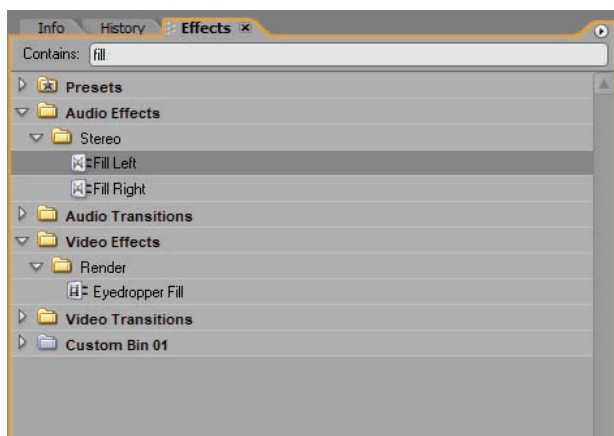
Slika 6. Virtuelne pozadine: krupan kadar (levo i desno) dole (total)



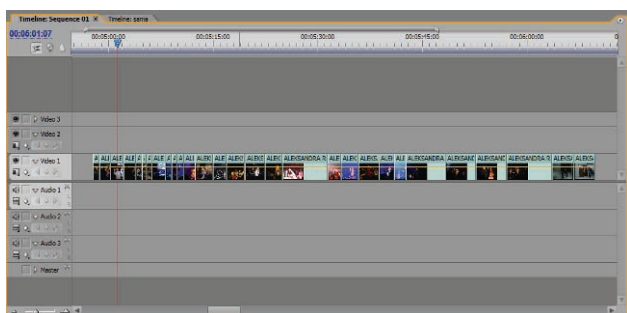
Slika 7. Izgled emisije pre (gore) i posle (dole) ubacivanja animirane pozadine

Na fajlu koji se montira postoji prisutvo dva audio kanala, jedan je ton mikrofona, dok je drugi ton kamere. Kada se uzima deo sa izjavama, uzima se ton sa mikrofona i to klikom na paletu Effects, bira se Audio Effects, zatim Stereo u kojem se nalazi efekat Fill Left i Fill Right. Gornji ton na audio traci predstavlja levi (Fill Left), a donji predstavlja desni (Fill Right). Pošto je ton mikrofona gornji ton, uzima se Fill Left (Slika 8).

Dužina trajanja izabranih kadrova za prilog treba da bude usklađena sa audio kanalom, tako da slika ide u ritmu sa muzikom. Može se montirati na bit (određeni broj taktova), a može i na tekst pesme. Bitno je dobro slušati i u pravom trenutku zaustaviti frejm i nastaviti sa drugim (Slika 9).

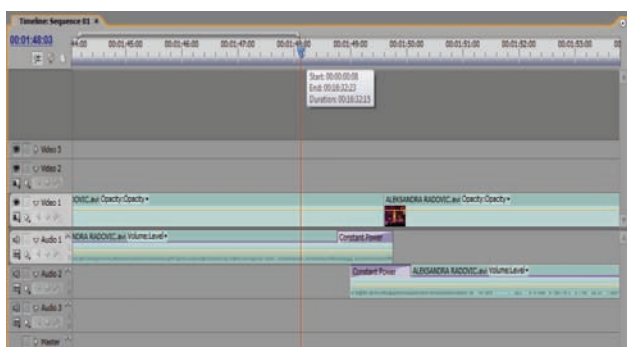


Slika 8. Paleta Effects i podešavanje audio kanala (Fill Left/Fill Right)



Slika 9. Izabrani kadrovi za prilog

Među efektima se izdvaja još i Constant Power iz grupe audio efekta, tačnije Audio Transitions/Crossfade/Constant Power. Ovaj efekat služi kao tranzicija, prelaz, koji se stavlja na prelazu jednog tona u drugi, kako bi lagano uplivao bez jasnog zvučnog prekida i prelaza. Kada se efekat stavi na početak fajla, fajl će krenuti iz tihog ka sve jačem tonu do vrednosti koja je normalna ljudskom uhu, a kada se stavi na kraju fajla, fajl ide iz normalnog zvuka u tišinu. Dakle, cilj je da prelaz bude zvučno neprimetan. Taj efekat se stavlja skoro pri svakom prelazu audio tona iz jednog fajla u drugi, a naročito kod izjava jer se one seku na raznim mestima (Slika 10).

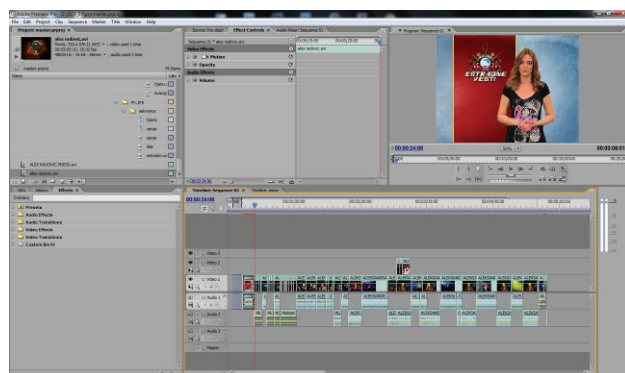


Slika 10. Primena efekta Constant power

Na slici 11 prikazan je izgled gotovog izmontiranog priloga na Timeline-u koji je spreman za emitovanje na televiziju.

3. ZAKLJUČAK

Televizija se definitivno pokazala kao fenomen masovnog komuniciranja, kako svojim obrazovnim tako i zabavnim programom.



Slika 11. Izmontirani prilog

Doprinosi podizanju svesti prenoseći realnost svojim informativnim sadržajima, a isto tako čini da ljudima ulepša svakodnevicu svojim zabavnim sadržajima. Razmena informacija, ideja, znanja, iskustva, energije je osnovna svrha komuniciranja ovog medija i to ne treba zaboraviti i koristiti ga kao jedini oblik čovekove osnovne aktivnosti - komuniciranja.

Stvaranje videa je danas mnogo jednostavnije za izvođenje sa tehničke strane gledano u odnosu na period konvencionalnog pristupa montiranju, a mogućnosti za napredovanje su veoma velike, najbitnija je samo ideja i mašta i može se stvoriti šta god se zamisli. To su pokazala mnoga remek dela kao što su: Harry Potter, Lord of the rings, Tim Bourton-ovi animirani filmovi, 3D filmovi i igrice i mnogi drugi. Vizuelni efekti su dežurni krivci za njihov uspeh i to je pravac koji se najviše razvijao i razvija u poslednje vreme. U kinematografiji se bukvalno takmiče ko će biti maštovitiji i dosetljiviji, a publika se sve više oduševljava i nestrpljivo očekuje nova remek dela. Ovaj prilog nije tehničko remek delo, ali zato postoji usavršavanje kao glavni cilj daljeg razvoja u ovoj prikazanoj oblasti.

4. LITERATURA

- [1] M. Kuzmanović, "Diplomski rad", Fakultet za informatiku i menadžment, Beograd, 2008.
- [2] A. Lejić, "Diplomski rad", Viša elektrotehnička škola, Beograd, 2006.
- [3] Dr M. Petrović, "Svetlo", Visoka škola elektrotehnike i računarstva, Beograd, 2012.
- [4] D. Drinčić, "Vip skripta", Visoka škola elektrotehnike i računarstva, Beograd, 2007.
- [5] Tutorial Adobe Premiere Pro 2.0, Tutorial Adobe After Effects 6.0, izvor - <http://www.adobe.com/rs/>
- [6] V. Daković, "Analiza pozadina kod hroma-ki efekta u virtuelnom TV studiju", Elektrotehnički fakultet, Beograd, 2012.

Adresa autora za kontakt:

Jelena Vajner, jelenaweiner@gmail.com
 Prof. dr Dragoljub Novaković, novakd@uns.ac.rs
 Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
 Grafičko inženjerstvo i dizajn, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad

**KONTROLA KVALITETA OTISKA U TABAČNOJ OFSET ŠTAMPI
U ZAVISNOSTI OD TIRAŽA****PRINTING QUALITY CONTROL IN SHEET-FED OFFSET PRINTING
ACCORDING TO THE CIRCULATION**

Đorđe Vujčić, Dragoljub Novaković, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada je kontrola kvaliteta otiska. Kontrola je rađena za tehniku tabačne ofset štampe. Praćena je reprodukcija otiska preko reprodukcije tonskih vrijednosti procesnih boja i reprodukcije punog tona procesnih boja. Na osnovu njihove kontrole i mjerenja došlo se do vrijednosti svjetline L , hromatske koordinate a i hromatske koordinate b , kao i povećanja tonskih vrijednosti. Na osnovu mjerenja dobijena je vrijednost razlike u boji i mehaničkog i optičkog porasta tonskih vrijednosti, a sve to u zavisnosti od tiraža, kao i zona nanosa boje na samom otisku.

Ključne reči: tabačna ofset štampa, kvalitet štampe, tiraž

Abstract – The subject of this paper is print quality control. It is related to the sheet-fed offset printing. Print reproduction is followed due to the reproduction of halftones and solid tones of process colors. Based on control and measurement of these parameters we have got the values of brightness L , chromatic coordinate a and chromatic coordinate b and tone value increase. Based on these measurements we have calculated color difference and mechanical and optical tone value increase, according to the print run and ink zones.

Keywords: sheetfed offset printing, print quality, print run

1. UVOD

Kada su u pitanju veliki tiraži, u zavisnosti od tržišta, vrsti proizvoda i regiji, najčešće se koriste tehnike ofset i flekso štampe. Ofset štampa je odlična za štampu vizit karti, kataloga, knjiga, letaka, brošura, kalendara, pozivnica i još mnogo toga [1]. Pri upotrebi ofset štampe sa porastom tiraža cijena eksponencijalno opada. Ovo se objašnjava time da na konačnu cijenu ofset štampe u mnogome utiče cijena pripreme, te cijena po jedinici proizvoda opada sa povećanjem tiraža [2]. S toga je ofset štampa pogodna za veće tiraže, jer se sa njom postiže izuzetan kvalitet proizvoda po pristupačnoj cijeni. Većim tiražom se smatra tiraž preko 10 000 kopija [3]. Uslov kvaliteta je održavanje konstantnog kvaliteta tokom štampe cjelokupnog tiraža. Da bi se kvalitet održao konstantnim potrebno je prvenstveno zadovoljiti najuticajnije parametre na kvalitet štampe, kao i ostale parametre koji mogu uticati na negativnu promenu

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

kvaliteta štampe, bilo direktnim ili indirektnim putem. Kvalitet otiska se može definisati pomoću više parametara. Što je njihov broj veći, to je veća i mogućnost za kontrolisanje kvaliteta otiska i djelovanje na njegovo unapređenje. Kvalitet štampe može biti određen kroz kvalitet obojenja, reprodukcije finih struktura i opsega tonskih vrijednosti, preciznosti preštampavanja, osobina odštampane površine i cjelokupne odštampane strane ili tabaka [4].

S toga je neophodno tokom procesa štampe vršiti ispitivanja otisaka, kako bi se ustanovilo da li je došlo do promjene kvaliteta u vrijednostima parametara koji se prate, te da li je potrebno regulisati neke od njih, kako bi se postigao odgovarajući krajnji kvalitet otiska. U ovom radu ispitivanja su sprovedena na tiražu od 19 000 i to ispitivanja razlike u boji preko Lab vrijednosti, mehaničkog i optičkog porasta tonskih vrijednosti.

2. KONTROLA PREKO LAB VRIJEDNOSTI

Za određivanje stepena razlike boja pri upoređivanju reprodukovane u odnosu na standardizovanu vrednost koristi se kolorimetar ili spektrofotometar. Pomoću njega se boja može precizno definisati CIE Lab vrijednostima unutar CIE Lab prostora boja. Delta E (ΔE) predstavlja razliku boja i dobija se kao srednja vrijednost razlike standardom određenih L , a i b vrijednosti i vrijednosti dobijenih mjerenjem na određenom štampanom mjernom polju:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (1)$$

gdje je:

ΔL - razlika u svjetlini

Δa - razlika na crveno/zelenoj osi

Δb - razlika na žuto/plavoj osi

CIE Lab razlika između bilo koje dve boje u CIE Lab prostoru boja je zapravo razdaljina između lokacija tih boja na tri ose: L , a i b . Poznata je kao apsolutna razlika boja i predstavlja se jediničnom vrijednošću ΔE . ΔL predstavlja razliku u svjetlini, Δa razliku na crveno-zelenoj osi, a Δb na žuto-plavoj osi u Lab prostoru boja.

Pomoću apsolutne razlike boja moguće je pratiti ujednačenost između nanošenja procesnih boja na istom tabaku, između različitih tabaka unutar tiraža i razliku posebne boje u odnosu na zadatu (Pantone boje) [4].

3. POVEĆANJE TONSKE VRIJEDNOSTI

Prilikom prenosa tonskih vrijednosti (TV) sa štamparske forme na podlogu dolazi do njihove promjene. Informacija o TV se u grafičkoj proizvodnji prenosi iz fajla na film, sa filma se informacija dalje prenosi na

štamparsku formu, a zatim sa štamparske forme na otisak. Kod CTP tehnologije je eliminisan film, te se informacija iz fajla prenosi direktno na štamparsku formu, a sa štamparske forme na otisak. Dva su razloga povećanja TV na otisku: fizički i optički.

Glavni mehanički uticaj je pritisak između ploče i ofsetne gume, ili materijala za štampu, što dovodi do istiskanja viška boje i širenja u ravni papira. Takođe, ako je podloga upojna, može doći do širenja tečnosti kroz kapilarni sistem. Optičko povećanje tonske vrijednosti je rezultat optičkih karakteristika papira. Papir je poluprovodni materijal i on jednim dijelom reflektuje, a jednim dijelom propušta svjetlost. Dio svjetlosti se dakle reflektuje i rasipa na unutrašnjim slojevima, dio apsorbira, a dio propušta [1]. Porast tonskih vrijednosti predstavlja razliku između rasterske tačke izmjerene na štamparskoj formi i rasterske tačke izmjerene na štampanoj podlozi. Porast tonskih vrijednosti je funkcija optičke gustine (D) i poređenja punog tona i rasterskog polja. Za predstavljanje ove funkcije koristi se Murray-Davies formula:

$$TV = \frac{1 - 10^{-[D_{tv} - D_9]}}{1 - 10^{-[D_t - D_9]}} \times 100 \quad (2)$$

gdje je:

D_{tv} - optička gustina rasterskog polja

D_t - optička gustina punog tona

D_p - optička gustina papira/podloge za štampu

Porast tonskih vrijednosti se dobija mjerenjem uz pomoć denzitometra. On uključuje i mehanički i optički porast rasterske tačke [4].

4. ANALIZA REZULTATA MJERENJA

Podloga korišćena za štampu u ovom radu je hromokarton bijelo sivi GD2 gramature 350 gr/m². Ispitivani su sljedeći parametri kvaliteta otiska: Lab vrijednosti, mehanički i optički porast rasterske tačke.

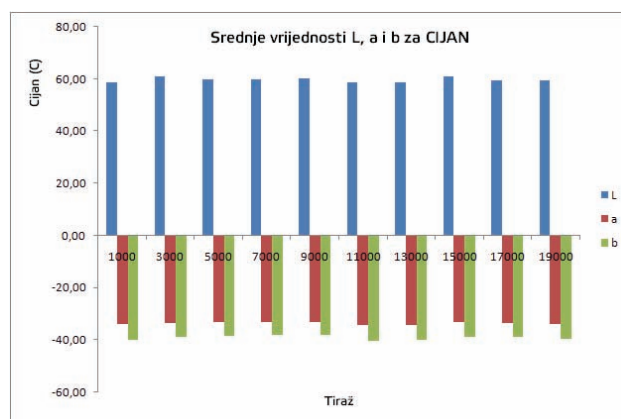
Za izradu štamparske forme korišćene su termalne pozitiv ploče Kodak Capricorn, 1030 x 790 mm debljine 0,15 mm, osvetljavane na uređaju za osvetljavanje "Kodak Creo" i razvijane razvijanjem Kodak 830 za termalne ploče. Otisci su štampani na tabačnoj ofset mašini Heidelberg Speedmaster CD 102-5 LX. Ispitivanje otisaka je vršeno pomoću dva uređaja i to: Techkon SpectroPlate je korišćen za ispitivanje mehaničkog porasta tačke i Techkon SpectroDens korišćen za ispitivanje Lab vrijednosti i optičkog porasta tačke. Ispitivani otisci su štampani u štampariji "Compex" u Banja Luci.

Analizirano je po 10 otisaka, na tiražu od 19 000 i to počevši od 1000og otiska a potom nakon svakih 2000 otisaka sve do 19000. otiska. Svaki tabak je podijeljen na trećine kako bi se ustanovila promena navedenih vrijednosti kako na cjelokupnom tabaku, tako i u okviru samog tabaka. Trećine su nazvane uzorak 1, 2 i 3, radi lakšeg komentiranja. Vršena su 24 mjerenja za svaku vrijednost u okviru svake trećine tabaka. Zatim je na osnovu ovih vrijednosti izračunata srednja vrijednost u okviru trećina. U nastavku su predstavljene vrijednosti dobijene mjerenjem.

4.1. Lab vrijednosti i razlika u boji

Na slici 1 dat je grafički prikaz vrijednosti L, a i b koordinata za cijeli tabak mjereno za procesnu boju cijan (srednja vrijednost uzoraka 1, 2 i 3) shodno tiražu. Kako

se sa grafika može vidjeti promjene, kako u vrijednosti svjetline, tako i u hromatskim koordinatama, su niske: vrijednosti L koordinate se kreću u granicama od 58,73 do 60,98, a koordinate od -34,48 do -33,38, a b koordinate od -40,60 do -38,57.



Slika 1. Srednje vrijednosti svjetline L i hromatskih koordinata a i b za cijan u zavisnosti od tiraža

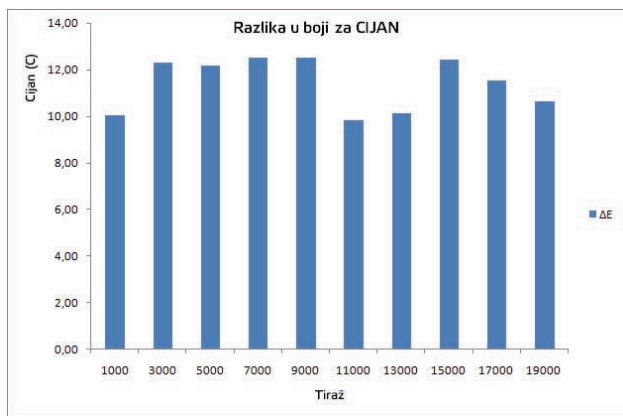
Za procesnu boju magentu posmatrano za tabak kao cjelinu, promjene, u zavisnosti od tiraža, kako u vrijednosti svjetline tako i u hromatskim koordinatama, su niske: vrijednosti L koordinate se kreću u granicama od 48,81 do 50,46, a koordinate od -5,67 do -3,95, a b koordinate od -2,16 do -1,09.

Za procesnu boju žutu posmatrano za tabak kao cjelinu, promjene, u zavisnosti od tiraža, kako u vrijednosti svjetline tako i u hromatskim koordinatama, su niske: vrijednosti L koordinate se kreću u granicama od 84,98 do 86,55, a koordinate od -5,44 do -4,79, a b koordinate od 88,88 do 90,53.

Za procesnu boju crnu posmatrano za tabak kao cjelinu, promjene, u zavisnosti od tiraža, kako u vrijednosti svjetline tako i u hromatskim koordinatama, su niske: vrijednosti L koordinate se kreću u granicama od 17,06 do 18,84, a koordinate od -0,41 do -0,27, a b koordinate od 2,90 do 3,36.

Na osnovu izračunate razlike u boji u odnosu na standardom propisane vrijednosti za ofset štampu na datoj podlozi (ISO 12647-2 : 2004) mjereno za svaku procesnu boju ponaosob, a shodno tiražu, dobijeni su grafički prikazi koji ukazuju na pravac promjena. Za procesnu boju cijan pokazano je da se razlike u boji se kreću od 9,80 do 12,52, što je mnogo više od standardnom propisane dozvoljene razlike u boji (slika 2).

Za procesnu boju magentu vrijednosti razlike u boji u odnosu na standardom propisane za ofset štampu na datoj podlozi (ISO 12647-2 : 2004) shodno tiražu se kreću od 4,97 do 7,03. Vrijednosti razlike u boji su veće od dozvoljenih, osim na tiražu od 13000, gdje razlika u boji iznosi 4,97, te je u okviru dozvoljenog odstupanja. Za procesnu boju žutu vrijednosti razlike u boji u odnosu na standardom propisane za ofset štampu na datoj podlozi (ISO 12647-2 : 2004) shodno tiražu se kreću od 1,73 do 3,31. Možemo zaključiti da je razlika u boji u skladu sa propisanim standardom, jer se nalazi u okviru dozvoljenog odstupanja.



Slika 2. Razlika u boji ΔE za cijan u zavisnosti od tiraža

Za procesnu boju crnu vrijednosti razlike u boji u odnosu na standardom propisane za ofset štampu na datoj podlozi (ISO 12647-2 : 2004) shodno tiražu se kreću od 1,13 do 2,84. Možemo zaključiti da je razlika u boji u skladu sa standardom, jer se nalazi u okviru dozvoljenog odstupanja.

4.2. Mehanički porast rasterske tačke

Na slici 3 dat je grafički prikaz izmjerenih tonskih vrijednosti na polju od 40% za tabak kao cjelinu za procesne boje cijan, magentu, žutu i crnu u zavisnosti od tiraža mjereno uređajem koji uključuje mehanički porast tonske vrijednosti.

Za procesnu boju cijan može se primjetiti da vrijednosti rastu do tiraža od 5000, nakon čega opadaju do tiraža od 7000 kada ponovo prate rastući trend. Nakon tiraža od 11000 vrijednosti ponovno opadaju do tiraža od 15000, a zatim ponovo rastu do kraja tiraža.

Za procesnu boju magentu može se primjetiti da vrijednosti rastu do tiraža od 5000, nakon čega opadaju do tiraža od 9000 kada ponovo prate rastući trend. Nakon tiraža od 11000 vrijednosti ponovno opadaju do tiraža od 15000, potom ponovo rastu do tiraža od 17000 i konačno opadaju do kraja tiraža.

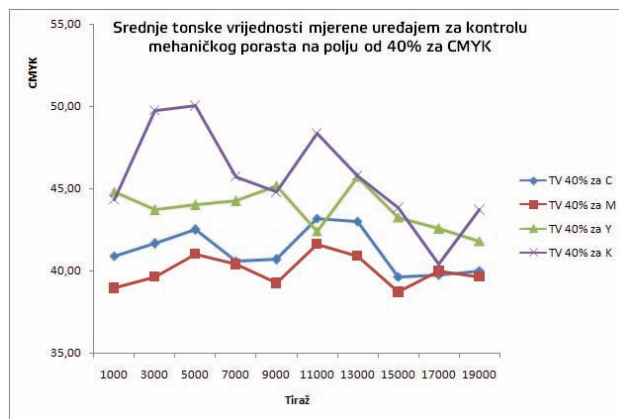
Za procesnu boju žutu može se primjetiti da vrijednosti opadaju do tiraža od 3000, nakon čega rastu do tiraža od 9000 kada ponovo opadaju. Nakon tiraža od 11000 vrijednosti ponovno rastu do tiraža od 13000, a potom ponovo opadaju do kraja tiraža.

Za procesnu boju crnu može se primjetiti da vrijednosti rastu do tiraža od 5000, nakon čega opadaju do tiraža od 9000 kada ponovo prate rastući trend. Nakon tiraža od 11000 vrijednosti ponovno opadaju do tiraža od 17000, a zatim ponovo rastu do kraja tiraža.

Na slici 4 dat je grafički prikaz izmjerenih tonskih vrijednosti za cio tabak na polju od 80% za procesne boje cijan, magentu, žutu i crnu u zavisnosti od tiraža mjereno uređajem koji uključuje mehanički porast.

Za procesnu boju cijan može se primjetiti da vrijednosti rastu do tiraža od 5000, nakon čega opadaju do tiraža od 9000 kada ponovo prate rastući trend. Nakon tiraža od 11000 vrijednosti ponovno opadaju do tiraža od 17000, a zatim ponovo rastu do kraja tiraža.

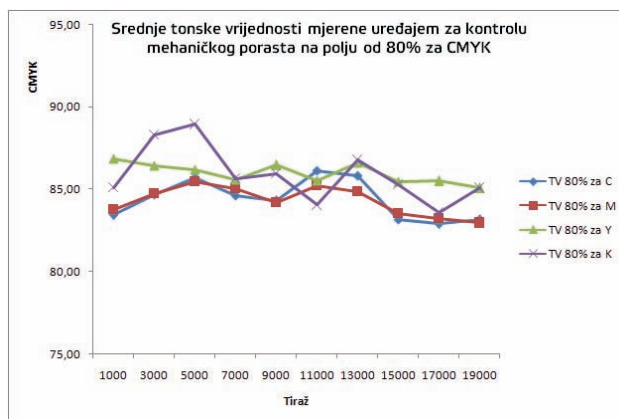
Za procesnu boju magentu može se primjetiti da vrijednosti rastu do tiraža od 5000, nakon čega opadaju do tiraža od 9000 kada ponovo rastu. Nakon tiraža od 11000 vrijednosti ponovno opadaju do kraja tiraža.



Slika 3. Srednje tonske vrijednosti za cio tabak mjerene uređajem za kontrolu mehaničkog porasta na polju od 40% za CMYK u zavisnosti od tiraža

Za procesnu boju žutu može se primjetiti da vrijednosti opadaju do tiraža od 7000, zatim rastu do tiraža od 9000 kada ponovo opadaju. Nakon tiraža od 11 000 vrijednosti ponovno rastu do tiraža od 13000, a potom ponovo opadaju do tiraža od 15000. Potom, vrijednosti rastu do tiraža od 17000 i konačno opadaju do kraja tiraža.

Za procesnu boju crnu može se primjetiti da vrijednosti rastu do tiraža od 5000, zatim opadaju do tiraža od 7000 kada ponovo prate rastući trend. Nakon tiraža od 9000 vrijednosti ponovno opadaju do tiraža od 11000, a zatim ponovo rastu do tiraža od 13000. Potom, vrijednosti opadaju do tiraža od 17000 i zatim rastu do kraja tiraža.



Slika 4. Srednje tonske vrijednosti za cio tabak mjerene uređajem za kontrolu mehaničkog porasta na polju od 80% za CMYK u zavisnosti od tiraža

4.3. Optički porast rasterske tačke

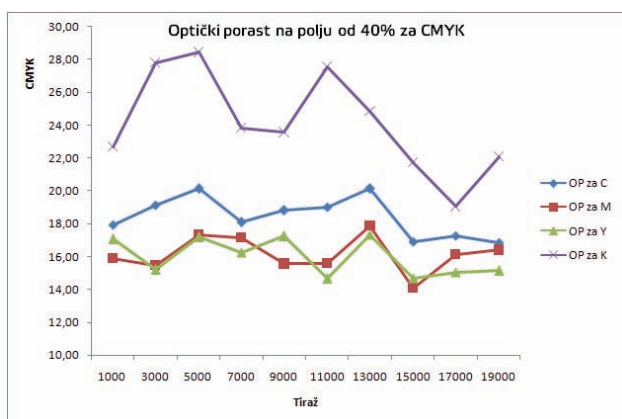
Na slici 5 dat je grafički prikaz optičkog porasta za cio tabak za polje od 40% za procesne boje cijan, magentu, žutu i crnu u zavisnosti od tiraža. Vrijednosti optičkog porasta prema standardu ISO 12647-2:2004/Amd 1:2007 za polje od 40% iznose 13 ± 4 , dakle treba da se kreću u rasponu od 9 do 17.

Za procesnu boju cijan može se primjetiti da se vrijednosti optičkog porasta kreću od 16,86 do 20,13. Vidimo da su vrijednosti na većem dijelu tiraža veće od dozvoljenih. Jedino na tiražu od 15000 i 19000 se nalaze u dozvoljenim granicama.

Za procesnu boju magentu može se primjetiti da se vrijednosti optičkog porasta kreću od 14,08 do 17,87. Vidimo da su vrijednosti na većem dijelu tiraža u okviru dozvoljenih granica. Jedino na tiražu od 5000, 7000 i 13000 se nalaze malo iznad dozvoljenih granica.

Za procesnu boju žutu može se primjetiti da se vrijednosti optičkog porasta kreću od 14,65 do 17,34. Vidimo da su vrijednosti na većem dijelu tiraža u okviru dozvoljenih granica. Jedino na tiražu od 1000, 5000, 9000 i 13000 se nalaze malo iznad dozvoljenih granica.

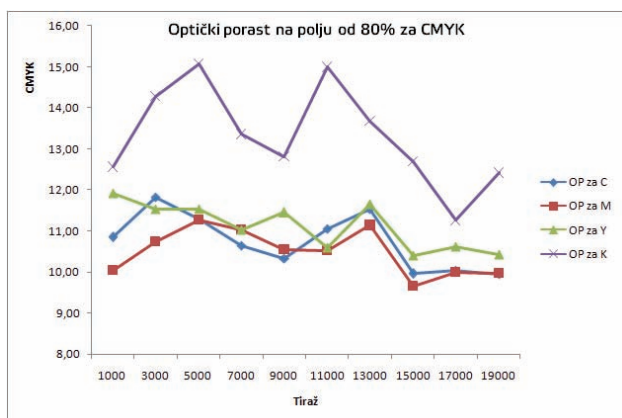
Za procesnu boju crnu može se primjetiti da se vrijednosti optičkog porasta kreću od 19,05 do 28,43. Vidimo da su vrijednosti duž cijelog tiraža znatno veće od dozvoljenih.



Slika 5. Vrijednosti optičkog porasta na polju od 40% za CMYK u zavisnosti od tiraža

Na slici 6 dat je grafički prikaz optičkog porasta za cio tabak za polje od 80% za procesne boje cijan, magentu, žutu i crnu u zavisnosti od tiraža. Vrijednosti optičkog porasta prema standardu ISO 12647-2:2004/Amd 1:2007 za polje od 80% iznose 11 ± 3 , dakle treba da se kreću u rasponu od 8 do 14.

Za procesnu boju cijan može se primjetiti da se vrijednosti optičkog porasta kreću od 9,95 do 11,83. Vidimo da su vrijednosti duž cijelog tiraža u okviru dozvoljenih granica.



Slika 6. Vrijednosti optičkog porasta na polju od 80% za CMYK u zavisnosti od tiraža

Za procesnu boju magentu može se primjetiti da se vrijednosti optičkog porasta kreću od 9,66 do 11,27. Vidimo da su vrijednosti duž cijelog tiraža u okviru dozvoljenih granica. Za procesnu boju žutu može se

primjetiti da se vrijednosti optičkog porasta kreću od 10,41 do 11,92. Vidimo da su vrijednosti duž cijelog tiraža u okviru dozvoljenih granica.

Za procesnu boju crnu može se primjetiti da se vrijednosti optičkog porasta kreću od 11,26 do 15,08. Vidimo da su vrijednosti na većem dijelu tiraža u okviru dozvoljenih granica. Jedino na tiražu od 3000, 5000 i 11000 se nalaze malo iznad dozvoljenih granica.

5. ZAKLJUČAK

Iz analize Lab vrijednosti polja punog tona, posmatrano po trećinama tabaka, uočeno je da postoje fluktuacije u zavisnosti od tiraža. Date promjene ukazuju na nejednak nanos boje u toku štampe po zonama, a u zavisnosti od tiraža. Iz analize istih veličina za tabak kao cjelinu, vrijednosti pokazuju znatno manje fluktuacije u odnosu na tiraž, gotovo da su konstantne vrijednosti tokom cijelog tiraža. Na osnovu izloženog, u toku dalje proizvodnje treba obratiti posebnu pažnju na procesne boje cijan i magentu, čije Lab vrijednosti nisu odgovarajuće i dobijene vrijednosti razlike u boji pokazuju odstupanja od standardom propisanih vrijednosti. Što se tiče optičkog porasta rasterske tačke, značajnija odstupanja su kod procesnih boja cijan i crne, te na njih treba obratiti posebnu pažnju. Potrebno je ustanoviti razloge porasta tonske vrijednosti te težiti da nanos bude konstantan kako za cio tiraž tako i na samom tabaku. Izvršiti ispitivanja kvaliteta izrade štamparskih formi, kontrolu pritiska, vršiti što češću denzitometrijsku i spektrofotometrijsku kontrolu tokom procesa štampe, kontrolu promjene viskoziteta boje za štampu, promjene hemijskih karakteristika sredstva za vlaženje, promjene temperature i vlage u prostoru štampe itd. Ispitivanja i analiza u ovom radu su vršeni samo za jedan tip papira, te bi trebalo izvršiti ispitivanja i za ostale tipove papira koji se koriste u štampariji i uvesti odgovarajuće vrijednosti za ove tipove papira.

6. LITERATURA

- [1] Zjakić, N. Bolanča i S. Mrvac „Utjecaj prirasta RTV na kvalitetu tiska velikih naklada“, *Zbornik radova 10. međunarodno savjetovanje tiskarstva, dizajna i grafičkih komunikacija* Blaž Baromić, Zagreb, Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. pp. 121-126, 2006
- [2] D. Novaković, D. Dedijer, M. Milić, „*Grafički procesi - praktikum za vježbe*“, Novi Sad, FTN izdavaštvo, 2012.
- [3] H. Kipphan, „*Handbook of print media*“, New York, Heidelberg, 2000.
- [4] D. Novaković, Ž. Pavlović, I. Karlović, Č. Pešterac „*Reprodukciona tehnika – priručnik za vježbe*“, Novi Sad, FTN Izdavaštvo, 2008.
- [5] P. Živković, „*Merenja u grafičkoj industriji kao preduslov za standardizaciju*“, [online] Dostupno na: <https://www.scribd.com/doc/83094516/Merenja-u-Grafickoj-Industriji-Kao-Preduslov-Za-Standardizaciju> [pristupljeno 25.9.2012.]

Podaci za kontakt:

MSc Vujčić Đorđe, djordje.vujcic@gmail.com
 Prof. dr Dragoljub Novaković, novakd@uns.ac.rs
 Doc. dr Sandra Dedijer, dedijer@uns.ac.rs

POREĐENJE RAZLIČITIH METODA ZA PROCJENU POVRŠINSKE NEUNIFORMNOSTI OTISAKA**COMPARISON OF DIFFERENT METHODS FOR ASSESSING THE SURFACE NON-UNIFORMITY OF PRINTED MATTERS**

Anja Beljkaš, Igor Karlović, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Površinska neuniformnost ili površinska šara je pojam koji se odnosi na postojanje vidljive optičke heterogenosti, odnosno neujednačene optičke gustine i sjaja na otisku. Ona je rezultat refleksije svjetla sa površine otiska. Najčešće je posledica neujednačenog sloja boje (neujednačenog transfera tonera) ili neujednačenog upijanja štamparske boje po površini papira [1]. Za objektivnu procjenu površinske neuniformnosti najčešće se koriste tri metode: Histogram Mottle Macro, GLCM metod i M Score metod. U ovom radu predstavljene su teorijske osnove površinske neuniformnosti kao i rezultati M-Score metode.

Abstract – Surface nonuniformity or surface pattern is a term that refers to the presence of visible optical heterogeneity and uneven optical density and brightness of the image. It is the result of reflection of light from the surface of the print. It is often the result of an uneven coat of paint (uneven transfer of toner) or uneven absorption of ink on the paper surface [1]. For an objective assessment of surface non-uniformities are commonly used three methods: Histogram Mottle Macro, GLCM method and M Score method. In this paper are presented the theoretical basis of the surface non-uniformities as well as the results of method M-Score.

Ključne reči: Površinska neuniformnost, Histogram Mottle Macro, GLCM metod, M Score metod

1. UVOD

Površinska neuniformnost ili površinska šara je pojam koji se odnosi na postojanje vidljive optičke heterogenosti, odnosno neujednačene optičke gustine i sjaja na otisku.

Posebno je vidljiva u srednjim tonovima, ili u oblastima na kojima je ujednačen ton, tj. poljima pune tonske vrijednosti. Vidljiva površinska šara može biti rezultat razlike u sjaju boje, optičkoj gustini ili u samoj boji odštampanog filma, ili može biti promenljiva funkcija nasumično povezanih ili nepovezanih rasterskih tačaka u srednjim tonovima.

Kod elektrofotografskog postupka štampe, kvalitet otiska pri velikoj brzini štampe zavisi od tri parametra: podloge, tonera i same mašine [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Igor Karlović, docent.

Ukoliko dođe do neželjenih interakcija između podloge i tonera, pojavljuju se oni da je to subjektivan doživljaj neujednačenosti boje duž velike slike koja bi trebala da ima ujednačenu boju [4]. U svakom slučaju, površinska neuniformnost je jedan od najčešćih problema u štampi i stoga ju je važno redukovati ili potpuno eliminirati.

Za objektivnu procjenu najčešće se koriste 3 metode, Histogram Mottle Macro, GLCM metod i M Score metod. Kako je čovjek krajnji primalac informacija, ključno je napraviti vezu između objektivne i subjektivne procjene kvaliteta otiska po pitanju površinske neuniformnosti.

2. UTICAJNI FAKTORI POVRŠINSKE NEUNIFORMNOSTI KOD DIGITALNE ŠTAMPE

U postupku elektrofotografije, optički kvalitet štampe zavisi od kombinacije tri faktora: postupka štampe, tonera i podloge. Proces štampe može biti podijeljen u više koraka, od čega su najvažniji prenos tonera na podlogu i fiksiranje istog. Ustaljeno je shvatanje da prenos tonera sa bubnja na podlogu utiče na optičku gustinu i postignuti procenat pokrivenosti podloge kroz količinu prenijetog tonera. Fiksiranje je faza koja najviše utiče na sjaj, kada se podrazumijeva visok kvalitet štampe. Ova faza takođe ima velikog uticaja na fizičke karakteristike otiska, na kvalitet površine i željeni nivo adhezije tonera. Rezultat fiksiranja tonera ogleda se u optičkim karakteristikama otiska, npr. optičkoj gustini, sjaju, tonskom opsegu, pokrivenosti bojom itd. Površinska neuniformnost rezultat je neujednačene optičke gustine i sjaja, te je stoga veoma bitno da toner bude adekvatno nanijet na podlogu [5].

3. OBJEKTIVNA PROCJENA POVRŠINSKE NEUNIFORMNOSTI

Površinska neuniformnost je jedan od parametara površine koji je bio predmet istraživanja mnogih naučnih radova. Jordan i Nguyen [6] za procjenu površinske neuniformnosti definišu indeks neuniformnosti koji podrazumijeva veličinu varijacije, srednju vrijednost refleksije otiska, ali i gruboću u varijaciji. Što je varijacija grublja, veća je vrijednost indeksa. Johansson [7] definiše tzv. koeficijent varijacije, koji je imao manu u tome što se u tamnim regijama površinska šara precjenjuje, dok se u njen uticaj u svetlijim oblastima potcjenjuje. Stoga su Fahlcrantz et al. [8] izvršili izmjenu i dobili modifikovani koeficijent varijacije, koji je bio u boljoj korelaciji sa vizuelnom procjenom.

se izvjesni efekti na otisku. Jedan od neželjenih efekata jeupravo površinska šara, koja je povezana sa optičkom gustinom i sjajem. Postoje razne definicije površinske

neuniformnosti, od onih da je to greška u procesu štampe koja otisku daje izgled kao da je umrljan mastilom [3], Fahlcrantz definiše integracioni model koji je baziran na teoretskim pretpostavkama koje se odnose na sposobnost ljudskog vizuelnog sistema da detektuje promjene u refleksiji [6].

Fahlcrantz i Sokolowski [7] u svom radu predstavljaju i model za procjenu površinske šare koji registruje promjenu hromatičnosti slike, za razliku od modela koji registruju promjene u svetlini. U radu Canet i drugi [10], površinska neuniformnost se mjeri uz pomoć softvera Verity IA 2001.

Definišu se tzv. regioni od interesa na slici (engl. ROI) i oblasti u okviru kojih se vrši inspekcija. Ovako definisane oblasti se pomjeraju duž regiona od interesa, svaki put se inkrementalno pomjerajući za svoju visinu i širinu.

Na svakoj poziciji se memorišu vrijednosti standardne devijacije (SD) i prosjeka (A) osvetljenja slike, iz kojih se dobijaju dva vektora, vektor standardne devijacije osvetljenja i vektor prosječnog osvetljenja na cijeloj slici. U ovom radu zaključeno je da je računanje površinske neuniformnosti na osnovu standardne devijacije dobro za procjenu stope promjene u osvetljenju koje se uočava između susjednih djelova slike.

Standardni metod definisan je prema ISO 13660:2001 standardu i odnosi se na procjenu kvaliteta monohromatskih slika.

Dva atributa koja utiču na kvalitet su zrnčavost i površinska šara. Prema ISO 13660:2001 standardu, površinska neuniformnost se definiše kao periodične pojave zacrnjenja u prostornoj frekvenciji manjoj od 0.4 ciklusa po milimetru u svim pravcima. Definisana je i formula za računanje površinske neuniformnosti po ISO standardu i data je u nastavku (1).

$$ISO \text{ površinska šara} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(m_i - \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i \right) \right)^2} \quad (1)$$

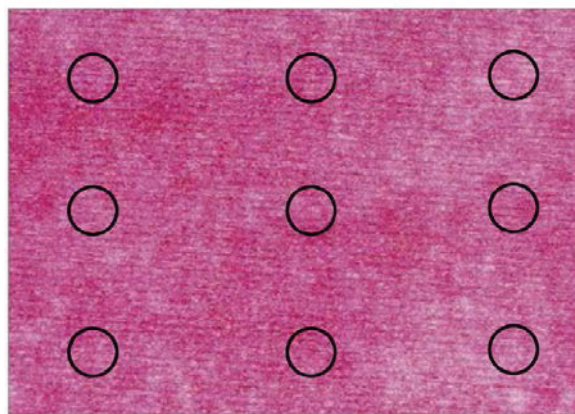
gdje je m_i srednja vrijednost mjerenja zacrnjenja ćelija i , kojih ima najmanje 100 na polju od interesa, a površinska neuniformnost predstavlja standardnu devijaciju m_i .

4. M SCORE METOD ZA OBJEKTIVNU PROCJENU POVRŠINSKE NEUNIFORMNOSTI

U cilju objektivne procjene (posebno za ink-džet sisteme) prema ISO standardu 12647-7:2007 kreiran je jednostavan metod mjerenja 9 tačaka, koji je prikazan na slici 1.

Podrazumijeva mjerenje standardne devijacije CIELab komponenti i maksimalne razlike u boji u odnosu na prosjek. Ovaj metod je dokazano da je odgovarajući za otiske dobijene ink-džet metodom, dok je za procjenu kvaliteta ostalih procesa štampe prilično neefikasan.

Usled ovih nedostataka prethodne metode, FOGRA je predložila novu metodu, tzv. M-score (Melcher-Score). Rezultat M-score metode je jedna vrijednost u rasponu od 100 (bez šara) do 0 (loša reprodukcija), koja vjerno označava percepciju reprezentativnog uzorka.



Slika 1. Metoda 9 tačaka

Rezultati su dobijeni mjerenjem razlike u boji duž horizontalnih linija, na osnovu CIELab vrijednosti polja test karte. Test karte mogu biti A3 ili A4 formata, to je zapravo polje tonske vrijednosti CMYK=65%, 50%, 50%, 50%, podijeljeno u 46 kolona i 59 redova, veličine 6x6mm. Uz pomoć uređaja spektrofotometra mjeri se reflektovana svjetlost od površine uzorka i daje određene Lab vrijednosti. Zatim se na osnovu formula ΔE_{00} ili ΔE_{76} računa razlika boja, poređenjem svakog polja sa njegovim susjednim poljem. To znači da će se na A3 formatu, koji se sastoji iz $m=59$ redova i $n=46$ kolona izračunati 58 ΔE vrijednosti po dužoj, i 45 ΔE po kraćoj strani. Svi rezultati ΔE duž redova i kolona se sumiraju i izvrši se normalizacija vrijednosti. Nakon toga dobijaju se rezultati M-score metode u vidu jednog broja. Od značaja za tumačenje neuniformnosti je Tabela 1 koja pokazuje opseg vrijednosti M-score metode.

Tabela 1. Vrijednosti M-score metode

Vrijednosti M-score	Značenje	Komentar
≥ 95	savršeno	Otisak ne pokazuje vidljivu heterogenu strukturu
> 80	veoma dobro	Otisak pokazuje slabo vidljive heterogene strukture. Bez vidljivih pruga
> 70	dobro	Otisak sa vidljivom nehomogenom strukturom, ali skoro bez vidljivih pruga
> 60	zadovoljavajuće	Pruge su veoma vidljive. I dalje prihvatljiv od strane većine posmatrača
> 50	adekvatno	Otisak sa jasno vidljivom neuniformnošću i prugama. Prihvatljivost u velikoj mjeri zavisi od slike koja je odštampana.
< 50	(ali moguće prodati)	Jasno vidljive šare i pruge. Ne prihvata se kao visoko kvalitetna štampa

Ovaj metod podrazumijeva računanje vrijednosti od 1 do 100, koja je u vezi sa percepcijom reprezentativnih šara odnosno pruga. Radi na principu analiziranja razlike u boji (preporučena je formula CIE ΔE_{2000}) na osnovu izmjerenih CIELAB vrijednosti u oblasti duž horizontalnih i vertikalnih linija. ISO standardom 12647-8:2012 definisane su kombinacije tonske vrijednosti polja na kojijma se mjerenje vrši. Polja su dimenzija 6mm, da bi bila adekvatna za detektovanje makroskopskih homogenosti [4].

Na osnovu osnovnih kolorimetrijskih vrijednosti 2714 polja svakog uzorka, rezultati M-Score metoda su izvedeni. Računanje je izvršeno prema dvije formule, ΔE_{00} i ΔE_{76} , da bi se uočila eventualna razlika u rezultatima koje ove dvije formule daju. Preporučena formula za ovaj metod je ΔE_{00} , koja je data u nastavku (2):

$$\Delta E_{00}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2} + R_T \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \frac{\Delta H'}{k_H S_H} \quad (2)$$

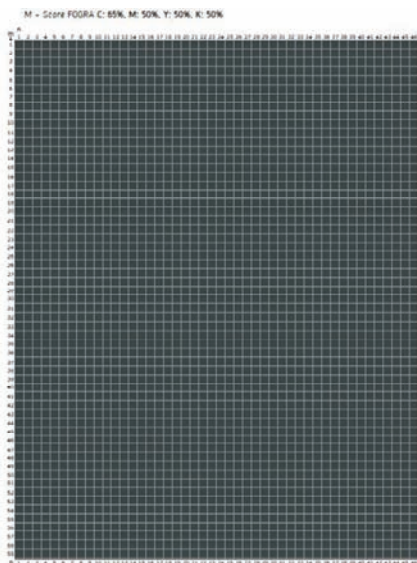
gdje su $\Delta L'$, $\Delta C'$ i $\Delta H'$ razlike u svjetlini, hromatičnosti i tonu boje, respektivno; $k_L S_L$, $k_C S_C$, $k_H S_H$ funkcije svjetline, hromatičnosti i tona boje, (S_L , S_C , S_H faktori kompenzacije; k_L , k_C , k_H koeficijenti proporcionalnosti, najčešće jedinice), dok je R_T faktor koji služi za skaliranje CIELab a^* ose za poboljšanje učinka u domenu sive boje [10].

Formula ΔE_{76} , druga po kojoj se računa vrijednost M-Score-a, data je u nastavku (3).

$$\Delta E_{76} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (3)$$

5. REZULTATI M-SCORE METODE

Za M-score metodu koristi se test karta od 2714 polja, 59 redova i 46 kolona, a ovu test kartu definisala je FOGRA za potrebe procjene M-score vrijednosti. Prikazana je na slici 2.



Slika 2. Test karta za M-score metodu

U tabeli 2 date su vrijednosti M-Score metode računate pomoću dvije formule - ΔE_{76} i ΔE_{00} . Primjećuje se da se rezultati razlikuju za sva četiri uzorka

gdje je ΔL^* je razlika u svjetlini, Δa^* razlika na crveno/zelenoj osi, a Δb^* na žuto/plavoj. Računanje konačne vrijednosti M-score metode vrši se u nekoliko koraka, formule (4) i (5):

$$\Delta E_{kraći_red} = 10 \times \sum_{i=1}^{n-1} \Delta E_i(Lab_1, Lab_{i+1})$$

$$\Delta E_{duži_red} = 10 \times \sum_{i=1}^{m-1} \Delta E_i(Lab_1, Lab_{i+1}) \quad (4), (5)$$

Tabela 2. Vrijednosti M-score metode

		Uzorci			
Metoda računanja		1	2	3	4
M-Score	ΔE_{76}	36.35	30.68	32.93	35.61
M-Score	ΔE_{00}	41.80	36.95	39.15	42.37

gdje je ΔE_i razlika u boji između uzorkovane tačke (i), i njenog susjeda (i+1); n je broj kolona, a m je broj redova. Formula (4) predstavlja računanje razlike u boji između dva susjedna polja u redu, dok formula (5) predstavlja računanje iste u jednoj koloni. ΔE_i predstavlja formulu po kojoj se razlika u boji računa, i to može biti po formuli (2) ili (3). Konačna vrijednost M-Score-a se računa prema sumi svih mjerenja, kao što je prikazano u formulama (6) i (7):

$$\Delta E_{kraći\ i\ duži} = \frac{\Delta E_{duži\ red}}{m-1} + \frac{\Delta E_{kraći\ red}}{n-1}$$

$$M - Score = 100 \times \frac{1}{2 \left[\frac{2 \times \Delta E_{kraći\ i\ duži}}{15} \right]} \quad (6), (7)$$

Na osnovu tabele referentnih vrijednosti (tabela 1), zaključuje se da se korišćenjem obje formule, i ΔE_{00} i ΔE_{76} dobijaju rezultati na osnovu kojih se uzorci klasifikuju kao loši (ali moguće prodati), jer su sve vrijednosti M-Score za sve uzorke manje od 50, a 50 je donja granica do koje se uzorak smatra adekvatnim. Opis ovih uzoraka je: jasno vidljive šare i pruge, ne prihvata se kao visoko kvalitetna štampa. Primjećuje se da su za nijansu bolji rezultati dobijeni primjenom formule ΔE_{00} , što i nije od velikog značaja jer su sve dobijene vrijednosti u okviru istog vrijednosnog opsega. Prema rezultatima dobijenim korišćenjem formule ΔE_{00} , najbolji je uzorak broj 4, zatim uzorak broj 1, a slijede uzorak 3 i uzorak 2. Razlike u gradaciji od najboljeg do najlošijeg uzorka razlikuju se u okviru same M-Score metode u zavisnosti od toga koja je formula uzeta kao referentna. Tako, ukoliko se kao referentna uzme formula ΔE_{76} , redosled je sledeći: najbolji je uzorak broj 1, zatim uzorak broj 4, a slijede uzorak 3 i uzorak 2.

6. ZAKLJUČAK

U cilju pravilne procene reprodukcije na digitalnim štamparskim sistemima do sada se uglavnom oslanjalo na prethodne definisane kontrolne metode. Te metode su često bile prilagođene klasičnim tipovima štampe i samo delimično su uspevale pravilno definisati kvalitet reprodukcije. Pojavom novih digitalnih i spektrofotometrijskih metoda je otvoren put novim kontrolnim tehnikama. U ovom radu konkretno akcenat je stavljen na jednu od metoda za objektivnu procenu površinske neuniformnosti, M- Score metodu. Zaključeno je da se korišćenjem M- Score metode za procenu površinske neuniformnosti ne dobijaju zadovoljavajući rezultati, jer su svi dobijeni rezultati u vrijednosnom opsegu manjem od 50, što se smatra donjom granicom prihvatljivosti kvaliteta otiska. Oni se opisuju kao loši otisci, ali ih je moguće prodati, i ako se prema referentnoj tabeli ne mogu svrstati u visoko kvalitetnu štampu. M-Score metoda je prvenstveno napravljena za ink jet štamparske tehnike i biće potrebno izvesti još dosta istraživanja koja bi preporučene M score vrednosti i drugim digitalnim tehnikama štampe kao što je elektrofotografija.

7. LITERATURA

- [1] Kawasaki, M., Ishisaki, M., (nd), Investigation into the Cause of Print Mottle in Halftone Dots of Coated Paper: Effect of Optical Dot Gain Non-uniformity, Pulp and Paper Research Laboratory Nippon Paper Industries Co., Ltd. Oji 5-21-1, Kita-ku, Tokyo, 114-0002, Japan.
- [2] Sadovnikov A., Salmela P., Lensu L., Kamarainen J.K., Kälviäinen H., (2005), Mottling Assessment of Solid Printed Areas and Its Correlation to Perceived Uniformity, SCIA, volume 3540 of Lecture Notes in Computer Science, page 409-418, Springer.
- [3] Madstedt, S., (2008), The impact of coating composition on print mottle and print gloss variations in sheet-fed offset, Master of science thesis, KTH Computer Science and Communication, Stockholm, Sweden.
- [4] Kraushaar, A., (2010), Evaluation of 'within sheet uniformity' by means of the M-Score, [Online] Dostupno na: http://www.fogra.org/dokumente/upload/dbd47_2010_en_mscorev1_ak.pdf [Pristupljeno: 20. 7. 2013.]
- [5] Sipi, K., (2002), Toner-paper interactions induced by the fixing process in electrophotographic printing, Licentiate's thesis, Helsinki University of Technology, Department of Automation and Systems Technology, Laboratory of Media Technology, Helsinki, Finland.
- [6] Nguyen, n. G., and Jordan, b. D., (1989) "Overview of texture analysis of print and paper", Paperi ja puu 70(8):933
- [7] Johansson P.A (1999) Optical Homogeneity of Prints, PhD thesis, Royal Institute of Technology Department of Pulp and Paper Chemistry and Technology Division of Paper Technology, Stockholm, Sweden
- [8] Fahlcrantz, C.M., Johansson, P.A., (2004), A comparison of different print mottle evaluation models, 56th Annual Technical Conference of the Technical Association of the Graphic Arts, San Antonio, USA, pp. 511-525.
- [9] Fahlcrantz, C.M., Sokolowski, K., (2007), Evaluating color print mottle, Advances in printing and media technology. Vol. 33.
- [10] Canet, C., (2001), Influence of mottle on color reproduction, International Association of the Research Organisations for the Printing, Information and Communication Industries; International Association of Research Institutes for the Graphic Arts Industries.

Kratka biografija:



Anja Beljkaš rođena je 1989. god u Baru. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Reprodukcionih tehnika odbranila je 2014..

UNAPREĐENJE PROCESA PROIZVODNJE ŠTAMPARIJE „FORUM” PRIMENOM ALATA „LEAN” KONCEPTA**IMPROVMENT OF PRODUCTION PROCESSES IN „FORUM” PRINTING HOUSE BY APPLYING THE „LEAN” CONCEPT TOOL**

Melita Antal, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**2. ALATI LEAN KONCEPTA**

Kratak sadržaj – LEAN je reč koja potiče iz engleskog jezika i kod nas se terminološki koristi u području organizacije i menadžmenta. LEAN proizvodnja je skup metoda i tehnika koje imaju za cilj da u najvećoj mogućoj meri smanje sve gubitke koji nastaju tokom procesa proizvodnje i svih procesa u preduzeću.

Abstract – LEAN is a word that comes from the English language, and here the terminology is used in the field of organization and management. Lean production is a set of methods and techniques which aims to reduce losses to fullest extent possible in manufacturing processes and all processes in the company.

Cljučne reči: LEAN, Alati, Unapređenje

1. UVOD

LEAN kao termin definisala su dva profesora sa M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) Džejms Vomak i Daniel Džons 1992. u knjizi Mašina koja je promenila svet (The Machine That Changed the World).

LEAN koncept je zapravo Tojotin Proizvodni Sistem (TPS) koji je nastao početkom 50-ih godina prošlog veka i nastavio da se razvija do danas [1].

Tri premise koje su pokrenule TPS:

1. Sve što tokom proizvodnog procesa ne doprinosi vrednosti gotovog proizvoda potrebno je ukloniti iz procesa.

2. Smanjiti što je više moguće vreme ciklusa proizvodnje proizvoda.

3. Ne proizvoditi proizvode za koje na postoji kupac.

Tojotin proizvodni sistem (TPS) se sastoji od dva stuba, Just in time i Jidoka, često prikazan kao “Kuća” (slika 1.).



Slika 1. Toyota proizvodni sistem “Kuća”

2.1. Tačno na vreme – Just in Time (JIT)

Just In Time je koncept proizvodnje i nabavke koji se vodi principom deo za ugradnju je potreban proizvodnom procesu samo u onom trenutku u kome taj deo treba da bude ugrađen (ni pre, ni posle).

Druga bitna osobina LEAN preduzeća je težnja da se što manji broj različitih delova upotrebi pri proizvodnji nekog proizvoda. Na taj način se pojednostavljuje proizvodni proces.

Bitna karakteristika JIT-a je maksimalno iskorišćenje potencijala radnika. Radnici su stimulisani da proizvode delove bez grešaka koji će odgovarati narednoj fazi proizvodnje.

Planiranje proizvodnje se bazira na dva principa:

1. Princip guranja - Pull princip (materijal-predmet rada guraju se kroz proizvodnju)

2. Princip vučenja - Push princip (vučenje samo potrebnih količina predmeta rada kroz proizvodni proces prema zahtevima i potrebama kupaca i po principu JIT).

LEAN koncept daje prednost Pull principu, a samo u krajnjem slučaju i kombinaciji ova dva principa.

2.2. Kanban planiranje

Kanban je japanska reč koja se prevodi kao kartica.

Kanban može biti kartica, vizuelni displej, prazna paleta, tj. bilo šta što daje signal da se počne sa proizvodnjom određenog dela.

Postoji pet osnovnih informacija koje kanban kartica mora da sadrži: broj dela, opis dela, tačka korišćenja, tačka dopune i količina.

Kanban sistem podržava teoriju podele rada. To znači da svako treba da radi svoj posao najbolje.

Pravilnom implementacijom Kanban sistema smanjuje se količina nezavršene proizvodnje, unapređuje tok materijala, sprečava prekomerna produkcija, olakšava vođenje proizvodnje putem vizuelnih signala, povećava fleksibilnost proizvodnje, minimizira neiskorišćenost materijala.

2.3. Standardizacija rada

Važan princip u eliminisanju gubitaka je standardizacija rada i aktivnosti. Standardizovan rad znači da proizvodni procesi i procedure koje opisuju faze u proizvodnji moraju biti detaljno i izuzetno precizno određene. Procedure moraju jasno i vizuelno jednostavno opisivati kako se koja operacija obavlja. Procedura koja je usvojena mora se primenjivati i unapređivati, zato je radnike potrebno obučiti, uvežbati i pomoći im da primenjuju i unapređuju pomenute metode. Visok nivo

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ilija Čosić, red.prof.

standardizacije procesa omogućava kompaniji da lako proširi kapacitete bez poremećaja proizvodnje.

2.4. Prostorna struktura (Layout) i tokovi materijala

Prostorna struktura i tokovi materijala uvek treba da budu usklađeni na način da se upotpunjuju. Šema toka materijala pravi se tako da prostorni raspored mašina i koraci procesa proizvodnje budu usklađeni. Cilj je postići takav prostorni raspored mašina, koji će pratiti prirodan tok materijala u procesu proizvodnje. Na ovaj način se postiže maksimalna produktivnost u pogledu vremena, jer se međuoperaciono vreme smanjuje sa smanjenjem transportnog puta [2].

Postoje sledeći tipovi prostorne strukture:

- U oblik prostorne strukture
- Pravolinojski ili I oblik prostorne strukture
- L oblik prostorne strukture
- Comb and Spine oblik prostorne strukture
- S oblik prostorne strukture
- M oblik prostorne strukture

Najrasprostranjeniji i najčešće primenjivan tip prostorne strukture u Lean proizvodnji je "U" prostorna struktura, ali se i osatli tipovi mogu veoma uspešno koristiti.

Prilikom izbora prostorne strukture uzimaju se u obzir mogućnosti kojima sam objekat raspolaže, odnosno ograničenja objekta u odnosu na dimezije i oblik objekta, i u odnosu na druge već postojeće tokove smeštene u objektu (preduzeću).

Elementi i fizička ograničenja koja treba ispitati prilikom kreiranja prostorne strukture, a koja direktno utiču na način formiranja prostorne strukture su: grupe proizvoda, obim posla, upotreba deljive opreme i sredstava, upotreba i uloga pomoćnih stanica, lokacija ulaznih i izlaznih tačaka, visina objekta i nosivost, lokacija.

2.5. Totalno produktivno održavanje - TPO

Po definiciji Japanskog instituta za održavanje fabrika: „TPO nastoji da dovede efikasnost postrojenja do maksimuma uz pomoć sveobuhvatnog sistema preventivnog održavanja, sve dok su postrojenja upotrebljiva. TPO alat angažuje sve zaposlene, u svim odeljenjima i na svim nivoima. Motivise ljude za održavanje fabrike preko malih grupa i dobrovoljnih aktivnosti.”[3].

Totalno produktivno održavanje ima tri komponente:

1. Preventivno održavanje - sprovodi se redovnim planskim održavanjem celokupne fabričke opreme. Radnici sprovode ovo održavanje, kako bi preduhitili kvarove koji mogu da nastanu.
2. Korektivno održavanje - je postupak zamene pojedinih delova opreme novom.
3. Prevencija u održavanju - odnosi se na postupak prilikom kupovine mašine.

2.6. Uređenje radnog prostora – 6S

Metoda 6S predstavlja skup pravila za organizovanje radnog prostora. 6S metodu je najlakše primeniti i rezultati bivaju vidljivi gotovo trenutno. 6S ima za cilj da maksimalno racionalizuje prostor preduzeća i da elimiše nepotrebne pokrete radnika tako što će sav potreban alat biti na svom mestu, jasno obeležen i uočljiv, čist i uvek spreman za upotrebu. Sledeći cilj 6S metode je da radnici sami vode računa o svom random mestu i mašinama na kojim rade i na taj način doprinesu totalnom produktivnom održavanju.

Termin 5S predstavlja akronim japanskih izraza: Seiri - sortiranje, Seiton - urednost, Seiso - čistoća, Seikeco - savršenstvo i Shitsuke - disciplina. Obzirom da je LEAN koncept usvojen širom sveta, termin 5S postao je akronim i za izraze engleskog jezika: Sort, Set in order, Shine, Standardize i Sustain. 6S koristi ovih pet stubova plus dodaje stub za Bezbednost (Safety) [4].

2.7. Kontinuirano poboljšanje - Kaizen

Reč Kaizen potiče od dve Japanske reči, "kai" što znači promena i reči "zen" što znači uvideti ili steći mudrost. Kaizen je japanska filozofija koja se koristi za poboljšanje u privredi i u realnom životu. Smisao Kaizen-a je: promena na bolje ili kontinuirano unapređivanje. Kaizen aktivnost se bazira na Demingovom krugu kvaliteta PDCA ciklus, sa četiri osnovne aktivnosti koje treba sprovesti : planiranje (plan), sprovođenje (do), provera (check), delovanje (act) [5].

Ustaljeni alati i tehnike koji se koriste u LEAN konceptu koji sadrži Kaizen su: 5S, Just In Time, SMED i drugi. Ti alati i tehnike služe za smanjenje gubitaka (Muda).

2.8. Kvalitet na izvoru - Jidoka

Jidoka se definiše kao automatizacija sa ljudskom inteligencijom. Jidoka su aparati koji isključuju mašinu, ako dođe do greške na predmetu rada. Cilj Jidoke je povećanje kvaliteta proizvoda i smanjenje troškova.

Za kontrolu grešaka potrebno je projektovati uređaje koji se postavljaju na mašine i zaustavljaju je ako dodje do greške pri obradi predmeta rada. Radnik signalizira svetlima iznad radnog mesta (andon) da je došlo do problema. Zaustavlja se samo mašina na kojoj je uočena greška. Ako se problem nastavi pali se crveno svetlo i zaustavlja čitava proizvodna linija [6].

2.9. Poka Yoke

Poka Yoke je još jedna metoda za onemogućavanje grešaka u proizvodnji. Poka na japanskom jeziku, u slobodnijem prevodu, znači greška (u direktnom prevodu bi značila luda) a Yoke znači sprečavanje.

Poka Yoke su uređaji koji ne dozvoljavaju da dođe do greške od strane radnika.

Poka Yoke uređaji najčešće ne predstavljaju veliku investiciju, ali zato u mnogome pomažu da se minimiziraju varijacije proizvoda. Specifičnost ovih uređaja je u tome što moraju biti konstruisani tako da ne dozvole da dođe do greške u procesu obrade, a jedini način da projektovanje Poka Yoke uređaja bude efikasno je precizna analiza samih proizvodnih procesa i jasan cilj šta želi da se postigne u proizvodnji.

2.10. SMED

SMED je akronim za Single Minute Exchange Of a Die i označava tehniku smanjenja vremena promene i podešavanja alata na fleksibilnim mašinama. To znači da svaki operator mora biti obučen da autonomnu izmenu izvede za što kraći vremenski period i na što lakši način.

SMED se sastoji iz dve vrste aktivnosti: internih i eksternih. Interne aktivnosti podrazumevaju da je mašina zaustavljena, a eksterne se izvode dok je mašina u radu. Ideja eksternih aktivnosti je da se što više raznih podešavanja obavi pre zaustavljanja mašine [7].

Ključne prednosti koje donosi metoda SMED kod pripreme mašina za rad su: kraći ciklusi proizvodnje, smanjenje zaliha, povećanje korišćenja kapaciteta, pobolj-

šanje fleksibilnosti, poboljšanje kvaliteta, poboljšanje odgovornosti prema kupcu [8].

Najpoznatiji primer primene SMED-a koji je većina ljudi videla jeste promena guma, koliko je nama potrebno da ih promenimo, a koliko timu Formule 1 u pitu da promeni sve četiri [9].

2.11. Vizuelni menadžment – Visual Management

Vizuelni menadžment je tehnika koja obezbeđuje da svi radnici u kompaniji putem informacija prezentovanih u vizuelnoj formi mogu da razumeju stanje procesa. Velike komunikacione table u proizvodnim halama su daleko bolji način komunikacije nego pisani izveštaji, pa bi se trebale koristiti što češće [10].

Vizuelno predstavljene informacije su očiglednije, izazivaju manju polemiku nego reči, jasnije opisuju stanje, lakše se pamte, pojednostavljaju snalaženje u prostoru itd.

Neki od primera vizuelnog menadžmenta su: andon table, vizuelne procedure, osenčene table za odlaganje alata, oznake na podovima i slično.

3. PRIMENA ALATA LEAN KONCEPTA U ŠTAMPARIJI FORUM

3.1. Istorijat štamparije Forum

Štamparija Forum osnovana je 1957. godine u Novom Sadu. Trideset i dva grafičara i štampara uz veliki entuzijazam i samoodricanje otpočeli su rad na mašinama koje danas predstavljaju muzejsku vrednost. Osnovni zadatak bio je štampanje dnevnih i nedeljnih listova, časopisa i knjiga na mađarskom jeziku.

Modernizacija tehničkih kapaciteta, uz stručno osposobljavanje radnika i angažovanje vrhunskih kadrova, vrlo brzo menja lik štamparije „Forum”. Prati se i primenjuje najmodernija tehnologija, koja je u stalnom razvoju. Stiče takav ugled i renome da štampa za poručioce iz čitave Evrope.

Generacije grafičara obučavanih u Forumu godinama predstavljaju nešto najbolje i najkvalitetnije gde god da rade, a ime Forum je bila i ostala najbolja preporuka.

Štamparija Forum prva u zemlji ima četvorobojnu roto-mašinu, prva počinje da koristi elektronsko razvijanje boja, tako stvara povoljne uslove u celokupnom radnom procesu. U to vreme na tržištu dominira tehnika visoke štampe, koja je prisutna i u Forumu, ali se uporedo stvara i razvija jaka tehnička baza za razvoj ravne štampe.

Savremena tehnologija i veliko tehničko iskustvo omogućuju štampariji Forum brz razvoj i ugled u zemlji i svetu.

Štamparija „Forum” izrađuje grafičku pripremu, štampa i povezuje: novine, knjige, časopise, monografije, zabavna izdanja, poštanske marke i druge vrednosnice pod posebnim režimom bezbednosti, koje zahtevaju međunarodne norme, etikete, blankete, kesice za seme, kalendare, razglednice, prospekte, igraće karte...

3.2. Unapređenje proizvodnog sistema štamparije Forum primenom alata Lean koncepta

LEAN alate je, u skladu sa duhom kontinualnog unapređenja, potrebno uvoditi postepeno. Za početak, odabrani su neki alati, čija primena ne iziskuje puno napora i novčanih sredstava, a promene koje se postižu su

vidljive gotovo odmah. Odabrani alati koji će biti predstavljeni su:

1. Projektovanje prostorne strukture (layout-a) i toka materijala
2. Uređenje radnog prostora - 6S
3. Vizuelni menadžment
4. Totalno produktivno održavanje

3.2.1. Projektovanje prostorne strukture (layout-a) i toka materijala

Prostorna struktura i tokovi materijala moraju biti usklađeni. To znači da je potrebno napraviti takav prostorni raspored mašina, koji će pratiti prirodan tok materijala u procesu proizvodnje i na taj način postići maksimalnu produktivnost sistema u pogledu vremena.

Osnovni problem štamparije Forum predstavlja upravo loša organizacija rasporeda odeljenja, koja je raspoređena na četiri nivoa (prizemlje, prvi sprat, drugi sprat i podrum), što za posledicu ima postojanje neadekvatnih tokova materijala.

Pravljenje nove prostorne strukture za štampariju Forum je više nego isplativo i neophodno. Novom, pravilnom prostornom strukturom bi se dobio ispravan tok materijala, koji bi znatno uticao na smanjenje dužine transportnih puteva, a time i na vreme potrebno za izradu proizvoda, što bi sve zajedno doprinelo smanjenju troškova proizvodnje i poboljšanju efikasnosti, a što Lean filozofija i ima za cilj. Predlog prostorne strukture u novom prostoru sa transportnim putevima i tokovima materijala prikazan je na slici 2.



Slika 2. Prostorna struktura sa transportnim putevima i tokovima materijala za proizvode koji se povezuju lepljenjem - predlog

3.2.2. Uređenje radnog prostora – 6S

Sve prostorije štamparije treba da prođu kroz faze uređenja metode 6S.

U štampariji Forum potrebno je ukloniti predmete koji se ne koriste često u procesu rada, potrebno je ukloniti višak paleta, makulaturu, skloniti forme čija je upotreba u procesu štampanja završena na mesto za skladištenje formi, ukloniti iskorišćene štamparske forme koje se više ne mogu upotrebiti, ukloniti staru opremu čijim odbacivanjem bi se uštedeo veliki prostor.

Na drugom spratu štamparije Forum, u prostoriji gde su smeštene mašine za savijanje, nalazi se takođe i stara oprema za bigovanje, stolovi koji su stari, samo zauzimaju prostor jer se ne koriste, ali zbog veoma male mogućnosti da će ipak nekad biti od koristi se i dalje čuvaju i bezpotrebno zauzimaju veliku količinu prostora.

Odbacivanjem ove opreme uštedeo bi se prostor koji bi mogao da se iskoristi za druge svrhe ili da se slobodan prostor iskoristi za eventualno ubacivanje nove opreme.

3.2.3. Vizuelni menadžment

Upotreba vizuelnog menadžmenta u procesu rada donosi sledeće prednosti: procesi se stabilizuju i postaju pouzdaniji, eliminišu se gubici, povećava se radni moral... Table mašina - Kao deo vizuelnog menadžmenta u upotrebu treba uvesti table mašina koje se postavljaju pored mašine na koju se odnose, kao podrška procesu rada (slika 3.).

Table mašina su podeljene na 4 dela:

1. Raspored čišćenja i podmazivanja mašine
2. Praćenje efikasnosti
3. Deo za komunikaciju
4. Praćenje prijavljenih problema i novih ideja.



Slika 3. Realizacija table za ofset Heidelberg mašinu

Zeleni tag - U sklopu sastavne obuke za rad na nekoj mašini svaki radnik je naučen koje korake mora da preduzme pre puštanja mašine u rad. Da bi sprečili nastanak problema i osigurali bezbednost pored svake mašine kao podsetnik se postavlja zeleni tag na kojem su ispisani svi koraci koji obavezno moraju da se sprovedu pre puštanja mašine u rad.

Žuti tag se koristi tako sto svako od zaposlenih kad uoči neki problem, kao što je nebezbedno radno mesto, nedostatak neki kod mašine, nedostatak opreme, treba da popuni žuti tag i ostavi ga na mestu gde se problem nalazi.

Jedan od problema u štampariji Forum, kada je o narušavanju bezbednosti reč, predstavljaju kablovi mašina koji nisu adekvatno zaštićeni, što bi vremenom dovelo do oštećenja istih, a što može uzrokovati pojavu kratkih spojeva i drugih sličnih problema i opasnosti pri radu. Iz navedenog, evidentno je to da je potrebno rešiti problem nezaštićenih kablova u čitavom proizvodnom pogonu.

Takt monitor služi kao pomoć u određivanju ritma rada unutar jednog odeljenja. Tak monitor je elektronska andon tabla na kojoj se nalaze informacije na osnovu kojih radnici lako mogu da vide u kom stanju i do koje mere se došlo u procesu proizvodnje na određenoj mašini i na osnovu toga da koriguju ritam rada, tj. vide da li obavljaju posao prebrzo ili presporo. Informacije koje se prikazuju na takt monitoru za mašinu za štampu su: trenutno odštampan broj tabaka, brzina kojom mašina štampa, kolika je njena efikasnost u procentima u odnosu na njene performanse, koliko dugo mašina radi i sl.

Takt monitor je povezan sa internom mrežom u organizaciji, pa menadžment može da dobije informacije

o stanju u hali sa bilo kojeg kompjutera unutar organizacije, što olakšava posao i štedi vreme jer nije potrebno sići u halu kako bi se dobile informacije o stanju procesa proizvodnje.

3.2.4. Totalno produktivno održavanje - TPO

Za održavanje mašina u štampariji Forum zaduženi su radnici koji rade na tim mašinama. Na svakom radnom mestu nalazi se oprema za osnovno preventivno održavanje, podmazivanje i čišćenje. Osnovno preventivno održavanje obavlja se u fiksnim vremenskim intervalima (dnevno). Za ostali deo održavanja koriste se uređaji za dijagnostikovanje, kao i preporuke proizvođača koliko često treba menjati određeni deo. Što je oprema za dijagnostikovanje preciznija i lakša za upotrebu, češće će biti i provere mašina, a samim tim i manje šanse za otkaz. U situaciji da dođe do nekog većeg kvara na mašini, koji radnik ne može da otkloni, zove se servis.

4. ZAKLJUČAK

Za štampariju Forum uvođenje ovih alata znači samo početak kontinualnog procesa poboljšanja efikasnosti proizvodnog sistema. U ovom radu date su smernice za promene. Kako bi promene donele pozitivne rezultate, potrebno je da svi zaposleni, i radnici i rukovodioci, učestvuju u njima, i da se cela organizacija prilagodi filozofiji neprestanog unapređenja proizvodnog procesa i eliminacije suvišnih troškova.

Od velikog je značaja da preduzetnici shvate da opstanak na tržištu u velikoj meri zavisi od sposobnosti preduzeća da maksimalno smanji troškove. Može se zaključiti da kompanije koje posluju po LEAN principima imaju veće šanse za uspeh i zato će u budućnosti LEAN konceptu biti posvećivano sve više pažnje i interesovanja, dok se naposljetku ne bude moglo zamisliti poslovanje bez ove filozofije.

5. LITERATURA

- [1] Taiichi O., *Toyota Production System*, Productivity Press 1988.
- [2] http://www.qualitytrainingportal.com/resources/lean_manufacturing/lean_manufacturing_layouts.htm
- [3] Pekka Katila, "Applying Total Productive Maintenance – principles in the flexible manufacturing systems", 2000.
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/5S_%28methodology%29
- [5] <http://www.cqm.rs/2010/pdf/37/33.pdf>
- [6] <http://sr.scribd.com/doc/42667669/Slobodan-Radicev-LEAN-Koncept-Integrirani-Kvalitet>
- [7] Shigeo Shingo, *Quick Changeover for Operators: The SMED System*, Productivity Press, 1996.
- [8] <http://www.trizsigma.com/smed.html>
- [9] <http://leanman.hubpages.com/hub/SMED>
- [10] <http://www.redlion.net/Support/VirtualHelpDesk/WhitePapers/PTVWhitePaper.pdf>.

Kratka biografija:



Melita Antal rođena je u Bačkoj Topoli 1985. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranila je 2014.god.

**UTVRĐIVANJE KOLIČINE, SASTAVA I POTENCIJALA ZA ISKORIŠĆENJE
KOMUNALNOG OTPADA U SRBIJI****DETERMINING THE QUANTITY, COMPOSITION AND POTENTIAL FOR
UTILIZATION OF MUNICIPAL WASTE IN SERBIA**

Jelena Kolarov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – U radu je predstavljena analiza količine i sastava otpada u 10 reprezentativnih opština Republike Srbije izvedena u skladu sa propisanom metodologijom. Dobijeni su rezultati količina i sastava otpada u tri različita sektora stanovanja i opštinama različitog ekonomskog statusa koji zajedno oslikavaju sve grupe generatora komunalnog otpada. Na osnovu sprovedenih analiza i obrađenih rezultata utvrđeni su potencijali za iskorišćenje različitih frakcija komunalnog otpada. Shodno navedenim rezultatima dati su predlozi scenarija koje treba primeniti u zavisnosti od lokalnih karakteristika opštine.

Abstract - The paper presents an analysis of the quantity and composition of waste in 10 representative municipalities of the Republic of Serbia performed in accordance with the prescribed methodology. We got the results of volume and composition in three different housing sector and the municipalities of varying economic status which together reflect all groups of generators of municipal waste. Based on the conducted analysis and processed results identified potentials for the utilization different fraction of municipal waste. With results there are also given scenarios to be used depending of the local characteristics of the municipality.

Ključne reči: *upravljanje otpadom, primarno recikliranje, reciklabilni materijali*

1.UVOD

Nastajanje otpada je rezultat ukupne ekonomske aktivnosti svake države, i kao takvo je u direktnoj korelaciji sa nacionalnom ekonomijom. Nastajanje komunalnog otpada zavisi od stepena industrijskog razvoja, životnog standarda, načina života, socijalnog okruženja, potrošnje i drugih parametara svake pojedinačne zajednice.

Otpadom se smatra svaka materija ili predmet sadržan u listi kategorija otpada (Q lista) koji vlasnik odbacuje, namerava ili mora da odbaci, u skladu sa zakonom. Jedna od najvažnijih, početnih faza, u lancu upravljanja otpadom je njegovo pravilno razvrstavanje.

Otpad se razvrstava prema Katalogu otpada, koji predstavlja zbirnu listu svih vrsta opasnog i neopasnog otpada, identifikovanih prema mestu nastanka i poreklu [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Dejan Ubavin.

Otpad danas sadrži kompleksnu mešavinu materijala uključujući plastiku, metal, opasne materije i sl. Iz tog razloga upravljanje otpadom je tema kojom se sa velikom pažnjom bave sve zemlje u razvoju i legislativa na ovom polju se konstantno menja i unapređuje.

**2. PODELA OTPADA I PRINCIPI UPRAVLJANJA
OTPADOM****2.1 Podela otpada**

Prema poreklu, otpad se deli na;

- komunalni otpad;
- poslovni, komercijalni otpad;
- industrijski otpad.

U zavisnosti od opasnih karakteristika koje utiču na zdravlje ljudi i životnu sredinu, otpad može biti:

- inertni otpad;
- opasan otpad;
- neopasan otpad.

2.2 Ključni principi upravljanja otpadom

Upravljanje otpadom je skup aktivnosti, odluka i mera usmeren ka postizanju sprečavanja nastanka otpada, smanjivanju količine nastalog otpada kao i smanjenju ukupnog delovanja otpada na životnu sredinu.

Ključni principi upravljanja otpadom su:

- Princip održivog razvoja;
- Princip prevencije;
- Princip blizine i regionalni pristup upravljanju otpadom;
- Princip predostrožnosti;
- Princip "zagađivač plaća";
- Princip hijerarhije u upravljanju otpadom;
- Princip primene najpraktičnijih opcija za životnu sredinu;
- Princip odgovornosti proizvođača

3. KATEGORIJE RECIKLABILNIH MATERIJALA U SASTAVU KOMUNALNOG OTPADA

Veoma je važno najpre odvojiti otpad prema vrstama otpadaka. Mnoge otpadne materije se mogu ponovo iskoristiti ako su odvojeno sakupljene. U reciklabilni otpad svakako spadaju:

- PET ambalaža
- Papir
- Baštenski i biorazgradivi otpad
- Staklo
- Metal
- Električni i elektronski otpad
- Građevinski otpad i otpad od rušenja

4. METODOLOGIJA ZA PROCENU GENERISANIH KOLIČINA I MORFOLOŠKOG SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA U REPUBLICI SRBIJI

Metodologija koja se koristi u našoj zemlji proistekla je na osnovu sagledavanja i analize sličnih metodologija i iskustava u drugim državama. Metodologija se sastoji iz dva segmenta: procene generisanih količina komunalnog otpada u odabranim opštinama i uzorkovanje i analiza morfološkog sastava otpada za te opštine. Dobijeni podaci služe da se proceni količina generisanog otpada po stanovniku, kao i struktura tog otpada.

4.1 Morfološki sastav

Morfološki sastav otpada predstavlja i pokazuje sadržaj i količinu pojedinih frakcija koje čine otpad. Prikupljanje podataka o sastavu komunalnog otpada vrši se analizom uzorka približne težine 500kg., gde se pri tome otpad prikuplja na osnovu slučajnog odabira, uključujući delove grada koji najbolje predstavljaju odgovarajuću gradsku zonu-sektor.[1]

4.2 Opis metodologije za određivanje morfološkog sastava komunalnog otpada.

Morfološki sastav otpada se utvrđuje iz 3 zone (sektora stanovanja) na teritoriji jedinice lokalne samouprave:

- 1) podaci prikupljeni iz gradske zone - sektora individualnog stanovanja (naselja sa kućama koja poseduju dvorište/baštu, a nalaze se u gradskoj zoni);
- 2) podaci prikupljeni iz gradske zone - sektora kolektivnog stanovanja i komercijalna zona (naselja sa blokovima stambenih zgrada);
- 3) podaci prikupljeni iz seoske zone stanovanja u okviru opštine (naselja sa kućama koja poseduju dvorište/baštu, a nalaze se u seoskoj zoni opštine).

Potrebno je obezbediti radnu snagu, kao i ostalu opremu koja je potrebna za realizaciju procesa sortiranja otpada:

1. Elektronska vaga
2. Kante za otpad (zapremine 85l)
3. Rešetka (za dobijanje finih elemenata <20mm)
4. Pomoćno oruđe i alati

Razvrstavanje otpada vrši se ručno, svaka kanta se meri posebno i rezultati se zapisuju u tabelu.

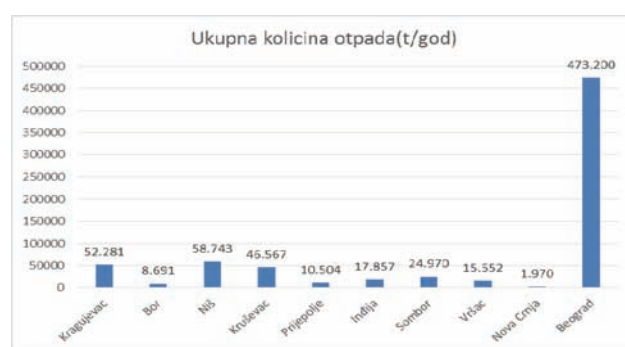
Kao rezultat analize dobija se količina otpada po navedenim kategorijama u kg, kao i ukupna količina uzorka.

5. REZULTATI ANALIZE

Na osnovu uvida u dobijene rezultate (Slika 1) evidentno je da daleko najveće količine generisanog otpada ima grad Beograd u odnosu na sve ostale opštine i gradove sa 473.200 t na godišnjem nivou.

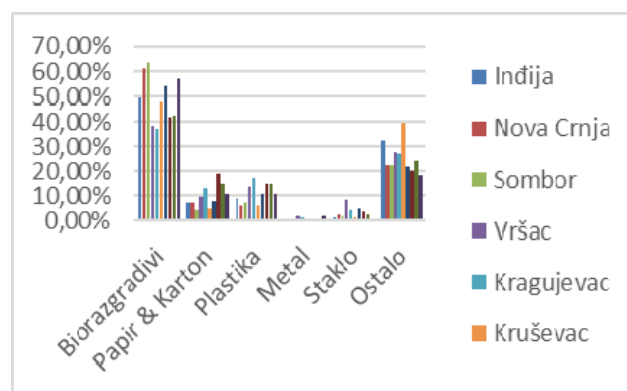
Zatim sledi grad Niš sa 58.743 t, opština Kragujevac sa 52.281 t i opština Kruševac sa 46.567 t.

Opštine Indija, Vršac, Prijepolje i Bor beleže manje količine dok najmanju količinu otpada ima opština Nova Crnja sa 1.970 t po godini.



Slika 1: Količine generisanog otpada po opštinama

Kada je u pitanju poređenje sastava otpada po opštinama (Slika 2), može se uočiti velika različitost u odnosu na zastupljenost različitih kategorija otpada, u narednom grafiku su prikazane uporedne vrednosti za organsku frakciju kao najzastupljeniju i četiri kategorije reciklabilnih materijala; karton i papir, plastika, staklo i metal.



Slika 2: Poređenje sastava otpada po opštinama

Kada se radi o organskim frakcijama otpada, odnosno „ostali biorazgradivi otpad“ i „baštenski otpad“ najviše ima u Opštini Sombor i Nova Crnja sa preko 60% i zatim slede Niš i Prijepolje sa preko 50%.

Najmanje vrednosti organske frakcije imaju opština Vršac i grad Kragujevac sa ispod 40%. U ostalim opštinama ideo se kreće između 40% i 50%.

Plastika je sledeća najzastupljenija kategorija u morfologiji otpada; u velikom delu opština ona čini između 10% i 20% od ukupne vrednosti sakupljenog otpada. Najveći udeo od oko 18% ima Kragujevac, zatim sa prilično ujednačenim vrednostima od oko 15% slede Vršac, Bor, Beograd. Oko 10% udela plastike imaju Indija, Niš i Prijepolje a najmanje vrednost plastike oko 5% udela imaju Nova Crnja, Sombor i Kruševac.

Kada je u pitanju papir i karton, udeo u ukupnom sakupljenom smeću je sličan kao i udeo plastike ispod 20% sa manjim ili većim razlikama pojedinačno po opštinama/gradovima.

Ubedljivo najveću količinu ima Bor sa oko 19%, između 10% i 15% imaju Kragujevac, Beograd i Prijepolje i ispod 10% Indija, Nova Crnja, Sombor, Kruševac i Niš. Uz napomenu da su u ovoj kategoriji plastične kese od svih tzv. lakih frakcija najdominantnije za većinu opština.

6. ZAKLJUČAK

Neophodno je proširiti teritoriju na kojoj će se organizovano sakupljati otpad na 100% u odnosu na sadašnjih oko 60%. Podaci dobijeni analizama koje su predstavljene u ovom radu mogu biti jasan pokazatelj na koje tokove otpada treba posebno obratiti pažnju.

Analiza je pokazala da najveći procenat komunalnog otpada predstavlja biorazgradivi otpad, odnosno otpad od hrane i baštenski otpad, što znači da u regionalnom planu moraju biti implementirana rešenja kojima će se količine ove vrste otpada koja dospeva na deponiju postepeno smanjivati

Izgradnja kompostilišta gde bi se odlagao organski otpad je potreba u svim analiziranim opštinama, čime bi se praktično tretirala skoro polovina ukupnog sakupljenog otpada.

Sto se tiče reciklabilnih kategorija otpada analiza je pokazala da se sakupi velika količina PET ambalaže, papirne ambalaže i plastike pa treba postaviti tipizirane kontejnere u užim gradskim sredinama gde se odlaganje smeća vrši svakodnevno kao što su Beograd, Kragujevac, Bor, Kraljevo i Indija.

U ruralnim sredinama opština Sombor, Vršac, Nova Crnja, Prijepolje gde frekventnost nije tako velika, prikupljanje reciklabilnih materijala bi moglo da se vrši preko reciklabilnih dvorišta.

7. LITERATURA

[1] Vujić G, Ubavin D, Stanisavljević N, Batinić B. 2012. Upravljanje otpadom u zemljama u razvoju. Novi Sad.

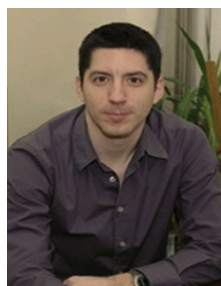
[2] Službeni Glasnik RS, br. 56/2010. Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada.

[3] Dahlen Lisa, Lagerkvist A. 2008. Methods for household waste composition studies. Sweden.

Kratka biografija:



Jelena Kolarov rođena je 1981. godine u Odžacima. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstvo životne sredine - utvrđivanje količine, sastava i potencijala za iskorišćenje komunalnog otpada u Srbiji odbranila je 2014. god.



Dr. Dejan Ubavin rođen je 1980. god. u Novom Sadu. Diplomirao je 2004. god. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Inženjerstvo zaštite životne sredine. Zatim na istom smeru završava magistarske studije 2008. god. i doktorske 2012. god, nakon čega je stekao zvanje docenta.

NOVELIRANJE USLOVA ZAŠTITE IZVORIŠTA „CARINA” SA OSVRTOM NA RAD DRENAŽNOG JEZERA U KLADOVU**UPDATE OF SAFETY CONDITIONS OF THE WATER SPRING „CARINA” WITH CONSIDERATION OF WORK DYNAMICS IN THE DRAINAGE LAKE IN KLADOVO**

Aleksandar Čalenić, Milan Dimkić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – U radu su prikazane geološke, hidrogeološke i hidrološke karakteristike kao i kvalitet podzemnih voda, površinskih voda reke Dunav i voda u jezeru na istražnom području. Na osnovu podataka urađeno je etaloniranje i verifikacija matematičkog modela pomoću kojeg su novelirane zone sanitarne zaštite izvorišta. Prikazan je i objašnjen mogući uticaj drenažnog jezera na izvorište „Carina”.

Abstract –This paper presents the geological, hydrogeological and hydrological characteristics, quality of groundwater and surface water of the Danube River and the water in the lake at the target area. Based on the data were performed calibration and verification of a mathematical model by which have been amended sanitary protection zones sources also presented and explained the potential impact of drainage lakes in the spring „Carina”.

Ključne reči: HE „Derdap II”; hidrodinamička analiza; izvorište podzemnih voda; matematički model; kvalitet vode; zone sanitarne zaštite.

1. UVOD

Izvorište „Carina” je locirano na zapadnom delu Kladova, na desnoj obali reke Dunav, koja je pod uticajem uspora brane HE „Derdap II”. Celokupna količina voda na izvorištu „Carina”, maksimalnog kapaciteta od oko 90-100 l/s, se obezbeđuje zahvatanjem podzemnih voda iz freatske izdani, putem 5 eksploatacionih bunara. Na kaptiranim podzemnim vodama se, u sadašnjim uslovima, izuzev hlorisanja, ne obavlja bilo kakav dalji tretman, već se ona distribuira do potrošača u naseljima Kladovo, Kostol i Kladušnica, gde živi ukupno oko 12000- 15000 stanovnika.

Šire područje izvorišta je, u hidrauličkom smislu, ograničeno sa severne i severozapadne strane rekom Dunav (duž čije obale je formirana industrijska zona Kladova), a sa južne strane višom turn- severinskom terasom. Zapadno od izvorišta nalazi se rečica Matka (ovaj deo zaposednut je poljoprivrednim parcelama), dva jezera, rekreaciono i retenziono (ovaj deo područja je urbanizovan- naselje je sa izgrađenom infrastrukturom) nalaze se istočno od izvorišta.

NAPOMENA:

Rad je proistekao iz master rada čiji je mentor dr Milan Dimkić, red.prof.

Režim podzemnih voda u zoni izvorišta zavisi dominantno od doticaja koji se ostvaruje na osnovu ostvarene aktivne hidrauličke veze izdani sa rekom Dunav, a sekundarno od doticaja sa više, turn- severinske terase i infiltracije atmosferskih voda.

2. OPŠTE KARAKTERISTIKE NA PODRUČJU**2.1. Hidrološke karakteristike istražnog područja**

Sa hidrološkog aspekta, režim podzemnih voda na istraživanom području dominantno se formira pod uticajem režima reke Dunav, usled ostvarene aktivne hidrauličkog kontakta.

U prirodnom režimu Dunava (pre formiranja uspora), u zoni naselja Kladovo, vodostaji Dunava su se merili na v.s. Turn Severin i oscilovali u periodu 1970- 1986. god. u dijapozanu kota oko 33- 42 mnm. Prosečni vodostaji Dunava su oscilovali oko kota 37.5-38.0 mnm. U usporenom režimu Dunava, u zoni naselja Kladovo, oscilacije vodostaja registrovane su u intervalu kota od 39.5- 43.5 mnm. Prosečni vodostaji Dunava registrovani su oko kote 41.0 mnm. Nakon uspostavljanja punog uspora Dunava duž akumulacije HE „Derdap II” došlo je do povišenja prosečnih vodostaja za oko 3.5 m. Minimalni nivoi Dunava su povišeni za oko 6.0- 6.5 m, a maksimalni nivoi za oko 0.8- 1.0 m.

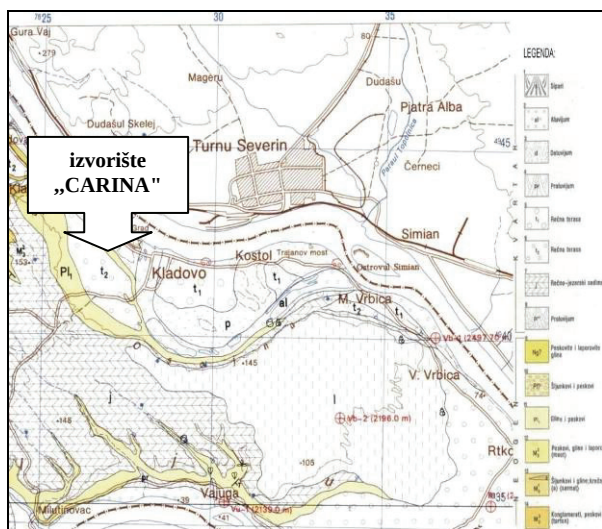
2.2. Geološke karakteristike istražnog područja

Područje dunavskog ključa pripada krajnjim zapadnim delovima dakijskog basena koje je izgrađeno od sedimenata različite starosti. Geološke karakteristike šireg područja istraživanja prikazane su na osnovnoj geološkoj karti (OGK SFRJ L 34- 130- list Turn Severin) (slika 1). Terasni sedimenti predstavljeni su višom (Q_{t2}) i nižom (Q_{t1}) rečnom terasom. Viša turn- severinska terasa (Q_{t2}) prostire se južno i jugozapadno od Kladova. Stvorena je eroziono- akumulacionim radom Dunava i leži 25 do 40 metara iznad pomenute reke. Sačinjena je od šljunkova različite granulacije sa peskovima i glinama. Niža kladovska terasa (Q_{t1}), ima šire rasprostranjenje. Na području Kladova sačinjena je od šljunkova različite granulacije i peskova u donjim delovima kompleksa preko kojih leže sugline i supeskova.

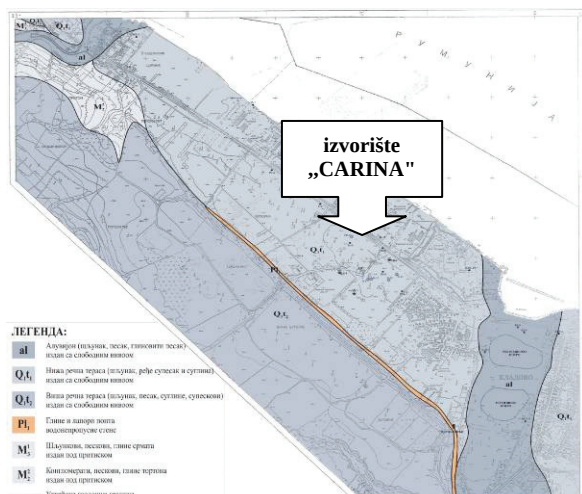
2.3. Hidrogeološke karakteristike istražnog područja

Kladovska rečna terasa predstavlja najnižu rečnu terasu. Veliko rasprostranjenje izdani, dobre filtracione karakteristike i velika debljina terasnih sedimenata, te dobra hidraulička povezanost sa rekom Dunav uslovljavaju da se u okviru ove izdani akumuliraju značajne količine podzemnih voda, koje se brzo

obnavljaju zbog izražene aktivne vodozamene, prvenstveno sa površinskim vodama iz Dunava, a zatim i atmosferskim vodama.



Slika 1: Osnovna geološka karta šireg područja istraživanja



Slika 2: Hidrogeološka karta šireg područja izvorišta „Carina”

Osnovni vodonosni sloj je sačinjen od šljunkova različite granulacije i peskova u donjim delovima kompleksa, izuzetno dobrih filtracionih svojstava, znatne debljine, preko kojih leže sugline i supeskovi. Koeficijenti filtracije ovog vodonosnog sloja variraju u zavisnosti od dominantne frakcije, ali se najčešće kreću u intervalu $(5-40) \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$ [1]. Sprovedenim opitom crpenja na opitno- eksploatacionim bunarima krajem 2008. god. dobijene su vrednosti koeficijenta transmisibilnosti u intervalu $(8-50) \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

Iznad vodonosnog sloja ne postoji značajan povlatni sloj, te se može zaključiti da je izdan kladovske terase formirana u otvorenoj hidrogeološkoj strukturi.

2.4. Režim podzemnih voda

Praćenje režima podzemnih voda zbijene izdani sa slobodnim nivoom, koju kaptira razmatrano izvorišta „Carina”, može se obaviti na osnovu analize rezultata kontinualnog osmatranja nivoa podzemnih voda na strukturno- pijezometarskim bušotinama, koje do danas

nisu uništene, novo izvedenim strukturno- pijezometarskim bušotinama i eksploatacionim bunarima izvorišta „Carina”.

Od svih ranije izvedenih pijezometara tokom dosadašnjih istraživanja, danas na području egzistiraju samo neki od pijezometara (P-1, P-4, P-5, P-6 i P-8) koji su izvedeni za potrebe izrade „Hidrogeološke studije fluornog zagađenjan izvorišta Carina” i pijezometri izvedeni za potrebe osmatranja i analize uspora izazvanih radom HE „Derdap II” (Kl- 8, Kl- 13, Kdf- 29). Ovi pijezometri dopunjeni su sa šest novih pijezometarskih bušotina (Pc- 1 do Pc- 6), u cilju detaljnijeg sagledavanja režima podzemnih voda na području. Nivoi podzemnih voda na samom izvorištu „Carina” mogu se pratiti i na eksploatacionim bunarima (B- 5, B- 9, B- 11, B- 12 i B- 13) koji kaptiraju zbijenu izdan sa slobodnim nivoom, a koji su i danas u eksploataciji [3]. Kontinualno osmatranje nivoa podzemnih voda na svim navedenim, postojećim osmatračkim objektima obavljaju se, od maja 2008. godine, na svakih 7/15 dana.

U formiranju režima podzemnih voda na razmatranom području dominantan uticaj ima površinski vodotok Dunava. Prihranjivanje izdani obavlja se delom i podzemnim doticajem iz zaleđa, sa hipsometrijski više, turn- severinske rečne terase kao i usled uticaja parametara vertikalnog bilansa, s obzirom da je zbijena izdan sa slobodnim nivoom formirana u otvorenoj hidrogeološkoj strukturi, odnosno da nema izraženog povlatnog, slabije propusnog sloja [2]. Sekundarno prihranjivanje izdani obavlja se i doticajem vode iz samoizlivnih arteskih bunara, sa površine terena.

Dreniranje izdani se obavlja prirodnim putem, oticajem vode u reku Dunav, pri niskim vodostajima reke, tokom sušnih perioda. Dreniranje izdani obavlja se i veštački, putem pet eksploatacionih bunara izvorišta „Carina”, ukupnog maksimalnog kapaciteta 90 l/s, ali i putem pojedinačnih bunara kojima se voda zahvata za industrijske delatnosti i individualne potrebe domaćinstava.

Na režim podzemnih voda u široj zoni izučavanog područja utiču i dva jezera, od kojih je jedno retenziono a drugo rekreaciono, koja su u sklopu drenažnog sistema za odbranu naselja Kladovo od visokih voda Dunava. Nivoi vode u ovim jezerima se održavaju pomoću crpnih stanica. Na osnovu dostupnih podataka o nivoima vode u jezerima, može se zaključiti da se nivoi generalno održavaju oko projektovanih kota od 39 mm. Rekreaciono jezero je vrlo često nepovoljnog kvaliteta i iz tog razloga se periodično čisti, dok je u retenzionom jezeru razvijen prirodni ekosistem.

3. KVALITET POVRŠINSKIH VODA REKE DUNAV

Rezultati sprovedenih fizičko- hemijskih ispitivanja reke Dunav, koje je obavio Zavod za javno zdravlje „Timok” iz Zaječara, ukazuju da je, prema Uredbi o klasifikaciji voda (Službeni glasnik SRS br. 5/68), kvalitet vode reke Dunav se u granicama II klase kvaliteta.

Prisutna su povremena odstupanja po pojedinim parametrima (ogransko zagađenje, bilans kiseonika, koncentracije gvožđa i suspendovanih materija, fenola i mineralnih ulja i dr.). Svi ostali parametri kvaliteta vode

su uvek bile u dozvoljenim granicama za vode II klase kvaliteta.

4. KVALITET VODE REKREACIONOG I RETENZIONOG JEZERA

„In situ“ merenjima, koja su vršena u tri tačke na svakih 0,5- 1,0 metara, od površine do dna, konstatovan je deficit kiseonika u hipolimnionu, koji se na oko 0,5 metara od dna graničio sa anoksijom u svim tačkama na jezeru. Konstatovano je i termičko raslojavanje sa razlikama u temperaturi od prosečno 8°C. Proces fotosinteze i respiracije odrazili su se i na postojanje gradijenta pH vrednosti koje su u oblasti alkalnih vrednosti. Na dubini do 1,0 metar, u oblasti intenzivnih fotosintetskih procesa, maksimalna vrednost pH iznosi 8,73, a ispod, pri dnu, u zoni intenzivne razgradnje organskih materija, minimalna vrednost pH iznosi 7,29. Promene elektrolitičke provodljivosti su se pojavile po dubini i najveće razlike su konstatovane ispod 2 metra.

Kvalitet je od propisanih vrednosti odstupao i u pogledu fizičko- hemijskih i mikrobioloških parametara za podzemne vode jezera i mulj.

5. KVALITET PODZEMNIH VODA

Rezultati ispitivanja fizičko- hemijskih, mikrobioloških i radioloških parametara eksploatacionih bunara izvorišta „Carina“ i okolnih pijezometara, sprovedenih u periodu 2005- 2010. godine, ukazuju da podzemne vode po svim parametrima odgovaraju Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. list SRJ 42/98). Registrovano je prisustvo pojedinih bakterija, u količini koja se neutrališe kroz postojeći tretman vode na izvoru. Povećan sadržaj pojedinih parametara u pijezometrima, uglavnom elektroprovodljivosti i NO_2 , može se opravdati ustajalošću vode, jer pijezometri iz tehničkih razloga, nisu duže vreme ispirani za potrebe ovih analiza.

6. ZAKONSKA REGULATIVA I USLOVI ZA OSTVARIVANJE SANITARNE ZAŠTITE IZVORIŠTA

Prema aktuelnoj zakonskoj regulativi, trenutno važeći zakon kojim se definiše navedena problematika je Pravilnik o načinu određivanja i održavanja zona sanitarne zaštite izvorišta, prema Službenom glasniku SRS, br. 92/08. Ovim pravilnikom bliže se propisuje način određivanja i održavanja zona sanitarne zaštite objekata za snabdevanje vodom za piće.

Prema navedenom Pravilniku, neophodno je uspostaviti tri zone zaštite izvorišta:

- Neposrednu zonu, kao zonu I,
- Užu zonu zaštite, kao zonu II,
- Širu zonu zaštite, kao zonu III

Aktuelni pravilnik nalaže postavljanje prve, neopredne zone sanitarne zaštite izvorišta na najmanje 10 metara od objekta za snabdevanje vodom za piće. Ova zona se obezbeđuje ograđivanjem i pristup je dozvoljen samo zaposlenim licima. Ukoliko ne boravi stalno zaposlena osoba, ograđuje se radi sprečavanja nekontrolisanog pristupa ljudi i životinja zaštitnom ogradom koja ne može biti bliža od 3 metra od vodozahvatnog objekta koji

okružuje. Zasađuje se dekorativnim zelenilom, rastinjem koje nema duboki koren i može se koristiti kao senokos.

Druga, uža zona sanitarne zaštite izvorišta se konkretno ne definiše, već prema važećem Pravilniku mora da bude toliko velika da obezbedi zaštitu vode od mikrobiološkog, hemijskog, radiološkog i drugih vrsta zagađenja. Ova zona je pod sanitarnim nadzorom i u njoj se zabranjuje izgradnja objekata postavljanje uređaja i obavljanje ostalih radnji koje mogu na bilo koji način zagađiti vodu i mora biti vidno označena. Zona uže sanitarne zaštite izvorišta, kod izdani formirane u međuznastoj sredini, je definisana kao prostor koji pokriva deo sliva sa koga voda dotiče do vodozahvatnog objekta za najmanje 50 dana. Ova zona se može smanjiti do 50 metara od vodozahvatnog objekta u pravcu toka vode, ako je izdan pod pritiskom, odnosno vodonosna sredina pokrivena povlatnim, zaštitnim pokrivačem koji omogućuje smanjenje uticaja zagađivača sa površine terena ili izjednačiti sa prvom zonom, ukoliko je vodonosna sredina pokrivena vodonepropusnim povlatnim slojem koji omogućava potpuno neutralisanje uticaja zagađivača sa površine terena.

Poslednja, šira zona sanitarne zaštite, daje se kao zona u kojoj je zabranjena izgradnja industrijskih i drugih objekata čije otpadne vode i druge otpadne materije iz tehnološkog procesa proizvodnje mogu zagađiti izvorište, osim objekata od posebnog značaja za zaštitu zemlje. Zona šire sanitarne zaštite izvorišta, kod izdani formirane u međuznastoj sredini, je definisana kao prostor koji pokriva deo sliva sa koga voda dotiče do vodozahvatnog objekta za najmanje 200 dana. Ova zona se može smanjiti do 500 metara od vodozahvatnog objekta u pravcu toka vode, ako je vodonosna sredina pokrivena povlatnim, zaštitnim pokrivačem koji omogućuje smanjenje uticaja zagađivača sa površine terena ili izjednačiti sa drugom zonom, ukoliko je vodonosna sredina pokrivena vodonepropusnim povlatnim slojem koji omogućava potpuno neutralisanje uticaja zagađivača sa površine terena.

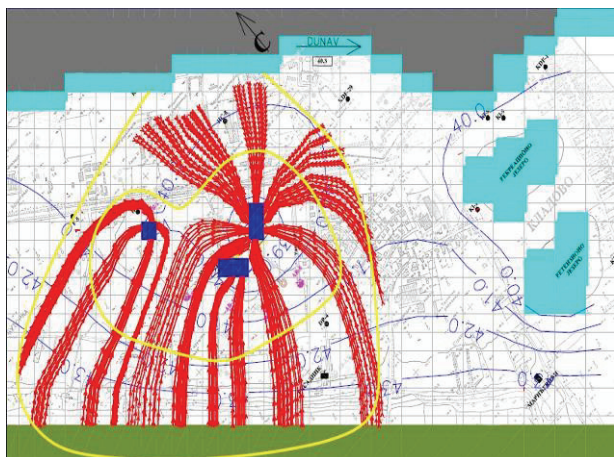
7. MATEMATIČKI MODEL STRUJANJA PODZEMNIH VODA U ŠIROJ ZONI IZVORIŠTA „CARINA“

Noveliranje zona sanitarne zaštite izvorišta „Carina“ za vodosnabdevanje Kladova i okolnih naselja sprovedeno je za postojeće stanje na području i aktuelne potencijalne zagađivače koji mogu ugroziti izvorište, a sa posebnim osvrtom na drenažna (rekreaciono i retenziono) jezera u blizini izvorišta čiji je kvalitet znatno devastiran u prethodnom periodu.

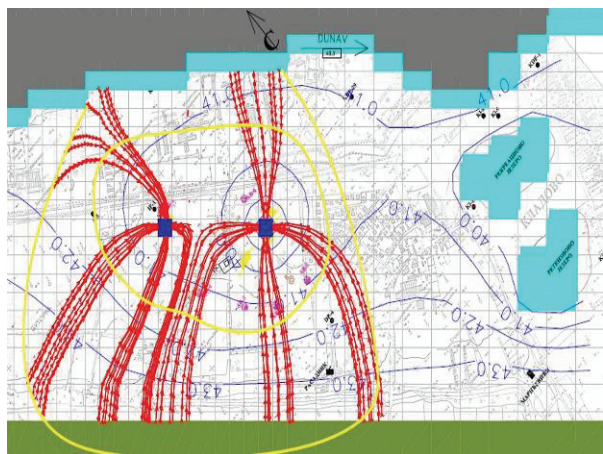
Noveliranje je obavljeno na ranije formiranom matematičkom modelu simulacije strujanja podzemnih voda (programski paket *Processing Modflow*) izrađenog za potrebe izrade „Elaborata o zonama sanitarne zaštite izvorišta „Carina“ za vodosnabdevanje Kladova i okolnih naselja Kladušnica i Kostol. Strujanje podzemnih voda na matematičkom modelu simulirano je u prethodnim istraživanjima kao kvazistacionarno, a ovde je simulirano kao nestacionarno, za proračunski period januar- maj 2014. god. Pri noveliranju matematičkog, hidrodinamičkog modela korišćeni su svi postojeći i raspoloživi podaci, rezultati terenskih istraživanja i sistemskih dodatnih osmatranja nivoa podzemnih voda i nivoa reke Dunav i nivoa vode u jezerima.

8. HIDRODINAMIČKI PRORAČUNI- SADAŠNJA EKSPLOATACIJA

Na etaloniranom i verifikovanom matematičkom modelu izučavane izdani u široj zoni izvorišta „Carina“, za aktuelne uslove na području, sprovedeni su hidrodinamički proračuni i prognoze efekata eksploatacije podzemnih voda, pri čemu se podrazumeva kontinualan rad izvorišta sa kapacitetom koji varira, u zavisnosti od hidroloških uslova i potreba za vodom. Rezultati sprovedenih hidrodinamičkih proračuna predstavljaju osnovu za sagledavanje i eventualno noveliranje zona sanitarne zaštite izvorišta u uslovima sadašnje eksploatacije.



Slika 3. Prikaz nivoa podzemnih voda sa pravcima strujanja i vremenom putovanja idealnog trasera sa izohronama za 50 i 200 dana, za minimalne osmotrene nivoove Dunava (90% trajanja= 40,3 mm) i maksimalnu dnevnu eksploataciju izvorista ($Q = 90.7 \text{ l/s}$)



Slika 4. Prikaz nivoa podzemnih voda sa pravcima strujanja i vremenom putovanja idealnog trasera sa izohronama od 50 i 200 dana, za prosečni osmotreni nivo Dunava (50% trajanja= 41,3 mm) i prosečnu dnevnu eksploataciju izvorista ($Q = 46.8 \text{ l/s}$)

Pri analizi režima podzemnih voda na razmatranom području, u računskom periodu januar 2014- maj 2014. god., kontinualno su, na dnevnom nivou, praćeni pojedinačni kapaciteti eksploatacionih bunara i zbirna količina vode na kontrolnoj tabli crpne stanice, kao i vodostaji Dunava kod Kladova i količine padavina na m.s. Negotin, koji su inkorporirani u matematički model.

9. ZAKLJUČAK

Sumirajući sva sprovedena detaljna istraživanja za potrebe noveliranja uslova zaštite izvorišta može se zaključiti da: propisane zone sanitarne zaštite izvorišta, treba zadržati i ne treba ih proširivati; za aktuelne uslove na području, propisane aktivnosti u okviru zone sanitarne zaštite izvorišta nisu u potpunosti ispoštovane i ovde su precizno definisane, za aktuelne uslove na području; nepovoljni kvalitet voda jezera se ni pri najnepovoljnijim uslovima (maksimalnoj dnevnoj eksploataciji i minimalnim vodostajima Dunava) i stvaranjem najveće depresije pri crpenju izvorišta, ne mogu podzemnim doticajem propagirati do izvorišta; u cilju praćenja stanja na razmatranom izvorištu „Carina“ neophodno je nastaviti kontinualno praćenje režima podzemnih voda, kvaliteta podzemnih voda i površinskih voda Dunava obavljanjem periodičnih fizičko- hemijskih i bakterioloških analize.

10. LITERATURA

- [1] Dimkić, M., Brauch, H.-J., Kavanaugh, M., (2008): Ground Water Management in Large River Basins,, International Water Association (IWA);
- [2] Pušić, M., Polomčić, M., (1996): Dinamika podzemnih voda, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Institut za hidrogeologiju, Beograd;
- [3] Vuković, M., Soro, A., (1995): Hidraulika bunara-teorija i praksa, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd.

Kratka biografija:



Aleksandar Čalenić rođen je u Novom Sadu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti inženjerstvo zaštite životne sredine odbranio je 2014.god.



Prof. dr Milan A. Dimkić je rođen 1953. godine u Beogradu. Diplomirao je na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1978. godine, magistrirao je 1986. godine, a doktorirao 2005. godine. Od 2013. godine je redovni profesor na Fakultetu tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu. U karijeri je održao brojna predavanja po pozivu iz oblasti upravljanja vodama na međunarodnim skupovima, tematska predavanja na fakultetima, radionicama i međunarodnim i domaćim konferencijama. Stručna i naučna karijera Prof. dr Milana A. Dimkića je usko povezana sa Institutom za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, gde je od 1999. godine do danas direktor.



KVALITATIVNA ANALIZA KOMUNALNE OTPADNE VODE GRADA NOVOG SADA I POVRŠINSKE VODE DUNAVA

QUALITATIVE ANALYSIS OF NOVI SAD'S MUNICIPAL WASTE WATER AND DANUBE'S SURFACE WATER

Tamara Bajić, Jelena Radonić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – U okviru master rada procenjen je kvalitet komunalnih otpadnih voda u Novom Sadu koje se netretirane ispuštaju u Dunav, kao i uticaj kvaliteta ispuštenih otpadnih voda na kvalitet površinske vode Dunava. Uzročnici potencijalne kontaminacije podzemne vode su velika gustina naseljenosti oblasti u kojima su smeštena mesta apstrakcije sirove vode, blizina Rafinerije nafte Novi Sad i Termoelektrane-toplane Novi Sad, neadekvatni sistemi za odvod komunalne otpadne vode (septičke jame), deponije smeća, kao i tretiranje okolnog poljoprivrednog zemljišta.

Poređenjem rezultata kvalitativne analize uzoraka otpadne vode na četiri mesta ispuštanja komunalnih otpadnih voda i vode Dunava 100 m nizvodno od svakog mesta ispusta, zaključuje se da je ukupno detektovano oko 140 organskih jedinjenja. Detektovane supstance na koje treba obratiti posebnu pažnju prilikom budućih istraživanja su: naftalen, benzotriazol, indol, kofein, nikotin, butilirani hidroksitoluen, benzo(a)piren, bifenil, 2-(metiltilio)-benzotriazol, dihidrometil-jasmonat, hlordan, benzofuran, ciklopenta(g)-2-benzopiren, derivati indena, perilen, benzopiren, trifenil estar fosforne kiseline, jedinjenja iz grupe ftalata i razni hormoni. U daljim istraživanjima se preporučuje praćenje prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci u skladu sa Direktivom 2013/39/EU o prioriternim materijama u oblasti vodne politike. Rešenje problema kontaminacije voda vodi u pravcu obaveznog tretmana otpadnih gradskih i industrijskih voda, poboljšanja sistema prerade vode za piće, kao i kontinualnog monitoringa navedenih detektovanih zagađujućih materija u uzorcima vode.

Ključne reči: komunalna otpadna voda, Dunav, kvalitativna skrining analiza, prioriterni supstance, emergentne supstance.

Abstract – This Master's thesis assesses the quality of the municipal waste water in the city of Novi Sad which is discharged untreated into the Danube, as well as the influence of the quality of discharged waste water on the quality of Danube's surface water. The causes of potential contamination of groundwaters are high population density around locations where the water,

meant for human consumption, is extracted, proximity of the Novi Sad's refinery and Novi Sad's thermal plant, inadequate drainage systems for municipal waste water (septic tanks), landfills, as well as inadequate treatment of the agricultural land.

Comparing the results of the qualitative analysis of waste water samples in four different places discharging municipal waste water and Danube's water 100 m downstream of the outfall of each place, it has been concluded that about 140 organic compounds were detected. The detected compounds that should receive special attention in future research are: naphthalene, benzothiazole, indole, caffeine, nicotine, butylated hydroxytoluene (p-cresol), benzo(a)pyrene, biphenyl, 2-(methylthio)-benzothiazole, dihydro methyl jasmonate, chlordane, benzofuran, cyclopenta[g]-2-benzopyran, some indene derivative, triphenyl ester of phosphoric acid, some phthalate compounds and various hormones. In further research it is recommended to monitor the priority and priority hazardous substances in accordance with Directive 2013/39/ EU of priority substances in the field of water policy. Solving the problem of water contamination leads to the mandatory treatment of municipal and industrial waste water, improving the water treatment system for drinking water, as well as continuous monitoring of listed pollutants detected in water samples.

1. UVOD

Tokom 2004. godine, kvalitet vode u rekama Dunav pao je sa II/III klase na III/IV klasu. Kontrola kvaliteta voda Dunava tokom 2005. godine pokazala da 87% uzoraka vode (u okolini Beograda) ne ispunjava standarde II klase [1].

Cilj master rada bio je da se proceni kvalitet otpadnih komunalnih voda u Novom Sadu koje se netretirane ispuštaju u Dunav, kao i uticaj kvaliteta ispuštenih otpadnih voda na kvalitet površinske vode Dunava.

Supstance od interesa za sprovedeno istraživanje su selektovane na osnovu Direktive Evropskog parlamenta i saveta o standardima kvaliteta životne sredine u oblasti politike voda 2008/105/EC (Directive of the European parliament and of the council on environmental quality standards in the field of water policy) i liste emergentnih supstanci u skladu sa Projektom NORMAN (Network of reference laboratories for monitoring of emerging environmental pollutants).

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bila doc. dr Jelena Radonić.

2. EMERGENTNE SUPSTANCE (EmS)

Emergentne supstance, EmS, su grupa supstanci koje se dominantno generišu industrijskom i antropogenom aktivnošću i, putem otpadnih voda, unose u sve sfere životne sredine. Najčešće se generišu sintezom u okviru različitih industrijskih grana kao što su hemijska, petrohemijska, metalna i farmaceutska industrija. EmS nisu uključene u rutinske monitoring programe, a sudbina, ponašanje i (eko)toksikološki efekti su još uvek nepoznati.

Granične vrednosti i rutinski monitoring EmS nisu definisani zakonskom regulativom na nivou Evropske unije.

Kao aktivne supstance brojnih industrijskih i komercijalnih proizvoda (različiti farmaceutici, dezinfekciona sredstva, proizvodi za ličnu i kućnu higijenu, deterdženti, usporivači gorenja, nanomaterijali, pesticidi, plastifikatori, antikoroziivi i drugi), EmS su prisutne u svakodnevnom životu [2].

2.1 Klasifikacija emergentnih supstanci

Danas CAS (*Chemical Abstract Service*) registruje više od 32 miliona različitih organskih supstanci, pri čemu je od toga 15 miliona komercijalno dostupnih jedinjenja. Nažalost, neophodna kontrola i regulativni propisi postoje samo za 250.000 CAS supstanci, što iznosi 1,6 % od komercijalno korišćenih emergentnih supstanci. Većina EmS nisu registrovane, nemaju katastarske liste i definisane MDK (maksimalno dozvoljene koncentracije) i EQT (*Environmental Quality Target*).

U okviru projekta NORMAN definisana je dinamično otvorena lista najfrekventnije registrovanih i kvantifikovanih emergentnih supstanci. U skladu sa ovim projektom, emergentne supstance su definisane kao supstance detektovane u životnoj sredini koje nisu uključene u rutinske monitoring programe u Evropskoj uniji i čija sudbina, ponašanje i (eko)toksikološki efekti još uvek nisu potpuno poznati. Najnoviju NORMAN listu čini 30 kategorija sa više od 750 registrovanih emergentnih supstanci [2].

3. PRIORITETNE I PRIORITETNE HAZARDNE SUPSTANCE

Okvirnu direktivu o vodama (ODV) je usvojio Parlament i Savet Evropske Unije 23. oktobra 2000. godine i ona zahteva od zemalja članica da identifikuju specifične zagađujuće materije u rečnim slivovima i da ih uključe u programe monitoringa.

Prioritetne supstance predstavljaju značajan rizik za vodu sredinu ili, preko vodene sredine, za čoveka. Prioritetne hazardne supstance su one koje imaju osobinu toksičnosti, perzistentnosti u ekosistemu i bioakumulativnosti u živim organizmima.

Cilj je potpuno ukidanje ispuštanja, emisije i gubitaka i onemogućavanje daljeg zagađivanja životne sredine do 2020. godine.

Uspostavljena je lista prioritetnih supstanci koja je obuhvatila 45 prioritetne supstance ili grupe supstanci (Direktiva 2013/39/EU).

4. IZVORIŠTA PIJAĆE VODE U NOVOM SADU

4.1 Izvori sirove vode koja se koristi za proizvodnju pijaće vode

U Novom Sadu, voda za piće se proizvodi od vode koja se uzima iz reke Dunav preko nekoliko podzemnih izdava. Uzročnici potencijalne kontaminacije podzemne vode su velika gustina naseljenosti oblasti u kojima su smeštena mesta apstrakcije sirove vode i blizina Rafinerije nafte Novi Sad. Pored rafinerije, industrije koje nemaju sisteme za tretman otpadne vode i različite poljoprivredne aktivnosti su, takođe, jedni od glavnih zagađivača površinskih i podzemnih voda.

4.2 Podzemni izvori vode

Gradski sistem za snabdevanje vodom je baziran na korišćenju isključivo podzemne vode iz aluvijalnih izdava. Podzemna voda se uzima iz više od 20 horizontalnih bunara koji su smešteni na tri lokacije uz reku Dunav: Štrand, Petrovaradinska ada i Ratno ostrvo.

4.3 Izvori polutanata na području grada Novog Sada

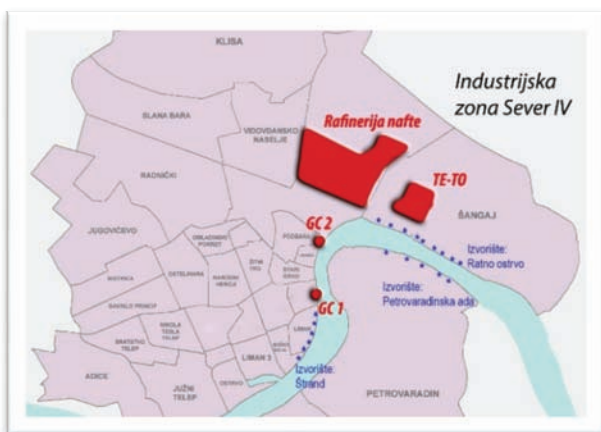
Novosadska rafinerija nafte se nalazi u gradskoj industrijskoj zoni Sever IV. Odvojeno od rafinerije, termoelektrana-toplana (TE-TO) se nalazi takođe na području zone Sever IV. Kanal Dunav-Tisa-Dunav, na kojem se nalazi terminal za istovar nafte uz južni deo područja rafinerije, direktno se uliva u reku Dunav. Sistem veštačkih kanala unutar rafinerije se uliva u Dunav, prolazeći preko postrojenja za obradu otpadne vode koje je opremljeno separatorima nafte.

Kanalizacioni sistem koji se nalazi na području Ratnog ostrva sadrži otpadnu vodu iz rafinerije nafte, atmosfersku vodu naselja Šangaj i komunalnu otpadnu vodu sa kolektora otpadne vode Sever IV. Drugi veliki izvor kontaminacije izvorišta je otpadna voda sa poljoprivrednih Izvor Petrovaradinska ada je direktno ugrožen ilegalnim sistemom za odvod komunalne otpadne vode (septičke jame), deponijama smeća i okolnim industrijskim kompleksom.

4.4 Veza između izvora zagađujućih materija i mesta apstrakcije vode za piće

Prema poslednjim podacima Međunarodne komisije za zaštitu reke Dunav (*International Commission for the Protection of the Danube River, ICPDR*), u toku Dunava kroz Srbiju (Novi Sad i okolina) detektovane su različite organske supstance, kao što su deterdženti, farmaceutici, rezidualne količine pesticida, perfluoronsane supstance, proizvodi za ličnu higijenu, teški metali i mikro polutanti. Prisustvo mnogobrojnih toksičnih hemikalija i patogenih mikroorganizama u reci Dunav očekuju se i u izdanima iz kojih se apstrahuje sirova voda za potrebe dobijanja gradske pijaće vode u Novom Sadu.

Na slici 1 se može videti uporedni prikaz mesta na kojima se nalaze bunari i mesta direktne kontaminacije reke Dunav. Takođe se mora uzeti u obzir i uticaj komunalnih otpadnih voda, kao i tretman poljoprivrednog zemljišta, što se na slici ne vidi direktno.



Slika 1: Upporedni prikaz mesta bunara i mesta direktnog zagađenja reke Dunav

5. PROJEKAT „Procena kvaliteta vode za piće i prevencija rizika u opštini Novi Sad“

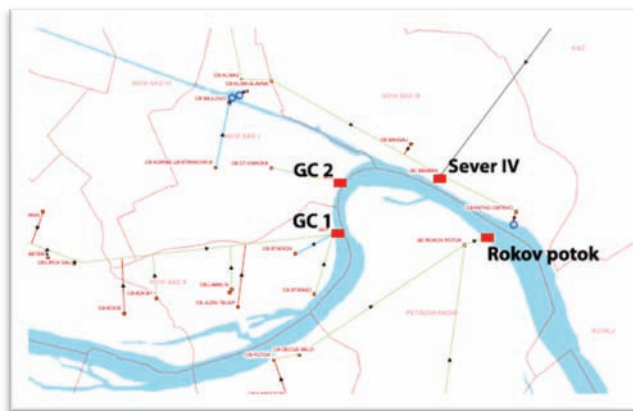
Projekat iz programa NATO nauka za mir i bezbednost „Procena kvaliteta vode za piće i prevencija rizika u opštini Novi Sad“ (*Drinking Water Quality Risk Assessment and Prevention in Novi Sad municipality, Serbia*) koji se realizuje na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, a krajnji korisnik je JKP „Vodovod i kanalizacija Novi Sad“, ima za cilj razvoj sistema za zaštitu resursa pijaće vode u Novom Sadu.

Jedan od glavnih ciljeva projekta je da se dođe do više saznanja o organskim i neorganskim polutantima koji su prisutni u sirovoj vodi koja se koristi za proizvodnju pijaće vode u Novom Sadu i da se proceni rizik njihovog štetnog uticaja na ljudsko zdravlje i životnu sredinu.

6. UZORKOVANJE I ANALIZA UZORAKA VODE

6.1 Izbor mesta za uzorkovanje vode

Sa ciljem definisanja mreže monitoringa površinske vode Dunava u okolini Novog Sada, izbor mesta uzorkovanja i definisanje dinamike monitoringa je realizovano na osnovu predloga i preporuka stručnjaka iz preduzeća JKP „Vodovod i kanalizacija Novi Sad“, kao i na osnovu iskustva istraživačkih timova uključenih u projekat DriWaQ-NS.



Slika 2. Prikaz mesta uzorkovanja otpadne vode
Odabrana mesta za uzorkovanje vode su prikazana na slici 2, a to su: otpadne vode direktno na izlazu iz kolektora

kanalizacije GC 1, GC 2, Sever IV i Rokov potok, dok se mesta uzorkovanja površinske vode Dunava nalaze 100 metara nizvodno od svakog navedenog ispusta iz kolektora kanalizacijskog sistema.

6.2 Analiza uzoraka vode

Uzorkovanje vode je realizovano 12. decembra 2011. godine, na prosečnoj temperaturi od 8 °C i brzini vetra od 10 km/h, sa ciljem identifikacije jedinjenja čija se pojava očekuje u uzorcima vode i koja će biti predmet ciljane (target) analize. Skrining analiza je urađena na Institutu za analitičku hemiju STU u Bratislavi.

7. REZULTATI KVALITATIVNE ANALIZE

Osam uzoraka vode je analizirano GC-MS metodom. Na osnovu dobijenih rezultata, mnoge hemijske strukture su se mogle pretpostaviti. Nažalost, mnoga jedinjenja su ostala neidentifikovana ili samo uslovno identifikovana. Takođe, treba uzeti u obzir i da su uzorci vode pripremljeni tečno-tečnom ekstrakcijom dihlometanom, što je pogodno samo za ekstrakciju hidrofobnih organskih jedinjenja iz vode.

7.1 Mesto uzorkovanja Sever IV

Približno oko 150 jedinjenja je detekovano u otpadnoj i površinskoj vodi na lokalitetu Sever IV. Može se zaključiti da mnoga hemijska jedinjenja npr. bikarbonati, indoli, nikotin, kofein, ftalati i hormoni dolaze iz otpadne vode u Dunav. Supstance na koje treba obratiti posebnu pažnju, detektovane u otpadnoj ili površinskoj vodi Dunava, su naftalen, benzotriazol, etilstiren, alkil fenoli i indoli, dibutil ftalat i dietilheksil ftalat, PAH i nonilfenoli. Hormoni, koji mogu ukazati na fekalno zagađenje, su takođe detektovani u uzorcima vode.

7.2 Mesto uzorkovanja Rokov potok

Približno oko 130 jedinjenja je detekovano u otpadnoj i površinskoj vodi Dunava na mestu uzorkovanja Rokov potok. Utvrđeno je da kofein, ftalati, PAH i druga neidentifikovana organska jedinjenja dolaze iz otpadnih voda u Dunav. Supstance na koje je potrebno obratiti posebnu pažnju, a koje su detektovane u otpadnoj ili površinskoj vodi Dunava, su: 1,2-benzisotiazol, butilirani hidroksitoluen (p-krezol), dietil ftalat, dimetilpropil ftalat, dibutil ftalat, hlordan, androstan-17-on, 3-hidroksi-androstan-17-on, 3-hidroksi-, (3.alfa., 5.beta.), benzo(a)piren (WFD polutant) i androstan-17-on, 3-hidroksi-, (3.alfa., 5.beta.). Hlordan, fosforna kiselina i trifetil estar su detektovani u površinskoj vodi Dunava i ukazuju na zagađenje nastalo u domaćinstvu i poljoprivrednom aktivnošću u blizini mesta uzorkovanja.

7.3 Mesto uzorkovanja GC1

Približno oko 130 jedinjenja je detekovano u otpadnoj i površinskoj vodi Dunava na mestu uzorkovanja GC1. Jedinjenja kao što su ftalati, PAH, kofein, hormoni i drugi aromatični ugljovodonici su detektovani u oba uzorka. Otpadne vode takođe sadrže jedinjenja od posebnog

značaja koja nisu prisutna u površinskoj vodi Dunava, kao što su 1-benzofuran, nikotin i hormoni. Miristicin i elimicin su nađeni u znatno većoj količini, dok su samo u površinskoj vodi Dunava detektovana jedinjenja koja pripadaju grupi PAH (ciklopenta [g]-2-benzopiran, perilen, benzoperilen) i pesticidi.

7.4 Mesto uzorkovanja GC2

Na mestu uzorkovanja GC2 uočeno je da mnoga jedinjenja, ftalati, kofein i hormoni, dolaze otpadnim vodama u reku Dunav. Voda Dunava je takođe konaminirana jedinjenjima 1,2-benzisotiazol, alkilovani naftalen, bifenil, bentotiazol-2-(metiltio)-, i ciklopenta[g]-2-benzopiran, koji nisu detektovani u otpadnim vodama.

Prisustvo značajne količine hormona u svim uzorcima površinske vode Dunava ukazuje na ljudsko ili životinjsko fekalno zagađenje, a u uzorcima se takođe može očekivati prisustvo bakterija.

8. DISKUSIJA REZULTATA KVALITATIVNE ANALIZE

Jedinjenja koja su detektovana u uzorcima otpadne i/ili površinske vode Dunava, a koja se nalaze na NORMAN listi emergentnih supstanci, na WFD listi ili je dokazano da negativno utiču na kvalitet životne sredine i zdravlja čoveka su: naftalen, benzotriazol, indol, kofein, nikotin, butilirani hidroksitoluen, benzo(a)piren, bifenil, 2-(metiltio)-benzotriazol, dihidrometil-jasmonat, hlordan, benzofuran, ciklopenta(g)-2-benzopiren, derivati indena, perilen, trifenil estar fosfatne kiseline, jedinjenja iz grupe ftalata i razni hormoni.

9. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Sprovedenom skrining analizom detektovano je oko 140 organskih jedinjenja.

Većina supstanci koje su detektovane u uzorcima otpadne vode, identifikovane su i u uzorcima vode Dunava. Međutim, neke supstance kao što su: benzotriazol, dietil estar 1,2-benzendikarboksilne kiseline, 1,2-benzotriazol, bifenil, 2-(metiltio)-benzotriazol, hlordan, derivati indena, perilen, benzopiren, trifenil fosfat, derivati naftalena i ciklopenta(g)-2-benzopiran su detektovane samo u uzorcima površinske vode i može se zaključiti da su te supstance došle tokom Dunava iz područja uzvodno od

Novog Sada ili putem pritoka Dunava, dok su neke od njih mogle nastati i hemijskim procesima.

Jedinjenja kao što su benzotriazol, alfa izometil jonon, estri 1,2-benzendikarboksilne kiseline, kofein, tetraacetilendiamin, heksadekanska i oktadekanska kiselina i hormoni su detektovani u svim uzorcima, kako otpadne komunalne vode, tako i vode Dunava.

Neka od detektovanih jedinjenja vode poreklo od poljoprivredne aktivnosti (npr. pesticidi, hormoni) ili industrijske proizvodnje (rafinerija nafte). Međutim veliki broj jedinjenja su aktivne supstance farmaceutskih proizvoda koje se komunalnim vodama unose u Dunav.

U daljim istraživanjima preporučuje se praćenje prioritarnih i prioritarnih hazardnih supstanci u skladu sa Direktivom 2013/39/EU o prioritarnim materijama u oblasti vodne politike. Rešenje problema kontaminacije voda vodi u pravcu obaveznog tretmana otpadnih gradskih i industrijskih voda, poboljšanja sistema prerade vode za piće, kao i kontinualnog monitoringa navedenih detektovanih zagađujućih materija u uzorcima vode.

10. LITERATURA

- [1] Anonim. 2007. *Pregled stanja životne sredine*. Ujedinjene nacije, Njujork i Ženeva
- [2] Vojinović-Miloradov M, Turk-Sekulić M, Radonić J, Milić N, Grujić-Letić N, Mihajlović I, Milanović M 2014: Industrial emerging chemicals in the environment. Hemijska industrija, ISSN 0367-598X – UDK 504.5:547(497.113), Volume 68, No. 1: 51-62

Kratka biografija:



Tamara Bajić rođena je u Sremskoj Mitrovici, 1990. godine. Diplomski-master rad iz oblasti inženjerstva zaštite životne sredine odbranila je na Fakultetu tehničkih nauka 2014. godine.



Jelena Radonić rođena je u Novom Sadu 1976. god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2009. god. Od 2009. je u zvanju docenta. Oblast interesovanja je inženjerstvo zaštite životne sredine, kvalitet vazduha.

ANALIZA EKOLOŠKIH PARAMETARA U PROSTORNOM PLANIRANJU GRADA NOVOG SADA**AN ANALYSIS OF ECOLOGICAL PARAMETRES IN SPATIAL PLANNING OF NOVI SAD**

Sanja Sandić, Slobodan Krnjetin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – U okviru rada analizirani su ekološki problemi u prostornom planiranju Novog Sada. U prvom delu rada definisane su posledice po životnu sredinu koje se javljaju prilikom izgradnje gradova a zatim i osnovni prostorno-planski principi ekološki prihvatljive izgradnje. Poseban značaj dat je formiranju održivog transportnog sistema kao i povećanju prisustva zelenila u urbanoj sredini i smanjenju broja bespravno izgrađenih objekata.. Prikazano je i nekoliko gradova u svetu koji su primenili neke oblike dugoročnog ekološkog planiranja. Drugi deo rada posvećen je analiziranju navedenih problema u Novom Sadu. Pored toga, data su rešenja problema i smernice sa ciljem postizanja održivog upravljanja gradom.

Abstract – This paper focuses on the analysis of environmental problems in spatial planning Novi Sad. The first part defines the environmental consequences, which occur during construction of cities, on the environment, and then gives basic planning principles for environmentally friendly construction. There is also a significant part about formation of a sustainable transport system as well as increasing the presence of green areas in an urban environment and reducing illegal construction. In like manner, it shows several cities in the world which have already applied some forms of the long-term environmental planning. The second part is devoted to the analysis of the above problems in Novi Sad. In addition, are shown in the solution of problems and policies in order to achieve sustainable management of the city.

Ključne reči: Urbanizacija, bespravna izgradnja, saobraćaj, zelene površine.

1. UVOD

Danas u svetu ima preko 7 milijardi ljudi od kojih više od pola živi u gradovima. Ako se trendovi rasta stanovništva i urbanizacije nastave po dosadašnjoj stopi, očekuje se da će do 2025. godine u gradovima u svetu živeti 5 milijardi ljudi, što sa sobom nosi niz problema.

Pre svega mislimo na bespravno izgrađena naselja u okolini grada, probleme u saobraćaju, sve veći nedostatak zelenila i čistog vazduha i sve veća količina otpada u gradovima.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio dr Slobodan Krnjetin.

2. OSNOVNI PROSTORNO-PLANSKI PRINCIPI EKOLOŠKI PRIHVATLJIVE IZGRADNJE

U odnosu na sistem naseljavanja, izgradnju gradova, okolnih rubnih predela, prigradskih naselja i sela, prilikom donošenja planskih, prostornih i urbanističkih dokumenata, potrebno je pridržavati se sledećih osnovnih principa i mera:

1. Ograničenje širenja izgrađenog tkiva.
2. Obezbeđivanje najpovoljnijih trasa magistralnih infrastruktura i saobraćajnica.
3. Intenzivnije korišćenje građevinskog zemljišta.
4. Humanizacija grada.
5. Razvoj i uređenje seoskih područja. [1]

3. UTICAJ IZGRADNJE GRADOVA NA PRIRODNU SREDINU

Podizanje bilo kog novog naselja ili grada remeti prirodnu ravnotežu i skladnost predela. To ne znači da naselja ne treba podizati da bi se pejzaž sačuvao, već to znači da je neophodna velika i opsežna studija o izboru najpovoljnije lokacije ne samo prema kriterijuma za naselja već i prema kriterijumima očuvanja predela. Ova naselja u svakom slučaju unose velike promene u predeone vrednosti i to tako što dolazi do:

- zagađenja vazduha
- zagađenja vode
- stvaranja buke
- smanjenja zelenih površina

4. PROBLEMI GRADOVA I NJIHOVA REŠENJA

Nagli rast gradova praćen je velikim brojem različitih problema, čiji obim nekad stvara utisak da se oni ne mogu prevazići. Potrošnja prirodnih resursa, goriva i sirovina za proizvodnju, raste sa povećanjem broja stanovnika. Čist vazduh, voda, šume, divlje životinje ili netaknuto zemljište nisu više u tako velikim količinama prisutni kao što je to bilo generacijama pre nas. Povećana potrošnja vode, naročito u većim gradovima i tehnološke mogućnosti za njeno korišćenje, drastično smanjuju raspoložive količine, menjaju rasporedenost voda u okviru hidroloških sistema na planeti. Ogromne količine otpadnih materija nisu više samo problem velikih gradova i njihove neposredne okoline, već cele planete. Deponije za konačno odlaganje otpada, usled širenja gradova, pomeraju se ugrožavajući agrarno zemljište i degradirajući okolinu, naročito onim materijama koje nisu podložne procesu degradacije.

4.1 Ubranzacija i bespravno izgrađena naselja

Urbanizacija je proces širenja gradskog jezgra ili transformacija seoskog područja u gradsko. Brz proces urbanizacije postao je uzrok brojnih problema koji su se javili na nivou grada, ali isto tako i na celoj planeti.

Masovne migracije stanovništva iz unutrašnjosti u gradove, stvorile su najvidljiviji problem a to su nezakonito izgrađena nelegijenska naselja. Pojam bespravne izgradnje odnosi se na izgradnju stambenog ili nekog drugog (poslovnog, pomoćnog i drugog) objekta bez propisane urbanističke i građevinske dozvole, odnosno na dogradnju, adaptaciju ili rekonstrukciju objekta.

U njima žive oni koji ne mogu na drugi način da reše svoj stambeni problem. Ova pojava je najprisutnija u zemljama u razvoju gde je visoka stopa urbanizacije.

Procenjuje se da u velikim gradovima zemalja u razvoju između 30% i 60% od ukupnog broja stanovnika živi u nelegijenskim naseljima. Negde ta naselja ostanu u samom centru, zahvaljujući brzom razvoju grada i promeni socijalnih prilika. Na slici 1. je prikazan grad Sao Paolo u Brazilu gde samo jedan zid deli bespravno izgrađeno naselje od uredenog dela grada.



Slika 1. Sao Paolo, Brazil

Paralelno sa izgradnjom malih, neopremljenih i krajnje skromnih stambenih objekata, u mnogim gradovima bespravna gradnja se proširila na različite oblike adaptacija i nadogradnji postojećih zgrada, ali isto tako i na izgradnju velikih i luksuznih kuća na poljoprivrednom zemljištu.

Podstaknuti takvom mogućnošću i izostankom intervencije gradske uprave, nicala su čitava naselja velikih kuća nepriključenih na gradski vodovod i kanalizaciju.

Odnos gradskih vlasti prema nelegijenskim naseljima je različit, od prividnog ignorisanja stanja, preko rušenja i nasilnih iseljavanja do unapređenja naselja i objekata. Stav zavisi od brojnih okolnosti: veličine naselja i njegove starosti, finansijskih mogućnosti grada, političke situacije, kao i same lokacije naselja u odnosu na mogućnosti fizičkog razvoja grada.

Rušenje je sve manje u praksi jer ima druge negativne posledice, čak i kada je potpuno opravdano sa stanovišta zaštite zdravlja njihovih stanovnika, ukoliko se recimo naselje nalazi u neposrednoj blizini deponije ili je izloženo opasnom aerozagađenju iz industrije. Rušenje i nasilno iseljavanje se obično pretvori u još veći socijalni i politički problem [2].

4.2 Složenost saobraćajnih problema

Zajednički problem u svim gradovima sveta je konstantno povećavanje broja vozila na ulicama. Njihov rast stvara zastoje i aerozagađenje, čak i u zemljama gde se primenjuju rigorozne tehničke kontrole vozila. Adekvatnim upravljanjem saobraćaja i proširenjem voznih traka, gde je to moguće, smanjuju se zagušenja i zastoji. Restriktivne mere postaju sve češće sastavni deo režima u saobraćaju, naročito u centralnim delovima velikih gradova.

Najvećim problemima u saobraćaju su izloženi gradovi zemalja u razvoju, gde je prosečna stopa rasta broja vozila 10-15% godišnje, kao na primer u Kairu 17%, gde je gorivo relativno jeftino i često dotirano. Vozne površine su nedovoljne za ovoliki broj vozila, jer su ostale nepromenjene iz vremena kada saobraćaj nije bio ni približno ovoliko intenzivan. [3]

Drugi veliki problem je javni transport. Iako je u razvijenim gradovima Evrope i Amerike regulisan u skladu sa potrebama, korišćenje metroa, autobusa ili tramvaja, oduzima u proseku dva do tri sata dnevno za redovne komunikacije vezane za posao i nabavke.

Kada je u pitanju transport i regulisanje saobraćaja, evropski gradovi nude najbolja rešenja. U projektovanju gradova danas se prednost daje kreiranju brzih i kompaktnih sistema javnog prevoza. Ovi sistemi variraju od grada do grada ali svaki od njih uključuje metroe, tramvaje i autobuski prevoz.

Npr. u Štokholmu 70% svih putovanja u špicu se obavlja javnim prevozom, dok u Utrehtu taj procenat iznosi 40% pri čemu se to odnosi i na biciklistički saobraćaj. Berlin takođe može da se pohvali visokim procentom korišćenja javnog prevoza i ispred sebe je za cilj postavio da se 80% ukupnog saobraćaja odvija putom istog, dok bi taj procenat iznosio 60% na putovanje izvan grada. U Kopenhagenu 30% posto stanovnika koristi javni prevoz, dok 34% koristi bicikl [3].

4.3 Zelenilo u urbanom okruženju

Nedostatak zelenila u svakoj određenoj sredini obezbeđuje nelegijenske uslove života. Ono je uglavnom deficitarni sadržaj u svakom gradu zbog manjka prostora, skupe građevinske rente, nedostatka sredstava. Njihov nedostatak je jedna od uzroka promene mikroklimе u urbanim sredinama.

Zeleni pejzaži igraju veliku ulogu u životu urbane sredine. Iako estetski faktor nije zanemarljiv, njihova funkcija se ogleda u velikom broju pozitivnih efekata koje proizvode. To su povećanje evapotranspiracije usled rasta površina pod vegetacijom koja diše, apsorpcija ugljenika - oslobađanje kiseonika, zadržavanje prašine - pročišćavanje vazduha, smanjenje buke, kreiranje odgovarajućih životnih uslova za žive organizme - ptice i insekte, podizanje cene objekta, hlađenje objekata stvaranjem hlada, smanjenje efekta toplotnog ostrva, izolacija objekata, produžavanje životnog veka krovovima i fasadama itd.

Zeleni faktor

Zeleni faktor je osmišljen kao program u Berlinu-Nemačka i Malmeu-Švedska. Sijetl je prvi grad u

Sjedinjenim Državama koji je implementirao sličan program i kao takav je u procesu doradivanja istog. Ova strategija podstiče slojevitost sadnje vegetacije i infiltraciju atmosferske vode kako bi se pospešila ekološka funkcionalnost urbanih okruženja koja se nalaze u uslovima razvoja. Organi uprave grada Sijetla su propisali zakonsku obavezu o minimalnoj količini vegetacije u komercijalnim zonama. Taj ekvivalent predstavlja 30% ukupne veličine parcele u posedu. [4]

Zelene fasade

Zgrade obrasle zelenilom sa promenom godišnjih doba menjaju izgled i stvaraju prirodni osećaj prijatnosti stalnim promenama svojih mirisa, boja i izgleda. Sloj zelenila može potpuno ili delimično pokrivati zgradu kao krznjeni ogrtač što je prikazano na slici 2. Upotrebom zelenih biljaka mogu se oblikovati ispusti, kružne strukture i druge zanimljive forme bez komplikovanih građevinskih elemenata [5].



Slika 2. Poslovni objekat u Seulu sa zelenom fasadom.

Zeleni krovovi

Zeleni krovovi nude veliku funkcionalnu prednost u odnosu na konvencionalne krovove. Oni stvaraju životno stanište insektima i pticama, prečišćavaju atmosfersku vodu i usput smanjuju oticanje iste. Smanjuju troškove zagrevanja i hlađenja objekata i produžavaju životni vek krova za 50%.

Sve češće su u upotrebi i korisni su pri edukaciji javnosti o pozitivnim stranama zelene gradnje.

5. PRIMERI EKOLOŠKIH GRADOVA. POZITIVNA ISKUSTVA.

Kuritiba, grad sa oko 1.6 miliona stanovnika je prestonica Parane u Brazilu. To je postao industrijski razvijen grad sa svim problemima koji idu uz to: divlja gradnja, nezaposlenost, degradacija prirode, nerešen saobraćaj, nedostatak infrastrukture i slično.

Za razliku od drugih gradova zemalja u razvoju koje bi ovakve promene dovele do bezizlazne situacije, ovaj grad je postao vodeći primer kreativnog održivog razvoja. Iako je to objektivno siromašan grad, danas on ima manje zagađenja, nižu stopu kriminala, bolji javni saobraćaj, viši nivo obrazovanja i informisanja građana nego što ima većina sličnih gradova [2].

Almere i **Houten** su impresivno dizajnirani i osmišljeni gradovi u Holandiji. Dobro organizovana saobraćajna mreža, gradski prevoz, zone stanovanja i prisutnost zelenila čine ova dva grada najpribližnijim onome što mi danas smatramo idealno održivim mestom za stanovanje [3].

6. PROBLEMI NOVOG SADA I PLANOVI U BUDUĆNOSTI

6.1 Bespravna stambena izgradnja u Novom Sadu

Bespravna izgradnja u Novom Sadu stalni je pratilac procesa urbanizacije. Do početka 90-ih godina, sa leve strane Dunava, u neposrednom okruženju Novog Sada, na prostoru od oko 700 ha, izgrađeno je oko 600 stambenih i oko 1300 pomoćnih objekata bespravne gradnje.

Najčešći problem prilikom izrade planskih rešenja prostora napadnutih bespravnom izgradnjom predstavlja saobraćajna matrica, manjak odgovarajućih površina koje bi se mogle nameniti za javne službe, infrastrukturna neopremljenost područja i otežani uslovi za realizaciju tih sadržaja [6].

Najveći broj ovih lokaliteta bespravne gradnje nastao je na poljoprivrednom zemljištu. Deo lokaliteta nalazi se na prostorima nepogodnim za stambenu izgradnju, pa i na geološki nestabilnim terenima, što ima trajno nepovoljne posledice na kvalitet življenja. U istom periodu, na širem prostoru grada, sa desne strane Dunava, na obroncima Fruške gore, na površini od oko 1800 ha, bespravno je izgrađeno oko 2350 objekata od kojih su oko 75% činile vikend i vinogradarske kuće.

Tokom 90-ih godina bespravna izgradnja dostigla je najveće razmere i dominantan značaj u izgradnji i razvoju grada, što je u znatnoj meri ugrozilo strategiju razvoja grada i planskog usmeravanja razvoja.

Lokaliteti bespravne stambene izgradnje oko Novog Sada koji su nastajali u periodu od pre dvadeset i više godina na bačkoj strani grada (pre svega na poljoprivrednom zemljištu) su Adice, Veternička rampa, Mali Beograd - Veliki rit, Sajlovo i Šumice, a na sremskoj strani- Bukovački plato u Petrovaradinu, Ribnjak, Alibegovac, Karagača, Bocke, Grigovac, Čardak, Kameničke livade i dr.

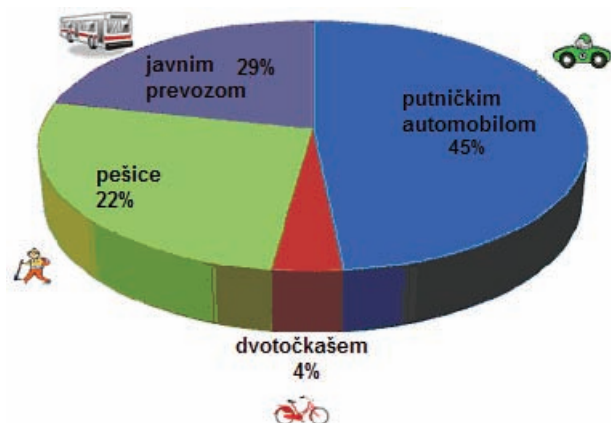
Moguća rešenja

- Delovanje na regionalnom i državnom nivou (zaustavljanje legalizacije, intenziviranje inspeksijske kontrole, oštrije kaznene mere);
- Promena odnosa prema legalnim graditeljima u odnosu na bespravne graditelje. Povlastice bi trebalo da imaju oni koji grade u skladu sa dokumentacijom, a ne oni koji su svoje objekte nelegalno izgradili.

6.2 Saobraćaj

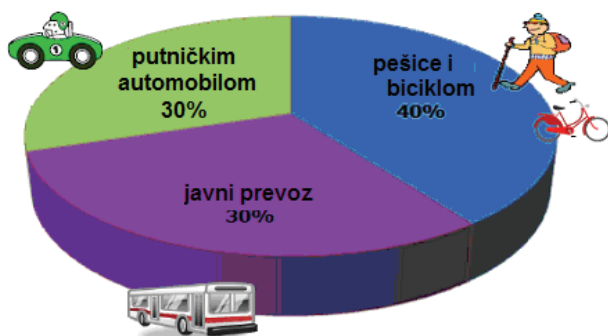
Detaljnija Analiza saobraćaja u Novom Sadu urađena je 2009. godine kroz Saobraćajnu studiju grada Novog Sada 2029. Rezultat ove studije su korisni podaci koji mogu poslužiti za unapređenje sadašnjeg saobraćajnog sistema. Istraživanja su pokazala da Novosađani svoje dnevne obaveze obavljaju pešice i to sa udelom od 48%, zatim putničkim automobilom 26%, nešto malo manje javnim prevozom 22% i na kraju u najmanjem procentu koriste dvotočkaš 4%. Međutim, prilikom obavljanja redovnog posla, građani se opredeljuju u najvećem procentu za automobil 45%, javni prevoz 29%, pešice 22% a dvotočkašem samo 4% što je prikazano na grafiku 1. Takva raspodela putovanja prouzrokuje velike gužve na ulicama. Da bi rešili ovaj problem, neophodno je raznim merama uticati na građane kako bi se oni umesto automobila

opredelili za na primer javni prevoz ili ako je to moguće bicikl ili pešačenje.



Grafik 1. Trenutno stanje raspodele putovanja

Planirano stanje raspodele putovanja u svrhu redovan posao do 2029. god. prikazano je na grafiku 2. Ovakva raspodela je održiva i realno ostavariva u narednom periodu. [7]



Grafik 2. Planirano stanje do 2029. godine

6.4 Zelene i rekreativne površine

Noviji delovi grada kao i zone individualnog stanovanja nemaju uređene parkove, tako da je njihova prostorna zastupljenost neravnomerna. Povezanost zelenih površina linearnim potezima i drvoredima samo je delimično ostvarena. Podizanje zelenih površina nije ravnomerno pratilo porast stanovnika grada. Pre dvadeset godina raspodela zelenila u Novom Sadu iznosila je visokih 40 m²/stanovniku a danas iznosi 5 m²/stanovniku. Kako bi se ovaj procenat povećao predlažu se različite mere vraćanja zelenila u: dvorišta zatvorenih blokova, predprostore javnih objekata, na ulice i javne prostore, fasade i krovove.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja možemo zaključiti da je u poslednjih nekoliko godina došlo do značajnog povećanja protoka na gotovo svim raskrsnicama u Novom Sadu. Protok je dostigao taj nivo da se u bliskoj budućnosti mogu očekivati nepovoljni uslovi odvijanja saobraćaja i zastoji.

Kako bi se sprečio ovaj problem moraju se preduzeti odgovarajuće mere u smislu manjeg korišćenja automobila, a putnike usmeriti na javni prevoz, korišćenje bicikla ili pešačenje. Izgradnja tramvajske i proširivanje biciklističke mreže u velikoj meri bi smanjili ovaj problem.

Što se tiče zelenila u gradu, konstatovali smo da ga je sve manje i da je njegovo prisustvo od neprocenljivog značaja za stanovnike Novog Sada. Zastupljenost zelenih površina po stanovniku Novog Sada pre 20 godina iznosila je visokih 40 m² a danas ta cifra iznosi poražavajućih 5 m². Nedostatak zelenila posledica je nekvalitetnog rešavanja javnih prostora u uličnim profilima i unutrašnjosti blokova, a pre svega je rezultat ljudskog nemara. Neophodno je što hitnije vraćanje zelenila u grad u svaki njegov mogući kutak.

Problem bespravno izgrađenih naselja postoji i postojaće sve dok se ne uvedu oštrije kaznene mere, inspekcijske kontrole i zaustavi legalizacija postojećih bespravnih objekata. Legalizacijom objekata daje se loš primer drugima koji bi krenuli u istom smeru. U suprotnom, trebalo bi da postoji praksa da oni koji grade svoje objekte legalno tj. u skladu sa dokumentacijom dobiju određenje povlastice i na taj način posluže kao dobar primer drugima.

8. LITERATURA

- [1] Krnjetin S. 2004. Graditeljstvo i zaštita životne sredine. Novi Sad, Srbija: Prometej.
- [2] Mijić-Vučković Jelena. 2006. Grad - Juče, danas, sutra. Beograd, Srbija: Narodna knjiga Alfa.
- [3] Beatly T. 2000. Green Urbanism. ch. 2, 47- 52; ch. 3, 77-79; ch. 4, 109-111; ch. 5, 147-148; ch. 6, 166-168, 178. Covelo-California: Island Press.
- [4] Žarković V. 2012. Zeleni faktor – novi obavezni detalji u projektovanju zgrada. Novi Sad, Srbija: Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu.
- [5] Kovačević S. 2008. Koncepti urbanizacije zasnovani na principima održivog razvoja. Novi Sad, Srbija: Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu.
- [6] Kilibarda Svetlana, Manasijević Mirela, Vrbaški Biljana. 2010. Analiza bespravne stambene izgradnje u Novom Sadu. Novi Sad, Srbija: Javno preduzeće Urbanizam.
- [7] Jevđenić Aleksandar. 2009. Saobraćajna studija grada Novog Sada sa dinamikom uređenja saobraćaja-Nostram. Novi Sad, Srbija: Javno preduzeće Urbanizam.

Kratka biografija:



Sanja Sandić, rođena je u Novom Sadu 1988. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Zaštite životne sredine odbranila je 2014. god.



Slobodan Krnjetin, rođen je u Novom Sadu. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1999. godine, a od 2005. je redovni profesor na Fakultetu tehničkih nauka. Uže oblasti interesovanja su zaštita životne sredine u građevinarstvu i zaštita od požara.

PRIPREMA VODE ZA PIĆE U JKP VODOKANAL U SOMBORU PREPARATION OF DRINKING WATER AT JKP VODOKANAL IN SOMBOR

Branka Radoja, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – U radu su analizirani postupci koji se najčešće primenjuju kod pripreme vode za piće sa posebnim osvrtom na pripremu vode u JKP Vodokanal u Somboru. Izvori zagađenja podzemnih voda kao i moguće mere koje se sprovedu ukoliko dođe do zagađenja su takođe predstavljene u radu.

Abstract – This master thesis represents analysis of the procedures that are most commonly used in the preparation of drinking water with particular emphasis on the preparation of drinking water at JKP Vodokanal in Sombor. Sources of pollution of underground water and possible measures to be implemented if the pollution occurs are also presented here.

Ključne reči: Podzemne vode, postupci pripreme vode za piće, zagađenje podzemnih voda, zaštita podzemnih voda.

1. UVOD

Pijaća voda treba da je čista, kvalitetna i bezbedna za život. Koristi se iz prirodnih izvora sa velikih visina ili velikih dubina, podzemnih vodotoka, prečišćavanjem iz čistih reka i jezera, mora ili iz bušotina. Podzemne vode su izvorišta koja se nalaze ispod površine zemlje. Povremeno se dopunjavaju atmosferskim padavinama i površinskim vodama koje prodiru u vodonosne slojeve.

Podzemne vode su obično prirodno čiste, pa se koriste kao voda za piće. Ove vode obično zahtevaju mnogo manju obradu, koja se prvenstveno sastoji od pumpanja vode na površinu i korišćenja hlora za njenu dezinfekciju i uklanjanja mirisa i ukusa vode. Prečišćena voda se nakon toga pumpa do distributivnog sistema ili do rezervoara pre distribucije.

Brz razvoj i napredak doveli su do znatnog smanjenja nekontolisanom upotrebom, ali i zagađenja izvora vode. Iz tog razloga je svet suočen sa najvećom do sada zabeleženom krizom snabdevanja vodom.

2. O PODZEMNIM VODAMA

Voda se nalazi u atmosferi, na površini zemlje i u zemljinoj kori. Podzemna voda predstavlja jedan deo hidrološkog ciklusa kruženja vode u atmosferi.

Onaj deo atmosferskih padavina koji ne ispari ili ne oteče površinskim oticajem u vidu potoka ili reka, završava u

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Slavko Đurić, vanr. prof.

podzemlju, gde se infiltrira kroz različite slojeve zemljišta.

Postoje različite hidrohemijske klasifikacije podzemnih voda, a najčešće se koriste:

- Klasifikacija prema stepenu mineralizacije
- Klasifikacija prema preovlađujućim komponentama
- Klasifikacija prema odnosu pojedinih komponentata.

Jedan od najčešće primenjivanih tipova klasifikacija vode je prema veličini mineralizacije autora A. M. Ovčinkova (tabela 1.).

Tabela 1. Klasifikacija podzemnih voda

Podzemne vode	Mineralizacije (g/l)
Malo mineralizovane vode	<0.2
Presne vode	0.2-0.5
Mineralizovane vode ili vode sa povišenom mineralizacijom	0.5-1.0
Slankaste vode	1.0-3.0
Slane vode	3.0-10.0
Vrlo slane vode	10.0-35.0

Klasifikacija podzemne vode prema preovlađujućim komponentama je klasifikacija O. A. Alekin-a.

Sve prirodne vode se na osnovu preovlađujućih anjona dele na tri klase:

- hidrokarbonatnu (karbonatnu) $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ (C)
- sulfatnu SO_4^{2-} (S)
- hloridnu Cl^- (Cl).

3. OSNOVNI TEHNOLOŠKI POSTUPCI U PRIPREMI VODE ZA PIĆE

Tehnološkim procesom obezbeđuje se propisani kvalitet vode za piće, korišćenjem odgovarajućih metoda i postupaka. Nakon tretmana voda treba da zadovoljava fizičko-hemijske i zdravstvene parametre vode. Voda u prirodnom stanju često sadrži određene supstance čije je prisustvo u većoj meri ili nije dozvoljeno. Iz tog razloga potrebno je odabrati tehnologiju koja je sa ekonomskog stanovništva najpovoljnija a da istovremeno dobijemo vodu sa zadovoljavajućim kvalitetom.

Postupci koji se najčešće koriste kod pripreme vode za piće su:

1. Bistrenje:
 - prirodno taloženje (sedimentacija)
 - koagulacija, flokulacija i sedimentacija ili filtracija
 - filtracija
2. Taloženje hemijskim supstancama:
 - kreč postupak
 - soda postupak
 - fosfatni postupak
3. Jonoizmenjivački postupci
4. Membranski postupci
5. Uklanjanje gasova (degazacija)
6. Adsorpcija
7. Dezinfekcija:
 - fizički postupci: dezinfekcija UV zracima, dezinfekcija ultrazvukom i toplotna dezinfekcija.
 - hemijski postupci: hlorisanje, primena hlor-dioksida, ozonizacija, oksidacija sa: O_2 , H_2O_2 , $KMnO_4$, jonima metala itd.

4. PRIPREMA VODE ZA PIĆE U JKP "VODOKANAL" U SOMBORU

Izvorište „Jaroš” predstavlja osnovni izvor vodosnabdevanja grada Sombora, sa trenutnom eksploatacijom od približno 400 l/s. Javno komunalno preduzeće (JKP) „Vodokanal” rekonstruisao je postojeće postrojenje i izgradio novo postrojenje.

Kako voda treba da zadovoljava Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, ista se pre distribucije prečišćava zbog povećane količine gvožđa, mangana i amonijaka.

Nakon prečišćavanja, voda se centrifugalnim potisnim pumpama potiskuje u vodovodnu mrežu i šalje do potrošača putem priključnih vodova. Sa izvorišta kreću dva magistralna voda, jedan prema gradu a drugi prema industriji. Redovno se prati kvalitet vode, što podrazumeva uzorkovanje i laboratorijsko ispitivanje fizičko-hemijskih i bakterioloških parametara kvaliteta vode na ulazu u postrojenje, nakon prerade, na gradskom bunaru i na više lokacija u distributivnoj mreži.

Postrojenje za preradu sirove vode u JKP "Vodokanal" u Somboru sastoji se od starog i novog postrojenja.

4.1. Staro postrojenje

Tehnološki postupak prerade sirove vode sa izvorišta „Jaroš” u Somboru, obuhvata:

- Aeraciju sa retenzijom
- Oksidaciju i dezinfekciju primenom ClO_2
- Dvoslojne filtere (pesak + antracit)
- UV dezinfekcija
- Dezinfekcija hlorom i/ili ClO_2 .

Staro postrojenje kapaciteta 200 l/s je rekonstruisano i izgrađeno je novo postrojenje kapaciteta 200 l/s, tako da ukupan kapacitet postrojenja iznosi 400 l/s. Cevnim

vezama je ostvarena mogućnost međusobnog povezivanja svih tehnoloških linija kapaciteta po 200 l/s.

U JKP "Vodokanal" u Somboru, primenjuje se postupak aeracije raspršivanjem (slika 1).

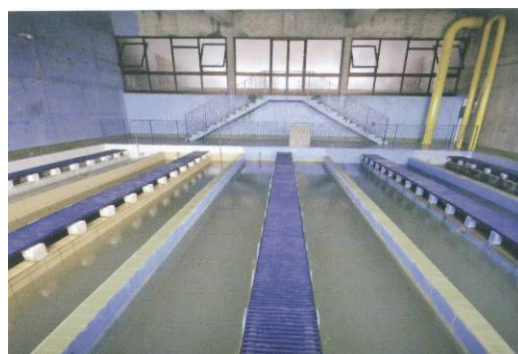


Slika 1. Aeracija raspršivanjem

Aeracija se izvodi dovođenjem u dodir vode sa vazduhom ili čistim kiseonikom. Primenjuje se za uklanjanje rastvorenih gasova i povećanje sadržaja rastvorenog kiseonika.

Nakon aeracije voda se u tankom mlazu sliva u retenzionu komoru, koja se nalazi ispod prostora za aeraciju i u njoj se odvijaju procesi oksidacije. Vreme za odvijanje procesa oksidacije, tj. ukupno vreme retenzioniranja vode, nakon unosa kiseonika u aeraciji iznosi 1,2 h. To vreme je dovoljno da se formiraju flokule i izdvoji talog na dnu retenzije, odnosno da se procesi oksidacije dovedu do kraja.

Voda se iz retenzionog bazena po završetku procesa oksidacije dovodi cevovodom na peščane filtere koji se nalaze neposredno uz retenzione komore aeratora. Filterska instalacija se sastoji od: pet filterskih polja i cevne galerije (slika 2).



Slika 2. Filteri

Brzina filtracije za kapacitet sistema od 200 l/s u slučaju kada su u funkciji svih pet filterskih polja iznosi 5,2 m/h.

Nakon filtracije, voda se dezinfikuje UV zracima. UV dezinfekcija se izvodi tako da se umesto hlorisanja primenjuje UV svetlo koje u sekundi ubije sve u vodi prisutne mikroorganizme. UV dezinfekcija se sve više primenjuje jer ne povećava toksičnost efluenta što je slučaj kod primene hlora. Dezinfekcija vode se nakon UV dezinfekcije vrši gasnim hlorom i predstavlja završni proces prerade podzemne vode pre njenog slanja potrošačima.

Dezinfekcija se vrši u dve faze:

- I faza – osnovno hlorisanje pri ulasku vode u rezervoar
- II faza – dodatno hlorisanje na izlasku vode iz rezervoara.

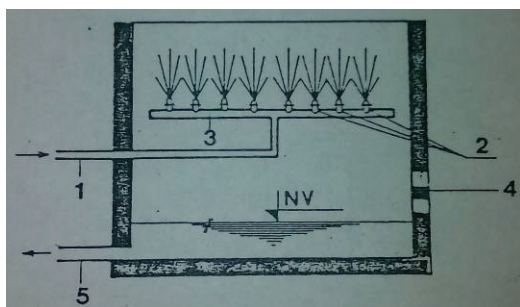
4.2. Novo postrojenje

Izgradnjom novog postrojenja kapaciteta 200 l/s, povećava se ukupan kapacitet sa 200 l/s na 400 l/s.

Tehnološki postupak novog postrojenja obuhvata sledeće:

- Umirujuća komora
- Aeracija sa retenzijom
- Oksidacija i dezinfekcija primenom hlordioksida ClO_2
- Dvoslojni filtri (pesak + antracit)
- UV dezinfekcija
- Dezinfekcija hlorom i/ili sa hlordioksidom ClO_2 .

Aeracija je efikasan proces i za delimično uklanjanje organskih materija iz vode. U procesu aeracije vrši se oksidacija gvožđa i mangana. Aeracija se vrši raspršivanjem vode što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Aeracija putem raspršivanja vode

(1 - Dovod vode na aeraciju; 2 - Mlaznice za raspršivanje; 3 - Razvodne cevi; 4 - Ventilacija; 5 - Voda posle aeracije)

Nakon aeracije voda se sliva u retenzioni bazen koji se nalazi ispod aeratora.

Retenzioni bazen treba da ima dovoljnu zapreminu da se izvrši proces oksidacije i taloženja gvožđa, taloženje suspendovanih čestica, kao i što potpunija oksidacija redukujućih materija. Nakon prolaska (sa potrebnim zadržavanjem) kroz retenzionu komoru voda se preliva u zajednički odvodni kanal koji je urađen duž celog aeratora. Iz odvodnog kanala voda se cevovodom odvodi na dvoslojne filtere.

Filtracija vode je fizičko-hemijski proces za odvajanje suspendovanih i koloidnih nečistoća iz vode prolaskom kroz sloj granulisanog materijala. Primenuje se kod finog tretmana vode za sadržaje koje taložnici nisu mogli da otklone. Najrasprostranjeniji tip filtera u tretmanu vode za piće jesu gravitacioni brzi peščani filteri. Gravitacioni brzi filteri mogu biti: peščani, dvoslojni i filteri sa aktivnim ugljem.

Brzi peščani filteri su filteri sa ispunom od peska. Najčešće se koriste filteri sa brzinom filtracije od 5 do 10

m/h. Izgled dvoslojnog filtera je identičan gravitacionim peščanim filterima sa nekim razlikama u pranju filtera i dovodu vode. Dvoslojni filteri imaju dva različita medija u filterskoj ispuni (npr. pesak-antracit) sa brzinom pranja od 5-12 m/h. Pored toga što služe za mehaničko uklanjanje istaloženih oksida, filteri služe i za biohemijske i katalitičke efekte.

UV dezinfekcija je fizička metoda inaktivacije mikroorganizama. Ovom metodom se više od 99,9% organizama može inaktivirati koje se nisu mogli uništiti hlorom. **Hlor** je neophodan posle UV dezinfekcije radi dezinfekcije kanalizacione mreže.

U našoj zemlji voda za piće se uglavnom dobija pripremom podzemne vode, koja obično od mikrobiološke kontaminacije sadrži samo bakterije, eventualno i viruse, pa hlor predstavlja dovoljno snažan dezinficijens za korišćenje u pripreme takve vode. Hlor pored toga što deluje baktericidno, deluje i oksidaciono te uklanja miris i ukus.

5. ZAGAĐENJE PODZEMNIH VODA

Mogući izvori zagađenja podzemnih voda:

1. Sa površine terena – infiltracija iz zagađenih površinskih voda, deponije, stovarišta različitih materijala, odlagališta mulja sa postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda;
2. Ispod površine terena, iznad nivoa podzemne vode – septičke jame, lagune za otpadne vode, podzemna odlagališta čvrstog otpada, curenje podzemnih rezervoara/cisterni, groblja;
3. Ispod površine terena, ispod nivoa podzemne vode – napušteni bunari, curenje podzemnih rezervoara/cisterni, drenažni sistemi.

Kod podzemnih voda zagađenje se javlja postepeno, a kada se utvrdi, problem je već u podmakloj fazi.

Ukoliko se ovakvo zagađenje dogodi na izvoru podzemne vode, mogućnosti prevazilaženja problema zavise od vrste zagađenja. Mere su sledeće :

1. Uvođenje dodatnih tretmana pre upuštanja u distributivni sistem
2. Ispumpavanje zagađene podzemne vode iz izdani, prečišćavanje, i ponovo vraćanje prečišćene vode u podzemlje putem infiltracije jezera
3. Rehabilitacija vode u podzemlju različitim merama neutralizacije (uvek sa neizvesnim rezultatom)
4. Napuštanje izvorišta i pronalaženje alternativnih načina vodosnabdevanja.

Izbor načina prevazilaženja problema zavisi od mnogo faktora: vrste i količine zagađenja, geoloških karakteristika zemljišta, novca koji stoji na raspolaganju, itd.

6. ZAKLJUČAK

Danas se vrši prerada i prečišćavanje voda primenom savremenih tehnologija u cilju postizanja odgovarajućeg kvaliteta propisanog zakonima. Primenom odgovarajućih postupaka dobijaju se pitke vode za snabdevanje naselja

kao i tehničke vode za industrijske potrebe. Vode koje se prerađuju za ljudske i tehničke upotrebe su najčešće rečnog ili podzemnog porekla.

Kondicioniranje vode se postiže primenom fizičkih, hemijskih i bioloških procesa kojima se postiže uklanjanje nepoželjnih supstanci i sastojaka iz vode.

Akcije koje je potrebno sprovesti u cilju zaštite izvorišta je definisanje zona zaštite izvorišta, propisivanje odgovarajućih mera u ovim zonama, izgradnju osmatračkih pijezometara, monitoring kvaliteta podzemnih voda kao i informisanje javnosti o problem zaštite izvorišta.

7. LITERATURA

- [1] Dalmacija B., Agbaba Jasmina, Klašnja M. 2005. Dezinfekcija vode. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju.
- [2] Đurić S., Đaković D. 2010. Procesni aparati za zaštitu okoline. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.
- [3] Gligorić M. 2010. Priprema vode za piće. Zvornik: Tehnološki fakultet.
- [4] Jahić M. 1990. Priprema vode za piće. Novi Sad: Poljoprivredni fakultet, Naučno obrazovni institut za uređenje voda.

Kratka biografija:

Branka Radoja rođena je u Somboru 14.09.1990. godine. Osnovne akademske studije završila je 18.9.2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu – studijski program Inženjerstvo zaštite životne sredine. Master akademske studije upisala je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka na istom studijskom programu.

SAVREMENI MATERIJALI ZA PROIZVODNJU VETROGENERATORA

ADVANCED MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF A WIND GENERATORS

Milana Milanko, Dragana Štrbac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – U ovom radu je dat pregled korišćenja energije vetra kao obnovljivog izvora, njena konverzija u električnu energiju kroz izgradnju i upotrebu vetro-turbina. Predstavljene su savremeni materijali koji se danas koriste za izgradnju vetroturbina, kao i njihova primena i uticaj na životnu sredinu.

Abstract – In this paper the use of wind energy as a renewable resource, its conversion into electricity through the construction and use of wind turbines is presented. Advanced materials that are now used for the construction of wind turbines, as well as their application and impact on the environment are featured.

Ključne reči: Energija vetra, Vetrogeneratori, Konverzija energije, Kompozitni materijali, Procena životnog ciklusa

1 UVOD

Savremeni život se zasniva na širokoj primeni svih oblika energije. Nezamisliva je bilo koja oblast koja delatnosti koja ne koristi energiju. Konvencionalni izvori energije polako se iscrpljuju i moraju se nalaziti alternativni izvori energije.

Budući da iz delatnosti vezanih za energetiku proističe glavna pretnja čovekovoj okolini, rešavanje energetskog problema postalo je u isto vreme značajno i sa ekološke strane. Stoga su obnovljivi i čisti izvori energije došli u prvi plan. Trenutni razvoj iskorištavanja energije vetra sve više ide u smeru izgradnje vetroelektrana (VE). Vetroelektranu predstavlja veći broj vetrogeneratora koji su zajedno povezani i efikasnost ovakvog grupisanja vetrogeneratora raste svakim danom.

Energija vetra, predstavlja konvencionalan obnovljiv izvor energije, koji se vekovima koristi za dobijanje mehaničke, a u novije vreme i električne energije.

U cilju iskorišćenja energije vetra potrebno je odrediti mikrolokaciju, tj. mesto na kom vetar ima najviše raspoložive energije i na kom će vetroenergetski sistem najviše te energije prevesti u upotrebljiv oblik.

S obzirom da tehnički uslovi omogućuju korišćenje vetra na visini do 150m od tla, problem određivanja mikrolokacije je veći zbog izražene turbulencije i pratećih efekata [1].

NAPOMENA:

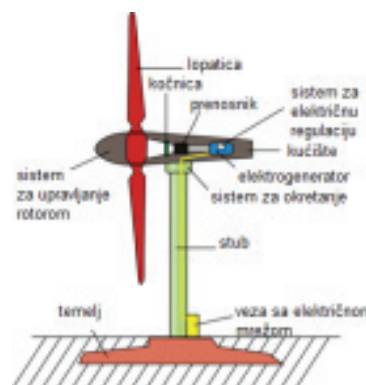
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Dragana Štrbac.

2 VETROELEKTRANE

2.1 Vetroturbine

Vetroturbine su uređaju koji pretvaraju kinetičku energiju vetra u električnu energiju. Brzinu obrtanja vetroturbine (koja iznosi nekoliko desetina obrtaja u minuti) obično je potrebno prilagoditi zahtevanoj brzini generatora, za čega se koriste mehanički reduktori. Vetrogenerator može biti sinhroni ili indukcion (asinhroni) pri čemu može raditi sa fiksnom ili promenljivom brzinom obrtanja [2].

Vetroturbine mogu biti različitih veličina i konfiguracija, izgrađene od širokog spektra materijala. Turbina se sastoji od rotora vetroturbine, lopatica, vratila s reduktorom, prenosnika, elektrogeneratora i ostalih delova električnog sistema (priključak na mrežu i sl), sistemi za regulaciju (aerodinamičko kočenje, zakretanje kućišta, nadzor, komunikacije itd), stub, temelj kao veza sa električnom mrežom (Slika 1) [2].



Slika 1. Delovi vetroturbine

2.2 Tipovi vetroturbine

Postoje različite konstrukcije vetroturbina. Cilj je da se postigne što veći stepen iskorišćenja i stabilan rad u što širem opsegu brzina vetra.

Ipak, nije ekonomično projektovati vetroturbinu koja bi pri svim brzinama vetra imala maksimalan stepen iskorišćenja, jer se vetrovi velikih brzina (iznad 14 m/s) retko javljaju, pa bi vetroturbina za najčešće vetrove bila predimenzionisana.

Pri velikim brzinama vetra (iznad 25 m/s) vetroturbina se iz sigurnosnih razloga zaustavlja. Projektovati vetroturbinu za rad pri velikim brzinama vetra je tehnički moguće ali je neekonomično.

Vetroturbina ima i minimalnu radnu brzinu, jer pri malim brzinama vetra njen rad postaje neefikasan i nestabilan.

Dakle, vetroagregat normalno radi u određenom opsegu brzine vetra.

3 UPOTREBA SAVREMENIH MATERIJALA U VETROGENERATORIMA

3.1 Kompozitni materijali

Mnoge savremene tehnologije zahtevaju materijale sa kombinacijom svojstava koju nemaju ni legure, ni keramički materijali, ni polimeri. Kao primer mogu da se navedu komponente avionskih konstrukcija, gde se od materijala zahteva mala gustina, velika čvrstoća i velika krutost.

Ovakva svojstva imaju kompozitni materijali (kompoziti), koji se sastoje od dva ili više različitih hemijskih sastojaka sa različitim osobinama, s ciljem dobijanja materijala takvih svojstava kakve ne poseduje niti jedna komponenta sama za sebe.

Ovakvi materijali poprimaju svojstva materijala drugačija od njihovih pojedinih komponenti. Zahvaljujući njihovim superiornim mehaničkim svojstvima, većoj snazi i manjoj težini, u poređenju sa mnogim metalima i legurama, kao i mogućnost prilagođavanja mikrostrukturama, kompozitni materijali su našli primenu u mašinskom inženjerstvu, automobilske industriji, avio-industriji i industriji korišćenja energije vetra.

3.1.1 Kompoziti ojačani česticama

Kompoziti ojačani česticama sastoje se od matrice u koju su smeštene čestice različitog oblika, ali približno istih dimenzija u svim pravcima. Veličina i zapreminski udeo čestica znatno utiču na svojstva ovih kompozita.

Da bi se postiglo neophodno ojačavanje, čestice treba da budu manje od $1\mu\text{m}$ u prečniku i ravnomerno raspoređene u matrici. Zapreminski udeo čestica najčešće iznosi 30-40% [3].

3.1.2 Kompozitni materijali u tehnologiji energije vetra

Uopšteno, vetroturbina bi trebalo da radi 20-25 godina bez popravljanja i uz minimalno održavanje. Rad vetroturbine u ovom slučaju znači između ostalog da deformacija lopatice treba da bude veoma mala da se održi aerodinamični oblik kraka i da se izbegne njegovo udaranje u toranj, tako da su efekti zamora usled sile gravitacije na obrtanje i cikličnog opterećenja vetrom zanemarljivi i da lopatice takođe mogu odupreti ekstremnim opterećenjima vetra.

Problem obezbeđivanja visoke pouzdanosti postaje posebno važan za velike i ekstremno velike turbine, zbog jakih vetrova i gravitacionog opterećenja, s jedne strane i poteškoća u popravci velikih turbina s druge strane.

3.2 Lopatice rotora vetroturbine; konstrukcija, opterećenja i uslovi

Lopatice predstavljaju najvažniji kompozitni deo vetroturbine, čija svojstva određuju učinak i vek trajanja turbine. Ipak, stopa kvara lopatica vetroturbine jeste 20% u periodu od tri godine.

Povećanje pouzdanosti i životni vek lopatica vetroturbine predstavlja značajan problem za proizvođače vetroturbina.

3.3 Kompoziti za lopatice vetroturbine: Osnovni sastojci i proizvodnja

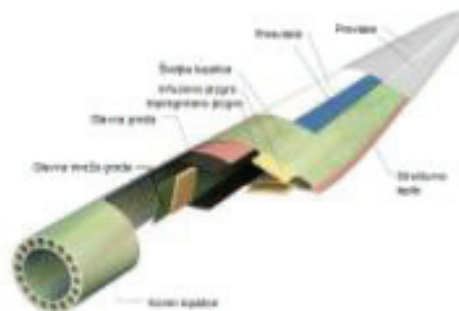
Kako bi se obezbedila potrebna stabilnost oblika, jačina i otpornost na oštećenje rotora lopatice vetroturbine, lopatice su proizvedene od dugih vlaknima ojačanih polimernih laminata. Na takav način mogu se postići neobične, odnosno kod drugih materijala neuobičajene kombinacije svojstava, kao što su krutost, čvrstoća, tvrdoća, težina, ponašanje pri visokim temperaturama, hemijska postojanost (antikorozivnost), ili provodljivost (električna i toplotna).

Efikasnost ojačanja najveća je kod kompozita s vlaknima (vlaknima ojačanih kompozita). Kod kompozita s vlaknima opterećenje se prenosi i distribuira među vlaknima i to putem matrice. Znatno ojačanje kompozita s vlaknima moguće je samo ako je veza matrica – vlakno jaka [4].

Prema tipu proizvodnje lopatice se dele na:

- Lopatice proizvedene infuzijom smole
- Lopatice proizvedene impregniranim procesom

Komponente koje čine lopaticu prikazane se na slici 2 [5].



Slika 2. Sastav lopatice

3.3.1 Materijal za lopatice proizvedene infuzijom smole

Četiri glavne komponente kao troškovi materijala (engl. *bill of materials, BOM*) za infuzione lopatice su suvi materijali, infuzija smola, jezgro materijala, i strukturna lepljiva materija [5].

3.3.2 Materijali za impregnirane lopatice

Impregnirane lopatice se obično sastoje od korena i jarbola proizvedenih korišćenjem ultra nisko disperzovanim staklom ili karbonskom impregnacijom, biaksijalanom impregnacijom i strukturnim jezgrom; dok se za kalup koristi multiaksijalna impregnacija, strukturno jezgro i premaz za proces kalupljenja. Ove komponente se zatim montiraju upotrebom strukturnog lepila ili nestrukturnalno poliuretansko lepilo.

4 PROCENA ŽIVOTNOG CIKLUSA (LCA)

Procena životnog ciklusa je metoda za procenu i kvantifikaciju uticaja proizvoda na životnu sredinu uzimajući u obzir metode i materijale koji se upotrebljavaju prilikom proizvodnje.

Ona takođe razmatra uticaj na životnu sredinu tokom upotrebe proizvoda i njegovog razlaganja, bilo putem reciklaže, spaljivanja ili odlaganja na deponiju. Veliki deo neophodnih podataka za obavljanje LCA se mogu naći u različitim softverskim paketima koji su dostupni u komercijalnoj prodaji [6].

4.1 Struktura kompozita i izbor materijala sa aspekta zaštite životne sredine

Izbor materijala je značajan u mnogim inženjerskim projektima jer se time određuje izdržljivost, troškovii mogućnost proizvodnje konačnih proizvoda. U stvari, može biti od ključnog značaja za ekološka pitanja kao što je mogućnost recikliranja i metode odlaganja koje mogu varirati u zavisnosti od izbora materijala.

Nedavne studije pokazuju da kompozitni materijali mogu sačuvati okolinu od emisija, posebno u transportnoj industriji, kada se poredi sa tradicionalnim strukturnim materijalima kao što je aluminijum. Tokom analize procene životnog ciklusa (LCA) aktuelnih komponenti, pokazalo se da komercijalni kompoziti ojačanih vlakana doprinose značajnom smanjenju u ukupnom uticaju na životnu sredinu tokom faze korišćenja.

Ovo se dešava uprkos činjenici da su kompoziti više vezani za proizvodnju i teži za odlaganje u poređenju sa tradicionalnim materijalima kao što je aluminijum.

Brojne istraživačke grupe su pokrenule projekte kako bi se razvili više ekološki kompoziti kao što su prirodni vlaknima ojačani polimeri [7].

4.2 Prirodna vlakna u odnosu na kompozite ojačanih staklenih vlakana sa gledišta LCA

Kompoziti prirodnih vlakana su ekološki superiorniji u odnosu na kompozite staklenih vlakana u većini slučajeva iz sledećih razloga:

- proizvodnja prirodnih vlakana ima manji uticaj na životnu sredinu u poređenju sa proizvodnjom staklenih vlakana
- prirodna vlakna imaju veći sadržaj vlakna za ekvivalentna svojstva, smanjujući sadržaj polimera koji je više na bazi zagađenja
- mala težina kompozita prirodnih vlakana poboljšava efikasnost goriva i smanjuje emisije u primeni faze komponente
- inseneracija prirodnih vlakana rezultuje obnovom energije [8].

5 ZAKLJUČAK

Velika primena kompozitnih materijala za proizvodnju vetrogeneratora je u znatnoj meri zasnovana na dobrom ponašanju u otežanim radnim uslovima, visokom pritisku, brzini, udarima, vibracijama, a sve zahvaljujući svojoj strukturi i specifičnim mehanizmima pri različitim opterećenjima.

Studije pokazuju da upotreba kompozitnih materijala dovodi do smanjenja različitih emisija, u poređenju sa tradicionalnim strukturnim materijalima.

Razvoj i istraživanje novih i još otpornijih materijala predstavlja jedan od najznačajnijih zadataka za istraživanje u oblasti korišćenja energije vetra i obnovljivih izvora uopšte.

6 LITERATURA

- [1] (<http://www.esco.rs/energija-vetra.html>)
- [2] (<http://www.energywsp.org/media/upload/technvetrogeneratori.pdf>)
- [3] (<http://ironlady003.wordpress.com/2014/05/12/kompozitni-materijali/>)
- [4] („Composite materials in wind energy technology“, Leon Michanevsky Jr)
- [5] (<http://www.gurit.com/products-and-materials.aspx>)
- [6] (<http://www.epa.gov/nrmrl/std/lca/lca.html>)
- [7] (http://www.expresspolymlett.com/articles/EPL-0002404_article.pdf)
- [8] (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0266353803000964>)

Kratka biografija



Milana Milanko rođena je 1991. godine u Somboru. Diplomski- bechelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Upravljanje otpadom- Inženjerstvo zaštite životne sredine odbranila je u septembru , 2013.godine.



Dragana Štrbac je od 2002. do 2006. zaposlena kao asistent-pripravnica, od 2006. kao asistent, a od 2011. kao docent na fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Koautor je 15 radova sa SCI liste. Učestvovala je na 6 projekata iz oblasti novih materijala i 9 projekata iz oblasti upravljanja otpadom i obnovljivih izvora energije. Nagrađena je kao najbolji asistent i najbolji profesor FTN-a prema evaluaciji od strane studenata.

PRIMENA RAZLIČITIH METODA PROCENE RIZIKA NA PRIMERU OPŠTE BOLNICE
APPLICATION OF DIFFERENT RISK ASSESSMENT METHODS – CASE STUDY FOR
SELECTED HOSPITAL

Aleksandra Marković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je procena rizika na radnom mestu i u radnoj okolini u MC Opštoj bolnici, uz pomoć više metoda kao što su: PILC metoda u kombinaciji sa metodom razvijenom od strane eksperata Visoke tehničke škole strukovnih studija u Novom Sadu, zatim matrice za procenu rizika KINNY i uz pomoć SINGAPURSKOG modela (3x3) u proceni OH&S rizika. Ovim metodama su obuhvaćene sve opasnosti i štetnosti i psihofizički uticaji. Takođe je definisana radna okolina, kao različit prostor, operaciona sala, otvoren prostor, prijemna ambulanta, kao i druge površine namenjene za rad.

Abstract – This paper presents the risk assessment at the workplace and in the work environment in the MC General Hospital, with the help of several methods: PILC method combined with the method developed by the experts of the High Technical School of Professional Studies in Novi Sad, the KINNY matrix for risk assessment and the Singapore model (3x3) in the evaluation of OH&S risks. These methods encompass all the hazards and harms as well as psycho-physical effects. Also, the work environment is defined as different spaces, including the operating rooms, open spaces, receiving wards and other areas intended for the work..

Ključne reči: Zaštita na radu, Procena rizika

1. UVOD

Bezbednost i zdravlje na radu podrazumeva ostvarivanje uslova rada u kojima se preduzimaju određene mere i aktivnosti u cilju zaštite života i zdravlja zaposlenih i drugih lica koji na to imaju pravo. To je skup tehničkih, zdravstvenih, pravnih, psiholoških, pedagoških i drugih delatnosti uz pomoć kojih se otkrivaju i otklanjaju opasnosti koje mogu da ugroze život i zdravlje osoba na radu i utvrđuju se mere, postupci i pravila da bi se otklonile ili smanjile te opasnosti.

Pored Zakona o Bezbednosti i zdravlja na radu [1], kao i Zakona o radu [2], oblast zaštite na radu regulisana je i nizom Zakona kao što su:

- Zakon o zaštiti od požara [3]
- Zakon o zabrani zlostavljanja na radnom mestu [4]
- Zakon o zabrani pušenja u zatvorenim prostorijama [5]
- Zakon o zaštiti od duvanskog dima [6]
- Zakon o zaštiti životne sredine [13]
- Zakon o planiranju i izgradnji [14].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Miodrag Hadžistević.

2. PROCENA RIZIKA NA RADNOM MESTU I U RADNOJ OKOLINI

Prema odredbi člana 13. Zakona o bezbednosti i zdravlja na radu [1]:

- Poslodavac je dužan da donese akt o proceni rizika u pismenoj formi za sva radna mesta i u radnoj okolini i da utvrdi način i mere za otklanjanje rizika.

- Poslodavac je dužan da izmeni akt o proceni rizika u slučaju pojave svake nove opasnosti i štetnosti i promene nivoa rizika u procesu rada.

- Akt o proceni rizika zasniva se na utvrđivanju mogućih vrsta opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini, na osnovu kojih se vrši procena rizika od nastanka povreda i oštećenja zdravlja zaposlenog.

Način i postupak procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini propisuje ministar nadležan za rad.

Na osnovu Pravilnika o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini (član 3) [9], [18] metodologija procene rizika analiza rizika se izvodi sledećim redosledom:

- prepoznavanje i utvrđivanje opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini,
- procenjivanje rizika u odnosu na opasnosti i štetnosti,
- utvrđivanje načina i mera za otklanjanje, smanjenje ili sprečavanje,
- ponovno procenjivanje rizika u odnosu na preostale opasnosti i štetnosti posle sprovedenih mera,
- zaključak i
- mere za održavanje preostalog rizika.

2.1. OHSAS 18001

U svakoj zemlji postoje razvijeni zakoni i propisi koji regulišu obaveze organizacije po pitanju bezbednosti i zdravlja zaposlenih, a ovaj standard [11] je namenjen da:

- minimizira rizik za bezbednost i zdravlje zaposlenih i ostalih,
- poboljša profitabilnost organizacije i
- podigne imidž organizacije tako što će je na tržištu predstaviti kao organizaciju koja vodi računa o bezbednosti i zdravlju svojih zaposlenih i ostalih zainteresovanih strana.

Ovaj standard daje smernice kako da organizacija na adekvatan način upravlja bezbednošću i zdravljem kako svojih zaposlenih, tako i svih onih na koje može imati uticaj svojim aktivnostima.

3. METODOLOGIJA RADA PREPOZNAVANJA I PROCENE RIZIKA NA RADNOM MESTU I U RADNOJ OKOLINI –METODE ZA PROCENU RIZIKA

Na osnovu istraživanja koje je sproveo Savez samostalnih sindikata Vojvodine krajem juna 2007 [12], dobijeni su

zabrinjavajući podaci da je samo 0,1% poslodavaca donelo akt o proceni rizika na radnom mestu, iako su po roku koji je dat u Zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu, morali svi da ga donesu. Zabrinjavajuća je činjenica da čak 94% poslodavaca o tome uopšte još nerazmišlja, bez obzira na poražavajuće podatke koji govore o tome da se u našoj zemlji na svakih sedam minuta povredi po jedan zaposleni i svake nedelje bar jedan radnik pogine na radnom mestu [12].

Procena rizika u MC Bolnici izvršena je uz pomoć tri različite metode, i to: Pilc metoda u kombinaciji sa metodom Visoke tehničke škole škole strukovnih studija iz Novog Sada, Kinny metoda i "SINGAPURSKOG" modela (3x3) u proceni OH&S rizika. Procenjeno je radno mesto lekara specijaliste – Anesteziolog, sa niskim rizikom i radno mesto lekara specijaliste – Radiolog, sa visokim rizikom.

Kada se vrši procena rizika, procenjeni rizik se mora "izmeriti" a to nije jednostavno uraditi. Mera rizika može biti različita [7], [8] i to:

- komparativna lestvica rizika
- kvalitativna
- kvantitativna
- polukvalitativna

3.1. Pilc metoda u kombinaciji sa metodom Visoke tehničke škole škole strukovnih studija iz Novog Sada

Prema ovoj metodi R - Rizik od povrede i oštećenja zdravlja ili oboljenja zaposlenog u vezi sa radom prouzrokovanih opasnostima i štetnostima na radnom mestu i u radnoj okolini, procenjuju se na osnovu prethodne analize koja uzima u obzir:

Š - Step en mogućnosti štete – u najgorem slučaju posledicu delovanja rizika u smislu izazivanja povrede na radu, profesionalnog oboljenja ili bolesti u vezi sa radom;

P - Verovatnoću nastanka povrede, profesionalnog oboljenja ili bolesti u vezi sa radom;

F - Frekvenciju (učestalost) nastanka povrede, profesionalnog oboljenja ili bolesti u vezi sa radom;

N - Broj osoba izloženih opasnosti.

$$R = P * F * \dot{S} * N.$$

U slučaju ocenivanja stanja bezbednosti u radnoj okolini ekspertski tim Visoke tehničke škole škole strukovnih studija iz Novog Sada dao je matematičku formulu za izračunavanje verovatnoće događaja P:

$$16,48 \cdot \left(\frac{\pi}{N} \right)^{2,7}$$

Za radno mesto sa povećanim rizikom smatra se radno mesto za koje je računskim putem po gore navedenoj formuli identifikovan rizik čija je izračunata vrednost rizika (R) veća ili jednaka sa 200 ($R \geq 200$).

3.2. Kinny metoda

Rizici se tokom vremena menjaju kroz tri osnovne kategorije koje analizira metoda Kinny [15] i to:

- verovatnoća pojave opasnosti i štetnosti;
- težina posledica koje koje zaposleni trpi kod pojave opasnosti i štetnosti;
- učestalost pojavljivanja opasnosti i štetnosti.

Kriterijum - verovatnoća (V) rangira se počev od 0,1 – jedva verovatno, do 10 koja se smatra izvesnom, predvidivom odnosno sasvim očekivanom.

Kriterijum - posledice (P) (moguća šteta) rangira se počev od 1 kao najmanje do 10 koja se smatra katastrofalnom. Kriterijum - učestalost pojavljivanja opasnosti i štetnosti (U) rangira se od retko – jedan puta u godini, do trajno – kontinualno 10.

Vrednovanje rizika R vrši se po formuli: $R = V \times P \times U$

3.3. Primena "SINGAPURSKOG" modela (3x3) u proceni OH&S rizika

Za procenu rizika u organizacijama malih i srednjih veličina može se usvojiti jedan od jednostavnijih modela tzv. "singapurski model" [15]. Rizik se najjednostavnije izražava kao proizvod verovatnoće nastanka povrede na radu, oštećenja zdravlja i oboljenja u vezi sa radom (V) i posledica težine povrede, oštećenja zdravlja i oboljenja u vezi sa radom (T).

$$R = V \times T$$

4. OPŠTA BOLNICA „MC“ IZ NOVOG SADA

Opšta bolnica "MC" osnovana je 2006. godine, a nastala je prerastanjem Specijalne hirurške bolnice "Zoričić" u ustanovu višeg oblika organizovanja ujedinjavanjem sa Specijalističkom internističkom ordinacijom "SIMED", specijalističkom ordinacijom „Kovačević“ (kardiologija i otorinolaringologija), RTG kabinetom "Stari grad" i priključivanjem novih specijalnosti i laboratorije.

S obzirom da je cela zgrada zidana namenski za sadržaje zdravstvene delatnosti i stekli su se uslovi za prerastanje u ustanovu višeg ranga - OPŠTU BOLNICU. Konkretno, to znači da bolnica može da pruži čitavu lepezu zdravstvenih usluga.

Opšta bolnica "MC" radi na oko 2000 kvadratnih metara namenski izgrađenog prostora na veoma atraktivnoj lokaciji - Bulevar Cara Lazara 79a (u neposrednoj blizini hotela Aleksandar i Doma zdravlja na Limanu).

Bolnica zapošljava za stalno preko 40 radnika, od toga 3 doktora nauka i 2 magistra medicinskih nauka, dva magistra farmacije i 14 lekara različitih specijalosti.

4.1. Lekar specijalista Anesteziolog

Lekar specijalista Anesteziolog je deo hiruškog tima. Radni zadaci zaposlenog na posmatranom radnom mestu sastoje se od:

- Preanestetičke ili preoperativne vizite kojom se anesteziolog upoznaje sa fizičkim i psihičkim stanjem pacijenta, medicinskom dokumentacijom i rezultatima laboratorijskog ispitivanja. Donosi odluku o potrebi dopunskog ispitivanja u cilju dovođenja pacijenata u optimalno stanje za izvođenje hirurške intervencije. Procenjuje i odlučuje o vrsti anestezije i o kontraindikaciji za operativno lečenje.

- Preoperativne proverave sistema centralnog snabdevanja gasovima i količinom gasova u cilindrima na anestezijskom aparatu. Proverava ispravnost aparata za anesteziju kao i opreme koju će koristiti ili mu može biti potrebna u toku anestezije.

- Priprema medikamente potrebne za izvođenje anestezije kao i one za reanimaciju. Proverava i priprema aparate za monitoring vitalnih funkcija pacijenata.

- Uvodi pacijenta u anesteziju, održava, prati vitalne funkcije i obezbeđuje optimalno stanje za izvođenje hirurške intervencije.

- Po završetku hirurške intervencije budi pacijenta i u stabilnom kardiorespiratornom stanju i uspostavljenim protektivnim refleksima smešta ga u bolesničku postelju. Prati neposredni postoperativni tok, vodi uredno medicinsku dokumentaciju, vodi računa o ispravnosti anezestzionog aparata i druge neophodne opreme, vodi računa o količini anestezijskih gasova i svakodnevno se obaveštava o stanju u podstanici. Iste naručuje od ovlašćenog dobavljača. Vodi računa o količinama lekova za anezestiju i reanimaciju i iste naručuje. Vodi računa o visokim higijenskim standardima u operacionoj sali.

Obavezna sredstva lične zaštite [16], [17] :

Radno odelo (pantalone/suknja, radni mantil od pamučnog materijala).

Sredstva lične zaštite koja se koriste po potrebi i ne daju se na lično zaduženje:

- Hirurške rukavice (jednokratna upotreba)
- PVC rukavice (jednokratna upotreba)
- Maska za jednokratnu upotrebu
- Kapa za jednokratnu upotrebu
- Zaštitne naočari
- Zaštitna kecelja od gumiranog materijala

Zaključak o riziku na radnom mestu i u radnoj okolini:

Procenjavano radno mesto Pilc metodom u kombinaciji sa metodom Visoke tehničke škole škole strukovnih studija iz Novog Sada

Lekar specijalista Anesteziolog

NIJE SA POVEĆANIM RIZIKOM.

Procenjavano radno mesto Kinny metodom

Lekar specijalista Anesteziolog

JE SA MALIM RIZIKOM.

Procenjavano radno mesto Singapurskim modelom (3x3)

Lekar specijalista Anesteziolog

JE SA PRIHVATLJIVIM RIZIKOM.

4.2. Lekar specijalista Radiolog

Radnu okolinu čine prijemno odeljenje u čijem sklopu je čekaonica, kao i CT, RTG kabinet i kabinet za ultrazvuk i druge pomoćne i radne prostorije u sklopu objekta. Zaposlenima je u skladu sa pozitivnim zakonskim propisima dužan da poštuje saobraćajne propise u toku učešća u saobraćaju bilo kao pešak, korisnik prevoznih sredstava ili vozač.

Zaposleni u toku dana obavlja sledeće poslove:

- aktivno sarađuje sa drugim stručnim radnicima u odseku na uvođenju novih metoda rengenoloških ispitivanja;
- stalno se edukuje, a posebno u primeni novih metoda rada ili tehnologije obrade;
- učestvuje u sprovođenju mera zaštite od jonizujućeg zračenja;
- po izvršenoj rengenološkom pregledu očitava i opisuje dobijene snimke i izdaje stručni nalaz za koji lično odgovara;
- sarađuje sa drugim stručnim radnicima u odeljenju, odnosno Bolnici i sa njima učestvuje i u drugim oblicima organizacije rada;
- obavlja i druge poslove prema stepenu i profilu svoje stručnosti, na osnovu naloga za rad neposrednog rukovodioca, odnosno Direktora ustanove.

Obavezna sredstva lične zaštite [16], [17] :

- Radno odelo od kepera ili sličnog materijala (suknja/pantalone, radni mantil).

- Dozimetar za stalno praćenje nivoa izloženosti štetnom dejstvu zračenja.

Sredstva lične zaštite koja se koriste po potrebi i ne izdaju se na lično zaduženje:

- Zaštitna kecelja za zaštitu od štetnog delovanja zračenja.

Zaključak o riziku na radnom mestu i u radnoj okolini:

Procenjavano radno mesto Pilc metodom u kombinaciji sa metodom Visoke tehničke škole škole strukovnih studija iz Novog Sada

Lekar specijalista: Radiolog

JE SA UMERENIM RIZIKOM.

Procenjavano radno mesto Kinny metodom

Lekar specijalista Radiolog

JE SA POVEĆANIM RIZIKOM.

Procenjavano radno mesto Singapurskim modelom (3x3)

Lekar specijalista Radiolog

JE SA POVEĆANIM RIZIKOM.

5. PRIORITETI U OTKLANJANJU RIZIKA

Aktom o proceni rizika u radnoj okolini pored definisanog i procenjenog konkretnog rizika definisane su mere i postupci za smanjenje svakog prepoznatog rizika, kao i rokovi u kojima se mere i postupci za upravljanje rizikom moraju sprovoditi i odgovornosti i obaveze Poslodavca, Imenovanog lica za poslove bezbednosti i zdravlja na radu i obaveze zaposlenih u vezi sa upravljanjem rizikom. U delu u kome su date karakteristike mašina opreme i alata koji se koriste u radu date su i napomene o zatečenom stanju sa aspekta ispunjavanja uslova za bezbedan i zdrav rad kao i nedostacima koji su uočeni i koje je Poslodavac u obavezi da ukloni u cilju obezbeđivanja uslova za bezbedan i zdrav rad. Neke od najvažnijih obaveza Poslodavca:

- Sprovoditi i nadgledati Aktom o proceni rizika definisane mere i postupke za upravljanje rizikom propisane za svako radno mesto i radnu okolinu pojedinačno.
- Imenovati lice za sprovođenje poslova bezbednosti i zdravlja na radu sa položenim stručnim ispitom za obavljanje imenovanih poslova ili angažovati pravno lice ili preduzetnika sa propisanom licencom.
- Sprovoditi zakonom propisane mere za zaštitu od zračenja (jonizujućeg, nejonizujućeg, laserskog i ultrazvučnog).
- Vršiti prethodne i periodične lekarske propisane preglede zaposlenih na radnim mestima procenjenim kao radna mesta sa umerenim rizikom o utvrđivanju zdravstvenih sposobnosti za obavljanje predmetnih poslova u obimu i rokovima definisanim u Oceni medicine rada.
- Izvršiti zakonom propisanu obaveznu vakcinaciju protiv Hepatitisa B.
- Po potrebi, a u saradnji sa specijalistom medicine rada vršiti i drugo potrebno ciljano periodično vakcinisanje zaposlenih.
- Jedanput godišnje uraditi opšti sistematski lekarski pregled zaposlenih.
- Za donošenje zaključka u slučajevima kada je to potrebno i za druge poslove bezbednosti i zdravlja na radu, angažovati službu medicine rada i odlučiti o stepenu njenog učešća u ostavarivanju mera prevencije.

- Voditi propisane evidencije iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu;
- Vršiti osposobljavanje zaposlenih za bezbedan i zdrav rad u rokovima i na način definisan zakonom i o tome voditi propisane evidencije.
- Vršiti osposobljavanje zaposlenih iz oblasti protivpožarne zaštite u rokovima i na način definisan zakonom i o tome vodi pisane evidencije.
- Primeniti mere i postupke propisane Zakonom o protivpožarnoj zaštiti.
- Obezbediti uslove za bezbedan i zdrav rad na mašinama, opremi i alatima na način definisan Zakonom i važećim pravilnicima u vezi Zakona.
- Obezbediti uslove za bezbedan i zdrav rad u radnoj okolini Poslodavca na način definisan Zakonom i važećim pravilnicima u vezi Zakona.
- Vršiti osposobljavanje zaposlenih za bezbedan i zdrav rad u rokovima i na način definisan zakonom i o tome voditi propisane evidencije.
- Vršiti periodična ispitivanja uslova radne sredine, opreme, mašina i alata na način definisan i u rokovima definisanim Zakonom i važećim pravilnicima u vezi Zakona.
- Zaposlenima obezbediti, dati na upotrebu i nadgledati korišćenje ličnih i kolektivnih zaštitnih sredstava.
- Vršiti stalnu proveru efikasnosti primene Akta o proceni rizika i po potrebi vršiti revizije.

6. ZAKLJUČAK

U radu su prikazana dva radna mesta, procenjavana sa tri različite metode za procenu rizika, ali u sva tri slučaja dobili smo iste rezultate.

Dakle, izbor metode je stvar dogovora Poslodavaca i procenjivača. Suština procene je stručno i adekvatno identifikovanje rizika u svim segmentima rada, detaljna analiza i praćenje svih tehnoloških procesa koji se dešavaju od samog početka do finalnog izlaska proizvoda ili usluga.

Poredeći metode koje su korištene u ovom radu, možemo videti da je procena radne sredine izvršena samo PILZ metodom u kombinaciji sa metodom Visoke tehničke škole strukovnih studija iz Novog Sada. Ostale dve metode KINNY I SINGAPURSKI MODEL, nedaju tu mogućnost, što je ujedno i nedostatak ovih metoda. Prednost Kinny i Singapurskog modela ogleda se u jednostavnosti i daje mogućnosti primene osobama koji nemoraju biti inženjeri zaštite na radu, ali ipak trebaju da imaju predznanje iz ove oblasti.

Procena rizika zahteva detaljan i stručan pristup svim rizicima, kao i detaljnu analizu rizika i mere zaštite, uz pomoć kojih bi se moglo upravljati rizikom i držati ga pod kontrolom.

Potencijalne opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini mogu da prouzrokuju povredu na radu, oštećenje zdravlja ili oboljenje zaposlenog. Potpunom primenom propisa i sprovođenjem mera zaštite, može se sprečiti gubljenje ljudskog života, razne povrede i oboljenja, kao i velike materijalne štete. Potrebno je takođe usavršiti nivoe bezbednosti na radu, kao i ponašanja na radnim mestima.

7. LITERATURA

- [1] Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu ("Sl. glasnik RS", br. 101/2005).
- [2] Zakon o radu (Sl. glasnik RS br. 24/05, 61/05).
- [3] Zakon o zaštiti od požara (Službeni glasnik RS", br. 111/2009).
- [4] Zakon o zabrani zlostavljanja na radnom mestu (Sl. glasnik RS br. 36/10).
- [5] Zakon o zabrani pušenja u zatvorenim prostorijama (Službeni glasnik RS", br. 16/95, 101/05).
- [6] Zakon o zaštiti od duvanskog dima (Sl. glasnik RS br. 30/2010).
- [7] Vera Božić-Trefalt, Simo Kosić i Božo Nikolić : Priručnik za polaganje stručnog ispita, peto dopunjeno izdanje, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Novi Sad, 2008.
- [8] Vera Božić-Trefalt, Simo Kosić i Božo Nikolić : Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini Visoka tehnička škola strukovnih studija, Novi Sad, 2006.
- [9] Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini (Sl. Glasnik RS br. 72/06 i 84/06 ispravka).
- [10] Pravilnik o postupku utvrđivanja ispunjenosti propisanih uslova u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu («Službeni glasnik RS» broj 60/06).
- [11] OHSAS 18001 (officially BS OHSAS 18001:2007).
- [12] Savez samostalnih sindikata Vojvodine (jun 2007.).
- [13] Zakon o zaštiti životne sredine (Sl. glasnik RS br. 135/04 , 36/09 , 36/09 - dr. zakon, 72/09 - dr. zakon, 43/11 - US).
- [14] Zakon o planiranju i izgradnji ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009 - ispr. i 64/2010 -odluka US).
- [15] [https://osha.europa.eu/european agency for S afety and Health at Work](https://osha.europa.eu/european%20agency%20for%20Safety%20and%20Health%20at%20Work).
- [16] Pravilnik o izmenama i dopunama Pravilnika o prethodnim i periodičnim lek. pregledima zaposlenih na radnim mestima sa povećanim rizikom.
- [17] Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri korišćenju sredstava za ličnu zaštitu na radu.
- [18] Pravilnik o izmeni Pravilnika o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i radnoj okolini («Službeni glasnik RS» broj 30/10).

Kratka biografija:



Aleksandra Marković rođena je u Bugojnu 1974. god. Diplomirala na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Novom Sadu Bezbednost i zdravlje na radu 2008 god., specijalizirala 2009. god. Zaštitu životne sredine. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Zaištite na radu odbranila 2013.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2013. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slavko Đurić
Aleksandar Ristić	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Dudić
Bato Kamberović	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Slobodan Krnjetin
Biljana Njegovan	Đura Oros	Milan Vidaković	Slobodan Morača
Bogdan Kuzmanović	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Sonja Ristić
Bojan Batinić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Kolaković
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milica Miličić	Srđan Popov
Bojan Tepavčević	Goran Sladić	Milinko Vasić	Srđan Vukmirović
Bojana Beronja	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Staniša Dautović
Branislav Atlagić	Gordana	Miloš Živanov	Stevan Milisavljević
Branislav Nerandžić	Milosavljević	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Branislav Veselinov	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Strahil Gušavac
Branislava Kostić	Igor Budak	Miodrag Zuković	Svetlana Nikoličić
Branislava	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Tanja Kočetov
Novaković	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branka Nakomčić	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Mirjana Vojnović	Todor Bačkalić
Branko Škorić	Ivan Tričković	Miloradov	Toša Ninkov
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Damir Đaković	Ivana Katić	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Nimrihter	Velimir Todić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Miroslav Plančak	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jeličić	Miroslav Popović	Veran Vasić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mitar Jocanović	Veselin Avdalović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Mladen Kovačević	Veselin Perović
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Mladen Radišić	Vladan Radlovački
Dragan Jovanović	Jureša	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Nađa Kurtović	Vladimir Radenković
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nebojša Pjevalica	Vladimir Strezoski
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Škiljajica
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nemanja	Vlado Delić
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlastimir
Dragana	Karl Mičkei	Nenad Katić	Radonjanin
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zdravko Tešić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zora Konjović
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragiša Vilotić	Nešić	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radivoje Rinulović	Željen Trpovski
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Radovan Štulić	
Duško Bekut	Milan Rackov	Rastislav Šostakov	

