



ZBORNİK RADOVA





VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA STRUKOVNIH STUDIJA U NIŠU

ZBORNİK RADOVA

VISOKE TEHNIČKE ŠKOLE STRUKOVNIH STUDIJA

NIŠ
2013.

ZBORNIK RADOVA

Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu

Izdavač:

Visoka tehnička škola strukovnih studija

Niš, Aleksandra Medvedeva 20

Tel: (018) 588 211, 588 039, 588 040

Tel/Fax: (018) 588 210

E-mail: info@vtsnis.edu.rs

<http://www.vtsnis.edu.rs>

Urednik:

dr Dejan Blagojević

Recezent:

dr Zoran Milivojević

Tehnička obrada i korice:

Goran Milosavljević, dipl. inž. el.

Štampa:

Punta, Niš

Tiraž:

150 primeraka

PREDGOVOR

Savremene tehnologije praćene snažnom popularizacijom nauke i tehnike, otvaraju nove mogućnosti razvoja našeg društva, a nama pružaju mogućnosti da budemo jedni od nosilaca tih promena. Obrazovanje kao jedan od puteva prosvetljenja, put kome težimo kao društvo, predstavlja osnovu za ostvarivanje naše vizije i misije, kao visoko obrazovne ustanove i otvara nam puteve za pomenute promene.

Predstavljeni naučno stručni rezultati, nastavnog osoblja, Visoke Tehničke Škole Strukovnih studija iz oblasti, informacionih tehnologija, saobraćajnog inženjerstva, pa preko oblasti mašinskog i industrijskog inženjerstva i aktuelnih problema građevine i zaštite životne sredine, pa do društveno humanističkih nauka, u okviru ovog zbornika, jasno ističu aktuelne probleme u ovim oblastima i daju predloge i modele za njihova rešenja.

Na ovaj način, potvrđujemo da smo kao predstavnici struke, dosledni našim opredeljenjima, da zajedno sa drugima stvaramo moderno tehnološko društvo, koje će biti spremno da odgovori tehnološkim izazovima sutrašnjice.

*Direktor Škole
dr Dejan Blagojević*

SADRŽAJ:

1. AKUSTIČKI IMPULSNI ODZIV U ANALIZI AKUSTIKE PROSTORIJE Violeta Stojanović, Zoran Milivojević	1
2. ANALIZA BEŽIČNOG TELEKOMUNIKACIONOG SISTEMA SA MIKRO I MAKRODIVERZITI PRIJEMOM KORISTEĆI N-TI MOMENT ODNOSA SIGNAL-ŠUM Nikola Sekulović	5
3. PROCENA NIVOVA BELOG GAUSOVOG ŠUMA U SLICI PRIMENOM SVD Zoran N. Milivojević, Darko T. Brodić	9
4. STATISTIČKI PRISTUP ANALIZI PRIRODE TERMIČKOG KONTAKTA Dejan Blagojević, Dimitrije Č. Stefanović, Nataša Bogdanović	13
5. VIDEO PROFILI PODRŽANI H.264/AVC STANDARDOM Zoran Veličković	17
6. VREME KONVERGENCIJE MREŽE PRILIKOM OTKAZA LINKA KOD EIGRP RUTING PROTOKOLA Dušan Stefanović, Marjan Stojanović	21
7. INTERNET OF THINGS – IZAZOV BUDUĆNOSTI Mirko Kosanović, Miloš Kosanović	26
8. IMPLEMENTACIJA mPDF i e-MAIL PHP BIBLIOTEKA Miloš Milojević, Slavimir Stošović	30
9. ŠTA URADITI KADA WEB SAJT PADNE Borivoje Milošević	34
10. ZNAČAJ BIBLIOTEKE TEHNIČKIH ELEMENATA TOKOM PROCESA PLANIRANJA PROIZVODNJE Miloš Ristić	38
11. UPOREDNA ANALIZA NIVOVA VIBRACIJA KOD TRAKTORA, U ZAVISNOSTI OD SISTEMA OGIBLJENJA Boban Cvetanović	42
12. PRIMENA RECIKLIRANE GUME KOD GUMENIH PROIZVODA Petar Đekić	45
13. TEHNOLOGIJE PRERADE BIOMASE Anica Milošević	48
14. PROCENA RIZIKA ZA RADNO MESTO AUTOMEHANIČARA Slađana Nedeljković, Petar Đekić	52
15. PROFITABILNOST PROCESA RECIKLAŽE ELEKTRIČNOG OTPADA Biljana Milutinović, Gordana Stefanović	56

16. MERENJE KVALITETA UNUTRAŠNJEG VAZDUHA I ANALIZA TERMIČKOG KOMFORA U RAČUNARSKOJ UČIONICI	60
Aleksandra Boričić, Mladen Tomić, Biljana Milutinović	
17. UVEĆANJE KOEFICIJENTA PRELAZA TOPLOTE PRIMENOM PERFORIRANIH REBARA	64
Mladen Tomić, Aleksandra Boričić	
18. TEHNIČKO REGULISANJE PEŠAČKIH TOKOVA U CENTRALNOJ GRADSKOJ ZONI NIŠA	68
Milan Stanković, Dejan Bogičević, Dušan Radosavljević, Nada Stojanović	
19. PRIMENA ZGRADA ZA PARKIRANJE U KONTEKSTU ODRŽIVOG RAZVOJA	72
Aleksandra Marinković, Tomislav Marinković	
20. UTICAJ VLAGE NA ADHEZIONE SPOJEVE U ČELIČNIM KONSTRUKCIJAMA	76
Nenad Stojković, Dragoslav Stojić	
21. TOPLOTNA ZAŠTITA OBJEKTA PRIMENOM PRAVILNIKA O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI ZGRADA	80
Simona Smiljković, Danijela Zlatković	
22. KONVOLUCIONA SVOJSTVA NEKIH SPECIJALNIH NIZOVA BROJEVA	84
Predrag Rajković, Nataša Savić	
23. OPERATOR OBLIKA	88
Milica Cvetković	
24. OBRAZOVANJE U FUNKCIJI UPRAVLJANJA ŽIVOTNIM RESURSIMA	92
Staniša Dimitrijević, Žaklina Milivojević	
25. EDGAR ALAN PO KAO PISAC DETEKTIVSKIH PRIČA	96
Danica Milošević	
26. ENGLISH FOR COMPUTER SCIENCE - THE SPECIFICS OF COURSE DEVELOPMENT AT THE UNIVERSITY LEVEL	100
Nadežda Stojković, Slađana Živković	
27. CONSTRUCTIVISM IN ESP LEARNING	104
Slađana Živković, Nadežda Stojković	
28. DDoS NAPADI I ODBRANA	108
Nemanja Ignjatović, Nikola Šepa	
29. SKENIRANJE I PROVERA SIGURNOSTI KLIJENTSKIH RAČUNARA	111
Nikola Šepa, Nemanja Ignjatović	
30. UŠTEDA ELEKTRIČNE ENERGIJE KORIŠĆENJEM ENERGETSKI EFIKASNIH UREĐAJA	115
Milica Marković, Nemanja Nikolić	
31. BESKONTAKTNI DINAMO	119
S. Mihajlović, N. Stanković, P. Drašković, J. Mladenović, D. Danković, I. Arsić, Z. Antanasković, Nataša Bogdanović	

AKUSTIČKI IMPULSNI ODZIV U ANALIZI AKUSTIKE PROSTORIJE ACOUSTIC IMPULSE RESPONSE OF ANALYSIS ROOM ACOUSTICS

Violeta Stojanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Zoran Milivojević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - U ovom radu izvršena je analiza akustičkog impulsnog odziva prostorije i određeni su parametri koji karakterišu akustiku prostorije. U prvom delu rada definisani su impulсни odziv i akustički parametri prostorije. U drugom delu rada je analiziran impulсни odziv koncertne hale Promenadikeskus u Poriu, u Finskoj, pomoću matematičkog paketa Matlab. Na osnovu dobijenih vrednosti akustičkih parametara izvršena je komparativna analiza.

Ključne reči: Akustički impulсни odziv prostorije, metode merenja, akustički parametri.

Abstract: *In this paper analysed the acoustic room impulse response and determined all the parameters that characterize the acoustics of the room. The first part of this paper defines the impulse response and the acoustic parameters of the room. In the second part of the paper analyzed the impulse response of a concert hall in Pori Promenadikeskus in Finland using mathematical package Matlab. The comparative analysis is performed done on basis of the obtained values of acoustic parameters.*

Key words: Acoustic impulse response, measurement methods, acoustic parameters.

1. UVOD

Osnovna odlika prostorije kao akustičkog prenosnog sistema je postojanje reflektovane zvučne energije. Impulсни odziv prostorije (akustički impulсни odziv) predstavlja vremensku strukturu reflektovane energije koja stiže u prijemnu tačku [1].

U praksi se impulсни odziv prostorije može meriti na dva načina [2]. Prvi način podrazumeva korišćenje različitih izvora impulсне pobude koje imaju karakteristike slične idealnom Dirakovom impulsu, uz dovoljan nivo i što ravniji spektar u relevantnom frekvencijskom opsegu. Najjednostavniji izvori sa ovakvim karakteristikama su oni kod kojih se pobuda ostvaruje mehaničkim putem: klapna kod koje se impuls proizvodi udarom dve njene površine [3], generator električne varnice, eksplozijom baruta (startni pištolj, petarda) ili naglom ekspanzijom komprimovanog vazduha (pucanje naduvanog balona ili primena posebnih komora). Za eventualne brze provere odziva moguće je prostoriju pobuditi i pljeskanjem rukama, ali je zvučna snaga takvog impulsa mala i sa neujednačenim spektralnim sadržajem pri ponavljanju. Drugi način merenja impulsnog odziva je sofisticiraniji i baziran je na primeni računara. Ovaj način merenja podrazumeva postojanje generatora takta koji ima za cilj da obezbedi potpunu sinhronizaciju između emitovanog signala pobude i snimanog signala odziva. Ovaj postupak je precizniji i u potpunosti zadovoljava zahteve standarda ISO 3382 [2]. Zajedničko za sve metode i tehnike za merenje impulsnog odziva na ovaj način je korišćenje pobudnog signala koji ima dovoljno veliku energiju da bi se dobio dovoljan odnos signal/šum u opsegu koji sadrži sve

frekvencije audio opsega. Najčešće se za pobudu sistema, za koji se pretpostavlja da je linearan i vremenski nepromenljiv, koristi širokopolasni, deterministički i periodični signal kao što je pseudoslučajni beli šum (**engl.** *Maximum Length Sequence*, MLS). Ukoliko mereni sistem nije linearan i vremenski nepromenljiv u izdvojenom impulsnom odzivu javljaju se produkti izobličenja. Tada se za pobudu sistema koristi *SineSweep* signal (logaritamski sweep), sinusni signal čija se frekvencija menja eksponencijalno [3].

Merenje akustičkog impulsnog odziva pomoću MLS tehnike prvi je predložio Schroeder 1979. godine [4]. 1981. godine Aoshima je izneo nove ideje merenja koje su dovele do uvođenja tehnike „razvučenih” impulsa u vremenu [5], da bi Suzuki 1995. godine došao do „Optimalno kompjuterski generisanog impulsnog signala” [6]. Farina je 2000. godine uveo logaritamsku *SineSweep* tehniku sa kojom je uspeo da prevaziđe većinu ograničenja koje su do tada postojale kod drugih tehnika [7].

Iz impulsnog odziva se može izvesti jedna od najbitnijih karakteristika prostorija, vreme reverberacije. Prvo merenje vremena reverberacije je izvršio Sabine (1900. godine) [1]. Od vremena reverberacije zavisi razumljivost i kvalitet zvuka u prostoriji. Što je veće vreme reverberacije lošija je razumljivost govora u prostoriji ali je bolji subjektivni doživljaj muzike. Optimalno vreme reverberacije zavisi od namene prostorije i od njene zapremine.

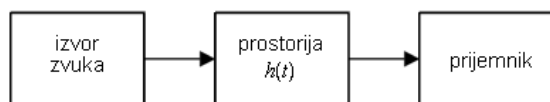
U nastavku rada, su objašnjeni parametri koji akustički opisuju prostoriju i dat je primer obrade impulsnog odziva jedne koncertne hale.

Organizacija rada je sledeća. U sekciji 2 data je definicija i podela akustičkog impulsnog odziva, U sekciji 3 opisane su metode merenja. U sekciji 4 analizirani su akustički parametri koji se dobijaju iz impulsnog odziva. U sekciji 5 prikazani su eksperimentalni rezultati i analiza rezultata za akustički obrađenu koncertnu salu. sekcija 6 je zaključak.

2. AKUSTIČKI IMPULSNI ODZIV

2.1. Definicija

Prostorija se u akustici, uobičajeno, posmatra kao prenosni sistem (sl. 1) koji se opisuje impulsnim odzivom $h(t)$ [8]. Kako prostorije predstavljaju trodimenzionalne geometrijske forme, impulsni odziv u njima je definisan prostornim koordinatama dve relevantne tačke: mesto pobude, gde se u prostornom smislu pojavljuje ulazni akustički signal i mesto prijema, na kome se nalazi slušalac ili mikroskop kao senzor zvučnog pritiska, tj. prijemnik zvučnih informacija. Svaki mogući par ovih tačaka u prostoriji definiše svojstven impulsni odziv. Odziv prostorije se posmatra analizom dobijenog električnog signala na izlazu iz mikrofona kada se ona iz izvora pobudi akustičkom impulsnom pobudom.



Slika 1. Šematski prikaz prostorije kao prenosnog sistema sa njenim impulsnim odzivom.

Akustički impulsni odziv prostorije je definisan kao promena zvučnog pritiska u vremenu na mestu prijemnika u prostoriji, koja nastaje pri impulsnoj pobudi prostorije [8]. Prikaz akustičkog impulsnog odziva prostorije dat je u sekciji 5 ovog rada.

2.2 Podela

Sa aspekta značaja za subjektivni doživljaj zvučnog polja, odziv prostorije se može podeliti na tri segmenta: na direktan zvuk koji do prijemnika stiže prvi, ali sa kašnjenjem potrebnim da zvuk pređe rastojanje od izvora do prijemnika (t_d), rane refleksije, r_1, r_2, \dots, r_n , koje kasne za t_{er} i preostali deo odziva koji se sastoji od reverberacija i kasni za t_{rev} [1].

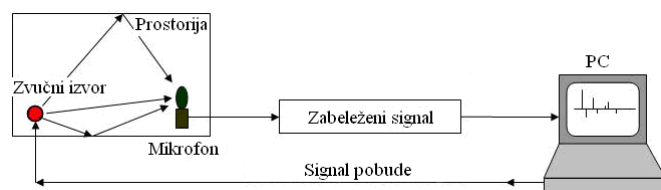
Odziv sistema se beleži i upoređuje sa originalnim pobudnim signalom, na osnovu čega se, uz primenu odgovarajućih dekonvolucionih algoritama, izračunava impulsni odziv [3].

3. MERENJE AKUSTIČKOG IMPULSNOG ODZIVA

Merenje impulsnog odziva akustičkog sistema, uobičajenom metodom, se vrši tako što se odgovarajući pobudni signal dovodi na ulaz sistema, pri čemu se meri odziv sistema kao njegov izlaz. Na sl. 2 dat je prikaz merenja impulsnog odziva [9].

Pri izboru pobudnog signala i tehnike dekonvolucije, kojom se izdvaja impulsni odziv sistema, poželjno je da budu ispunjeni sledeći zahtevi [10]:

a) pobudni signal treba da poseduje osobinu da se sa velikom preciznošću može ponavljati,



Slika 2. Prikaz merenja impulsnog odziva.

b) pobudni signal i tehnika dekonvolucije treba da maksimizuju odnos signal/šum izdvojenog impulsnog odziva i

c) pobudni signal i tehnika dekonvolucije treba da omoguće eliminisanje nelinearnih izobličenja iz izdvojenog odziva.

Najčešće korišćeni pobudni signali su:

a) sekvenca maksimalne dužine (MLS) i sekvenca sa inverznim ponavljanjem (IRS), koje predstavljaju pseudoslučajni beli šum i

b) impulsi „razvučeni” u vremenu i Sine Sweep („sweep-ovana” sinusoida), koji predstavljaju signale čija se frekvencija menja u vremenu.

4. ANALIZA AKUSTIČKOG IMPULSNOG ODZIVA

Iz impulsnog odziva se mogu izvesti sledeći parametri koji akustički opisuju prostoriju:

a) Vreme reverberacije (engl. *Reverberation Time*), T_{R60} (s), je definisano u skladu sa Sabin-ovom (1885. godine) i Eyring-ovom jednačinom (1930. godine) [1]:

$$T_R = \frac{0.16V}{A}, \quad (1)$$

$$T_R = \frac{0.16V}{-S \ln(1 - \bar{\alpha})}, \quad (2)$$

gde je: $V[m^3]$ - ukupna zapremina prostorije; $A[m^2]$ - ukupna apsorpcija u prostoriji; $S[m^2]$ - suma svih površina u prostoriji; $\bar{\alpha}$ - srednji koeficijent apsorpcije. Sabin-ov obrazac je primenljiv za prostorije sa približno difuznim zvučnim poljem gde je $T_R > 0.8s$, dok Eyring-ov obrazac daje preciznije rezultate za prostorije sa $T_R < 0.8s$.

T_R je vreme potrebno da zvučna energija u prostoriji opadne nakon isključenja izvora, na milioniti deo vrednosti u odnosu na stacionarno stanje. Odnosno, to je vreme potrebno da nivo zvuka, nakon isključenja izvora zvuka, opadne u prostoriji za 60dB u odnosu na nivo zvuka u stacionarnom stanju. T_{R60} je isto u svim tačkama prostorije, ne zavisi od izvora zvuka u prostoriji, ne zavisi od geometrije prostora, frekvencijski je zavisna veličina.

U proceduri merenja ponekad nije moguće ostvariti dinamiku pada nivoa zvuka u prostoriji od 60dB, pa se vreme reverberacije određuje na osnovu pada nivoa zvuka od 20dB, (T_{R20}), 25dB, (T_{R25}), 30dB, (T_{R30}).

Trajanje impulsnog odziva mora da bude duže od vremena reverberacije. Dinamika izmerenog impulsnog odziva mora da bude najmanje 20dB, ali se preporučuje, radi objektivnosti, da dinamički opseg bude bar 30dB [10].

Rano vreme reverberacije (**engl.** *Early Decay Time*), *EDT*, je relevantan podatak kada je u pitanju odziv prostorija sa izraženom ulogom ranih refleksija [10]. *EDT* je definisano kao vreme za koje relativni nivo zvuka opadne za 10dB i to počevši od -5dB u odnosu na maksimalni nivo. Zavisi od geometrije prostora. Ukoliko *EDT* značajnije odstupa od vremena reverberacije pokazuje se da je dominantno za subjektivni doživljaj reverberantnosti prostora.

b) *Toplina* (**engl.** *Warmth*) se definiše odnosom vremena reverberacije na niskim i vremena reverberacije na srednjim frekvencijama. Mera topline, *BR* (*Bas Ratio*), je data relacijom [11]:

$$BR = \frac{T_{R20}(125) + T_{R20}(250)}{T_{R20}(500) + T_{R20}(1k)}, \quad (3)$$

gde su vrednosti T_{R20} na frekvencijama: 125Hz, 250Hz, 500Hz, i 1kHz.

Subjektivni doživljaj topline zvuka prostorije postiže se povećanjem vremena reverberacije na niskim frekvencijama u odnosu na srednje frekvencije.

c) *Briljantnost* (**engl.** *Brilliance*) je parametar koji se postiže kontrolisanim padom početnog vremena reverberacije T_{R10} na visokim frekvencijama. Mera briljantnosti, *TR* (*Treble Ratio*), prostorije data je relacijom:

$$TR = \frac{T_{R10}(2k) + T_{R10}(4k)}{T_{R10}(0.5k) + T_{R10}(1k)}, \quad (4)$$

gde su vrednosti T_{R10} na frekvencijama: 500Hz, 1kHz, 2kHz i 4kHz.

d) *Intimnost* (**engl.** *Intimacy*) je subjektivni parametar čija je mera *ITDG* (*Initial Time Delay Gap*) ili *ITD* (*Initial Time Delay*) koja predstavlja kašnjenje prve refleksije u odnosu na trenutak dolaska direktnog zvuka..

e) *Jasnoća* (**engl.** *Clarity*) je parametar koji karakteriše vremensko razlikovanje tonova koji zvuče istovremeno bez obzira na prisutnu reverberaciju prostorije. Objektivna mera jasnoće je indeks jasnoće C [dB]. Parametri C_{50} i C_{80} se definišu kao logaritamski odnos rane akustičke energije (one koja dospe na određeno mesto u prostoriji u prvih 50ms ili 80ms impulsnog odziva) prema preostaloj kasnijoj akustičkoj energiji (energiji koja stiže posle definisanog vremenskog trenutka):

$$C_{t_e} = 10 \log \left(\frac{\int_0^{t_e} p^2(t) dt}{\int_{t_e}^{\infty} p^2(t) dt} \right). \quad (5)$$

t_e je 50ms ili 80ms.

Parametar C_{50} se koristi za govor, a C_{80} za muziku.

f) *Definisanost* (**engl.** *Definition*), D_{50} , ili D_{80} , predstavlja odnos rane akustičke energije (prvih 50ms ili 80ms impulsnog odziva) i ukupne akustičke energije (od 0 do ∞):

$$D_{t_e} = \frac{\int_0^{t_e} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}. \quad (6)$$

D_{t_e} je i mera učešća energije direktnog talasa i ranih refleksija u ukupnom signalu. Može se prikazati i u

procentima. Što je definisanost u procentima veća to su i uslovi slušanja bolji, a posebno je značajan uticaj definisanosti na razumljivost. Veza između parametara D_{t_e} i C_{t_e} ostvarena je preko relacije:

$$C_{t_e} = 10 \log \frac{D_{t_e}}{1 - D_{t_e}}. \quad (7)$$

g) Ocena razumljivosti govora se vrši pomoću objektivnih parametara AL_{cons} (**engl.** *Articulation Loss of Consonants*), *STI* (**engl.** *Speech Transmission Index*) i *RASTI* (**engl.** *Rapid Speech Transmission Index*) koji karakterišu subjektivni osećaj razumljivosti govora. Peutz [12] je uveo procenat nerazumljivih suglasnika AL_{cons} . AL_{cons} zavisi od odnosa direktnog i reflektovanog zvuka, vremena reverberacije i odnosa signal/šum u prostoriji.

Modulacioni spektar govora se nalazi u opsegu od 0.63Hz do 12.5Hz, Indeks prenosa govora, *STI*, pokazuje stepen sa kojim su modulacione karakteristike govornog signala očuvane. Odvojeno se posmatraju muški i ženski vokali Zbog manjeg broja merenja se za merenje razumljivosti govora češće koristi *RASTI* vrednosti.

RASTI i *STIPA* (**engl.** *Speech Transmission Index for Public address*) metodi predstavljaju kondenzovane *STI* metode. One se dobijaju smanjenjem broja modulacionih frekvencija i broja oktava u kojima se *STI* računa, odnosno, meri. *STIPA* je osetljiv na izobličenja u sistemu, a *RASTI* je usmeren na direktnu komunikaciju govorom i uključuje uticaj okoline.

Akustički impulsni odziv daje podatke i o udaljenosti prijemnika od zvučnog izvora kao i vremenu dolaska direktnog zvuka do prijemnika što daje saznanja o geometriji sale.

5. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

5.1 Baza akustičkog impulsnog odziva

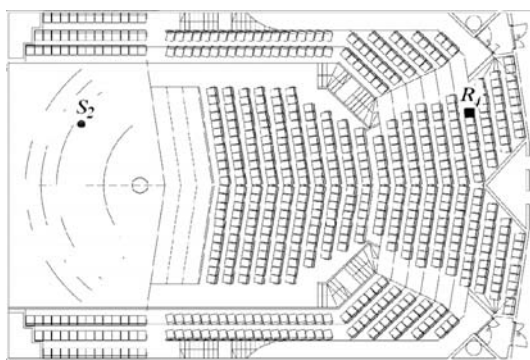
Za potrebe tehničkog projekta TAKU/VARE koji je urađen u Finskoj i čiji je glavni nosilac bila "Laboratorija za akustiku i audio signale" sa Tehničkog fakulteta u Helsinkiju, izvršeno je snimanje akustičkih impulsnih odziva koncertne sale Promenadikeskus u Poruu. Baza akustičkih impulsnih odziva je objavljena u [13]. U daljem delu ovog rada biće određeni neki od akustičkih parametara definisani jedn. (1) – (7). Za analizu je korišćen matematički paket Matlab.

Prikaz koncertne dvorane je na sl. 3. Dimenzije dvorane su 33m × 23m × 5m. Dvorana ima 700 sedišta. Merenja su vršena u praznoj sali. Lokacija zvučnog izvora je S_2 (4.5m, 7.5m, 2m). Lokacija prijemnika je R_4 je (25m, 7m, 1.5m). Kao pobuda korišćen je sinusni logaritamski sweep signal u trajanju od 5.46s. Frekvencija uzorkovanja, f_s , je 48kHz

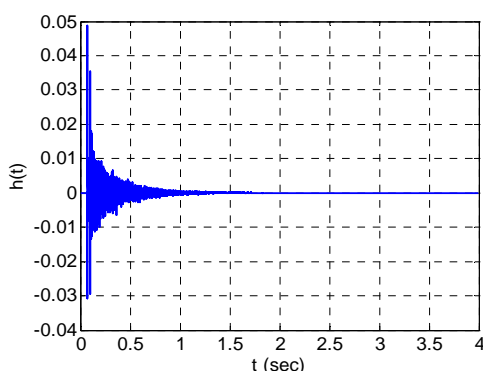
5.2 Rezultati

Na sl.4 prikazan je akustički impulsni odziv između tačaka S_2 i R_4 .

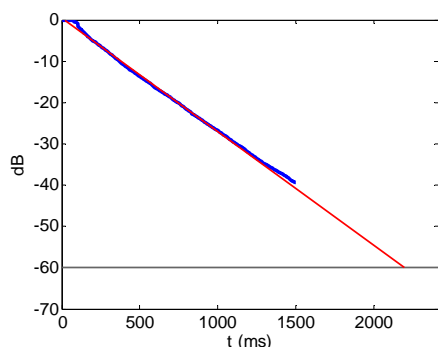
Na sl. 5 prikazana je Schroeder-ova kriva na osnovu koje je određeno vreme reverberacije. Dobijene vrednosti akustičkih parametara date su u tabeli 1.



Slika 3. Prikaz koncertne dvorane u kojoj je posmatran impulsni odziv: S_2 - pozicija zvučnog izvora; R_4 - pozicija prijemnika.



Slika 4. Akustički impulsni odziv prostorije za merni položaj $S_2 R_4$.



Slika 5. Schroeder-ova kriva.

Tabela 1. Vrednosti parametara koji akustički opisuju prostoriju.

Parametar	Vrednost	Parametar	Vrednost
t	72.13ms	STI	0.476
d	24.78m	AL_{cons}	12.922%
T_{R60}	2.197s	STI (muškarci)	0.474
EDT	1.87s		
C_{50}	-1.5dB	STI (žene)	0.485
C_{80}	0.7dB	$RASTI$	0.454

5.3 Analiza rezultata

Dobijena vrednost za vreme reverberacije, $T_{R60} = 2.197s$ se nalazi u opsegu optimalnih vrednosti vremena reverberacije za koncertne sale: $1.5s < 2.197s < 2.2s$. Vrednost za T_{R60} je približna gornjoj graničnoj vrednosti što se može objasniti činjenicom da je dobijeni akustički impulsni odziv bio rezultat merenja u praznoj koncertnoj sali

[13]. Dobijene vrednosti ostalih akustičkih parametara se nalaze u okviru opsega njihovih vrednosti koje su date u [2]: rano vreme reverberacije $EDT = 1.87s$ ($1s < 1.87s < 3s$); jasnoća $C_{80} = 0.7dB$ ($5dB < 0.7dB < 5dB$); procenat nerazumljivih suglasnika $AL_{cons} = 12.922\%$ ($AL_{cons} < 15\%$). [12]. Dobijene su i vrednosti za udaljenost prijemnika od zvučnog izvora, $d = 24.78m$, i za vreme dolaska direktnog zvuka do prijemnika, $t = 72.13ms$.

6. ZAKLJUČAK

U radu su analizirani akustički impulsni odziv i definisani akustički parametri koji iz njega mogu da se odrede. U drugom delu rada prikazani su rezultati analize akustičkog impulsnog odziva koji je izmeren u koncertnoj sali Promenadikeskus u Poriu, u Finskoj. Upoređivanjem dobijenih parametara sa vrednostima definisanim standardom ISO 3382, za koncertne sale, zaključuje se da akustički parametri sale zadovoljavaju ISO 3382 standard.

LITERATURA

- [1] H. Kuttruff, *Room Acoustics*, E&FN Spon, London, 2000.
- [2] ISO 3382: *Measurement of the Reverberation Time of Rooms with Reference to Other Acoustical Parameters*.
- [3] D. Ćirić, *Doprinos razvoju postupka merenja i obrade impulsnog odziva prostorije pri određivanju akustičkih karakteristika*, Doktorska disertacija, Katedra za telekomunikacije. Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Niš, Srbija, 2006.
- [4] M. R. Schroeder, *Integrated - impulse method for measuring sound decay without using impulses*, vol. 66, no. 2, pp. 497–500, 1979.
- [5] N. Aoshima, *Computer - generated pulse signal applied for sound measurement*, vol. 65, no. 5, pp. 1484–1488, 1981.
- [6] A. Farina, *Simultaneous measurement of impulse response and distortion with a swept-sine technique* (preprint 5093), Presented at the 108th AES Convention, Paris, France, February 19-22 2000.
- [7] A. Farina, *Impulse response measurements by exponential sine sweeps*, Industrial Engineering Dept. University of Parma, Italy, 2008.
- [8] http://telekomunikacije.etf.bg.ac.rs/predmeti/te4e/Akustika_01_Uvod_u_akustiku.pdf
- [9] V. M. A. Peutz, *Articulation loss of consonants as a criterion for speech transmission in a room*, J. Aud. Eng. Soc. 19, 12, 1971.
- [10] G. B. Stan, J.-J. Embrechts and D. Archambeau, *Comparison of different impulse response measurement techniques*, Journal of Audio Engineering Society, vol. 50, No.4, pp.249-262, 2002.
- [11] H. Kari, *Effects of acoustic treatment on sound environment in public buildings*, Aalto University School of Electrical Engineering, Finland, 2012.
- [12] T. Houtgast, M. Steeneken, *A review of the MTF concept in room acoustics and its use for estimating speech intelligibility in auditoria*, J. Acoust. Soc. Am. 77, 1069 – 77, 1985.
- [13] J. Merimaa, T. Peltonen, T. Lokki, *Concert hall impulse responses, Pori, Finland*, <http://www.acoustics.hut.fi/projects/poririrs/docs/porirref.pdf>.

ANALIZA BEŽIČNOG TELEKOMUNIKACIONOG SISTEMA SA MIKRO- I
MAKRODIVERZITI PRIJEMOM KORISTEĆI N -TI MOMENT ODNOSA SIGNAL-
ŠUMPERFORMANCE ANALYSIS OF SYSTEM WITH MICRO- AND MACRODIVERSITY
RECEPTION USING N -TH MOMENT OF SIGNAL-TO-NOISE RATIO

Nikola Sekulović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – Bežični telekomunikacioni kanali mogu istovremeno biti izloženi uticaju brzog fedinga i sporog fedinga (efekta senke). U ovom radu je razmatran bežični telekomunikacioni sistem sa diverziti tehnikom kombinovanja signala na mikro i makro nivou kako bi se smanjio uticaj brzog i sporog fedinga. Analiziran je sistem sa MRC tehnikom kombinovanja signala proizvoljnog reda na mikro nivou i SC tehnikom kombinovanja signala drugog reda na makro nivou. Anvelopa signala je modelovana Rajsovom raspodelom, a varijacije srednje snage modelovane su gama raspodelom. Analitički izraz za n -ti moment odnosa signal-šum na izlazu sistema predstavljen je u radu i iskorišćen za izvođenje srednje vrednosti odnosa signal-šum i količine fedinga. Numerički rezultati su predstavljeni grafički pokazujući uticaje različitih parametara sistema i sredine na performanse sistema.

Ključne reči: Brzi feding. Spori feding. Rajsov model. Gama model. Moment odnosa signal-šum.

Abstract – Wireless communication channels can be simultaneously impaired by both short-term fading and long-term fading (shadowing). In this paper, the performance of wireless communication system employing microdiversity to mitigate the effects of short-term fading and macrodiversity to reduce long-term fading effects is studied. The system model assumes implementation of L -branch maximal-ratio combining (MRC) at the microlevel and dual-branch selection combining (SC) at the macrolevel. The received signal envelope follows a Rician distribution and it also suffers gamma shadowing. Analytical expression for the moments of signal-to-noise ratio (SNR) at the output of the system is presented and used to directly obtain important performance measures - average SNR and amount of fading (AoF). Numerical results are graphically presented to show the effects of various system's and channel's parameters to the system's performance.

Key words: Short-term fading. Long-term fading. Rician model. Gamma model. Moment of signal-to-noise ratio.

1. UVOD

Prostiranje signala po više putanja ili tzv. višepropagacioni efekat je pojava karakteristična za bežične telekomunikacione sisteme. Naime, do prijemne antene pristiže veći broj kopija (replika) izvornog (emitovanog) signala usled refleksije, difrakcije i rasejanja o objekte koji se nalaze u okruženju između predajnika i prijemnika. Signal na mestu prijema predstavlja superpoziciju velikog broja kopija poslatog signala sa različitim slabljenjima, kašnjenjima i faznim pomerajima. Jedan od osnovnih problema u bežičnim telekomunikacijama predstavlja brzi feding koji se ogleda u promeni anvelope i faze rezultujućeg signala u vremenu usled relativnog kretanja predajnika i prijemnika ili usled promena u prenosnom medijumu. Međutim, u ogromnoj većini slučajeva analiziraju se sistemi sa idealnom koherentnom modulacijom (vrši se korekcija faze) i nekoherentnom modulacijom za koju informacija o fazi na mestu prijema nije potrebna. Dakle, analiza nekoherentnih i idealnih koherentnih

prijemnika zahteva samo poznavanje promene anvelope signala u vremenu [1].

U zavisnosti od propagacionog okruženja razvijen je veći broj statističkih modela koji opisuju ponašanje anvelope signala. U literaturi su najčešće korišćeni Rejljev, Rajsov i Nakagami- m model [2]. Rejljev raspodela se koristi za modelovanje fedinga u okruženjima gde ne postoji linija optičke vidljivosti između predajnika i prijemnika. Rajsov model se koristi za opisivanje fedinga u slučajevima kada između predajnika i prijemnika postoji linija optičke vidljivosti, odnosno kada na mestu prijema postoji jedna jako izražena komponenta koja odgovara upravo liniji optičke vidljivosti i mnoštvo slučajnih slabijih komponenti. Zahvaljujući lakoj manipulaciji i širokom opsegu primenljivosti, pre svega u mobilnim zemaljskim bežičnim sistemima, Nakagami- m raspodela je najčešće korišćena u literaturi. Jednostavno se može svesti na Rejljevu i jednostranu Gausovu raspodelu.

Kao što je već rečeno, brzi feding je posledica prostiranja signala po više putanja usled refleksije, difrakcije i rasejanja signala o objekte koji se nalaze u okruženju između predajnika i prijemnika i ogleda se u promeni nivoa anvelope i faze signala u vremenu pri čemu je srednja vrednost signala na određenoj prostornoj lokaciji konstantna. Međutim, pored brzog fedinga, pri bežičnom prenosu prisutan je i spori feding (efekat senke) koji je posledica devijacije terena i velikih prepreka između predajnika i prijemnika (drveće, zgrade...) koji apsorbuju snagu signala što može dovesti i do potpunog blokiranja signala [3]. Usled ovog efekta i srednja snaga signala je promenljiva u vremenu. Bežični komunikacioni kanali izloženi uticaju i brzog i sporog fedinga nazivaju se kompozitni kanali.

Lognormalnom raspodelom mogu se uspešno modelovati promene srednje snage signala usled efekta senke [4]-[7]. Na žalost, lognormalna raspodela ne dovodi do analitičkog izraza za funkciju gustine verovatnoće signala na prijemu što značajno otežava analizu sistema. Zato je bilo neophodno uvesti neke aproksimacije. U radovima [8]-[11] je na osnovu teorijskih i eksperimentalnih rezultata pokazano da se gama raspodelom mogu veoma uspešno modelovati varijacije srednje snage. Ovakav pristup u analizi omogućava dobijanje kompozitne funkcije gustine verovatnoće signala u zatvorenom obliku i jednostavniju analizu odgovarajućih sistema [11]-[15].

Mikrodiverziti tehnikom, tj. diverziti tehnikom kombinovanja signala u pojedinačnim baznim stanicama, smanjuje se uticaj efekta brzog fedinga. Sa druge strane, primenom makrodiverziti tehnike koja podrazumeva kombinovanje signala sa izlaza iz mikrodiverziti sistema, tj. baznih stanica, može se ublažiti uticaj efekta sporog fedinga [16]. Dakle, za smanjenje degradacija performansi sistema u kompozitnom feding okruženju neophodna je istovremena primena mikrodiverziti i makrodiverziti tehnike kombinovanja signala. Upravo takvi složeni sistemi predmet su razmatranja ovog rada.

2. MODELOVANJE SISTEMA SA MIKRODIVERZITI I MAKRODIVERZITI PRIJEMOM U MIKROĆELIJSKIM SREDINAMA

U ovom radu se, kao što je i predloženo u [6], razmatra sistem koji na mikro nivou koristi MRC (*maximal-ratio combining*) tehniku kombinovanje signala proizvoljnog reda, a na makro nivou SC (*selection combining*) tehniku kombinovanja signala drugog reda. Motivisani činjenicom da su merenja pokazala da se u mikroćelijskim sredinama varijacije anvelope signala najverodostojnije opisuju Rajsovim modelom, a da gama model predstavlja dovoljno dobru aproksimaciju lognormalnom modelu za opisivanje varijacija srednje snage signala, u radu se kompozitno feding okruženje modeluje Rajs-gama modelom.

Najbolje performanse sistema se ostvaruju kada su diverziti grane nekorelisane. Nekorelisani kanali na mikro nivou se obezbeđuju rastojanjem između antena koje je reda $\lambda/2$ (npr. na frekvencijama od 1GHz, dovoljno je rastojanje od 15 cm) [3]. Trenutna vrednost odnosa signal-šum na izlazu i -te ($i=1,2$) bazne stanice sa L diverziti grana i MRC tehnikom kombinovanja signala je $X_i = (E_b / N_0) \sum_{j=1}^L r_{ij}^2$, gde je r_{ij} anvelope signala na j -toj grani i -te bazne stanice, a E_b i N_0 predstavljaju energiju po bitu i spektralnu gustinu

snage šuma, redom. Za slučaj da su anvelope signala statistički nezavisne, u sredini u kojoj postoji dominantna komponenta, tj. u Rajsovom feding okruženju opisanom parametrom K , funkcija gustine verovatnoće odnosa signal-šum na izlazu i -te bazne stanice je [6, j-na 1]

$$f_{X_i}(X_i) = \frac{K+1}{Y_i} \exp\left(-\frac{(K+1)X_i}{Y_i} - KL\right) \times \left(\frac{(K+1)X_i}{KLY_i}\right)^{\frac{L-1}{2}} I_{L-1}\left(2\sqrt{\frac{KL(K+1)X_i}{Y_i}}\right), \quad i=1,2, \quad (1)$$

gde je $Y_i = \varepsilon(r_{ij}^2)(E_b / N_0)$ srednja snaga signala na mikrodiverziti grani. U slučaju da je pored brzog fedinga prisutan i efekat senke, data raspodela postaje uslovna, tj.

$$f_{X_i}(X_i|Y_i) = \frac{K+1}{Y_i} \exp\left(-\frac{(K+1)X_i}{Y_i} - KL\right) \times \left(\frac{(K+1)X_i}{KLY_i}\right)^{\frac{L-1}{2}} I_{L-1}\left(2\sqrt{\frac{KL(K+1)X_i}{Y_i}}\right), \quad i=1,2. \quad (2)$$

Nezavisnost geografski raspoređenih baznih stanica koje se koriste kao diverziti grane na makro nivou u cilju obezbeđivanja najboljih mogućih performansi sistema je mnogo teže obezbediti, naročito u mikroćelijskim sistemima [6]. Posledica ovoga je da su srednje snage Y_1 i Y_2 korelisane. Zato je za modelovanje srednjih snaga potrebno koristiti korelisanu gama raspodelu [17], [18]

$$f_{Y_1, Y_2}(Y_1, Y_2) = \frac{\rho^{\frac{c-1}{2}}}{\Gamma(c)(1-\rho)Y_0^{c+1}} (Y_1 Y_2)^{\frac{c-1}{2}} \exp\left(-\frac{Y_1 + Y_2}{Y_0(1-\rho)}\right) \times I_{c-1}\left(\frac{2\sqrt{\rho Y_1 Y_2}}{Y_0(1-\rho)}\right), \quad (3)$$

gde je ρ koeficijent korelacije, Y_0 srednja vrednost slučajnih veličina Y_1 i Y_2 , a c red gama funkcije koji određuje oštrinu senke. Manje vrednosti parametra c označavaju postojanje jačeg efekta senke, dok se vrednošću $c \rightarrow \infty$ opisuje kanal koji nije izložen uticaju senke.

Na makro nivou se vrši odlučivanje po snazi, tj. bazna stanica sa većom srednjom snagom na granama pruža uslugu korisniku. Funkcija gustine verovatnoće odnosa signal-šum nakon procesuiranja na mikro i makro nivou definiše se kao

$$f_X(X) = \int_0^\infty dY_1 \int_0^{Y_1} f_{X_1}(X|Y_1) f_{Y_1, Y_2}(Y_1, Y_2) dY_2 + \int_0^\infty dY_2 \int_0^{Y_2} f_{X_2}(X|Y_2) f_{Y_1, Y_2}(Y_1, Y_2) dY_1 = 2 \int_0^\infty f_{X_1}(X|Y_1) dY_1 \int_0^{Y_1} f_{Y_1, Y_2}(Y_1, Y_2) dY_2. \quad (4)$$

Zamenjujući izraze (2) i (3) u (4), integrali se nakon izvesnih matematičkih operacija mogu rešiti dajući analitički izraz za funkciju gustine verovatnoće odnosa signal-šum na izlazu iz makrodiverziti sistema [11, j-na 4]

$$f_X(X) = \frac{4 \exp(-KL)}{\Gamma(c)} \sum_{i_1, i_2, i_3=0}^{\infty} \frac{(K+1)^{\frac{L+2c+i_1+2i_2+i_3}{2}} (KL)^{i_1} \rho^{i_2}}{(1-\rho)^{\frac{i_1+2i_2+i_3+L}{2}}} \times \frac{X^{\frac{2c+L+i_1+2i_2+i_3-2}{2}}}{2^{\frac{2c-L-i_1+2i_2+i_3}{2}} Y_0^{\frac{2c+L+i_1+2i_2+i_3}{2}} i_1! i_2! \Gamma(i_1+L) \Gamma(i_2+c) \prod_{j=0}^{i_3} (c+j+i_2)} \times K_{2c-L-i_1+2i_2+i_3} \left(2\sqrt{\frac{2(K+1)X}{Y_0(1-\rho)}}\right), \quad (5)$$

gde je $K_n(\cdot)$ modifikovana Beselova funkcija druge vrste i n -tog reda.

3. MOMENTI ODNOSA SIGNAL-ŠUM

Moment n -tog reda odnosa signal-šum definiše se na sledeći način

$$X_n = \int_0^\infty X^n f_X(X) dX. \quad (6)$$

Zamenjujući izraz (5) u definicioni izraz (6), nakon odgovarajućih matematičkih operacija, moment n -tog reda odnosa signal-šum na izlazu razmatranog sistema se može zapisati u analitičkom obliku [11, j-na 10]

$$X_n = \frac{2 \exp(-KL)}{\Gamma(c)} \times \sum_{i_1, i_2, i_3=0}^{\infty} \frac{(KL)^{i_1} Y_0^n \rho^{i_2} \Gamma(2i_2 + i_3 + 2c + n) \Gamma(L + i_1 + n)}{2^{2i_2 + i_3 + 2c + n} (K+1)^n (1-\rho)^{-(n+c)} i_1! i_2! \Gamma(i_1 + L) \Gamma(i_2 + c) \prod_{j=0}^{i_3} (c + i_2 + j)}. \quad (7)$$

4. ANALIZA PERFORMANSI SISTEMA

Izraz za moment proizvoljnog reda odnosa signal-šum je veoma važan jer prvi moment predstavlja srednju vrednost

$$\bar{X} = X_1, \quad (8)$$

dok se količina fedinga izražava preko prvog i drugog momenta

$$AoF = \frac{X_2}{X_1^2} - 1. \quad (9)$$

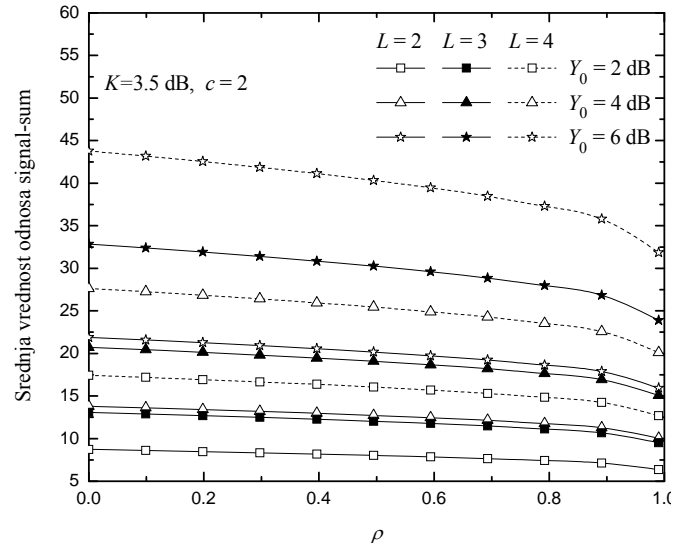
Interesantno je napomenuti da količina fedinga ne zavisi od srednje snage. Iako je izraz za n -ti moment odnosa signal-šum predstavljen u vidu beskonačnih suma, dati izraz konvergira veoma brzo i može se veoma efikasno koristiti u analizi sistema. Kao ilustrativni primer, broj članova u svakoj od suma u izrazu za srednju vrednost odnosa signal-šum potreban da bi se postigla tačnost na četvrtoj značajnoj decimali predstavljen je tabelarno. Očigledno je da broj potrebnih članova sume kako bi se zadovoljila željena tačnost zavisi pre svega od koeficijenta korelacije. Sa povećanjem ovog parametra raste i potreban broj članova sume.

Tabela 1. Broj članova u svakoj od suma u izrazu za srednju vrednost odnosa signal-šum potreban da bi se postigla tačnost na četvrtoj značajnoj decimali ($K = 3.5$ dB, $c = 2$).

L	ρ			
	Y_0 (dB)	0.1	0.5	0.9
2	2	21	27	129
	4	23	27	131
	6	23	29	138
3	2	22	27	133
	4	22	28	139
	6	24	29	142
4	2	26	28	135
	4	26	29	142
	6	27	30	146

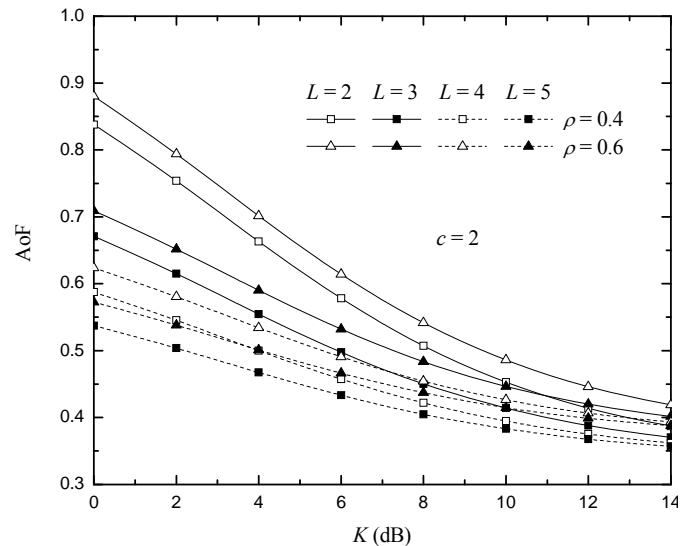
Srednja vrednost odnosa signal-šum u funkciji koeficijenta korelacije za različite parametre sistema predstavljena je na slici 1. Naravno, sistem pokazuje bolje performanse za manje vrednosti koeficijenta korelacije. Poboljšanje ostvareno primenom diverziti tehnike je najveće kada $\rho \rightarrow 0$ (nema korelacije), a najmanje za $\rho \rightarrow 1$ (što

odgovara sistemu bez makrodiverzita). Takođe, srednja vrednost odnosa signal-šum na izlazu sistema raste sa porastom srednje snage signala i broja diverziti grana na mikro nivou. Interesantno je primetiti da je povećanje srednje vrednosti odnosa signal-šum na izlazu usled povećanja srednje snage signala veće za veći broj grana na mikro nivou.



Slika 1. Srednja vrednost odnosa signal-šum u funkciji koeficijenta korelacije.

Na slici 2 je prikazana zavisnost količine fedinga u funkciji Rajsovog faktora za različite vrednosti koeficijenta korelacije i različiti broj grana na mikro nivou. Količina fedinga je veća u sredini koja se opisuje manjom vrednošću Rajsovog faktora i sistemu sa većom korelacijom između baznih stanica. Sa porastom broja grana na mikro nivou količina fedinga opada, a rastojanje između krivih se smanjuje.



Slika 2. Količina fedinga u funkciji Rajsovog faktora

5. ZAKLJUČAK I BUDUĆI RADOVI

U ovom radu, imajući u vidu uslove koji vladaju u realnim bežičnim mikroćelijskim sredinama, analiziran je sistem sa diverziti tehnikom kombinovanja signala na mikro i na makro nivou u Rajsovom feding okruženju u prisustvu gama senke. Analiza sistema je urađena koristeći srednju

vrednost odnosa signal-šum i količinu fedinga kao pokazatelje performansi sistema. Pomenute veličine se veoma jednostavno mogu dobiti iz izraza za n -ti moment odnosa signal-šum koji je analitički predstavljen u radu.

Momenti višeg reda ($n \geq 3$) su takođe veoma važni u algoritmima za obradu signala u širokopojasnim komunikacionim sistemima u feding okruženju [19]. Na primer, momenti višeg reda pružaju važne informacije o krivi funkcije gustine verovatnoće odnosa signal-šum, kao što je njena asimetrija (*skewness*) u odnosu na srednju vrednost $S = X_3/X_2^{3/2}$ i brzina kojom funkcija raste odnosno opada (*kurtosis, peakedness*) $\kappa = X_4/X_2^2 - 3$. Imajući ovo u vidu, momenti višeg reda mogu biti predmet razmatranja budućeg preglednog rada.

LITERATURA

- [1] N. Sekulovic, *Primena prostornih diverziti sistema u bežičnim telekomunikacionim sistemima izloženim uticaju fedinga, efekta senke i interferencije*, doktorska disertacija, 2011.
- [2] M. K. Simon, M. S. Alouini, *Digital communication over fading channels*, 1st ed. New York: Wiley, 2000.
- [3] A. Goldsmith, *Wireless communications*, Cambridge University Press, Aug. 2005.
- [4] F. Hansen, F.I. Mano, "Mobile fading-Rayleigh and lognormal superimposed," *IEEE Trans. Veh. Tech.*, vol. 26, no. 4, pp. 332–335, Nov. 1977.
- [5] H. Suzuki, "A statistical model for urban radio propagation," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 25, no. 7, pp. 673–680, Jul. 1977.
- [6] J. Zhang, V. Aalo, "Effect of macrodiversity on average-error probabilities in a Rician fading channel with correlated lognormal shadowing," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 49, no. 1, pp. 14-18, Jan. 2001.
- [7] E. K. Al-Hussaini, A. M. Al-Bassiouni, H. Mouradand, H. Al-Shennawy, "Composite macroscopic and microscopic diversity of sectorized macrocellular and micro-cellular mobile radio systems employing RAKE receiver over Nakagami fading plus lognormal shadowing channel," *Wireless Personal Commun.*, vol. 21, no. 3, pp. 309-328, Jun. 2002.
- [8] A. Abdi, M. Kaveh, "On the utility of gamma PDF in modeling shadow fading (slow fading)," In Proc. *IEEE Veh. Tech. Conf.*, Houston, TX, vol. 3, pp. 2308-2312, Jul. 1999.
- [9] I. Kostic, "Analytical approach to performance analysis for channel subject to shadowing and fading," *IEE Proc. Comm.*, vol. 152, no. 6, pp. 821-827, Dec. 2005.
- [10] P. M. Shankar, "Performance analysis of diversity combining algorithms in shadowed fading channels," *Wireless Personal Commun.*, vol. 37, pp. 61-72, Apr. 2006.
- [11] N. Sekulovic, M. Stefanovic, "Performance analysis of system with micro- and macrodiversity reception in correlated gamma shadowed Rician fading channels," *Wireless Personal Commun.*, vol. 65, no. 1, pp. 143-156, 2012.
- [12] P. M. Shankar, "Analysis of microdiversity and dual channel macrodiversity in shadowed fading channels using a compound fading model," *Int. J. AEÜ*, vol. 62, no. 6, pp. 445-449, Jun. 2008.
- [13] V. Milenkovic, N. Sekulovic, M. Stefanovic, M. Petrovic, "Effect of microdiversity and macrodiversity on average bit error probability in gamma shadowed Rician fading channels," *ETRI J.*, vol. 32, no. 3, pp. 464-467, Jun. 2010.
- [14] N. Sekulovic, E. Mekic, D. Krstic, I. Temelkovski, D. Manic, M. Stefanovic, "Outage probability of macrodiversity system in Nakagami- m fading channels with correlated gamma shadowing," In Proc. *International Conference on Circuits, Systems, Signals (CSS)*, Malta, pp. 266-270, 15-17 September 2010.
- [15] N. Sekulović, M. Stefanović, D. Milović, S. Stanojčić, "Second-order statistics of system with N -branch microdiversity and L -branch macrodiversity operating over gamma shadowed Nakagami- m fading channels," *Int. J. Commun. Syst.*, published online 10 May 2012, DOI: 10.1002/dac.2369.
- [16] W. C. Y. Lee, *Mobile communications engineering: Theory and applications*, 2nd ed., McGraw-Hill Professional, Oct. 1997.
- [17] S. Yue, T. B. M. J. Ouarda, B. Bobee, "A review of bivariate gamma distributions for hydrological application," *J. Hydrol.*, vol. 246, no. 1-4, pp. 1-18, Jun. 2001.
- [18] E. Xekalaki, J. Panaretos, S. Psarakis, "A predictive model evaluation and selection approach – the correlated gamma ratio distribution," In *J. Panaretos (Ed.), Stochastic musings: perspectives from the pioneers of the late 20th century* (pp. 188-202), Psychology Press, USA.
- [19] M. Z. Win, R. K. Mallik, C. Chrisikos, "Higher order statistics of antenna subset diversity," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 2, no. 5, pp. 871-875, Sept. 2003.

PROCENA NIVOVA BELOG GAUSOVOG ŠUMA U SLICI PRIMENOM SVD ESTIMATION OF THE WGN LEVEL IN THE PICTURE APPLYING SVD

Zoran N. Milivojević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš,*
Darko T. Brodić, *Tehnički fakultet, Vojske Jugoslavije 2, Bor.*

Sadržaj - U ovom radu analiziran je algoritam za procenu nivoa belog Gausovog šuma u slici. U prvom delu rada opisan je algoritam i definisani parametri za procenu preciznosti estimacije. U drugom delu rada prikazani su eksperimentalni rezultati na osnovu kojih je određen optimalan broj singularnih vrednosti.

Ključne reči: Beli Gausov šum. Estimacija šuma. SVD dekompozicija.

Abstract - In this paper the algorithm for the estimation of the white Gaussian noise level in the picture is analyzed. In the first part of the paper the algorithm is described and the parameters for the estimation of the precision of the estimation are defined. In the second part of the paper, experimental results have been shown based on which the optimal number of singular values have been determined.

Key words: White Gaussian noise. Noise estimation. SVD.

1. UVOD

Jedna od značajnih degradacija slike predstavljaju superponirani šumovi. Šumovi kod slike se manifestuju kao slučajne varijacije osvetljenosti ili boje. Izvori šumova mogu biti različiti počev od senzora, kola za analognu i digitalnu obradu slike, procesi kvantizacije, komunikacioni kanali i dr [1,2]. Efekat superponiranih šumova može biti takav da slika u smislu kvaliteta bude neupotrebljiva. U cilju smanjenja nivoa šuma primenjuju se posebni algoritmi

Uklanjanje, odnosno smanjenje šumova je važan korak u procesu obrade signala odnosno slike kao što je segmentacija slike [3,4], restauracija kao i prepoznavanje objekata [5,6]. U mnogim primenama procesiranja slike poželjno je poznavanje nivoa šuma. Ovaj zadatak je vrlo složen. Predloženo je više algoritama pomoću kojih se može proceniti nivo šuma [7-9]. Ovi algoritmi se mogu svrstati u tri kategorije, i to: a) filtriranje, b) obrada blokova i c) analiza u spektralnom domenu. Procesom filtriranja filtrom propusnikom niskih učestanosti eliminišu se brze promene u slici. Nakon toga se formira razlika vrednosti intenziteta piksela kod filtrirane i nefiltrirane slike. Dobijena razlika u velikoj predstavlja superponirani šum. Osnovni problem kod ove grupe algoritma predstavlja činjenica da filtrirana slika nije originalna slika i da su na njoj uništeni detalji. U radu [10] predložen je algoritam za procenu nivoa šuma u SVD (**engl. singular value decomposition**) domenu. Algoritam je namenjen za procenu nivoa belog Gausovog šuma sa nultom srednjom vrednošću (**engl. zero-mean additive white Gaussian noise, AWGN**) [11]. U velikom broju slučajeva šum se može modelovati Gausovom raspodelom (šum pojačavačkih stepena kod senzora slike, foto detektora, ...).

U ovom radu testiran je algoritam objavljen u [10] koji se bazira na SVD dekompoziciji. Opisan je AWGN kao i njegov efekat na singularne vrednosti. Na kraju je određen optimalan broj singularnih vrednosti u odnosu na grešku estimacije.

Organizacija rada je sledeća. U sekciji 2 opisana je Gausova raspodela šuma. U sekciji 2 opisana je SVD algoritam za procenu nivoa šuma. Sekcija 4 sadrži rezultate. Sekcija 5 je zaključak.

2. GAUSOVA RASPODELA ŠUMA KOD SLIKE

Sliku sa šumom možemo matematički predstaviti kao zbir vrednosti piksela originalne slike i superponiranog šuma:

$$A(i, j) = A_0(i, j) + N(i, j), \quad (1)$$

gde je $A_0(i, j)$ originalna slika bez šuma, $N(i, j)$ je prostorna raspodela šuma u slici koja je nezavisna od vrednosti piksela slike bez šuma, dok su i i j koordinate piksela. Uz pretpostavku da amplitude šuma podležu Gausovoj raspodeli može se pisati:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2)$$

gde je σ standardna devijacija a μ je srednja vrednost. Kod AWGN je $\mu=0$. U tom slučaju samo σ određuje parametre šuma. Od algoritama za procenu nivoa šuma očekuje se se procena standardne devijacije σ .

3. SVD DEKOMPOZICIJA

SVD dekompozicija je bazirana na teoriji linearne algebre prema kojoj se pravougaona matrica $A_{m \times n}$ može dekomponovati u proizvod tri matrice: ortogonalne matrice

U_{m1xm1} , dijagonalne matrice S_{m1xm2} i transponovane ortogonalne (ortonormalne) matrice V_{m2xm2} , sto se može zapisati kao:

$$A = U \times S \times V^T, \quad (3)$$

Elementi matrice S poređani su u opadajućem redosledu u glavnoj dijagonali i označavaju se sa $s(i)$ ($i=1, \dots, r$) gde je r rang matrice [12].

Imajući u vidu jedn. 1 prema kojoj se slika sa šumom A može analizirati kao slika bez šuma A_0 i superponirani šum N , dijagonalna matrica S se može predstaviti kao:

$$S = S_s + S_n, \quad (4)$$

gde su

$$S_s = U^T \times A_0 \times V, \quad (5)$$

i

$$S_n = U^T \times N \times V. \quad (6)$$

Efekat superponiranog šuma na singularne vrednosti S_s i S_n za sliku Lena dimenzija 512x512 (sl.1), za neke vrednosti σ prikazan je na sl.2 ($\sigma=10$), sl.3 ($\sigma=20$), sl.4 ($\sigma=30$), sl.5 ($\sigma=40$) i sl.6 ($\sigma=50$). Sa slika se zaključuje da kada nivo smetnje (σ) opada doprinos šuma S_n delu dijagonalne matrice opada. Povećanje dodatne smetnje dovodi generalno do povećanja singularne vrednosti. Kod manjih vrednosti indeksa i glavni doprinos je od sadržaja slike dok je na većim vrednostima i dominacija uticaja šuma.

U cilju dalje analize izdvaja se zadnjih M elemenata singularne matrice i vrši njihovo usrednjavanje:

$$P_M(\sigma) = \frac{1}{M} \sum_{i=r-M+1}^r s_n(i), \quad (7)$$

gde je $1 \leq M \leq r$. Dodavanjem slici bez šuma šum sa parametrima σ dolazi se do zaključka da se zavisnost P_M u odnosu na σ može predstaviti pomoću:

$$P_M(\sigma) = \alpha \cdot \sigma + \beta, \quad (8)$$

što se može videti na sl.7 (slika **Lena** $M=r/4$). Podelom P_M u dva dela dobija se doprinos singularnim vrednostima od strane strukture slike:

$$P_{M_s} = \frac{1}{M} \sum_{i=r-M+1}^r S_s(i), \quad (9)$$

i doprinos šuma:

$$P_{M_n} = \frac{1}{M} \sum_{i=r-M+1}^r S_n(i). \quad (10)$$

Procena σ šuma svodi se na dodavanje slici sa šumom šum sa poznatom vrednošću σ_1 . Tada je procenjena vrednost:

$$\hat{\sigma} = \frac{\alpha \sigma_1^2}{2(P_{1M} - P_M)} - \frac{P_{1M} - P_M}{2\alpha}, \quad (11)$$

gde je P_M izračunato za sliku sa šumom dok je P_{1M} izračunato za sliku nakon dodatnog superponiranja šuma, dok je α ugao

koji prava (jedn.8, sl. 7) zaklapa sa σ -osom. Procenjena vrednost $\hat{\sigma}$ zavisi od parametra M . Greška procene je:

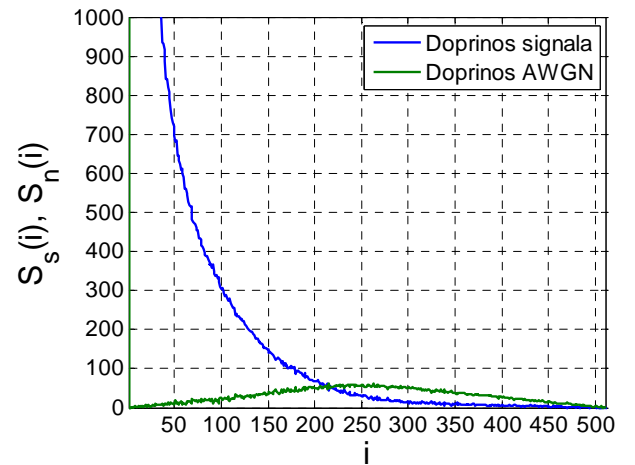
$$\Delta\sigma = |\sigma - \hat{\sigma}| = f(M). \quad (12)$$

Optimalna vrednost M dobija se iz uslova minimuma greške procene:

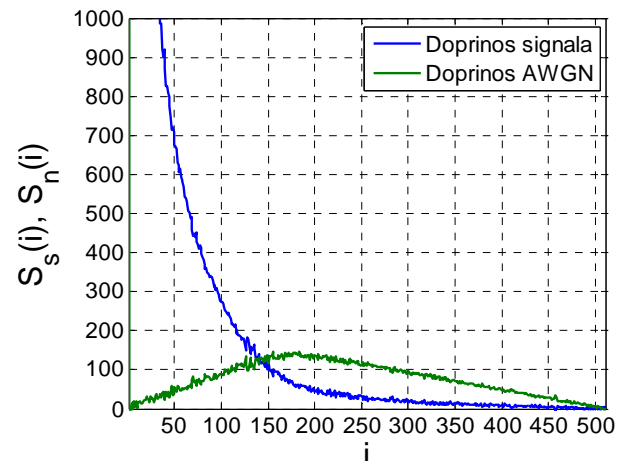
$$\min(\Delta\sigma) = \min(f(M)) = f(M_{opt}). \quad (13)$$



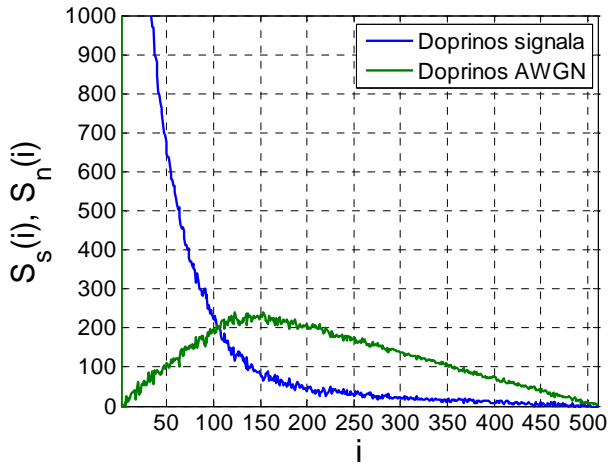
Slika 1. Test slika Lena dimenzija 512x512.



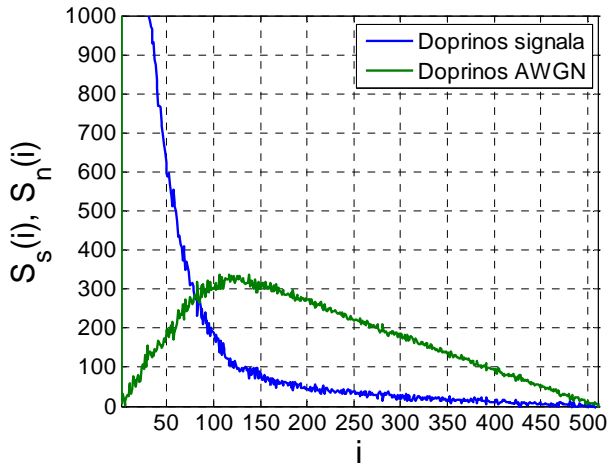
Slika 2. Efekat sadržaja slike i superponiranog AWGN šuma ($\sigma=10$) na usrednjene singularne vrednosti P_{M_s} i P_{M_n} .



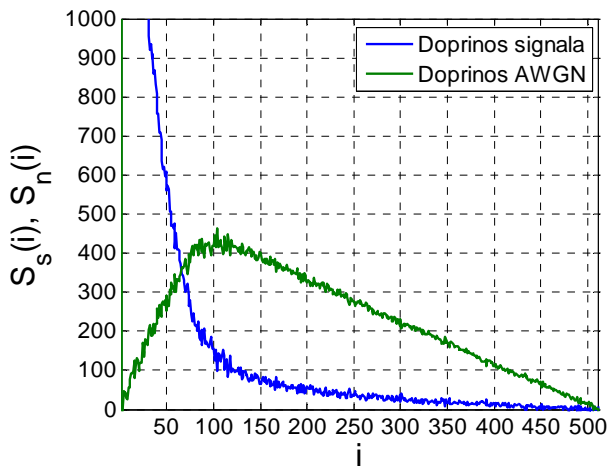
Slika 3. Efekat sadržaja slike i superponiranog AWGN šuma ($\sigma=20$) na usrednjene singularne vrednosti P_{Ms} i P_{Mn} .



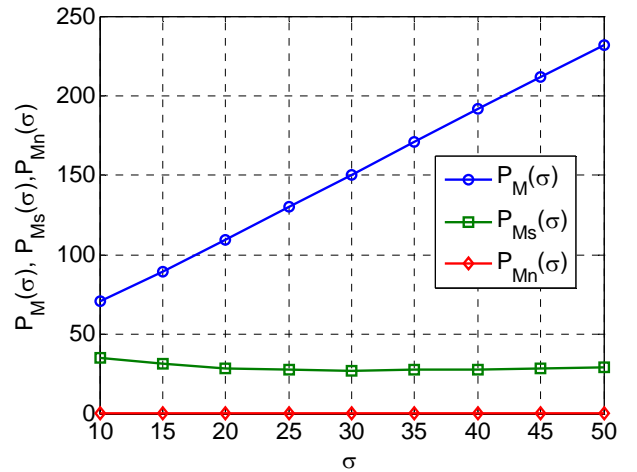
Slika 4. Efekat sadržaja slike i superponiranog AWGN šuma ($\sigma=30$) na usrednjene singularne vrednosti P_{Ms} i P_{Mn} .



Slika 5. Efekat sadržaja slike i superponiranog AWGN šuma ($\sigma=40$) na usrednjene singularne vrednosti P_{Ms} i P_{Mn} .



Slika 6. Efekat sadržaja slike i superponiranog AWGN šuma ($\sigma=50$) na usrednjene singularne vrednosti P_{Ms} i P_{Mn} .



Slika 7. Zavisnost usrednjenih singularnih vrednosti od superponiranog AWGN šuma ($\sigma=10-50$).

U daljem delu rada prikazani su eksperimentalni rezultati određivanja optimalne vrednosti M kod test slike Lena.

4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

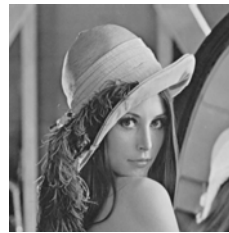
4.1 Eksperiment

U cilju određivanja optimalne vrednosti M sproveden je eksperiment u okviru koga je računata greška procene standardne devijacije $\Delta\sigma$ kod test slike Lena za slučaj kada su slici superponirani šumovi sa $\sigma=\{10, 20, 30, 40, 50\}$ (sl.8).

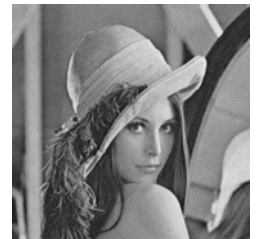
4.2 Eksperimentalni rezultati

Zavisnosti greške procene standardne devijacije $\Delta\sigma$ prikazani su na sl.9: a) $\sigma=10$, b) $\sigma=20$, c) $\sigma=30$, d) $\sigma=40$ i e) $\sigma=50$. Optimalne vrednosti parametra M prikazane su u tabeli 1. Srednja vrednost je

$$\overline{M_{opt}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N M_{opt}(\sigma_i) = 333. \quad (14)$$



a)



b)



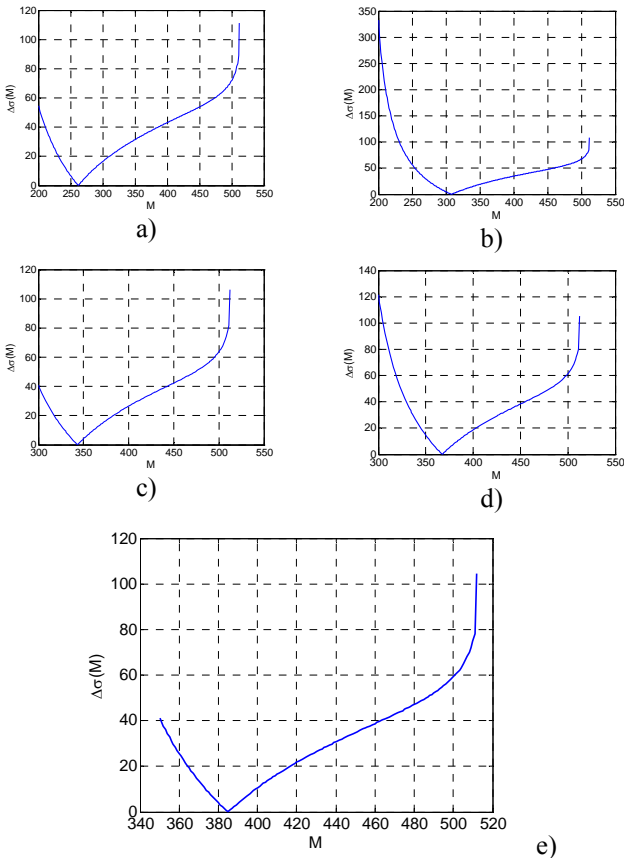
c)



d)



Slika 8. Slika Lena sa superponiranim AWGN šumom: a) original, b) $\sigma=10$, c) $\sigma=20$, d) $\sigma=30$, e) $\sigma=40$ i f) $\sigma=50$.



Slika 9. Greška procene standardne devijacije superponiranog AWGN šuma: a) ($\sigma=10$), b) ($\sigma=20$), c) ($\sigma=30$), d) ($\sigma=40$) i e) ($\sigma=50$), u zavisnosti od broja analiziranih singularnih vrednosti M .

Tabl. 1. Optimalne vrednosti M u zavisnosti od superponiranog AWGN šuma.

σ	10	20	30	40	50
SNR [dB]	22.44	16.42	12.90	10.40	8.463
$\Delta\sigma$	0.133	0.078	0.184	0.336	0.093
M_{opt}	262	308	343	367	385
M_{min}/r	0.511	0.601	0.669	0.716	0.752

4.3 Analiza rezultata

Superponiranje AWGN šuma sa povećanom standardnom devijacijom dovodi do vizuelne degradacije slike (sl. 8). Stepenn degradacije se može predstaviti i pomoću odnosa signal šum SNR koji se smanjuje sa povećanjem stepena degradacije (SNR=22.442-8.463 dB). Pozicija minimalne vrednosti M menja se u zavisnosti od vrednosti σ . Srednja vrednost iznosi 333. Količnik srednje optimalne vrednosti M u odnosu na rang matrice r je: $M/r=333/512=0.65$. U [10]

preporučeno je izbor $M=3*r/4=3*512/4=384$. Određivanjem $\Delta\sigma$ za $M=384$ pomoću dijagrama sa sl. 9 vidi se da optimalna vrednost predložena u ovom radu prouzrokuje manju srednju grešku za 20%.

5. ZAKLJUČAK

U radu je analizirana efikasnost procene standardne devijacije superponiranog belog Gausovog šuma algoritmom sa SVD dekompozicijom. Detaljna analiza greške procene pokazuje da je moguće precizno odrediti devijaciju uz uslov prilagođenja broja komponenata singularnih vrednosti koje se uzimaju kod izračunavanja. Eksperimentalno je određena optimalna vrednost $M=333$. U radu [10] predložena je vrednost $M=384$. Analizom grafički prikazanih zavisnosti za dve predložene vrednosti došlo se do zaključka da je optimalna vrednost predložena u ovom radu dovela do povećanja preciznosti procene standardne devijacije za 20%.

LITERATURA

- [1] C. Boncelet, *Image Noise Models*, New York: Academic, 2005.
- [2] J. Ohta, *Smart CMOS Image Sensors and Applications*, Boca Raton, FL: CRC Press, 2008.
- [3] M. Droske, M. Rumpf, *Multiscale joint segmentation and registration of image morphology*, IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 29, no. 12, pp. 2181–2194, Dec. 2007.
- [4] X. Shen, C. R. Dietlein, *Detection and segmentation of concealed objects in terahertz images*, IEEE Trans. Image Process., vol. 17, no. 12, pp. 2465–2475, Dec. 2008.
- [5] N. Zheng, Q. You, G. Meng, 50 years of image processing and pattern recognition in China, *IEEE Intell. Syst.*, vol. 23, no. 6, pp. 33–41, Nov.–Dec. 2008.
- [6] B. J. Kang, K. R. Park, *Real-time image restoration for iris recognition systems*, IEEE Trans. Syst., Man, Cybern., B, Cybern., vol. 37, no. 6, pp. 1555–1566, Dec. 2007.
- [7] Y. Wen, M. K. Ng, Y. Huang, *Efficient total variation minimization methods for color image restoration*, IEEE Trans. Image Process., vol. 17, no. 11, pp. 2081–2088, Nov. 2008.
- [8] Q.-X. Tang and L.-C. Jiao, *Image denoising with geometrical thresholds*, Electron. Lett., vol. 45, no. 8, pp. 405–406, 2009.
- [9] J. Portilla, V. Strela, M. J. Wainwright, E. P. Simoncelli, *Image denoising using scale mixtures of Gaussians in the wavelet domain*, IEEE Trans. Image Process., vol. 12, no. 11, pp. 1338–1351, Nov. 2003.
- [10] Wei Liu, Weisi Lin, *Additive White Gaussian Noise Level Estimation in SVD Domain for Images*, IEEE Transactions On Image Processing, Vol. 22, No. 3, March 2013, pp. 872-883.
- [11] F. Russo, *A method for estimation and filtering of Gaussian noise in images*, IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 52, no. 4, pp. 1148–1154, Aug. 2003.
- [12] A. Rajwade, A. Rangarajan, A. Banerjee, *Image Denoising Using the Higher Order Singular Value Decomposition*, IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, Vol. 35, No. 4, April 2013, pp. 849-862.

STATISTIČKI PRISTUP ANALIZI PRIRODE TERMIČKOG KONTAKTA

STATISTICAL APPROACH TO ANALYSIS OF THE THERMAL CONTACT NATURE

Dejan Blagojević, *Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš,*
Dimitrije Č. Stefanović, *Elektronski Fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš,*
Nataša Bogdanović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - Polazeći od pojma entropije, njene definicije, metoda za njeno merenje i određivanje, pa preko zakona termodinamike i pojma temeprature, statističkog ansambla sistema čestica sa ograničenim brojem stanja, u ovom radu predstavimo jedan drugačiji pristup analizi prirode termičkog kontakta unutar zatvorenih sistema. Krećući se u prostoru statističke termodinamike kroz analizu ponašanja dva statistička ansambla, priroda termičkog kontakta, analizirana je kroz uređenost dugog dometa, pri čemu kao parametri procesa posmatrani su njegova energija E odnosno broj čestica N.

Ključne reči: entropija, temperatura, statistički ansambl, zatvoreni sistemi, termički kontakt.

Abstract - Starting from the concept of entropy, its definition, a method for its measurement and determination, through the laws of thermodynamics and the temperature concept, the statistical ensemble of particles systems with a limited number of states, in this paper we present a different way of analysis of the thermal contact nature within the closed system. The analysis has been performed in the space of statistical thermodynamic with focus on the behavior of two statistical ensembles. The nature of the thermal contact was observed through the arrangement of long-range order, where the parameters of the observed process are energy E and number of particles N.

Key words: entropy, temperature, statistical ensembles, closed systems, thermal contact.

1. UVOD

Pojam entropije, njena definicija, metode merenja i određivanja na današnjem stepenu razvoja nauke, predmet je mnogih rasprava. Sa druge strane, temperatura kao druga od osnovnih statističkih veličina, najčešće se uvodi na jedinstveni način, preko izvoda entropije po energiji [1]. Ovaj pristup je baziran pre svega na pet zakona termodinamike, koji se u suštini, formulišu preko temperature ili entropije, ili preko jednog i drugog. Pažljivom analizom pomenutih zakona dolazi se do suštinskog odgovora na pitanje „šta je to toplota?“ Tako na primer, iz „minus prvog zakona“ dobijamo da je definicija temperature ekvivalentna određivanju dijagrama stanja, dok iz „nultog zakona“, dobijamo definiciju po kojoj se njenim izjednačavanjem dostiže termička ravnoteža, koja je, po svom karakteru i dosada poznatim činjenicama, univerzalna [1]. Dalje, prvi zakon termodinamike, ukazuje da je energija očuvana, a da se temperatura pojavljuje kao integracioni faktor, što u neku ruku i daje odgovor na pitanje: „Šta uzrokuje protok energije od jednog sistema ka drugom, odnosno šta je to toplota?“ [1, 2]. Međutim, važno je istaći da pravac toka toplote uzrokovan razlikom temperatura, pri tome nije prosto određen razlikom energija, imajući u vidu da se sistemi međusobno mogu mnogo razlikovati po dimenzijama i strukturi, tako da se energija između pojedinih sistema tokom uspostavljanja ravnoteže raspodeljuje na različite načine [3]. Takođe, prva dva zakona termodinamike ukazuju i na nepovratnost procesa uspostavljanja termičke ravnoteže, pri čemu u konačnom

dolazi do jednake raspodele energije unutar sistema. Drugi zakon termodinamike, sam za sebe, u najvećoj meri, omogućuje interpretiranje temperature kao intenzivnog parametra u odnosu na energiju, kao integracionog množitelja, koji čini da promena entropija bude totalni diferencijal, kao Lagranžeevog multiplikatora vezanog za očuvanja ukupne energije, i kao specijalnog svojstva šuma i smetnji, koji su predmet modernih telekomunikacionih istraživanja. Poslednji, treći zakon je neophodan kod definicije apsolutne nule temperature.

Prema tome, za uvođenje pojma temperature, posmatraju se, kao i u klasičnim termodinamičkim razmatranjima, dva zatvorena sistema koja su u međusobnom termičkom kontaktu, međusobno zatvorena, a u okviru kompleksnog sistema, izolovani u odnosu na okolinu [4, 5]. Prethodna statističko-mehanička razmatranja ukazuju da stanje termičke ravnoteže nije statičko stanje. Pri konačnim, apsolutnim, temperaturama postoje unutrašnja kretanja, samim tim i odgovarajuće energije vezane sa njima. Pristup je baziran na analizi ponašanja statističkog ansambla čestica unutar sistema sa ograničenim brojem stanja [6].

Na bazi ovih činjenica u ovom radu predstavimo statistički pristup analizi termičkog kontakta između pomenutih sistema sa ciljem da se dobije jedan drugačiji uvid u prirodu ovog fenomena imajući u vidu njegov značaj u svim oblastima tehnike.

2. STATISTIČKO TUMAČENJE POJMA TERMIČKOG KONTAKTA

U okvirima statističke termodinamike, pojam termičkog kontakta predstavlja spoj dva sistema, koja se nalaze u termičkoj ravnoteži kada se između sistema razmenjuje određena energija δE . Analiza je usmerena na ponašanje jednog kompleksnog sistema izolovanog u odnosu na okolinu, sastavljenog od dva podsistema između kojih je moguća toplotna interakcija, ukoliko su oni razdvojeni međusobno pregradom koja propušta toplotu, a ne propušta čestice. Prema tome, brojevi čestica pojedinih podsistema tokom uspostavljanja ravnoteže ostaju konstantni i iznose N i \underline{N} , respektivno; (parametri jednog od podsistema su označavani crtom ispod oznake, dok oznake za drugi podsistem nemaju tu crtu).

Ukoliko su početne energije sistema U_p i \underline{U}_p , s obzirom da su one podsistemi izolovanog kompleksnog sistema, između njih se može razmenjivati (toplotna) energija, $\delta E (= \delta Q)$.

Pri tome se ukupna energija kompleksnog sistema neće menjati, s obzirom da je on izolovan u odnosu na okolinu, tj. biće:

$$U + \underline{U} = U_p + \underline{U}_p = U_f + \underline{U}_f = U_{12} = const. \quad (1)$$

gde su U_f i \underline{U}_f – finalne vrednosti energija podsistema, a U_{12} – ukupna energija kompleksnog sistema.

Usled težnje entropije svakog od podsistema da raste, podsistemi, koji su se pre uspostavljanja kontakta karakterisali odgovarajućim mikroskopskim raspodelama određenim početnim parametrima, počće da uspostavljaju ravnotežu. Dolaziće do protoka toplote između podsistema, što će uzrokovati promene rasporeda njihovih čestica, tj. doći će do rearanžiranja čestica N_i i \underline{N}_i po pojedinim energetske nivoima, E_i i \underline{E}_i . Naravno, do toga će doći, samo ako početni parametri podsistema već ne odgovaraju uslovima ravnoteže.

Ukoliko se posmatraju proizvoljni podsistemi, sa proizvoljnim brojevima i rasporedima energetske nivoa, čiji broj l , može biti i beskonačan, njihovi brojevi čestica neće se menjati tokom uspostavljanja ravnoteže, tako da je svo vreme:

$$\sum_{i=1}^l N_i = N; \quad \sum_{i=1}^l \underline{N}_i = \underline{N}. \quad (2)$$

Kako energijski parametri E_0 i \underline{E}_0 podsistema mogu, ali ne moraju biti jednaki, njihove unutrašnje energije tokom uspostavljanja termičke ravnoteže leže, respektivno, u intervalima: stvaranja novog sistema uz naglašene promene u eneriji U_1 i U_2 , i entropijom σ .

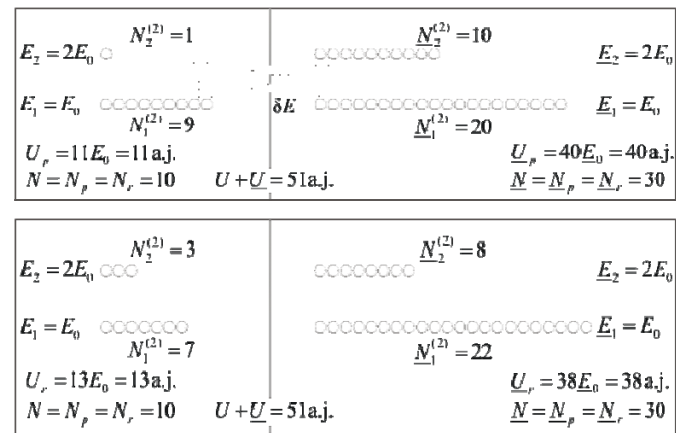
$$NE_0 = U_d \leq U \leq U_g = NE_l, \quad (3)$$

$$\underline{N}\underline{E}_0 = \underline{U}_d \leq \underline{U} \leq \underline{U}_g = \underline{N}\underline{E}_l. \quad (4)$$

Pri tome se unutrašnja energija kompleksnog sistema ne menja, već dolazi samo do preraspodele energije između podsistema (sl.1).

Za ilustraciju načina uspostavljanja termičke ravnoteže sistema, posmatran je, kao primer, termički kontakt sistema sa dva energetske nivoa, koji je dobro poznat iz literature.

Radi lakše analize, opisani su sistemi čiji su energijski parametri jednaki, $E_0 = \underline{E}_0 = 1 \text{ a.j.}$ Pri tome je uzeto da su njihovi brojevi čestica $N = N_p = N_f = 10$ i $\underline{N} = \underline{N}_p = \underline{N}_f = 30$, a početne energije $U_p = 11E_0 = 11 \text{ a.j.}$ i $\underline{U}_p = 40E_0 = 40 \text{ a.j.}$, respektivno. Prema jednačinama (3,4), energije podsistema leže u intervalima $U \in [10, 20]$ i $\underline{U} \in [30, 60]$, a analiza se vrši u intervalu energija podsistema sa manjim brojem čestica.



Slika 1. Prikaz sistema a) dva odvojena sistema, definisana svojim parametrima, U , σ , N , V , b) nakon kontakta.

Na osnovu analize numeričkih podataka, formira se tabela zavisnosti polinomnih koeficijenata i njihovih logaritama, odnosno fundamentalnih entropija, od energije za svaki od sistema ponaosob, a zatim i svih njihovih mogućih kombinacija u okviru kompleksnog sistema, za $U_{12} = U + \underline{U} = 51 \text{ a.j.}$ (Tab. 1).

Tabela 1. Rezultati proračuna uslova termičke ravnoteže kompleksnog sistema sastavljenog iz dva podsistema.

$U_{12} = U + \underline{U} = U_p + \underline{U}_p = 51 \text{ a.j.}$					
U	\underline{U}	Q	\underline{Q}	$Q \cdot \underline{Q}$	$\sigma_{12} = \sigma + \underline{\sigma}$
10	41	1	54627300	54627300	17.8160443
11	40	10	30045015	300450150	19.5207924
12	39	45	14307150	643821750	20.2829325
13	38	120	5852925	702351000	20.3699438
14	37	210	2035800	427518000	19.873507
15	36	252	593775	149631300	18.8236848
16	35	210	142506	29926260	17.2142469
17	34	120	27405	3288600	15.0059725
18	33	45	4060	182700	12.1156007
19	32	10	435	4350	8.37793112
20	31	1	30	30	3.40119738

Istovremeno, vrši se i analiza mikroskopskih raspodela čestica (sl. 2a), odgovarajućih promena fundamentalnih entropija i temperatura podsistema, kao i njihovih odnosa u okviru kompleksnog sistema.

Ukoliko se pođe od toga da je entropija podsistema aditivna, tj., ukoliko se posmatra entropija $\sigma + \underline{\sigma}$, koja prema drugom zakonu mora da raste, može se objasniti odgovarajuće rearanžiranje čestica po energetskim nivoima podsistema. Nakon uspostavljanja ravnoteže, mikroskopske raspodele čestica odgovaraju prestanku transfera energije između podsistema ($\delta E = 0$).

3. ANALIZA

Na bazi rezultata proračuna (sl.2), uočava se da maksimalnoj vrednosti entropije podsistema, $[\sigma_{10}^{(2)} + \sigma_{30}^{(2)}]_{\max}$, odgovaraju energije $U = 13$ a.j. i $\underline{U} = U_{12} - U = 38$ a.j. podsistema.

Za dati primer (sl. 1.a), takođe se utvrđuje da između sistema dolazi do razmene energije.

$$\begin{aligned} \delta E &= \delta U = U_f - U_p = U_r - U_p \\ &= -\delta \underline{U} = \underline{U}_f - \underline{U}_p = \underline{U}_r - \underline{U}_p = 2 \text{ a.j.} \end{aligned}$$

Ta razmena praćena je porastom entropije prvog sistema $\delta \sigma = \sigma_r - \sigma_p = 2.48491$ i smanjenjem entropije drugog sistema za vrednost $\delta \underline{\sigma} = \underline{\sigma}_f - \underline{\sigma}_p = 1.62576$, što znači da je ukupna promena entropije, $\delta \sigma_{12} = \delta \sigma - \delta \underline{\sigma} = 1.859147$, veća od nule. To znači da se sve promene odigravaju u saglasnosti sa drugim zakonom termodinamike – ukupna entropija raste.

Naravno, ovo objašnjenje, koje je uobičajeno u literaturi, dalje se zasniva na mogućnosti povećanja entropije jednog na račun smanjenja entropije drugog podsistema. Međutim, entropija bi trebalo uvek da raste, i samo da raste. To je jedna od manjkavosti postojeće statističke mehanike. Naime, dinamički posmatrano, mikroskopske raspodele čestica, kontrolisane hamiltonijan dinamikom, formiraju se uz stalni porast entropije.

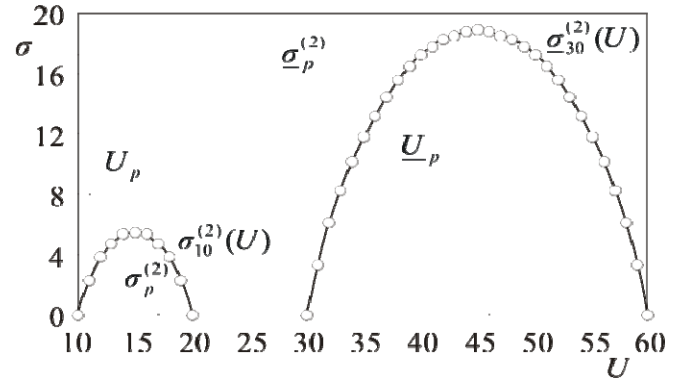
Prema tome, uspostavljanjem termičke ravnoteže između prvih podsistema, neće biti završen proces. Interagovaće i drugi podsistemi koji pripadaju ansamblu sačinjenom od zatvorenih sistema u termičkom kontaktu. Takve interakcije odigravaće se sve dok svi sistemi ansambla ne dostignu istu temperaturu. Prema tome, osnovni je problem određivanje te temperature.

Tabela 2. Termička interakcija sistema ($N' = 10$, $N'' = 30$) za tačke na obvojnici krivih entropija.

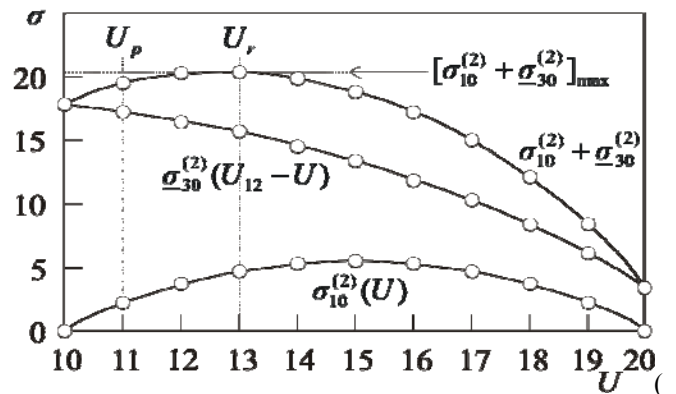
U'_p	σ'_p	τ'_p	U''_p	σ''_p	τ''_p
\underline{U}_p					
1	4.787491	1.2983	40	17.21820	1.4927887
3					
U'_r	σ'_r	τ'_r	U''_r	σ''_r	τ''_r
\underline{U}_p					
1	4.787491	1.2983	40	17.21820	1.4927887
3					
$(\Omega' \times \Omega'')_r = 3605401800$			$\sigma_r = \sigma'_r + \sigma''_r = 22.0056991$		
$\delta U = 0$			$\delta \sigma = 0$		

U prethodnom odeljku opisana tendencija termičke interakcije sistema je funkcija međusobnog odnosa temperatura. Međutim, prilikom razmatranja tog odnosa postavlja se pitanje, da li postoji još neka vrednost temperature sistema, koja analogno temperaturi Šotkijeve anomalije nije funkcija broja čestica sistema.

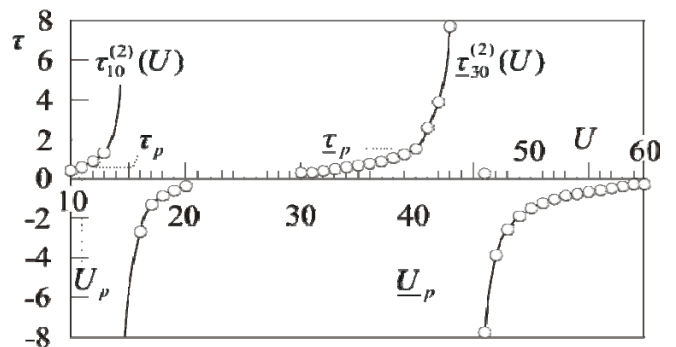
Prvi signal za egzistenciju takve temperature trebalo bi da predstavlja nepostojanje termičke interakcije dva sistema različitih brojeva čestica u termičkom kontaktu. U tom smislu, za posmatrani primer ($N' = 10$ i $N'' = 30$) trebalo je obratiti pažnju na slučaj kada su početne energije sistema $U'_p = 13$ a.j. i $U''_p = 40$ a.j. (Tab. 2 i sl. 2b). Postavlja se, dakle, pitanje: „Da li je ova tendencija opšteg karaktera ili nije?“



(a)



b)

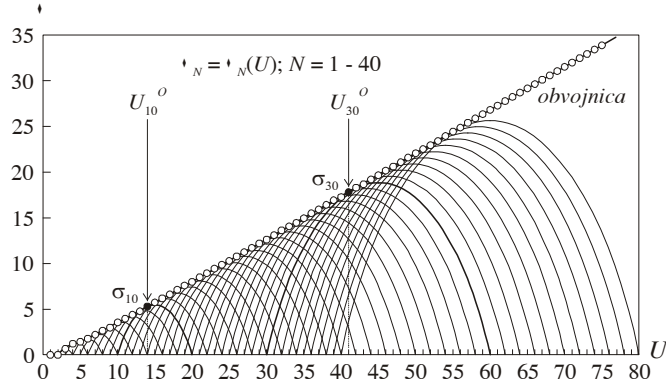


(c)

Slika 2. Termički kontakt sistema sa dva stanja. Kanonski ansamblu za broj čestica $N=10$ i $N=30$ (a), karakterišu se odgovarajućim zavisnostima entropije (b) i fundamentalne temperature od energije (c).

Odgovor na ovo pitanje ne može se dobiti direktnim posmatranjem krivih temperatura τ_N za različite brojeve čestica sistema (sl. 2c), jer se između minimalnih (τ_0) i maksimalnih (τ_m) temperatura sistema ne uočavaju nikakvi singulariteti. Međutim, to još uvek ne znači da ne postoje neke kritične temperature, slične temperaturi Šotkijeve anomalije.

Upravo takve temperature se uočavaju posmatranjem većeg broja krivih entropije $\sigma_N^{(2)}(U)$ istovremeno. Naime, posmatranjem tih krivih već za male brojeve čestica sistema ($N = 2 \div 10$) uočava se njihov karakteristični oblik i mogućnost postojanja obvojnice ili anvelope pramena krivih $\sigma_N^{(2)}(U)$; gde se broj čestica sistema, N , pojavljuje se kao parametar pramena. Što je još bitnije, postojeća obvojnica predstavlja veoma približno pravu liniju, za sukcesivne brojeve čestica sistema (sl. 3). Za konačni broj čestica, osim sistema koji odgovaraju tačkama obvojnice, ekvivalentne temperature imaće i ostali sistemi čije reprezentativne tačke leže na obvojnici ili u su veoma bliski njoj, tako da i između njih neće dolaziti do interakcije kada se nađu u međusobnom termičkom kontaktu.



Slika 3. Proces uspostavljanja termičke ravnoteže između dva podsistema za $N' = 10$ i $N'' = 30$ unutar kompleksnog sistema predstavljen njihovom obvojnicom $\sigma_N = \sigma_N(U)$

4. ZAKLJUČAK

Kroz analizu zavisnosti fundamentalne temperature entropije σ_N i fundamentalne temperature τ_N sistema za sukcesivno rastuće male brojeve čestica, došli smo do zaključka da na setu krivih $\tau_N = \tau_N(U)$ dobijamo parabolično opadajuću funkciju $\tau_0 = \tau_0(U)$ za pozitivne temperature i odgovarajuću rastuću funkciju $\tau_{-0} = \tau_{-0}(U)$ za negativne temperature. Posmatrajući odgovarajući set krivih entropije,

uočavamo da sve krive osim maksimuma sadrže i tačke koje leže na obvojnici seta. Ovim pristupom, smo takođe potvrdili da stanje termičke ravnoteže nije statičko stanje, a da pri konačnim, apsolutnim, temperaturama postoje unutrašnja kretanja, samim tim i odgovarajuće energije vezane sa njima.

LITERATURA

- [1] Boltzmann, Ludwig, *Ableitung des Stefan'schen Gesetzes (Stefan, Wien. Ber. 79. p. 391. 1879) betreffend die Abhängigkeit der Wärmestrahlung von der Temperatur aus der elektromagnetischen Lichttheorie* (von Ludwig Boltzmann in Graz), Annalen der Physik (Annalen der Physik und Chemie – Neue Folge; herausgegeben G. Wiedeman), 258 (182 – 22), 291 – 294 (1884; No. 6).
- [2] Planck, Max, *Ueber das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum* (von Max Planck – In anderer Form mitgeteilt in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Sitzung vom 19. October und vom 14. December 1900, Verhandlungen 2. p. 202 und p. 237. 1900 – Eingegangen 7. Januar 1901), Annalen der Physik (Annalen der Physik und Chemie – Vierte Folge; herausgegeben von P. Drude), 309 (233 – 4), 553 – 563 (1901; No. 3).
- [3] Boltzmann, Ludwig, *Ableitung des Stefan'schen Gesetzes (Stefan, Wien. Ber. 79. p. 391. 1879) betreffend die Abhängigkeit der Wärmestrahlung von der Temperatur aus der elektromagnetischen Lichttheorie* (von Ludwig Boltzmann in Graz), Annalen der Physik (Annalen der Physik und Chemie – Neue Folge; herausgegeben G. Wiedeman), 258 (182 – 22), 291 – 294 (1884; No. 6).
- [4] V. Dimic, I. Stefanovic, D. Blagojevic, D. Stefanovic: *Contribution to the disordering effect of thermal motion in ferromagnetic*, 5th International Conference on Applied Electromagnetic PES, Proceeding of full papers, p. 45-48. Niš, 2001.
- [5] I. Stefanovic, D. Blagojevic, D. Stefanovic, Lj. Vulicevic: *Model of thermodiffusion during the sintering process*, XWRTCS, sec. Fundamentals., str 51-58. Beograd, 2002.
- [6] D. Blagojević, D. Stefanović, I. Ćirić, H. Stefanović, *Entropijska priroda koncepta električne provodnosti*, Zbornik radova VTŠ Niš, Niš 2011, pp 5-8, 2011.

VIDEO PROFILI PODRŽANI H.264/AVC STANDARDOM

VIDEO PROFILES SUPPORTED WITH H.264/AVC STANDARD

Zoran Veličković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – *Razvoj savremenih digitalnih telekomunikacionih mreža je omogućio korišćenje multimedijalnih servisa i na mobilnim platformama. Osnovni problem koji se pojavio u korišćenju video servisa je adaptacija sadržaja na klijentsku opremu. U ovom radu su prikazani različiti video profili koje podržava novi H.264/AVC standard čime su pokrivena sva značajnija polja primene. Razmotrene su perspektive ovog standarda sa stanovišta primene u heterogenim mrežama.*

Ključne reči: Video-kodovanje, H.264/AVC, Kodni alati, Šeme uzorkovanja.

Abstract - *The development of modern digital telecommunication networks has enabled the use of multimedia services on mobile platforms. The main problem that has arisen in the use of video services is an adaptation of the content to the client equipment. In this paper, the different video profiles supported by the new H.264/AVC standard, which covered all the major fields of application. Discussed the prospects of this standard from the point of application in heterogeneous networks*

Key words: Video-coding, H.264/AVC, Coding Tools, Sampling scheme.

1. UVOD

Razvoj savremenih digitalnih telekomunikacija, a posebno mobilnih telekomunikacionih sistema treće i četvrte generacije (3G i 4G) doprineo je uvođenju novih bežičnih multimedijalnih usluga [1] kao što su VoIP (engl. *Voice over Internet Protocol*), VoD (engl. *Video on Demand*), IPTV (engl. *Internet Protocol TeleVision*) i videokonferencing. Takođe, značajan porast broja korisnika UMTS-a (engl. *Universal Mobile Telecommunication System*) koji poseduju multimedijalne terminalne uređaje, imao je za posledicu enormno povećanje obima multimedijalnog saobraćaja, a naročito video saobraćaja na Internetu. Sa druge strane, savremene RIA (engl. *Rich Internet Application*) Web aplikacije sve češće podrazumevaju korišćenje videa i VoIP-a za prezentaciju svojih sadržaja. Zbog toga je podrška Web baziranih aplikacija postala standard savremenih digitalnih protokola i mreža [2]. Pregledavanje i razmena digitalnih video sadržaja putem mreže je najzahtevnija multimedijalna aplikacija obzirom da potražuje značajne mrežne resurse. Zauzimanje značajnog dela mrežnih resursa od strane multimedijalnih aplikacija može imati za posledicu nezadovoljenje tražnje drugih mrežnih aplikacija za podacima, što izaziva subjektivno nezadovoljstvo korisnika pruženim mrežnim uslugama [3]. Za efikasnu primenu na mreži i skladištenje ogromnih količina podataka kojima se karakterišu multimedijalne aplikacije, neophodno je razviti efikasne kompresione algoritme [4] i [5].

Drugi, veoma važan, aspekt savremenih komunikacionih mreža je da one treba da zadovolje heterogenu mrežnu opremu, odnosno, da obave adaptaciju multimedijalnih sadržaja na karakteristike terminalne opreme korisnika [6]. Ovaj zahtev postaje sve značajniji jer se beleži ogromno

povećanje pristupa multimedijalnim sadržajima putem mobilnih telefona i tablet uređaja. Mobilni terminali uređaji imaju ograničenja u pogledu napajanja, raspoloživog memorijskog kapaciteta i redukovano instruktorskog seta procesora, što ih čini manje pogodnim za procesiranje signala koje zahtevaju savremeni algoritmi video kompresije/dekompresije. Ovo je razlog zbog čega savremene digitalne aplikacije i mreže treba da obezbede kodovanje video izvora različitim formatima i bitskim brzinama prilagođenim mobilnim korisnicima [7]. Izbor formata video-frejma i bitske brzine zavisi od tipa aplikacije i raspoloživih transmisionih i smeštajnih kapaciteta. Ovo ima za posledicu da ne postoji jedinstveno kodovan video strim, već se on formira na bazi željenog QoS-a (eng. *Quality of Service*) i karakteristika terminalnog uređaja. Tako, format obeležen kao 4CIF odgovara televiziji standardne definicije ili DVD videu, dok su CIF i QCIF formati opredeljeni za primenu u videokonferencijskim sistemima. Pri zadovoljenju različitih aplikacionih zahteva, treba imati u vidu da su multimedijalne aplikacije osetljive na kašnjenje paketa (ali su tolerantne na gubitak paketa), dok su standardne poslovne aplikacije tolerantne na kašnjenje paketa (ali su osetljive na gubitke paketa). Ove dijametralno različite karakteristike mrežnih aplikacija u multiservisnoj mreži pružaju mogućnost optimizacije pri dodeli mrežnih resursa [8] i time zadovoljenje svakog pojedinačnog aplikacijskog QoS-a. Evidentno je da u heterogenoj multiservisnoj mreži kakav je Internet, nije jednostavno ostvariti adaptaciju mrežnih parametara prema zahtevima korisnika.

Cilj ovog rada je da se razmotre formati video sadržaja koje podržava novi standard H.264/AVC kako bi se procenila njegova sposobnost da zadovolji buduće multimedijalne zahteve i aplikacije. Profili (engl. *profiles*) i nivoi (engl.

levels) definisani ovim standardom omogućavaju izbor velikog broja kodnih alata, odnosno, zahtevanih karakteristika dekodera respektivno. Na osnovu oznake profila i nivoa dekodera je u stanju da brzo proceni da li je u mogućnosti da izvrši dekodovanje odgovarajućeg video strima. Analizirani su Baseline, Extended i High profili sa svojim specifičnostima [9] - [12]. Posebno su razmatrani HD (engl. *High Definition*) video formati koji polako postaju standard i na Internetu [13], [14]. Mnogi mobilni terminalni uređaji već poseduju podršku za HD i 3D video.

Struktura rada je sledeća. U drugom poglavlju su predstavljeni formati i šeme kodovanja sa svojim karakteristikama. U trećem poglavlju su analizirani video formati podržani novim standardom H.264/AVC i razmotrene su njihove osnovne primene. U zaključnom, četvrtom poglavlju, date su perspektive standarda H.264/AVC i pravci budućeg razvoja.

2. FORMATI VIDEO I ŠEME UZORKOVANJA KOD H.264/AVC KODEKA

Poznato je da se uzorkovanje audio signala obavlja u vremenskom domenu, dok se uzorkovanje slika obavlja u prostornom domenu. Uzorkovanje video signala ima svoje specifičnosti u odnosu na pomenute primere. Ako se video posmatra kao niz slika koje se smenjuju vremenu, za digitalizaciju videa je neophodno uzorkovati signal i u vremenskom i prostornom domenu. Skup uzoraka u vremenu se naziva frejm i uobičajene su brzine od 25 do 30 frejmova u sekundi. Postoje više načina za prezentaciju slika u boji, ali je najjednostavniji tzv. RGB prostor boja [10]. Kod ovog sistema boja, uzorak slike (piksel) se sastoji od tri broja, od kojih svaki predstavlja nivo prisustva crvene (R), zelene (G) i plave (B) boje u uzorku. Variranjem proporcija ovih boja može se formirati bilo koja nijansa boje. Međutim, ljudski vizuelni sistem HVS (engl. *Human Visual System*) je znatno osetljiviji na osvetlaj (engl. *luminance*) nego na boje, što je direktno u suprotnosti sa RGB konceptom.

Za adaptaciju RGB sistema na ljudski HVS formira se YCrCb prostor boja. Y predstavlja komponentu osvetljaja koji se može izračunati primenom težinskih koeficijenata k_i na R, G i B komponente na sledeći način:

$$Y = k_r \cdot R + k_g \cdot G + k_b \cdot B. \quad (1)$$

Sada se informacije o bojama mogu dobiti kroz formiranje razlika na sledeći način:

$$\begin{aligned} C_r &= R - Y \\ C_b &= B - Y \\ C_g &= G - Y. \end{aligned} \quad (2)$$

Za prenos slike u YCrCb prostoru boja treba preneti informaciju o osvetljaju (Y) i informacije o crvenoj (C_r) i plavoj boji (C_b), dok se informacija o zelenoj boji (C_g) izračunava na prijemnoj strani. Osnovni benefit u ovom sistemu boja je mogućnost primene različitih rezolucija uzorkovanja za osvetlaj (Y), odnosno boje (C_r i C_b), što je kompatibilno sa ljudskim HVS sistemom. H.264/AVC standard podržava ovaj koncept uzorkovanja, tako da format uzorkovanja 4:4:4 zapravo znači da se sve tri komponente video signala (YCrCb) uzorkuju jednakom rezolucijom. U tom slučaju za svaki piksel se pamte sve tri vrednosti.

Tabel 1. Kapacitet komunikacionog kanala neophodnog za prenos standardnih nekompresovanih video formata koji se koriste na Internetu.

Format	Rezolucija	Protok [Mb/s]		
		4:4:4	4:2:2	4:2:0
SQCIF	128×96	7.3728	4.9152	3.6864
QCIF	176×144	15.2064	10.1376	7.6032
CIF	352×288	60.8256	40.5504	30.4128
4CIF	704×576	243.3024	162.2016	121.6512

Brojevi u oznaci formata uzorkovanja predstavljaju relativnu rezoluciju uzorkovanja svake od komponenta u horizontalnom pravcu. Često se koristi redukovani 4:2:2 format uzorkovanja, kod koga je rezolucija uzorkovanja osvetljaja i vertikalne rezolucije komponenta boje jednaka, dok je horizontalna rezolucija komponente boje jednaka polovini uzorkovanja osvetljaja. Kod 4:2:0 format uzorkovanja C_r i C_b komponente boje se uzorkuju duplo manjom rezolucijom od osvetljaja. Kvalitet slike direktno zavisi od formata uzorkovanja, ali se cena plaća u memorijskom prostoru koji se zahteva za skladištenje. Naravno, redukovani formati uzorkovanja zahtevaju znatno manje memoriskog kapaciteta za skladištenje i često su predmet izbora u funkciji aplikacije.

Broj bajtova koji se zahteva za skladištenje informacije je direktno u funkciji odabranog format uzorkovanja. Ako se za uzorkovanje koriste 8-bitni A/D konvertor, a posmatraju se 4 susedna piksela, za 4:4:4 šemu se zahteva sledeći broj bitova:

$$4 \times 3 \times 8 = 96 \text{ bita}$$

odnosno

$$96 / 4 = 24 \text{ bita / pikselu}.$$

Za 4:2:2 šemu ima se:

$$2 \times 3 \times 8 + 2 \times 1 \times 8 = 64 \text{ bita}$$

odnosno

$$64 / 4 = 16 \text{ bita / pikselu}.$$

Za 4:2:0 šemu ima se:

$$1 \times 3 \times 8 + 3 \times 1 \times 8 = 48 \text{ bita}$$

odnosno

$$48 / 4 = 12 \text{ bita / pikselu}.$$

Iz ovih jednostavnih kalkulacija, jasno je da 4:4:4 format uzorkovanja zahteva duplo veći memorijski kapacitet od 4:2:0 formata. Standardna TV slika u PAL sistemu poseduje 625 linija u frejmu što uz primenu 8-bitnog A/D konvertora zahteva protok od $576 \times 625 \times 25 \times 24 \text{ bita/s} = 216 \text{ Mb/s}$. Samo 174 s ovog signala se može smestiti na 4.7 GB DVD. Ako se ima u vidu da je protok kod ADSL linija reda 1-2Mb/s, jasno je da video signal mora biti značajno komprimovan kako bi mogao biti prenet kroz kanal ograničenog kapaciteta. Pored standardnih rezolucija (SD) koje se koriste na Internetu, sve češće su u upotrebi formati visoke rezolucije (HD) videa. Na slici 1 je prikazan međusobni relativni odnos SD i HD formata. Rezolucija i potreban protok [MB/s] za standardne video formate koji se primenjuju na Internetu dat je u Tabel 1. Sa porastom rezolucije videa i formata uzorkovanja potreban kapacitet komunikacionog kanala enormno raste, tako da se kreće od 3.6864 Mb/s za 4:2:0 SQCIF format do 243.3024 Mb/s za 4CIF format sa 4:4:4 šemom uzorkovanja.



QCIF:176×144



CIF: 352×288



4CIF:704×576



HD: 1920×1080

Slika 1. Neke od rezolucija koje podržava H.264/AVC standard

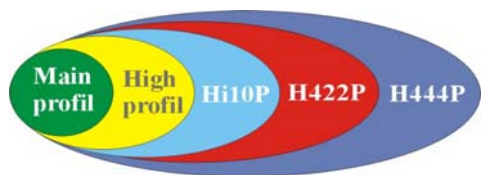
Bez kompresije ni najjednostavniji format videa ne može biti prenešen u realnom vremenu. Pored kompresije signala, za rad sa multimedijalnim sadržajem se zahteva širokopojasni mrežani pristup. Potrebni kapacitet komunikacionih kanala za ove potrebe se mogu obezbediti savremenim kodnim i modulacionim tehnikama.

3. PROFILI KOD H.264/AVC STNDARDA

Treba imati u vidu da su H.264 algoritmi kompresije bazirani na uklanjanju redundansnih informacija iz videa, postupcima predikcije u vremenu (engl. temporal, inter) i prostoru (engl. spatial, intra). Predikcija frejma se obavlja na

bazi jednog ili više prethodnih ili budućih frejmova koji se nazivaju referentnim frejmovima. Pouzdanost predikcije se postiže kompenzacijom pokreta između referentnog i tekućeg frejma. Makroblok MB (engl. macroblock) je region u slici određen sa 16×16 piksela i predstavlja osnovnu jedinicu nad kojom se kompenzuje pokret. Tako se razlikuju frejmovi tipa I (intra), P (inter) i B (bidirectional), koji koristi jedan ili više (prethodnih ili budućih) referentnih frejmova.

Moćan mehanizam istraživanja sličnosti u tekućoj slici ili slikama koje prethode odnosno slede je osnova predikcionih modela H.264 koda [11].



Slika 2. FRExt proširenja H.264/AVC standarda

Predviđajući sadržaj pojedinih delova slike na osnovu uočenih sličnosti, moguće je formirati „residualni“ frejm sa znatno manje podataka. Posledica ovog pristupa može biti zanemarivanje finih detalja u frejmu što će imati negativan efekat na kvalitet videa. Posledica ovog pristupa je varijabilni kvalitet videa naročito na nižim bitskim brzinama. H.264/AVC standardom je definisan veliki skup kodnih alata. Međutim, svi raspoloživi kodni alati nisu potrebni za sve vrste aplikacija. Da bi se formirale grupe kodnih alata koje su neophodne za pojedine aplikacije, izvršeno je grupisanje kodnih alata prema aplikacijama. Ovako grupisani kodni alati se nazivaju se profili. Originalnim standardom su definisani sledeći profili: Baseline (BP), Extended (XP) i Main (MP). Baseline profil uključuje I i P frejmove i neke osnovne alate za otpornosti na greške FMO (engl. *Flexible Macroblock Order*), ASO (engl. *Arbitrary Slice Order*) i RS (engl. *Redundant Slices*) kao i entropijsko kodovanje CAVLC (engl. *Context-Adaptive Variable-Length Coding*). Extended profil je nadskup Baseline profilu uz dodatak B, SP i SI frejmova. Otpornost na greške je unapređena formiranjem više particija podataka DP (engl. *Data Partition*) u jednom frejmu. Main profil podrazumeva I, P i B frejmove, pospešuje otpornost na greške alatima kao što su FMO, ASO, RS i DP. Baseline profil je previden za videokonferencijng aplikacije, a Main profil za televiziju i zabavnu korisničku elektroniku. Extended profil je efikasno primenljiv u strimovanju H.264 podataka. Iako se skupovi kodnih alata u BP, XP i MP profilima mogu primeniti u velikom broju aplikacija, oni ne mogu podržati zahtevne profesionalne aplikacije. Za profesionalnu primenu u post-produkciji i studijskom editovanju video sadržaja, moraju se formirati skupovi kodnih alata koji koriste:

- više od 8 bita (10-14 bita) za semplovanje uzoraka;
- veću rezoluciju uzorkovanja boja (4:2:2 i 4:4:4);
- korišćenje velikih bitskih brzina;
- vrlo veliku rezoluciju i slično.

Za profesionalnu upotrebu, standardna verzija H.264/AVC koda je proširena dodavanjem novih kodnih alata. Ovako proširena verzija je poznata pod nazivom FRExt. FRExt verzija H.264/AVC standarda je obogaćena novim High profilima (HP). HP podržavaju veću rezoluciju videa bez izmene šeme uzorkovanja. Profil sa oznakom *High 10* (Hi10P) podržava 4:2:0 šemu uzorkovanja sa 10 bitnim uzorkovanjem. Profil *H422P* podržava 4:2:2 šemu uzorkovanja sa 10-bitnim uzorkovanjem. *H444P* profil podržava 4:4:4 šemu uzorkovanja sa 12-bitnim uzorkovanjem. Pored pomenutih karakteristika ovi kodni alati formiraju efikasnije kodove u odnosu na one u MP bez značajnijih dodatnih opterećenja procesora. Na slici 2 je predstavljen međusobni odnos između Main profila i svih High profila. Jasno je da High profili obuhvataju sve kodne alate koje poseduje Main profil, ali i poseduju specifične alate za svoju klasu. Za specifične potrebe definisano je još četiri Intra High profila koji su izvedeni iz High profila.

Obzirom da High Intra profili ne poseduju P i B frejmove o njima ovde neće biti reči.

4. ZAKLJUČAK

High profili H.264/AVC standarda su uključeni u mnoge važne industrijske specifikacije kao što su DVB (engl. *Digital Video Broadcasting*) ETSI TS 101 154 i TS 102 005 za satelitsko, kablovsko, i zemaljsko emitovanje koristeći MPEG-2 ili IP kao transportni strim [13]. Takođe, BDA (engl. *Blu-Ray Disc Association*) je u svoju specifikaciju stavila High profile H.264/AVC standarda kao obavezne za svaki dekoder. Isto tako, DVD forum [14] je u svojoj HD-DVD specifikaciji predvideo da High profili H.264/AVC budu obavezni za sve dekodere. Ovim se jasno potvrđuje da je H.264/AVC specifikacija široko prihvaćena i postala defacto standard u ovoj oblasti. Široku prihvaćenost standard H.264/AVC za kodovanje videa može zahvaliti svojim superiornim karakteristikama i sveobuhvatnosti koja je u njega ugrađena. H.264/AVC standardom su pokrivene sve značajne video aplikacije sa komparativnim prednostima u odnosu na postojeće standarde. Kao nedostatak ove specifikacije se mogu smatrati patentna prava pojedinih organizacija. Za neprofitne primene ovog standarda on je besplatan.

LITERATURA

- [1] A. F. Molisch, *Wireless Communications*, John Wiley & Sons Ltd, 2011.
- [2] M. Jevtović, Z. Veličković, *Komunikacioni protokoli prepletenih slojeva*, Akademski misao, Beograd, 2013.
- [3] M. van der Schaar, P. Chou, editors, *Multimedia over IP and Wireless Networks: Compression, Networking, and Systems*, Academic Press, 2007.
- [4] ITU-T, Recommendation H.264, Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services. Technical report, ITU-T, 2011.
- [5] I. E. Richardson, *The H.264 advanced video compression standard*, 2nd ed., John Wiley & Sons, Ltd, 2010.
- [6] S. Matijašević, Z. Veličković, „Multimedijalni IP server sa podrškom heterogenim mrežama“, *YUINFO* 2013, ISBN: 978-86-85525-11-7, pp. 462-466, Kopaonik 2013.
- [7] Z. Veličković, M. Jevtović, „Mathematical Foundations of Network Utility Maximization Problem“, *UNITECH 2012*, pp. 1-315-320, Gabrovo 2012.
- [8] Z. Veličković, M. Jevtović, V. Pavlović, „Throughput Cross-layer Optimization in Slow Wireless Fading Channel“, *International Journal Elektronika Ir Electrotehnika*, Vol. 19, No 6, pp. 131-137, 2013.
- [9] A. M. Tourapis, A. Leontaris, K. Suehring, G. Sullivan, „H.264/MPEG-4AVC Reference Software Manual“, Joint Video Team Document JVT-AD010, January 2009.
- [10] JM reference software version 16.0, <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/>, July 2009.
- [11] Z. Veličković, M. Jevtović, „Performanse predikcionih modela sa konstantnom bitskom brzinom kod H.264/AVC kodeka“, *InfoTEH* 2013, pp. 464-469, Jahorina 2013.
- [12] S. Stanković, I. Orović, E. Sejdić, *Multimedia Signals and Systems*, Springer, 2012.
- [13] ETSI TS 102 005 V1.4.1: Specification for the use of Video and Audio Coding in DVB services delivered directly over IP protocols, 2010.
- [14] <http://www.dvdforum.org/25scmtg-resolution.htm>

VREME KONVERGENCIJE MREŽE PRILIKOM OTKAZA LINKA KOD EIGRP ROUTING PROTOKOLA

CONVERGENCE TIME OF NETWORK DURING THE LINK FAILURE IN EIGRP ROUTING PROTOCOL

Dušan Stefanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Marjan Stojanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U radu je izvršena vremenska analiza konvergencije mreže prilikom otkaza linka kod EIGRP (eng. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) routing protokola. Mreža je konvergentna kada svi ruteri, u posmatranom routing domenu, imaju precizne informacije o svim mrežama. Snaga svakog routing algoritma ogleda se u brzini konvergencije. To je vreme nakon kojeg routing algoritam ima tačne informacije o svim mrežama u svom routing domenu, koje pritom ne mogu da izazovu petlje u rutiranju. Petlja izazvana rutiranjem (eng. Routing loop) je stanje u kome paketi neprekidno kruže unutar mrežne infrastrukture ne dolazeći do svog odredišta. U radu su analizirana dva slučaja, kada u tabeli rutiranja nema sekundarne (eng. backup) rute i kada ona postoji. Rezultati merenja su dobijeni i obrađeni na prikazanoj mrežnoj topologiji u simulatoru GNS3 (Graphical Network Simulator 3).

Ključne reči: EIGRP; FD; RD; Sused; Topologija; Naslednik.

Abstract - Purpose of this study was the comparison of network convergence time during the link failure in EIGRP (eng. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) routing protocol. The network has converged when all routers in the observed routing domain, have accurate information about all networks. Strength of each algorithm is reflected in convergence speed. This is time after which routing algorithm is having exact information about all networks in a routing domain that can't cause the routing loop. Loop caused by a routing is a condition in which packages are continuously circulating within the network infrastructure and not arriving to their destination. In this paper, there are two examples, one without a secondary route and one with the secondary route. The measurement results are obtained and processed on a given network topology in the simulator GNS3 (Graphical Network Simulator 3).

Key words: EIGRP; FD; RD; Neighbor; Topology; Successor.

1. UVOD

Rutiranje je, u kontekstu računarskih mreža, proces usmeravanja paketa iz jedne mreže u drugu. Mreže mogu da pripadaju malom, privatnom nezavisnom umreženom okruženju ili mogu da budu članovi globalnog Interneta. Odluku o usmeravanju paketa ruteri (eng. routers) donose na osnovu svoje tabele rutiranja (eng. routing table). Da bi mogao da usmerava pakete, ruter mora da zna:

- Odredišnu adresu;
- Susedne rutere od kojih može da nauči informacije o udaljenim mrežama;
- Najbolju putanju do svake udaljene mreže;
- Kako da održava i proverava informacije o rutiranju.

Ruter poseduje informacije o udaljenim mrežama od susednih rutera ili od administratora[2]. Ruter zatim pravi tabelu rutiranja koja sadži informacije o lokaciji svih mreža unutar posmatranog routing domena. Ako je mreža direktno povezana na posmatrani ruter, ona će se automatski naći u njegovoj tabeli rutiranja. Ako mreža nije direktno povezana

na posmatrani ruter, on mora da nauči kako da dođe do udaljene mreže na jedan od dva načina: koristeći statičko rutiranje, što znači da sistem inženjer mora ručno da unese lokacije svih mreža u tabelu rutiranja ili da koristi dinamičko rutiranje.

Dinamičko rutiranje se zasniva na učenju mreža od svojih suseda uz pomoć odabranog protokola rutiranja. Ako u mreži dođe do promene, protokoli dinamičkog rutiranja automatski informišu sve rutere o tom događaju. Ovo je jednostavniji način od korišćenja statičkog rutiranja ali u ovom slučaju dolazi do većeg opterećenja procesora rutera i većeg korišćenja propusnog opsega na mrežnim vezama. Protokol rutiranja definiše skup pravila u komunikaciji između rutera.

Postoje dve vrste protokola rutiranja koje se koriste u umreženom okruženju: interni protokoli mrežnog prolaza (eng. Interior Gateway Protocol, IGP) i eksterni protokoli mrežnog prolaza (Exterior Gateway Protocol, EGP).

IGP protokoli se koriste za razmenu informacija o rutiranju sa ruterima u istom autonomnom sistemu (eng.

autonomus system, AS). AS je skup mreža u okviru zajedničkog rutiranja domena [3], što u suštini znači da se svi ruteri koji dele istu tabelu rutiranja nalaze u istom autonomnom sistemu. EGP protokoli se koriste za komunikaciju između autonomnih sistema.

Postoje više protokola koji se koriste za dinamičko rutiranje unutar jednog autonomnog sistema. Njih možemo podeliti u dve grupe: Link-State i Distance Vector rutiranja protokole [2]. U Link-State rutiranja protokole spadaju IS-IS (eng. Intermediate System to Intermediate System) i OSPF (eng. Open Shortest Path First) protokol, u grupu Distance Vector rutiranja protokola spadaju RIP (eng. Routing Information Protocol), IGRP (eng. Interior Gateway Routing Protocol) i EIGRP (eng. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol). U EGP protokole spada BGP (eng. Border Gateway Protocol) protokol [1].

2. OSOBINE I RAD EIGRP PROTOKOLA RUTIRANJA

EIGRP jedan je od dva najpopularnija protokola rutiranja koji se danas koriste. U vlasništvu je Cisco kompanije i može se implementirati samo na Cisco ruterima. EIGRP je besklasni, usavršeni protokol vektora udaljenosti koji koristi koncept autonomnih sistema da opiše skup susednih rutera koji koriste isti protokol rutiranja.

EIGRP oglašava svoju tabelu rutiranja jedino kada otkrije novog suseda i formira susedstvo s njim kroz razmenu pozdravnih (eng. hello) poruka. Kada se to desi, oba suseda oglašavaju jedan drugome svoje tabele rutiranja. Kada svaki od njih nauči rute svog suseda, od tada pa nadalje se propagiraju samo izmene u tabelama rutiranja. Najčešće korišćeni termini kod EIGRP rutiranja protokola su:

Moguća udaljenost (eng. Feasible distance) Ovo je najbolja metrika (metrika predstavlja cenu tj. trošak od izvora do odredišta, metrika je bolja ukoliko je cena manja) do udaljene mreže. Ovo je ruta koja će se naći u tabeli rutiranja zato što se smatra najboljom putanjom. Metrika moguće udaljenosti je metrika naučena od suseda plus metrika do suseda koji je izvestio o ruti.

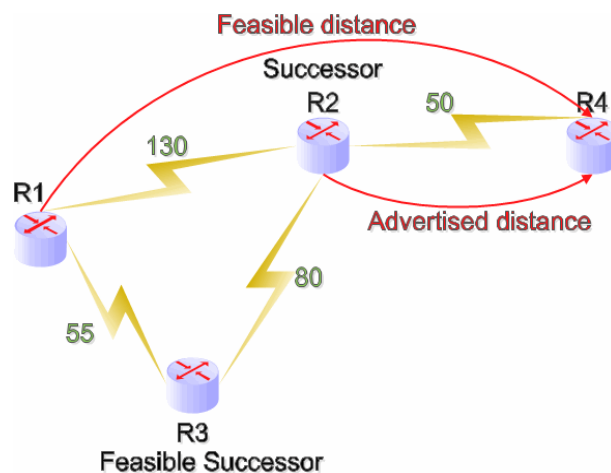
Objavljena udaljenost (eng. Advertised distance) Ovo je metrika do udaljene mreže o kojoj je izvestio sused.

Naslednik (eng. Successor) Naslednik je susedni ruter koji se koristi za prosleđivanje paketa do odredišne mreže.

Mogućći naslednik (eng. Feasible successor) Mogućći naslednik je rezervna putanja čija je objavljena udaljenost manja od moguće udaljenosti i smatra se rezervnom rutom. EIGRP će čuvati do šest mogućih naslednika u tabeli topologije. Samo onaj naslednik sa najboljom metrikom se čuva u tabelu rutiranja.

Tabela topologije (eng. Topology table) Ova tabela sadrži informacije o nasledniku, mogućoj udaljenosti, svim mogućim naslednicima i njihovim objavljenim udaljenostima.

Na Sl.1 dodatno su objašnjeni termini navedeni u predhodnom tekstu.



Slika 1. Termini kod EIGRP rutiranja protokola.

Na slici su prikazani ruteri R1, R2, R3 i R4. Potrebno je utvrditi najbolju putanju od rutera R1 do rutera R4. Brojevi (130, 50, 55, 80) predstavljaju cenu putanje između dva rutera. Svaki sused rutera R1 objavljuje cenu tj. trošak do rutera R4. Cena od suseda do odredišta se naziva objavljena udaljenost. Cena od rutera R1 do rutera R4 naziva se moguća udaljenost. U tabeli 1 prikazane su udaljenosti od rutera R1 do rutera R4 preko R2 i R3 rutera.

Tabela 1. Moguća i objavljena udaljenost

Ruter	Moguća udaljenost	Objavljena udaljenost
R2	180	50
R3	185	130

Ruter R1 će odabrati putanju sa najmanjom mogućom udaljenošću, a to je preko R2 (R2 postaje naslednik). Kako je udaljenost između R3 i R4 (130) manja od udaljenosti između R1 i R4 (180) to znači da korišćenje putanje od R1 do R4 preko R3 neće formirati petlju. Samim tim R3 ispunjava uslove da postane mogućći naslednik.

EIGRP koristi DUAL algoritam (eng. Diffusing Update Algorithm) za odabiranje i održavanje najbolje putanje do svake udaljene mreže. Ovaj algoritam omogućava sledeće:

- određivanje rezervne rute, ako postoji;
- podrška za podmrežne maske različitih dužina (VLSM);
- oporavak dinamičkih ruta;
- slanje upita za alternativnu rutu, ako nijedna ruta ne može da se pronađe.

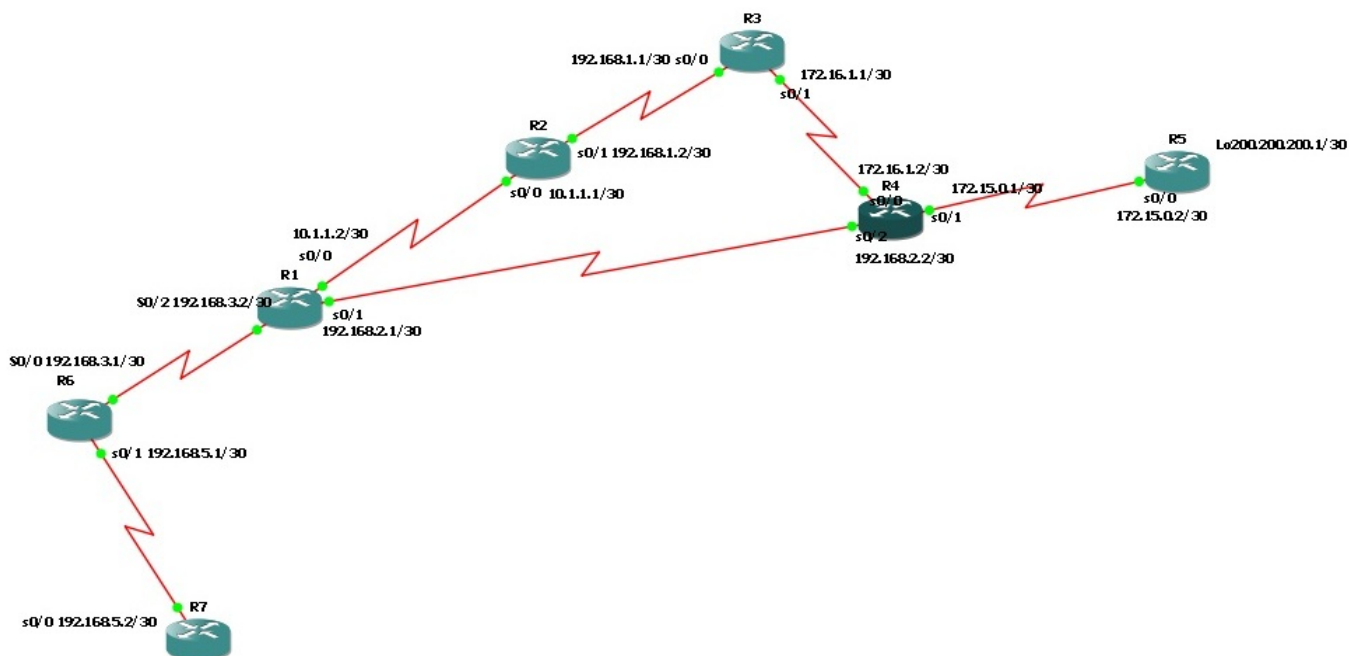
DUAL algoritam omogućava EIGRP protokolu najbrže moguće vreme konvergencije rute među svim protokolima. Ključ za brzu konvergenciju kod EIGRP protokola je dvostruk. Prvo, EIGRP ruteri održavaju kopiju ruta svih svojih suseda, koju koriste za izračunavanje sopstvenih troškova do svake udaljene mreže. Ako najbolja putanja otkáže, potrebno je samo da se pregleda sadržaj tabele topologije i da se pronađe najbolja zamena. Drugo, ako u lokalnoj tabeli ne postoji nijedna dobra alternativa, EIGRP ruteri veoma brzo traže pomoć od svojih suseda za

pronalaženje nove rute. Oslanjanje na druge rutere i korišćenje informacija koje oni pružaju je objašnjenje za "difuzni" karakter algoritma DUAL.

Za razliku od drugih protokola koji koriste jedan faktor za upoređivanje ruta i odabiranje najbolje moguće putanje, EIGRP može da koristi kombinaciju četiri faktora:

- Propusni opseg;
- Kašnjenje;
- Opterećenje;
- Pouzdanost.

EIGRP po standardnom podešavanju koristi samo propusni opseg i kašnjenje linije da bi odredio najbolju putanju do udaljene mreže.



Slika 2. Osnovna topologija mreže.

3. TOPOLOGIJA MREŽE U GNS-u

Na Sl. 2 prikazana je topologija koja je korišćena u radu.

Sledeći izlaz, Sl. 3, prikazuje tabelu rutiranja rutera R1. Na slici se vidi da na EIGRP rute ukazuje oznaka D (DUAL). Administrativna udaljenost EIGRP ruta iznosi 90.

```
R1#show ip route
Gateway of last resort is not set
D    200.200.200.0/24 [90/2809856] via 192.168.2.2, 00:01:54, Serial0/1
D    172.15.0.0/16 [90/2681856] via 192.168.2.2, 00:01:54, Serial0/1
D    172.16.0.0/16 [90/2681856] via 192.168.2.2, 00:01:54, Serial0/1
D    192.168.5.0/24 [90/2681856] via 192.168.3.1, 00:01:55, Serial0/2
D    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    10.1.1.0/30 is directly connected, Serial0/0
D    10.0.0.0/8 is a summary, 00:01:55, Null0
D    192.168.1.0/24 [90/2681856] via 10.1.1.1, 00:01:53, Serial0/0
D    192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.2.0/30 is directly connected, Serial0/1
D    192.168.2.0/24 is a summary, 00:01:57, Null0
D    192.168.3.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.3.0/30 is directly connected, Serial0/2
D    192.168.3.0/24 is a summary, 00:01:59, Null0
R1#
```

Slika 3. Ruting tabela rutera R.

Na Sl. 4 prikazana je tabela topologije rutera R1, primećuje se da ruter nema sekundarne rute ka određnim mrežama. Ispred svake rute nalazi se slovo P što znači da je ruta u pasivnom stanju, što je dobro. Rute u aktivnom stanju ukazuju da je ruter izgubio svoju putanju do te mreže i da traži alternativnu rutu. Svaki unos ukazuje i na moguću udaljenost do svake udaljene mreže, plus suseda na sledećem skoku kroz koji će paket putovati do ove

destinacije. Isto tako, svaki unos ima dva broja u zagradi. Prvi broj ukazuje na moguću udaljenost, a drugi na oglašenu udaljenost do udaljene mreže [3].

```
P 10.0.0.0/8, 1 successors, FD is 2169856
   via Summary (2169856/0), Null0
P 10.1.1.0/30, 1 successors, FD is 2169856
   via Connected, Serial0/0
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2681856
   via 10.1.1.1 (2681856/2169856), Serial0/0
P 192.168.2.0/24, 1 successors, FD is 2169856
   via Summary (2169856/0), Null0
P 192.168.2.0/30, 1 successors, FD is 2169856
   via Connected, Serial0/1
P 192.168.3.0/24, 1 successors, FD is 2169856
   via Summary (2169856/0), Null0
P 192.168.3.0/30, 1 successors, FD is 2169856
   via Connected, Serial0/2
P 192.168.5.0/24, 1 successors, FD is 2681856
   via 192.168.3.1 (2681856/2169856), Serial0/2
P 172.15.0.0/16, 1 successors, FD is 2681856
   via 192.168.2.2 (2681856/2169856), Serial0/1
P 172.16.0.0/16, 1 successors, FD is 2681856
   via 192.168.2.2 (2681856/2169856), Serial0/1
P 200.200.200.0/24, 1 successors, FD is 2809856
   via 192.168.2.2 (2809856/2297856), Serial0/1
R1#
```

Slika 4. Tabela topologije rutera R.

4. UPOREDNE KARAKTERISTIKE EIGRP PROTOKOLA SA I BEZ SEKUNDARNE RUTE

U radu je analizirana brzina konvergencije EIGRP ruting protokola sa i bez sekundarne rute na sledeći način: sa rutera R7, koristeći alat *traceroute*, utvrđena je putanja paketa od rutera R7 do rutera R5 (Sl.1.). Paketi putuju sledećom putanjom:

R7-R6-R1-R4-R5

Zatim, korišćen je alat *ping* radi testiranja konektivnosti između rutera R7 i R5. Nakon toga simuliran je pad interfejsa S0/2 na ruteru R4 (Sl.1.). Alat *Ping* funkcioniše tako što šalje poruku kroz mrežu i očekuje da primalac odgovori na nju. Postoji nekoliko parametara koje treba zadati prilikom korišćenja *ping* alata, neki od njih su: protokol koji se koristi, određena IP adresa, broj poslanih poruka, *timeout* period, itd. Tokom analize korišćene su standardne vrednosti, sve sem vrednosti *timeout* čija je vrednost postavljena na 1 (1 sekunda) i broja poslanih poruka (eng. *repeat count*) koji iznosi 1000. Određena IP adresa koja je korišćena u radu je 200.200.200.1.

A. Vreme konvergencije mreže kada EIGRP nema sekundarne rute

Kako bi se izmerilo tačno vreme konvergencije, na ruteru R7 unesena je naredba *debug ip routing*. Usled otkaza interfejsa S0/2 na ruteru R4 (Sl.1.), na ruteru R7 beleže se sledeći rezultati, Sl. 5.

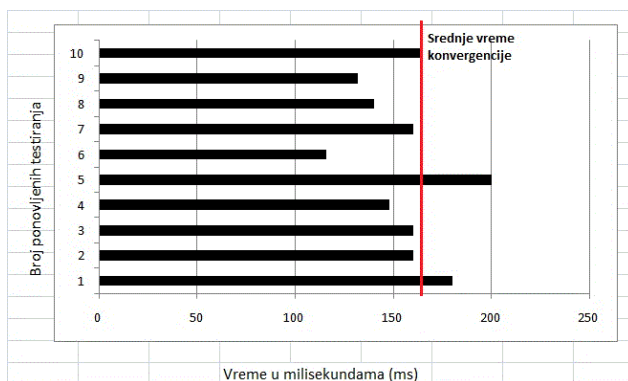
```

Sunbeam rate is 99 percent (999/1000), round-trip min/avg/max = 1/3/48 ms
R7#
*Mar 1 00:05:23.543: RT: no routes to 172.16.0.0
*Mar 1 00:05:23.543: RT: NET-RED 172.16.0.0/16
*Mar 1 00:05:23.543: RT: delete network route to 172.16.0.0
*Mar 1 00:05:23.543: RT: NET-RED 172.16.0.0/16
*Mar 1 00:05:23.543: RT: delete route to 200.200.200.0 via 192.168.5.1, eigrp m
etric [90/3705856]
*Mar 1 00:05:23.549: RT: SET_LAST_RDB for 200.200.200.0/24
OLD rdb: via 192.168.5.1, Serial0/0
*Mar 1 00:05:23.727: RT: add 172.16.0.0/16 via 192.168.5.1, eigrp metric [90/42
17856]
*Mar 1 00:05:23.727: RT: NET-RED 172.16.0.0/16
*Mar 1 00:05:23.727: RT: SET_LAST_RDB for 200.200.200.0/24
NEW rdb: via 192.168.5.1
*Mar 1 00:05:23.727: RT: add 200.200.200.0/24 via 192.168.5.1, eigrp metric [90
/4857856]
*Mar 1 00:05:23.727: RT: NET-RED 200.200.200.0/24
R7#
R7#
*Mar 1 00:05:41.531: RT: delete route to 192.168.2.0 via 192.168.5.1, eigrp met
ric [90/3833856]
*Mar 1 00:05:41.536: RT: SET_LAST_RDB for 192.168.2.0/24
OLD rdb: via 192.168.5.1, Serial0/0
*Mar 1 00:05:41.539: RT: no routes to 192.168.2.0

```

Slika 5. Rezultati komande *debug ip route* na ruteru R7.

Na Sl.5 prikazano je tačno vreme kada je ruter promenio putanju ka određenoj mreži, izbacio postojeću putanju i nakon nekog vremena dodao novu putanju. Razlika ova dva vremena jeste vreme konvergencije mreže u slučaju kada EIGRP nema sekundarne rute. Testiranje je ponovljeno deset puta i uzeta je srednja vrednost. Rezultati su prikazani na Sl.6, vrednosti su izražene u milisekundama (ms). Prosečno vreme konvergencije mreže iznosi 156 ms.



Slika 6. Vreme konvergencije mreže

B. Vreme konvergencije mreže kada EIGRP ima sekundarnu rutu

Da bi ruter u ruting tabeli koristio sekundarnu rutu mora da bude ispunjen uslov koji garantuje da sekundarna ruta neće izazvati petlju u rutiranju. Uslov je ispunjen ukoliko je objavljena udaljenost od suseda manja od moguće udaljenosti posmatranog rutera do iste udaljene mreže. Protokol EIGRP koristi sofisticiranu metriku koja po standardnom podešavanju uzima u obzir propusni opseg i odlaganje. Metrika kod EIGRP-a izračunava se na sledeći način [4]:

$$metric = 256 * (10^7 / min + \sum delays / 10), \quad (1)$$

Vrednost "min" predstavlja minimalni protok (eng. bandwidth) od izvorišta do određišta, odlaganje (eng. delay) je konstanta za svaki tip interfejsa i zadaje se u milisekundama. Za serijske veze odlaganje je 20.000 milisekundi, dok je za Ethernet veze 1.000 milisekundi. Kada je uslov ispunjen ruting protokol zna da neće doći do petlje ako koristi tu putanju za prosljeđivanje mrežnog saobraćaja. Da bi ruter R1 imao sekundarnu rutu tj. mogućeg naslednika, potrebno je smanjiti vrednost odlaganja na sledećim interfejsima: S0/1 ruter R2 i S0/1 ruter R3, Sl.2. Promena vrednosti odlaganja vrši se naredbom:

ruter R2: *R2(config-if)#delay 2*, (2)

ruter R3: *R3(config-if)#delay 2*, (3)

Nakon unošenja naredbe na ruteru R2 i R3, u tabeli topologije rutera R1 pored naslednika naći će se i mogućí naslednik.

Pošto se tabela rutiranja formira na osnovu tabele topologije, ona mora sadržati sve informacije koje su neophodne za tabelu rutiranja. Na Sl.7 prikazan je izlaz sa konzole rutera R7 dobijen komandom *debug ip routing* u trenutku kada je simuliran otkaz linka od rutera R1 do rutera R4 (Interfejs s0/2 na ruteru R4, Sl.1).

```

R7#
*Mar 1 00:20:39.139: RT: eigrp's 172.15.0.0/16 (via 192.168.5.1) metric changed
from distance/metric [90/3705856] to [90/3706880]
*Mar 1 00:20:39.143: RT: NET-RED 172.15.0.0/16
*Mar 1 00:20:39.147: RT: eigrp's 200.200.200.0/24 (via 192.168.5.1) metric chan
ged from distance/metric [90/3833856] to [90/3834880]
*Mar 1 00:20:39.151: RT: NET-RED 200.200.200.0/24

```

Slika 7. Izlaz sa konzole rutera R.

Primećuje se da u trenutku otkaza linka nema kašnjenja, ruter R7 automatski prelazi na korišćenje sekundarne rute. Metrika je promenjena sa 3833856 na 3834880 (Sl.7.).

5. ZAKLJUČAK

Protokol EIGRP pravi i održava tri tabele. Tabela suseda se koristi kako bi se sa sigurnošću primile sve potvrde. Tabela topologije se koristi za razumevanje putanja kroz računarsku mrežu. Najbolja putanja, koja se dobija iz tabele topologije, upisuje se u tabelu za rutiranje IP mrežnog saobraćaja.

Na osnovu analize podataka, iz predhodno navedenih tabela, može se zaključiti da mreža brzo konvergira prilikom otkaza linka kod EIGRP protokola. U radu su

analizirana vremena konvergencije, u prvom primeru, kada ruter nema sekundarnu rutu, mreži je potrebno 156 ms da konvergira prilikom otkaza linka.

Usled otkaza linka (kada ne postoji alternativna putanja) ruter R1 šalje upite svojim susedima u potrazi za alternativnom putanjom. Upiti se šalju sve dok se ne dobije odgovor ili dok se ne ispitaju svi ruteri. U ovom slučaju vreme potrebno za nalaženje alternativne putanje jeste 156 ms što ujedno predstavlja i vreme konvergencije mreže.

U slučaju kada ruter ima sekundarnu rutu vreme konvergencije jednako je nuli. Kada u tabeli topologije postoji mogući naslednik posmatrani ruter ne mora da konsultuje svoje susede radi korišćenja te putanje ukoliko dođe do otkaza primarne putanje.

Bolje performanse rutiranja dobijaju se ukoliko za svaku mrežu postoji sekundarna ruta. Ovde treba biti oprezan da ta sekundarna ruta neće izazvati petlje u rutiranju.

LITERATURA

- [1] A. Chiarella, *Umrežavanje pomoću Cisco i Microsoft tehnologija*, Kompjuter Biblioteka 2005.
- [2] T. Lammle, *CCNA: Cisco Certified Network Associate Study Guide, Third Edition*, Cisco Press 2005, Cisco Systems, INC., str 290-305
- [3] B. D. Stewart, C. Gough, *CCNP BSCI: Cisco Certified Network Profesional*, Cisco Press 2006, Cisco Systems, INC., str. 59-85
- [4] W. Odom, R. Healy, D. Donohue, *CCIE Routing and Switching Certification Guide, Fourth Edition*, Cisco Press 2010, Cisco Systems, INC., pp.221-243
- [5] <http://cisco.netacad.net/cnams/home/StudentClass.jsp?pageName=Student&classID=3857110&> (pristup, avgust, 2013.)
- [6] W. R. Parkhurst, *Cisco OSPF Command and Configuration Handbook*, Cisco Press 2002, Cisco Systems, Inc.

INTERNET OF THINGS – IZAZOV BUDUĆNOSTI

INTERNET OF THINGS - CHALLENGES OF THE FUTURE

Mirko Kosanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Miloš Kosanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - U ovom radu daćemo pregled jedne od tehnologija od koje se u budućnosti očekuje da će u potpunosti promeniti način našeg mišljenja i življenja. Internet of things (IoT) predstavlja velike mreže malih senzorskih čvorova, koje su sposobne da samostalno prikupljaju, obrađuju i međusobno razmenjuju podatke, kao i da iste distribuiraju putem TCP/IP protokola na Internet. Primenu se na prostoru na kome želimo da registrujemo neku fizičku promenu, prikupljaju i obrađuju tražene podatke i preduzimaju određene akcije shodno velikom broju aplikacija. Zadnjih godina, istraživanje na polju IoT sve više i više raste, tako da se broj aplikacija znatno povećao. Ovaj rad prikazuje pregled dosadašnjih dostignuća na ovom polju sa posebnim osvrtom na dostupne tehnologije koje su omogućile razvoj IoT, mogućnosti primene istih kao i probleme koje u budućnosti treba rešiti..

Ključne reči: Internet, Bežične senzorske mreže, prikupljanje podataka, identifikacija.

Abstract - In this paper we present an overview of one of the technologies that are expected in the future that will completely change our way of thinking and living. Internet of Things (IoT) are a large network of small sensor nodes, which are able to independently collect, process and share data with each other, and that they are distributed via the TCP / IP protocol on the Internet. They are used in the area where we would like to register a physical change, collect and process the required information and take certain actions under a number of applications. In recent years, research in the area of IoT increasingly grows, so does the number of applications has increased considerably. This paper presents an overview of the achievements in this field, with particular emphasis on technologies available that enable the development of IoT, the possibilities of their use as well as problems that need to be addressed in the future.

Key words: Internet, Wireless sensor networks, data collection, identification

1. UVOD

Verovatno da ne postoji ni jedno područje istraživanja koje je zadnjih godina izazvalo toliku pažnju kao što je to slučaj sa Bežičnim Senzorskim Mrežama (BSM). Sa jedne strane ovo područje je tako kompleksno, raznorodno, i u sebi, na jednom mestu objedinjuje toliko veliki broj različitih pravaca istraživanja da se opravdano postavlja pitanje: Da li uopšte postoji neki deo sa područja elektronike koji nije sadržan u ovoj oblasti? Od čisto hardverskih metoda koje podrazumevaju izbor najoptimalnijih komponenata od kojih se sastoji senzorski čvor i njegovog SoC (*System on Chip*) dizajna, preko izbora odgovarajućeg operativnog sistema, izbora optimalne modulacije i frekvencije kod slanja podataka, zaštite i enkripcije podataka, pa do mrežnih metoda koji podrazumevaju projektovanje odgovarajućih protokola koji trebaju da uspostave najoptimalniju mrežnu topologiju, kao i energetske efikasne protokola rutiranja koji trebaju da pronađu najoptimalnije puteve kod prosleđivanja podataka. Sa druge strane ono što fascinira kod razvoja BSM je njihov stalni napredak i primena u gotovo svim sferama ljudskog delovanja. Povezivanje ovih mreža sa najvećom mrežom svih mreža, Internetom, otvara još jedno sasvim novo poglavlje njihovog razvoja a to je Internet of Things (IoT). IoT

podrazumeva veliki broj objekata, životinja ili ljudi koji imaju svoju jedinstvenu identifikaciju, a koji su u mogućnosti da potpuno samostalno prikupljaju, obrađuju i putem bežine komunikacije razmenjuju raznorodne podatke bez ičije pomoći, kao i da te podatke omoguće dostupnim putem Interneta. On je nastao kao krajnji proizvod tri osnovne tehnologije koje su zadnjih godina pretrpele najveći napredak i razvoj: bežične komunikacije, mikro-elektromehanički sistemi (MEMS) i Internet tehnologije. Jedna od osnovnih prednosti IoT je ta da omogućava velikom broju ljudi da sa veoma malo znanja i iskustva kreira jako moćne a jeftine aplikacije. Sve to omogućeno je razvojem velikog broja mikro platformi, kao što su Arduino, Propeller i Microchip PIC familija, i njihovom integrisanju putem bežične komunikacije sa Internetom. Drugim rečima, ova tehnika zahteva od inženjera da podjednako raspolazu sa znanjima iz hardvera i softvera. Ovo je potrebno kako bi to znanje primenili na koherentan i integrisan način u cilju dobijanja primenjive IoT aplikacije [1].

Mogućnost stvaranja mreže malih, gotovo nevidljivih senzorskih čvorova, koji će neprekidno prikupljati informacije iz realnog sveta i trenutno te informacije slati na Internet, omogućava neslućene primene ove tehnologije. Zato

i ne čudi mišljenje mnogih naučnika koji tvrde da će ova tehnologija u budućnosti u potpunosti izmeniti čovekov život i doprineti da on bude mnogo ugodniji i bolji [2].

Međutim, veliki broj raznorodnih tehnika koje treba međusobno povezati predstavlja i otežavajući faktor kod proučavanja IoT, jer se od istraživača zahteva veliko poznavanje svih tih tehnika. Sa druge strane to predstavlja i prednost jer se velikom broju istraživača daje sloboda da se iskažu na onim poljima na kojim su najbolji. Cilj ovog rada je da na jednom mestu prikaže sve trenutno relevantne pravce istraživanja, dostupne tehnologije koje nam stoje na raspolaganju, kao i probleme koje treba prevazići kako bi ova tehnologija zaživela i dala rezultate.

2. PRIMENLJIVOST IoT

Kraj XX veka obeležio je veliki razvoj Interneta koji je doveo do trenutnog povezivanja velikog broja ljudi i to na gotovo neverovatnim brzinama, reda Gb/s, a koje se svake godine sve više povećavaju. Sledeća etapa u njegovom razvoju biće da se to isto ostvari i sa velikim brojem objekata u našem okruženju. Već u 2011 godini broj povezanih objekata na našoj planeti je pretekao ukupan broj ljudi koji na njoj živi. Trenutno ima 9 milijardi međusobno povezanih objekata a očekuje se da krajem 2020 godine ta brojka dostigne 24 milijardi međusobno povezanih objekata [3].

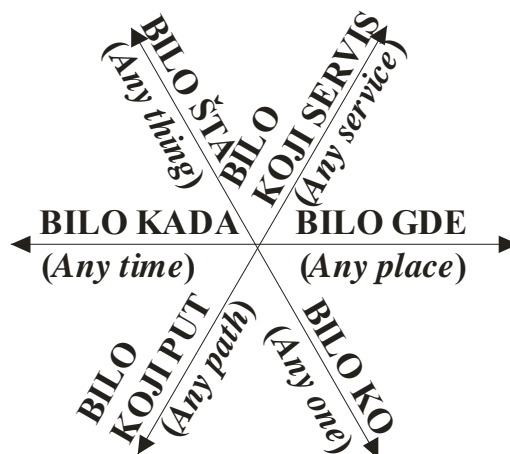
Potencijali koje IoT ima omogućavaju razvoj velikog broja aplikacija i njegovu primenljivost u gotovo svim područjima ljudskog rada: na poslu, kod kuće, na putu, na odmoru, rekreaciji i td. Nažalost, veoma mali broj aplikacija je trenutno aktivno u odnosu na mogućnosti primene IoT, i ono što je aktivno ne koristi pune njegove kapacitete. Većina tih aplikacija upravlja sa objektima koji su primitivne inteligencije i bez mogućnosti međusobne komunikacije, tj. razmene podataka i donošenja nekih odluka na osnovu tih podataka. U globalu široki spektar svih tih aplikacija može se podeliti u nekoliko srodnih oblasti i to [1, 3, 4]:

- 1. Oblast transporta i logistike** - priprema vozila za put, davanje saveta vozaču u toku vožnje, naplata putarine bez zaustavljanja vozila, praćenje vremenskih prilika okoline, prikazivanje različitih ruta do odredišta, automatska kontrola i usklađivanje brzine vozila uslovima puta, kontrola opterećenosti (gustine saobraćaja) na pojedinim rutama, i td.
- 2. Oblast zdravstvene zaštite** - praćenje ljudi i pacijenata, identifikacija i autentifikacija, automatsko prikupljanje podataka o pacijentima, praćenje vitalnih funkcija kod težih pacijenata, davanje *real-time* informacija, i td.
- 3. Oblast inteligentnih građevinskih objekata** - omogućavanje ugodnijeg življenja (kuće, fabrike, hoteli), nadgledanje objekata od mogućih havarija (poplave, požari), praćenje ispravnosti pojedinih objekata (zgrade, tuneli, mostovi, liftovi), praćenje prirodnih katastrofa (tornado, cunami, zemljotresi, vulkani), praćenje robe od njihove proizvodnje pa sve do kranje prodaje, kontrola magacina sa robom, pružanje pomoći kod poljoprivrede i stočarstva, i td.
- 4. Oblast osmatranja i praćenja** - kontrola prostora i sprečavanje neovlašćenog ulaska u njega, onemogućavanje krađa, suzbijanje kriminala i praćenje krimogenih osoba, trenutno obaveštavanje, vojna i bezbedonosna špijunaža, nadgledanje prirodnih uslova (pritisak, vlažnost), i td.

5. Društvena i socijalna oblast: pronalaženje izgubljenih ili zaboravljenih stvari, informisanje o nekim događajima ili mestima, razni podsetnici o događajima koji su vezani za prijatelje, informisanje o vršenju nekih zabranjenih radnji, informisanje o poziciji/kretanju nekih važnih predmeta, i td.

3. DOSTUPNE TEHNOLOGIJE

Velikim razvojem objektno orjentisanih tehnologija (OOT), koje su u mnogome diktirale razvoj računarskih sistema i razvojnih okruženja, postalo je neophodno da dostupnost računara bude "svuda prisutno" (*ubiquitous*). Dobro poznato pravilo 3A postalo je osnovni preduslov i neophodnost svih klijent-server aplikacija. Ono kaže da računari moraju uvek da budu dostupni, tj. *any one* (bilo ko), *any place* (bilo gde) i *any time* (bilo kada). Drugim rečima to bi značilo da serveri treba da budu potpuno transparentni i dostupni za sve, da ne zavise od tehnologije izrade, mesta gde se oni postavljaju tj. gde se nalaze korisnici (*users*) ili programeri (*developers*) kao i da budu uvek dostupni. Razvoj IoT duplirao je ove zahteve tako da sada imamo pravilo 6A koje ima još tri dodatna zahteva u odnosu na predhodno pravilo i to: *any thing* (bilo šta), što podrazumeva da svaka stvar ima svoju jedinstvenu identifikaciju preko koje je uvek jednoznačno dostupna, *any path/network* (na bilo koji način) i *any service* (bilo koji dostupan servis) (slika br.1).



Slika 1. Šest A – opšte karakteristike IoT

Da bi zadovoljio gore pomenute zahteve IoT mora u sebi da objedini veliki broj naprednih tehnologija koje međusobno moraju da budu povezane kako bi omogućile njihova ispunjenje, tj. primenljivost. Sve te tehnologije mogu se svrstati u tri osnovne kategorije i to: i) minijaturan hardver koji se sastoji od senzora, aktuatora, mikrokontrolera i bežičnog primopredajnika; ii) srednji sloj (*Middleware*) koji je zadužen za skladištenje i obradu/analizu prikupljenih podataka i iii) prezentacioni sloj koji je zadužen za prihvatanje tih podataka i njihovo predstavljanje krajnjim korisnicima na različitim platformama. Navešćemo sada nekoliko tehnologija čiji je razvoj, po našem mišljenju, u mnogome doprineo pojavi IoT [5, 6, 7]:

1. Radio frekvencijska identifikacija - RFID (*Radio Frequency Identification*) predstavlja veoma zastupljenu tehnologiju jednoznačne identifikacije objekata koja je danas široko u upotrebi. Predstavlja tehnologiju daljinskog slanja i prijema podataka koja koristi radio talase. Svakom objektu se ugradi/zalepi jedan mirkočip (RFID pločica),

izuzetno malih dimenzija, koji u sebi ima jedinstveni ID broj promenljive dužine (1-256 bita). RFID pločica u sebi sadrži antenu koja joj omogućava prijem i slanje podataka. Radiofrekvencijska komunikacija zasniva se na stvaranju elektromagnetnih talasa koji dolaze do RFID pločice od strane RFID čitača. Inicirana ovim talasima RFID pločica emituje sopstvene elektromagnetne talase prema primopredajniku u kojima je nalazi jedinstveni ID očitane RFID pločice. Posebna prednost ove tehnologije je da pasivne RFID pločice ne zahtevaju nikakvo napajanje već potrebnu energiju crpu iz primljenih radio talasa od strane RFID čitača. Ova osobina omogućila je praćenje velikog broja objekata a da pri tome nemamo potrebe za napajanjem tih objekata.

2. Bežične senzorske mreže - Bežične senzorske mreže (BSM) se sastoje od velikog broja bežičnih senzorskih uređaja koji potpuno samostalno formiraju mrežu, putem koje oni prikupljaju, obrađuju i razmenjuju podatke. Neke od ključnih karakteristika BSM su: a) senzorski čvorovi (SČ) su gusto raspoređeni u regionu i veoma su podložni otkazima (kvarovima), b) proizvoljan i nepredvidljiv raspored SČ-ova, c) česte promene topologije senzorskih mreža, d) uglavnom se ne koristi jedinstvena globalna identifikacija (ID) SČ, e) SČ-ovi su ograničeni u pogledu napajanja, komunikacione i računarske snage. U principu, BSM može da radi kao samostalna mreža ili da bude povezana sa drugim mrežama. Ali za mnoge aplikacije, BSM ne rade efikasno u punoj izolaciji. Mora da se omogućiti način za spoljašnje nadgledanje događaja kao i za pristup podacima koje nam daje mreže senzora. Dakle, javlja se potreba da BSM povežemo na već postojeću mrežnu infrastrukturu, kao što su lokalne mreže (LAN), gradske mreže (Metropolis), ili mrežu svih mreža Internet čime ostvarujemo osnovne zahteve IoT. Imajući u vidu da skup TCP/IP protokola postaje *de facto* standard u mrežnom okruženju nameće se rešenje da se ovaj skup protokola primeni i u BSM. Međutim, ovaj zadatak nije baš jednostavan sa gledišta energetske efikasnosti u BSM tako da se pribegava drugim rešenjima [8].

3. Efikasna potrošnja energije - Potrošnja energije predstavlja ključni faktor za održanje i isplativost bilo koje IoT aplikacije. Kako su SČ-ovi potpuno samostalni objekti koji prikupljaju podatke o nadgledanoj sredini, oni imaju jako limitirane energetske izvore, obično to su baterije malog kapaciteta. Upravo zbog toga efikasna energetska potrošnja, kako bi se omogućio što duži životni vek SČ-ova, postavlja se kao osnovni preduslov kod IoT aplikacije. Razlikujemo tri osnovna pravca razvoja tehnologija koje mogu da doprinesu ovome i to: 1.) na nivou hardvera gde se projektuju čipovi sa smanjenom potrošnjom - *low-power* mikrokontroleri i RF primopredajnici, kao i mnoge druge tehnike za efikasno korišćenje raspoložive energije kao i za sprečavanje nepotrebnog "curenja" energije u SČ, kao što su: *Clock Gating*, *Voltage islands*, *Power gating*, *Dynamic voltage frequency scaling*, i druge 2.) na nivou softvera: od energetske efikasnosti operativnih sistema do različitih protokola zasnovanih na *duty-cycle* tehnici, i 3.) korišćenje alternativnih izvora napajanja iz prirode (*energy harvesting*) [9].

4. Komunikacione tehnologije – projektovanje pametnih antena koje omogućavaju rad na više različitih frekvencija, a koje su integrisane na čipu, omogućiće još bolje i brže komunikaciju između SČ-ova. Osnovni uslov kod ovih

antena je da one budu optimizovane po veličini, efikasnosti i ceni. Kako se količina podataka svakim danom stalno povećava, modulacione šeme kao i brzine prenosa predstavljaju takođe važne detalje kod njihovog prenosa. Kako je poznato da komunikacija troši najveći deo energije potrebno je posebno obratiti pažnju na projektovanje energetske efikasnih protokola koji trebaju da budu WEB orijentisani. Standardni protokoli iz TCP/IP steka energetski su jako zahtevni pa oni nisu pogodni za direktnu primenu. Zato su projektovani mnogi drugi protokoli kao lwIP (*lightweight IP*), uIP (*micro IP*) i uIPv6 koji omogućavaju implementaciju TCP/IP steka na platformama koje imaju ograničene resurse. Tako na primer, za implementaciju uIPv6 veličina programskog koda je 1.5Kb i on zahteva samo 2 Kb RAM memorije [10]. Proširenje adresa na 128 bita znači da će nam na raspolaganju biti $2^{128}=3.4 \times 10^{38}$ adresa, što je broj koji je teško izgovoriti – za svaki kvadratni metar površine naše planete ostaje 6×10^{23} adresa. Pritom treba imati na umu da će hijerarhijsko uređenje ovog "prostora" značajno umanjiti ove vrednosti, no ipak nam preostaje više hiljada adresa po kvadratnom metru. Implementacija uIPv6 protokola na skromnim resursima, omogućila je da svi objekti imaju jedinstvenu IPv6 adresu a samim tim i da budu jednoznačno dostupni sa Interneta.

5. Pametni senzorski čvorovi - Povećanje inteligencije SČ i smanjivanje njihovih gabarita kako bi se što lakše mogli inkorporirati u objekat koji nadgledaju, stalni je cilj kome se teži. Međutim ova dva zahteva su u suprotnosti jedan sa drugim tako da nije lako ispuniti oba zahteva. Tehnologija poznata kao *System-in-Package* (SiP) omogućava fleksibilnu i 3D integraciju različitih elemenata kao što su antene, senzori, aktivni i pasivni elementi u SČ. Pored toga razvijeni su i mnogi operativni sistemi koji trebaju da povećaju fleksibilnost i omoguće izvršavanje različitih aplikacija u SČ. Neki od najpoznatijih su: TinyOS, Contiki, Mantis, SOS i drugi.

4. PROBLEMI KOJE TREBA REŠITI

Mada opisane tehnologije u poglavlju 3 u mnogome omogućuju da koncept IoT u potpunosti zaživi, postoje mnoge stvari koje treba rešiti ili unaprediti. Mi ćemo u daljem izlaganju ukazati na samo neke od njih koje ako se ne reše adekvatno u mnogome mogu da utiču na dalji razvoj i primenu IoT aplikacija.

1. Standardi - IoT povezuje veliki broj različitih izvora podataka i veliki broj različitih objekata sa različitim bazama podataka. Sve to ne bi moglo da funkcioniše da ne postoje unapred doneti standardi koji moraju biti zadovoljeni kako bi sve to funkcionisalo. Međutim, proces standardizacije je jedan stalni proces koji mora stalno da se prati i usaglašava sa novim tehnologijama koje nam nude nova, bolja rešenja. Ovo naročito važi za IoT jer on povezuje veoma veliki broj raznorodnih objekata. Novi standardi vezani za dodelu frekvencijskog spektra, nivoa jačine signala, kao i komunikacionih protokola obezbeđiće da IoT uspostave vezu sa ostalim korisnicima radio spektra kao što su mobilna telefonija, radio i TV emitovanje, rezervisani kanali za hitne slučajeve i td. To bi omogućilo još veći razvoj IoT i povećanje aplikacija. Pored toga, kako se IoT aplikacije šire, od suštinske važnosti će biti da se osigura kvalitet i integritet podataka koji se prikupljaju. Standardi koji treba da se donesu trebalo bi da garantuju da

se prikupljenim podacima može verovati i da oni potiču sa autentičnih izvora. U tom kontekstu obavezna je veoma bliska saradnja svih relevantnih organizacija za standardizaciju kao i organizacija koje su vezane za WWW servise i aplikacije.

2. **Interoperabilnost** - Poznata je činjenica da dva različita uređaja vrlo teško mogu u potpunosti biti kompatibilna, čak i ako zadovoljavaju isti standard. U konceptu IoT postoji mnogo različitih topologija povezivanja velikog broja objekata, koji su zasnovani na potpuno različitim platformama, sa različitim operativnim sistemima, a koji komuniciraju različitim protokolima na različitim frekventnim opsezima i brzinama. Sve ovo predstavlja jako otežavajuću činjenicu jer svi ti objekti treba da djeluju kao jedna potpuno kompatibilna sredina. Upravo zbog toga budući razvoj IoT komponenti moraće da se pozabavi ovim problemom i to istovremeno i na polju hardvera i softvera.
3. **Sigurnost i poštovanje privatnosti** – Osnovni cilj svake IoT aplikacije je da omogući jednostavan pristup velikom broju informacija sa različitih izvora. Da bi aplikacija bila svrsishodna potrebno je obezbediti da korisnik ima potpuno poverenje u te podatke bez nekog rizika po njegovu sigurnost i narušavanje njegove privatnosti. Sa druge strane svaki od objekata koji nam daju podatke komunicira sa velikim brojem sličnih objekata od kojih takođe dobija podatke što u mnogome usložnjava proveru tih podataka sa gledišta njihove autentičnosti, integriteta i poverljivosti. Problem se još više usložnjava ako se uzme u obzir da se podaci prikupljaju od velikog broja objekata i da donošenje neke odluke zahteva određeni vremenski period. Taj period dovoljan je da se na mnogim objektima nadgledani događaj promeni, što pak može dovesti do pogrešne ili zakasnele reakcije na taj događaj. Zato se u budućnosti kod projektovanja IoT aplikacije mora obezbediti: autentifikacija objekata i integritet podataka, odgovarajući agent koji će kontrolisti ispravnost podataka koje objekti daju, nove tehnologije koje će omogućiti privatnost podataka za različite objekte, model za decentralizovanu autentifikaciju i poverenje, energetski efikasni algoritmi šifrovanja i zaštite podataka, obezbediti vlasnika svakog podatka kao i pristupna prava deljenim objektima, obezbediti sigurnost bežičnih komunikacija na fizičkom sloju, regulisati pravne regulative, definisati ko, kada i kome objektu može da se pristupi, i td [2].
4. **Proizvodnja i cena** – možda i jedan od najvažnijih elemenata kod razvoja IoT. Naime veliki deo objekata (SČ) kod IoT predstavljaju "potrošnu robu", tj. robu za jednokratnu upotrebu. Sa druge strane broj tih objekata za bilo koju aplikaciju je jako veliki. To zahteva masovnu proizvodnju istih kako bi oni uvek bili dostupni, tj. garantovalo bi se njihova nabavka. Normalno, da pri ovakvim uslovima cena tih objekata mora da bude minimalna kako bi primena ovih aplikacija bila ekonomski isplativa. Takođe ceo process proizvodnje ovih objekata mora da zadovolji ekološke uslove, tj. da ima veoma ograničeni uticaj na životnu sredinu.
5. **Memorisanje podataka i njihova analiza** - Jedan od najvažnijih rezultata ove tehnologije je ogromna količina podataka koju je potrebno negde upamtiti. Tu treba odlučiti gde da se ti podaci pamte, ko je vlasnik tih podataka kao i koliko dugo vremenski treba čuvati te podatke. Pošto je potrebno da se ogromna količina podataka skladišti sasvim je normalno da će se kapaciteti memorije, ma koliki oni

bili, kad tad prepuniti. Postavlja se pitanje koje od tih podataka treba obrisati i kada? Za analizu tih podataka potrebno je razviti i efikasne algoritme veštačke inteligencije koji će uvek biti dostupni. Algoritme sazimanja tih podataka kao i eliminisanje istovetnih podataka takođe treba razviti kako bi se ta količina podataka znatno smanjila.

5. ZAKLJUČAK

IoT obećavaju da donesu veoma veliki broj pametnih uređaja, od frižidera u našem stanu, senzora u našim kolima, pa do velikog broja senzora na i u našem telu, koji će kontrolisati rad našeg organizma 24 časa. Veliki broj različitih aplikacija nude značajne prednosti koje će u osnovi izmeniti naš život: štede energiju, poboljšati udobnost življenja, dobiti bolju zdravstvenu zaštitu i na taj način produžiti životni vek, jačanje nezavisnosti. Sve to skupa znači srećniji, ugodniji i zdraviji život. Ali, sve ove prednosti donose i neke neprijatnosti koje bi mogle da unazade sve što one pružaju. Veliki broj podataka koje senzori prikupljaju omogućuju narušavanje privatnost kao i dovođenje u pitanja identiteta i ispravnosti svih tih podataka. Zato se u budućnosti očekuju velika istraživanja i doprinosi i u drugim naučnim disciplinama a pre svega u društvenim naukama. Problemi vezani za IoT doprineće do istraživanja u oblasti etički, pravnih, socijalnih, moralnih i ekoloških nauka koje će morati da daju odgovore na gore postavljena pitanja.

LITERATURA

- [1] Ian G. Smith, *The Internet of Things 2012 New Horizons*, Halifax, UK, 2012.
- [2] RFID Working Group of the European Technology, Platform on Smart Systems Integration (EPOSS), "Internet of Things in 2020", September 2008
- [3] J. Gubbia, R. Buyyab, S. Marusic, M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions", *Future Generation Computer Systems* 29, 2013, pp.1645–1660
- [4] L. Atzori, A. Iera, G. Morabito, "The Internet of Things: A Survey", *Computer Networks* 54, 2010, pp..2787-2805
- [5] Guy Pujolle, "An Autonomic-oriented Architecture for the Internet of Things", *John Vincent Atanasoff Symposium*, 2006, pp. 163-168.
- [6] D. Guinard, V. Trifa, T. Pham, O. Liechti, "Towards Physical Mashups in the Web of Things", *Proceedings of INSS 2009 (IEEE Sixth International Conference on Networked Sensing Systems)*, Pittsburgh, USA, 2009.
- [7] J. Rellermeyer, M. Duller, K. Gilmer, D. Maragos, D. Papageorgiou, G. Alonso, "The Software Fabric for the Internet of Things", *In Proceedings of the First International Conference on the Internet of Things*, Zurich, Switzerland, March 2008.
- [8] M. Kosanovic, M. Stojcev, "Connecting Wireless Sensor Networks to Internet", *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering Vol. 9, No 2*, 2011, pp.169-182
- [9] M. Kosanović, "Metode uštede energije u bežičnim senzorskim mrežama", *YU INFO 2011, Kopaonik*, 2011
- [10] Murat Kamalov, "Adopting Internet Protocols to Sensor Internetworking", *Seminar on Internetworking*, Helsinki University of Technology, April 2009

IMPLEMENTACIJA mPDF i e-MAIL PHP BIBLIOTEKA

mPDF and e-MAIL PHP LIBRARIES IMPLEMENTATION

Miloš Milojević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Slavimir Stošović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – PHP, kao serverski skript otvorenog koda, poslednjih godina je postao veoma popularan alat za razvoj Web aplikacija. Pored brojnih prednosti koje poseduje posebno se ističe veliki broj ugrađenih biblioteka koje programerima olakšavaju programiranje uobičajenih poslova Web aplikacije. U ovom radu je detaljno opisan postupak implementacije mPDF PHP biblioteke za kreiranje izveštaja u obliku PDF dokumenta, kao i implementacija automatskog slanja e-mail obaveštenja korisnicima aplikacije. Ove funkcionalnosti predstavljaju sastavni deo Web aplikacije razvijene za potrebe praćenja aktivnosti u okviru VTŠ Apps Tima. Takođe, opisani su postupci za podešavanje izgleda PDF dokumenta, dodavanje novih fontova kao i četiri načina za dodavanje zaglavlja i podnožja PDF dokumenta.

Ključne reči: PHP. Web aplikacija. PDF. e-mail obaveštavanje. mPDF biblioteka.

Abstract - PHP as open source server script, in recent years has become a very popular tool for developing Web applications. In addition to the many benefits that possesses particular stands a large number of built-in libraries that developers facilitate common programming tasks Web applications. This paper describes in detail the implementation process of mPDF PHP Library building to create the report as a PDF document as well as the implementation of the automatic sending e-mail notifications to users applications. These functionalities are an integral part of Web applications developed for the purpose of monitoring activities within the VTŠ Apps Team. It also describes how to adjust the layout of the PDF document, add new fonts and four ways to add headers and footers to PDF documents.

Key words: PHP. Web application. PDF. e-mail alert. mPDF built-in libraries.

1. UVOD

U prethodne dve decenije potražnja za Web aplikacijama je dramatično porasla. Sa razvojem potražnje došlo je i do razvoja Web tehnologija koje po funkcionalnostima, performansama i izgledu pariraju desktop aplikacijama. Problemi nekonzistentnosti Web čitača, nedostatak odgovarajućih alata za kreiranje korisničkog interfejsa, alata za pisanje koda i debugiranje su prevaziđeni. Danas postoji mnoštvo serverskih tehnologija koje se koriste za razvoj dinamičkih Web aplikacija – PHP [1], Perl [2], Microsoft ASP.Net [4], Ruby [4], JSP [5] i ColdFusion [6].

PHP (*Personal Home Page* odnosno *PHP Hypertext Preprocessor*) kao skript koji radi na serveru i osmišljen za upotrebu na Webu je postao veoma popularan poslednjih godina. Kao projekat otvorenog koda, što znači da je programerima omogućen slobodan pristup izvornom kodu, može da se koristi, menja i dalje distribuira, potpuno besplatno. Podršku PHP-u pruža MySQL (*Structured Query Language*) [7] server kao brz i robustan sistem za upravljanje relacionim bazama podataka. U poređenju sa prethodno navedenim tehnologijama PHP ima brojne prednosti: bolje performanse, proširivost, nisku cenu, dobru podršku za objektno orijentisano programiranje, prenosivost, izvorni kod je dostupan svima i ugrađene biblioteke za obavljanje velikog broja uobičajenih poslova za Web aplikacije.

Zbog svega navedenog PHP i MySQL su iskorišćeni za kreiranje PHP Web aplikacije razvijene u okviru VTŠ Apps Tima, koja služi za praćenje aktivnosti članova Tima - evidencija o članovima, aktuelnim projektima, izdavanju knjiga iz interne biblioteke, kreiranje odgovarajućih izveštaja i sl. U okviru rada detaljno su objašnjeni načini realizacije dve karakteristične funkcionalnosti ove aplikacije:

1. kreiranje izveštaja u obliku PDF (*Portable Document Format*) dokumenata na osnovu sadržaja HTML (*HyperText Markup Language* – jezik za označavanje, koristi se za kreiranje web prezentacija) strane i snimanje u određeni direktorijum,
2. svakodnevno automatsko slanje predefinisanih obaveštenja članovima (korisnicima) putem e-maila.

2. KORIŠĆENJE PHP BIBLIOTEKE ZA KREIRANJE PDF IZVEŠTAJA

2.1 Kreiranje pdf izveštaja

Svi potrebni izveštaji se kreiraju u pdf formatu i snimaju u određeni direktorijum za izveštaje. Za generisanje PDF dokumenata u web aplikaciji korišćena je mPDF biblioteka PHP klasa. Bazirana je na fPDF-u (free PDF) sa brojnim unapređenjima, među kojima je jedno od važnijih podrška za CSS (*Cascade Style Sheet*) [8] definisanje stilova stranica.

Izrađen je na PHP5 platformi ali podržava i starije verzije PHP-a (od verzije 4.3).

Pored određenih prednosti, nedostatak mPdf biblioteke se ogleda u nepotpunoj podršci HTML-a:

- Blok elementi (`div`, `p`) nisu podržani unutar tabele,
- Svi HTML elementi se tretiraju kao `blok` ili `inline` elementi i ovo se ne može promeniti pomoću CSS-a,
- Za definisanje veličine stranice prihvataju se samo milimetri (ako se definiše u CSS-u onda su dozvoljene sve uobičajene mere),
- Blokovi kojima je pozicija postavljena na vrednost `absolute`, `fixed` ili `float` imaju ograničenu podršku.

mPdf biblioteka klasa se može preuzeti sa zvanične web prezentacije [9], a nakon toga je neophodno postaviti njen sadržaj na server u direktorijum pod nazivom mPdf. Nakon instalacije u php kodu se poziva navođenjem putanje do datoteke `mpdf.php`:

```
include ('../mpdf/mpdf.php');
```

Nakon pozivanja klase u kod, kreira se instanca klase:

```
$mpdf = new mpdf ();
```

Sada se objektu `$mpdf` može preko metoda pristupiti i mogu se prosledivati atributi koji se koriste za uređenje ili ispisivanje stranica pdf dokumenta.

Jednostavan primer za to je ispisivanje teksta za koji se koristi metoda pod nazivom `writeHTML`. Ova metoda sem teksta podržava HTML tagove pa je moguće proslediti ceo HTML kod u kome je definisan CSS stil stranice:

```
$mpdf -> writeHTML ('<p>VTŠ NIŠ</p>');
```

Nakon napisanih instrukcija za kreiranje instance klase mPdf i pozivanja metode za ispisivanje teksta sa željenim parametrima preostaje da se pozove metoda `Output` za izvršenje postavljanih instrukcija:

```
$mpdf -> Output ();
```

Ovim postupkom dobija se pdf dokument prikazan na slici 1:



VTŠ NIŠ

Slika 1. Kreirani pdf dokument

2.2 Uređivanje izgleda pdf izveštaja

Za uređivanje izgleda izlaznog pdf dokumenta postoje brojne metode. Detaljne informacije su date u zvaničnom uputstvu [10], dok su neke od njih opisane u nastavku.

Pri definisanju instance klase mPDF mogu se definisati određeni parametri koji utiču na izgled dokumenta. Parametri su navedeni redosledom kojim su definisani u funkciji:

1. Način prikaza teksta, odnosno format kodiranja („utf-8“, „en-GB“...).
2. Format stranice - mogu se postaviti predefinisane vrednosti kao što su A0-A10, B0-B10, C0-C10, Letter, Legal i druge, format stranice u milimetrima i to kao niz (npr. `array(190, 230)`). Ako se koriste predefinisane vrednosti, dodavanjem „L“ stranica se postavlja u Landscape položaj (npr. „A0-L“). Podrazumevani format stranice je A4.

3. Veličina fonta - ako je ovaj parametar prazan (blanko) ili se postavi nula, koristiće se veličina fonta koja je postavljena u `defaultCSS` nizu u `config.php` datoteci.
4. Izbor fonta - ovde se takođe može ostaviti prazno polje ili nula i tada će se kao i u prethodnom slučaju koristiti font definisan u `config.php` datoteci.
5. Leva margina - podrazumevana vrednost 15mm
6. Desna margina - podrazumevana vrednost 15 mm
7. Gornja margina - podrazumevana vrednost 16 mm
8. Donja margina - podrazumevana vrednost 16 mm
9. Margina zaglavlja - podrazumevana vrednost 9 mm
10. Margina podnožja - podrazumevana vrednost 9 mm
11. Orijentacija stranice – može imati dve vrednosti, P (`portrait`) koji se koristi kao podrazumevani i L (`landscape`). Ovaj parametar utiče na orijentaciju stranice samo ako je format stranice definisan nizom (npr. `array(190,230)`). Ako je format definisan stringom ovaj parametar će biti ignorisan.

2.3 Dodavanje fontova u pdf izveštaj

mPdf podržava čitanje i ubacivanje true type fontova direktno iz `.ttf`, `.ttc` i `.otf` datoteka. Novi fontovi se mogu dodati u nekoliko koraka:

1. Postaviti datoteku željenog fonta u direktorijum fontova mPdf biblioteke na serveru (`/ttffonts`)
2. Definirati detalje datoteke fonta u konfiguracionom fajlu (`config_fonts.php`) i to tako što se u kodu ispod linije koda `$this -> fontdata` doda kod i tu se definiše novi niz sa detaljima novog fonta:

```
$this->fontdata = array(
    "novi-font" => array(
        'R' => "novi-font-normal.ttf",
        'I' => "novi-font-oblique.ttf",
    ),
);
```

3. U HTML ili CSS kodu pozvati font:

```
body {
    "font-family : novi-font";
}
```

Podrazumevani font moguće je definisati u `config.php` datoteci u `defaultCSS` polju. Tu je moguće odrediti font, veličinu, poravnanje i drugo, kao što je navedeno u sledećem primeru:

```
$this->defaultCSS = array(
    'BODY' => array(
        'FONT-FAMILY' => 'serif',
        'FONT-SIZE' => '11pt',
        'TEXT-INDENT' => '0pt',
        'LINE-HEIGHT' => 'normal',
        'HYPHENS' => 'manual',
    ),
    'P' => array(
        'MARGIN' => '1.12em 0',
    ),
);
```

Ako se kasnije u CSS kodu definiše drugi stil fonta u `body` tagu, on će biti podrazumevani za taj dokument:

```
body {
    "font-family : serif";
    "font-size : 15pt";
}
```

Postoji i treća opcija koja ima najveći prioritet, a to je definisanje fonta unutar `writeHTML` metode.

```
<body style=' font-family : serif;
font-size : 15pt; '>
```

Ovako definisan font uvek ima prednost u odnosu na prethodno definisane stilove fontova.

2.4 Dodavanje zaglavlja i podnožja

Pomoću mPdf biblioteke klasa, moguće je u dokumentu postaviti zaglavlje i podnožje stranica. Postoje 4 tipa zaglavlja/podnožja:

1. Runtime – kreira se na početku dokumenta i važi za svaku stranicu u dokumentu
2. Named – definiše se u bilo kom delu koda i kasnije se poziva na željenim stranicama
3. Non-HTML – sadržaj se postavlja kao tekst bez korišćenja HTML tagova
4. HTML – sadržaj se piše kao standardni HTML dokument

Takođe postoji i 4 metoda za kreiranje zaglavlja/podnožja dokumenta. **Prvi metod**, ujedno i najjednostavniji i najbrži metod kreira zaglavlja/podnožja celog dokumenta sa ograničenim kontrolama za stilizovanje. Aktivira se pozivom funkcije `SetHeader()` za zaglavlje odnosno `SetFooter()` za podnožje. Ove funkcije prosleđuju sledeće parametre:

1. Parametar koji određuje sadržaj zaglavlja/podnožja. Može biti string (tekst) ili niz sa više vrednosti. Prosleđivanjem teksta isti bi se ispisao u dokumentu uz desnu marginu. Prosleđivanjem teksta koji sadrži dva karaktera „|“, zaglavlje/podnožje se deli na tri dela pa se time dobija levi, centralni i desni deo. Drugi način prosleđivanja sadržaja je putem niza. Članovi niza su:
 - Sadržaj (tekst)
 - Veličina fonta (points - pt)
 - Stil fonta (B | I | BI | blank)
 - Familija fonta
 - Boja (CSS kod boje)
 - Linija koja razdvaja zaglavlje/podnožje od ostatka dokumenta. Može imati dve vrednosti, 0 (isključeno) ili 1 (uključeno).

```
array (
  'L' => array (
    'content' => '',
    'font-size' => 10,
    'font-style' => 'B',
    'font-family' => 'serif',
    'color'=>'#000000'
  ),
  'C' => array (
    'content' => '',
    'font-size' => 10,
    'font-style' => 'B',
    'font-family' => 'serif',
    'color'=>'#000000'
  ),
  'R' => array (
    'content' => 'My document',
    'font-size' => 10,
    'font-style' => 'B',
    'font-family' => 'serif',
    'color'=>'#000000'
  ),
  'line' => 1
)
```

2. Parametar koji određuje da li će zaglavlje/podnožje biti aktivno na parnim ili neparnim stranama ako se

radi o obostranom dokumentu. Vrednosti ovog parametra mogu biti:

- O – postavlja zaglavlje na neparnim stranama
 - E – postavlja zaglavlje na parnim stranama
 - „ – (blanko znak) ovo je podrazumevana vrednost drugog parametra koja postavlja zaglavlje/podnožje i na parnim i na neparnim stranama.
3. Ovaj parametar se može upotrebiti samo u `SetHeader()` funkciji. Može imati TRUE ili FALSE vrednosti. Ovaj parametar se upotrebljava kada `SetHeader()` definišemo posle kreiranja stranice. Podrazumevana vrednost je FALSE a kada je postavljena vrednost TRUE parametar primorava zaglavlje da bude odmah ispisano na stranicu.

Drugi metod kreiranja zaglavlja/podnožja se razlikuje od prethodnog u tome što se sadržaj prosleđuje kao HTML kod pa je moguće postavljati slike i praviti kompleksniji izgled. Još jedna veoma bitna razlika je da podrazumevana vrednost drugog parametra postavlja zaglavlje/podnožje samo na neparnim stranama dokumenta.

```
$mpdf->SetHTMLHeader('
<div style="text-align: right;
font-weight: bold;">
My document</div>');
```

Treći metod se koristi za definisanje zaglavlja/podnožja na početku dokumenta definisanjem jedinstvenih imena. Kasnije se ovako definisana imena mogu pozvati i kreirati u bilo kom delu dokumenta. Funkcija za definisanje zaglavlja je `DefHeaderByName()` dok je za definisanje podnožja koristi funkcija `DefFooterByName()`. Ove funkcije prosleđuju po dva parametra od kojih je prvi za definisanje imena zaglavlja odnosno podnožja, dok se drugim parametrom definiše sadržaj, kao niz čiji su elementi kao i kod niza iz prvog metoda za kreiranje zaglavlja/podnožja.

```
$arr1 = array (
  'L' => array (
    'content' => 'Chapter 1',
    'font-size' => 10,
    'font-style' => 'B',
    'font-family' => 'serif',
    'color'=>'#000000'
  ),
  'C' => array (
    'content' => '',
    'font-size' => 10,
    'font-style' => 'B',
    'font-family' => 'serif',
    'color'=>'#000000'
  ),
  'R' => array (
    'content' => 'My document',
    'font-size' => 10,
    'font-style' => 'B',
    'font-family' => 'serif',
    'color'=>'#000000'
  ),
  'line' => 1,
);
$mpdf->DefHeaderByName('MyHeader1', $arr1);
```

Nakon što je zaglavlje/podnožje definisano, može se kreirati na željenoj stranici dokumenta pozivanjem funkcije `SetHeaderByName()` odnosno `SetFooterByName()`.

Funkcija „SetHeaderByName()“ prosleđuje 3 parametra:

1. Ime definisanog zaglavlja
2. Parametar koji određuje da li se postavlja na parnim ili neparnim stranama obostranog dokumenta
3. Parametar koji kao i kod „SetHeader()“ funkcije primorava zaglavlje da bude odmah kreirano na izabranoj strani

Funkcija SetFooterByName() je kao i SetHeaderByName() sa jedinom razlikom da prosleđuje samo prva dva parametra.

```
$mpdf->SetHeaderByName('MyHeader1');
```

Četvrti metod se koristi isto kao treći, ali se sadržaj, kao kod druge metode, prosleđuje kao HTML kod. Output funkcijom moguće je prosleđivati dva parametra. Prvi parametar je string za zadavanje imena pdf dokumenta, dok drugi parametar predstavlja destinaciju gde se šalje kreirani dokument. Moguće je izabrati jednu od četiri vrednosti:

1. I – šalje dokument pretraživaču koji ga prikazuje, odakle je moguće sačuvati ga. Ova vrednost je postavljena kao podrazumevana za drugi parametar.
2. D – šalje dokument pretraživaču bez prikaza već odmah primorava na čuvanje dokumenta
3. F – pamti dokument na serveru
4. S – šalje dokument kao tekst, bez zadatog imena

3. SLANJE e-MAIL OBAVEŠTENJA

Korišćena biblioteka ima automatizovanu proveru vremena isteka roka za zadržavanje knjiga. To je omogućeno korišćenjem tri sloja aplikacije. U trenutku izdavanja knjige korisniku, u bazi podataka se upisuje jedinstveni broj korisnika, jedinstveni broj knjige koja se izdaje, trenutno vreme i krajnji rok za vraćanje knjige.

```
$today = date("Y-m-d", $today);  
$two_weeks =  
mktime(0,0,0,date("m"),date("d")+14,date("Y"));  
$two_weeks = date("Y-m-d", $two_weeks);  
$insert = "INSERT INTO izdavanje (id_clana,  
id_knjige, datum_izdavanja, datum_vracanja,  
status) VALUES ('$id_clana', '$id_knjige',  
'$today', '$two_weeks', FALSE)";
```

Na ovaj način omogućena je svakodnevna provera koju izvršava server putem „CRON JOB-a“ (Vremenski zasnovan planer poslova) koji poziva skriptu za proveru (slika 2.).

[Start](#) » [Kontrol panel](#) » [Podešavanja naloga](#) » Cron

Cron

Ovde možete zakazati pokretanje određene stranice ili skripta (cron job). Ovo omogućava da automatizujete neke operacije, kao što je na primer ažuriranje baze podataka.

Periodičnost:	Svaki dan
Startuj URL: *	/biblioteka/provera.php
Pošalji e-mail:	
	Ostavi prazno ako nema rezultata.
Tema:	

Kreiraj

Slika 2. Admin panel servera – Cron Job

Skripta je napisana tako da proverava trenutni datum sa datumima iz baze u tabeli gde se čuvaju podaci o trenutno izdatim knjigama (slika 3.).

rb	id_clana	id_knjige	datum_izdavanja	datum_vracanja	status
13	12	1	2013-09-13	2013-09-27	0
14	12	2	2013-09-13	2013-09-27	0

Slika 3. Tabela izdatih knjiga

Ako naide na podudaranje datuma, iz baze se uzimaju podaci svih korisnika i knjiga kod kojih je podudaranje pronadjeno.

```
date_default_timezone_set('Europe/Belgrade');  
$today = date("Y-m-d");  
$sql="SELECT * FROM izdavanje WHERE status=FALSE  
AND datum_vracanja=$today";
```

Skripta nastavlja sa izvršenjem i ovim korisnicima šalje Email sa obaveštenjem o isteku vremena zadržavanja knjige. Pored obaveštavanja korisnika, takođe se obaveštava i administrator.

```
/**Email korisniku**/  
  
$sql="SELECT value FROM layout WHERE  
type='mailText1'";  
$result=mysql_query($sql);  
$row=mysql_fetch_array($result);  
/**Poruka se čuva u bazi**/  
$message = $row["value"];  
$to = $email_clana;  
$subject = "Isteklo vam je vreme zadržavanja  
knjige";  
$from = "From: ".$admin_email;  
mail($to, $subject, $message, $from);
```

ZAKLJUČAK

Veliki broj ugrađenih biblioteka koje PHP programerima olakšavaju programiranje uobičajenih poslova Web aplikacije učinio je poslednjih godina da PHP postane veoma popularan alat za razvoj. U radu je detaljno opisan postupak implementacije mPDF PHP biblioteke za kreiranje izveštaja u obliku PDF dokumenta (na osnovu HTML koda), kao i implementacija biblioteke za automatsko slanje e-mail obaveštenja korisnicima aplikacije. Takođe, opisani su postupci za podešavanje izgleda PDF dokumenta, dodavanje novih fontova kao i četiri načina za dodavanje zaglavlja i podnožja PDF dokumenta.

LITERATURA

- [1] <http://php.net/>, sept. 2013.
- [2] <http://www.perl.org/>, sept. 2013.
- [3] <http://www.asp.net/>, sept. 2013.
- [4] <https://www.ruby-lang.org/en/>, sept. 2013.
- [5] <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/jsp/index.html>, sept. 2013.
- [6] <http://www.adobe.com/products/coldfusion-family.html>, sept. 2013.
- [7] L. Welling, L. Thomson, *PHP i MySQL Razvoj aplikacija za Web*, Pearson Education Inc., 2009.
- [8] R. Andrew, *CSS Antologija*, Beograd: Mikro knjiga 2009.
- [9] <http://www.mpdf1.com/mpdf/download>, sept. 2013.
- [10] <http://www.mpdf1.com/manual>, sept. 2013.

ŠTA URADITI KADA WEB SAJT PADNE WHAT TO DO WHEN A WEBSITE GOES DOWN

Borivoje Milošević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu biće razmotreni problemi i daće se neke od solucija za njihovo prevazilaženje, i to u slučajevima kada se izabranom Web sajtu ne može pristupiti, i kada se često dobijaju vrlo nepopularne i nejasne poruke: *server not found* ili *connection timed out*. Ovakvi prekidi konekcije i nemogućnost pristupa odabranom sajtu zadaju dosta glavobolje običnim korisnicima, pa često pokušavaju da na razne načine reše problem, trošeći korisno vreme i padajući sve više i više u problem. Neka od rešenja ovog problema biće izložena u radu postupno, kroz niz primera i uputstava, kako se i na koji način taj problem može prevazići.

Ključne reči: Web, IP Adresa, Ethernet, LAN, DHCP, DNS, TCP/IP.

Abstract - *This paper discusses the problems and gives solutions for overcoming them in cases when the selected Web site cannot be accessed, and when unpopular and unclear messages such as server not found or connection timed out are received. Such disconnections and the inability to access a selected site give a headache to ordinary users who often try to solve the problem in different ways, waisting useful time and falling deeper into the problem. Some of the solutions to this problem will be presented in this paper gradually through a series of examples and instructions thus showing how and in what way this problem can be overcome.*

Key words: Web, IP Address, Ethernet, LAN, DHCP, DNS, TCP/IP.

1. UVOD

U protekle dve decenije Web je postao značajno obeležje civilizacije. Tipično visoko rangiran na hijerarhiji društvenih potreba, Web server je čoveku obezbedio mnogo više na putu društvene produktivnosti, individualne zabave i sveukupnog kvaliteta života, a možda više i nego bilo koji drugi razvoj u poslednjih pola veka. U cilju da se takmiče, najuglednija preduzeća, univerziteti i druge ustanove već duboko poniru u svet sajtova i, po difoltu, uranjanjau u dubine razvoja Web servera, njihovu konfiguraciju i održavanje. Ali, pošto postaju sve više oslonjeni na Web servere, i kako ti serveri postaju sve složeniji, organizacije moraju da obrate mnogo pažnje na planiranje da njihov server ili klaster servera bude uvek u ispravnom stanju.

Zbog toga, na samom početku, pažnju moramo posvetiti samom Web serveru i njegovoj funkcionalnosti. U tom slučaju potrebno je odgovoriti na sledeća, vrlo važna pitanja, još ne ulazeći dublje u rešavanje problema:

1. Da li je obezbeđeno napajanje električnom energijom, testirati generator ili slične pojave koje bi mogle da utiču na fizičko okruženje?
2. Da li je pristup Web serveru potpuno odsečen ili da li neka IP Adresa blokira server?
3. Da li je rukovanje pristupom serveru još uvek moguće?
4. Da li je bilo neobičnih ulazaka u logove?
5. Da li je neki od Ethernet ili optičkih kablova isključen?

Kada smo proverili sve kablove i druge periferne uređaje, pokušaćemo da pingujemo uređaj unutar LAN_a. Srećom, ping komanda je univerzalna, tako da ovo treba da bude jednostavan zadatak, bez obzira na platformu u upotrebi. Ako ne možemo dobiti odziv servera u okviru LAN-u, pokušaćemo pingovanje servera sa spoljne strane LAN. Na taj način će se odrediti da li je problem u routing i switching nivou, a ne na nivou servera. Takođe, ako je naš Web server virtuelizovana mašina, pokušaćemo pingovanje IP adrese samog fizičkog uređaja. To će nam pomoći da dodatno izolujemo problem. Ako uopšte ne možemo dobiti odziv servera, a definitivno smo proverili mrežnu vezu, vreme je da se ide dublje u postupak.

Počinjemo otvaranjem bilo kog interfejsa da bi proverili konfiguraciju lokalne mreže. Proverićemo da li je omogućen DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) ili protokol za dinamičko konfigurisanje hosta, koji sadrži skup pravila i omogućava uređajima na računarskoj mreži da traže i dobiju IP adresu od DHCP servera, dakle da pribavi automatski deljenu adresu i sazna dodatne informacije kao što je adresa njegovog rutera za prvi skok i adresa njegovog DNS servera. Ispitaćemo da li je Web server pozicioniran na ispravan DNS server? Ako je tako, u zavisnosti od platforme, proverićemo da li je servisi Web servera uključeni. U Windows okruženju, moramo biti sigurni da je omogućen aktuelni Web server.

Međutim, bitno je proveriti i postojanje zlonamernog saobraćaja sa Interneta, jer on može biti izvor neuspeha i glavobolja za administratore sistema. Uglavnom, sve ovo možemo proveriti kroz opciju Wireless Network Connection.

Ako ništa od gore navedenog ne radi, proverićemo logove i pokušati da ukažemo na stavke dnevnika koje su se desile otprilike u isto vreme kad i neuspeh Web servera. Takođe, ako je utvrđeno da mrežna konekcija nije problem, možemo krenuti sa Wireshark hvatanjem koje može biti od pomoći u određivanju šta je preprečilo mrežu, čime se pomaže u procesu rešavanja problema.

2. KADA WEB SAJT PADNE ?

Šta se dešava ako je važan sajt otišao dole, i pre ili kasnije, svi će se okrenuti ka uglu kancelarije Web razvoja, gde si mirno sedeo, gledao svoja posla, žaleći što si ikada spomenuo "Windows administrator " u svojoj biografiji. Potrebno je preduzeti akciju. Tvoja firma te treba! Vaš klijent vas treba! Evo šta treba da proverimo i uradimo.

Jedan od najčešćih uzroka kada korisnici ne mogu da se povežu na odabrani sajt je da je blokiran zaštitnim zidom - Firewall, zbog previše neuspešnih pokušaja prijavljivanja (kroz cPanel, SSH, FTP, e-mail, itd), [8]. Da bi ovo dijagnostifikovali, pokušaćemo da se povežemo na drugi sajt na svom serveru. U slučaju da možemo da vidimo druge sajtove na serveru, naša IP adresa nije blokirana. Ukoliko nismo u mogućnosti da vidimo ostale sajtove na serveru, dobre su šanse da su na ovaj način blokirani.

Ako ni IP blokada niti zagušenje mreže nije u pitanju, moramo da znamo sadržinu greške koju vidimo u cilju utvrđivanja problema. To može biti pripadni DNS, ili Apache, IIP server zbog koga imamo problema sa opsluživanjem stranice. DNS (Domain Name System) je, sistem koji pretvara imena računara u IP adrese. IP adrese korisnika koji surfuju po Web-u se koriste da omoguće komunikaciju sa serverom nekog veb-sajta. Takođe, one se nalaze u zaglavljima elektronske pošte. U stvari, za sve programe koji koriste TCP/IP protokol, IP adresa korisnika i IP adresa odredišta su neophodni kako bi se uspostavila komunikacija i poslali podaci. DNS je zasnovan na hijerarhijskom principu i jedna je od osnovnih komponenti Interneta.

Najjednostavniji zadatak koji možemo preuzeti je taj da posetimo sajt, pa pritisnemo Shift + Refresh da bi bili sigurni da ne vide sačuvane - keširane verzije (držimo Shift dok se izvršava reload ili osveženje strane). Ako se sajt prikazuje u redu, onda je problem verovatno u vezi sa računarom vašeg klijenta ili širokopojasne veze.

Ako to ne uspe, onda posetite robustan sajt, kao što je google.com ili bbc.co.uk. Ako ni to ne uspe, onda postoji problem sa širokopojasnom vezom (ili sa kompanijom širokopojasnog DNS servera). Velike su šanse da ste vi i vaš klijent u istoj zgradi, a ceo objekat je izgubio vezu.

Sajt može pasti pre svega zbog jednog od sledećih razloga:

- greške programiranja na sajtu,
- DNS problema, ili je istekao domen,
- problema umrežavanja,
- Nešto na serveru se srušilo,
- Ceo server se srušio.

Da bi se uverili da je programska greška, proverite status bar na dnu vašeg pretraživača. Ako se se javlja poruka "Done" ili "Loaded", a ne "Waiting ..." ili "Connecting...", onda server i njegov softver pravilno rade, ali je nastala programska greška ili postoji pogrešna konfiguracija.

Na računaru sa Windows platformom, ići na Start → All Programs → Accessories i izabrati "Command Prompt."

Prva komanda je ping, koja šalje serveru brzu poruku i proverava da li je OK.

C:\> ping www.google.com

Ako je server u redu, rezultat odziva biće, sl. 1:

```

C:\Documents and Settings\Borivoje Milosevic>ping www.google.com
Pinging www.google.com [193.105.163.251] with 32 bytes of data:

Reply from 193.105.163.251: bytes=32 time=9ms TTL=60
Reply from 193.105.163.251: bytes=32 time=31ms TTL=60
Reply from 193.105.163.251: bytes=32 time=35ms TTL=60
Reply from 193.105.163.251: bytes=32 time=9ms TTL=60

Ping statistics for 193.105.163.251:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 9ms, Maximum = 35ms, Average = 21ms

C:\Documents and Settings\Borivoje Milosevic>

```

Slika 1. Odziv servera.

Četvorodelni broj u gornjem primeru je IP adresa tvog servera. Jasno se može videti da server ispravno radi i da nema izgubljenih paketa.

Na primer, ako broadband firma pokušava da presretne sve loše zahteve, tako da se može oglasiti i kada se pogrešno napiše ime domena u Web pretraživaču ping izgleda uspešan, ali IP adresa nije u redu, sl.2:

```

C:\Documents and Settings\Borivoje Milosevic>ping advancedsearch.virginmedia.com
Pinging advancedsearch.virginmedia.com [81.200.64.50] with 32 bytes of data:

Reply from 81.200.64.50: bytes=32 time=52ms TTL=56
Reply from 81.200.64.50: bytes=32 time=53ms TTL=56
Reply from 81.200.64.50: bytes=32 time=53ms TTL=56
Reply from 81.200.64.50: bytes=32 time=54ms TTL=56

Ping statistics for 81.200.64.50:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 52ms, Maximum = 54ms, Average = 53ms

C:\Documents and Settings\Borivoje Milosevic>

```

Slika 2. Provera IP adrese.

Pod pretpostavkom da smo ispravno uneli ime domena, loša IP adresa ukazuje da je ime domena isteklo, ili da je neko napravio grešku sa svojim DNS podešavanjima. Ako dobijemo nešto kao unknown host, onda je definitivno pitanje imena domena.

Ako je komanda ping je istekla, onda su šanse da je pao ceo server, odnosno mreža je oborena između nas i servera. Da bis saznali da li je to pitanje umrežavanja, koristimo komandu:

C:\> tracert www.google.com

Traceroute prati put preko Interneta sa vašeg računara na server, pinguje svaki bit mrežne opreme koje pronade na tom putu. Obično je 8 do 20 koraka (poznatijih kao "skokovi"), a zatim time out ili se pokazuju nekoliko zvezdica (*). Broj koraka zavisi od toga koliko je daleko server i gde je mreža pukla, sl. 3.

```

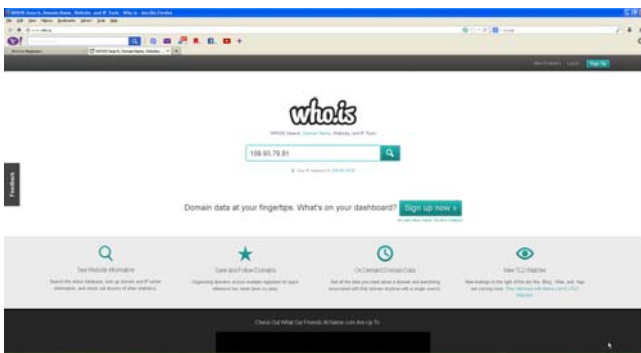
C:\Documents and Settings\Borivoje Milosevic>tracert www.google.com
Tracing route to www.google.com [193.105.163.219]
over a maximum of 30 hops:
 0  0 ms  0 ms  0 ms  192.168.1.1
 1  1 ms  1 ms  6 ms  109.93.79.1
 2  6 ms  6 ms  12 ms  212.200.15.181
 3  45 ms 10 ms 19 ms 193.105.163.71
 4  31 ms 10 ms 12 ms cache.google.com [193.105.163.219]
 5  11 ms 11 ms 12 ms
Trace complete.
C:\Documents and Settings\Borivoje Milosevic>

```

Slika 3. Tracing route odgovor.

Prvi par koraka se dešava u vašoj kancelariji ili objektu (označeno sa IP adresama koje počinju 192,68 ili 10). Narednih nekoliko pripada vašem širokopoljanskom provajderu ili velikoj telekomunikacionoj kompaniji (po imenu ispred IP adrese). Poslednjih nekoliko pripada vašoj hosting firmi. Ako je vaš server živ i zdrav, onda će poslednji korak biti odgovor servera da reaguje srećno i zdravo.

Međutim, u ovom slučaju postoje aplikacije koje možemo koristiti on-line ili skinuti sa Interneta, koje u sebi sadrže sve potrebne alate za skeniranje karakteristika servera i mreže. Možemo koristiti Web sajt <http://www.who.is/> da bi verifikovali registracione detalje traženog domena, [1]. On on-line izgleda ovako, sl. 4.:



Slika 4. Who is izgled prozora.

Odmah možemo pročitati našu IP adresu i ispitati njene karakteristike pozicioniranjem miša na lupu za izvršenje komande, pa sledi, sl.5:

```

109.93.79.81 address profile
Overview  Diagnostics

Overview for 109.93.79.81
Updated 9 minutes 12 seconds ago

This is the RIPE Database query service.
The objects are in RPSL format.
The RIPE Database is subject to Terms and Conditions.
See http://www.ripe.net/db/support/db-terms-conditions.pdf

Note: this output has been filtered.
To receive output for a database update, use the "-E" flag.

Information related to '109.93.79.0 - 109.93.127.255'

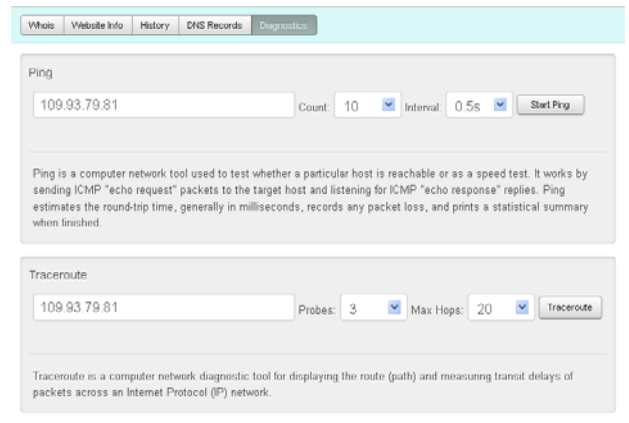
Abuse contact for '109.93.79.0 - 109.93.127.255' is 'abuse@telekom.rs'

inetnum:        109.93.79.0 - 109.93.127.255
netname:        TELEKOM-BD-MET
descr:          Telekom Srbija, ADSL users
country:        RS
admin-c:        TBRB-RIPE
tech-c:         TBRB-RIPE
status:        ASSIGNED PA
mnt-by:         TELEKOM-BD-MET
mnt-by:         YU-TELEKOM-MNT
source:         RIPE # Filtered

```

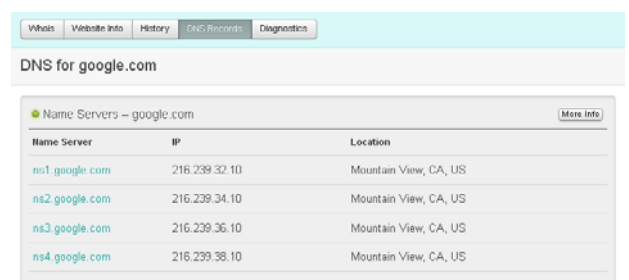
Slika 5. Karakteristike IP adrese.

Pritiskom na taster Diagnostics možemo pokrenuti pingovanje i Traceroute i utvrditi karakteristike i ispravnost servera a kasnije i sve trase rutiranja do njega, sl. 6.



Slika 6. Pingovanje i RaceRoute izveštaj.

Taster DNS Records nam daje ime servera, njegov IP i lokaciju, sl.7.



Slika 7. Zapis DNS Record.

Pošto postoje šanse da serveri fizički pored tvojih imaju slične IP adrese mogli bi da promenimo poslednji broj IP adresa servera i proverimo da li daje bilo kakav odgovor, [2]. Ako je srušena naša IP adresa servera 109.93.79.81, možemo da pokušamo pingovati bliske IP adrese npr. 109.93.79.80, 109.93.79.85, 109.93.79.88, 109.93.79.90, sl. 8:

```

C:\Documents and Settings\Borivoje Milosevic>ping 109.93.79.88
Pinging 109.93.79.88 with 32 bytes of data:
Reply from 109.93.79.88: bytes=32 time=14ms TTL=252
Reply from 109.93.79.88: bytes=32 time=15ms TTL=252
Reply from 109.93.79.88: bytes=32 time=15ms TTL=252
Reply from 109.93.79.88: bytes=32 time=30ms TTL=252

Ping statistics for 109.93.79.88:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 14ms, Maximum = 30ms, Average = 18ms
C:\Documents and Settings\Borivoje Milosevic>

```

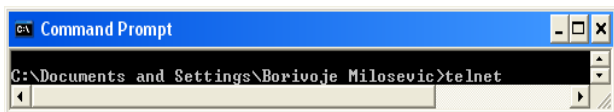
Slika 8. Pingovanje bliskih IP adresa.

Ako otkrijemo da su IP adrese servera u rangi od 10 do 20 bez odgovora, onda bi to moglo da ukazuje na širi problem umrežavanja, jer je malo verovatno da će hosting kompanija ostaviti toliko IP adresa koje ne koristi, pa da su sve adrese srušene u isto vreme iz različitih razloga.

Pošto smo na osnovu prethodnih testova utvrdili valjanost servera, potrebno je naravno testirati njegov softver. Najvažniji deo softvera je sam Web server, i to je obično Apache na Linux serverima i IIS na Windows serverima.

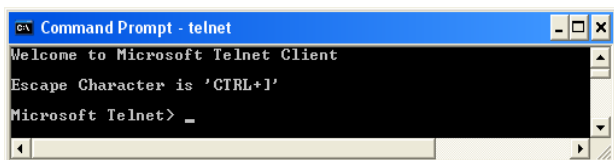
Kada posetimo sajt, naš Web pregledač komunicira sa softverom Web servera iza scene, deljenjem keširanih podataka, šalje i prima cookies - kolačiće, vrši kriptovanja i dešifrovanja, odrađuje unziping i generalno upravlja pregledanjem brozera. Međutim, možemo sve ovo da zaobiđemo i razgovaramo direktno sa softverom Web servera

pomoću telnet komandi. Telnet je jednostavni text-based program koji možemo koristiti za konekciju sa drugim kompjuterom korišćenjem Interneta, [4]. Pokreće se iz komandnog prompta, sl. 9:



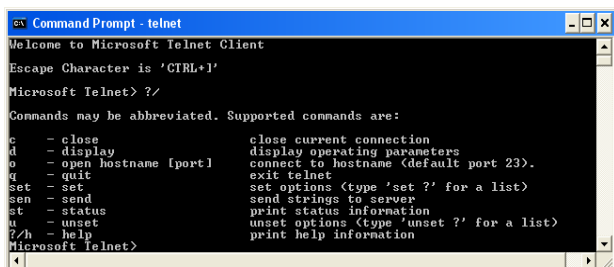
Slika 9. Telnet prozor.

I dobija sledeći prozor, sl. 10:



Slika 10. Telnet prompt.

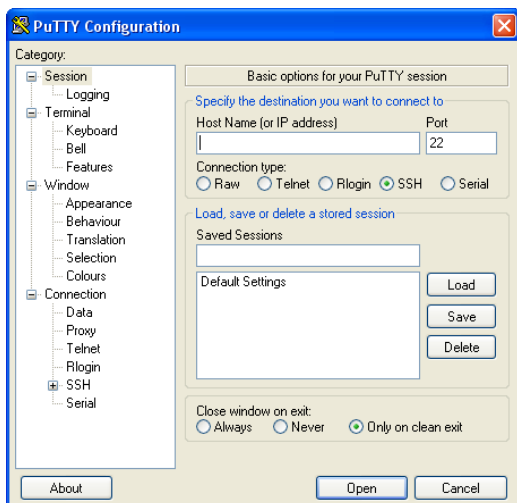
kucanjem komandi ?/ dobijamo HELP sa uputstvom, sl. 11:



Slika 11. Uputstvo za rad.

Međutim, postoji i mnogo lakši, user friendly, način da se sve ovo uradi u aplikaciji koja se zove PuTTY, [4]. To je besplatan softver za Windows 95, 98, XP, Vista, i 7 koji se koristi da bi uradili SSH konekciju na naš server. SSH (Secure Shell) je mrežni protokol koji korisnicima omogućava uspostavljanje sigurnog komunikacijskog kanala između dva računara putem nesigurne računarske mreže. Može se skinuti sa sajta <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html>.

Kada se pokrene dobijamo prozor i otkucamo ime hosta na koji hoćemo da se povežemo (npr. www.google.com), [7] i uspostavljamo konekciju, sl. 12:



Slika 12. Konfiguracija aplikacije PuTTY.

Ako se preko tipa konekcije SSH ne možemo povezati na odabrani sajt, moguće je da je blokiran firewall_om ili isključen sa servera. Ako se javi poruka Permission denied, onda smo pogrešno uneli user name ili password. Ako se pojavi poruka Connection to www.stockashop.co.uk closed, moramo se prijaviti kao administrativni korisnik a ne kao FTP korisnik.

3. ZAKLJUČAK

Ovaj rad je obezbedio nekoliko saveta za prepoznavanje i rešavanje nekih od najčešćih uzroka pada servera i sajta. Opisane komande zahtevaju nešto tehničkog znanja - ili barem hrabrost - ali nadam se ne previše zastrašujuće. Međutim, one pokrivaju samo mali podskup svih stvari koje mogu sa sajta da krenu naopako.

Tada se uglavnom moramo osloniti na svoju hosting firmu ako je umrežavanje u pitanju, hardverski kvar ili komplikovaniji softverski problem.

Bolja i sigurnija rešenja ovih problema naravno se mogu dobiti primenom opisanih aplikacija koje su date u radu.

LITERATURA

- [1] On line WHOIS - Search, Domain Name, Website, and IP Tools, <http://www.who.is/>.
- [2] Dr. Eli Tilevich, *Web Server Architectures CS 4244: Internet Programming*, <http://courses.cs.vt.edu/~cs4244/spring.09/documents/WebServerArchitectures.pdf>
- [3] Miles Tracy, Wayne Jansen, Karen Scarfone, Theodore Winograd, *Guidelines on Securing Public Web Servers*, National Institute of Standards and Technology, September 2007
- [4] Simon Tatham. *PuTTY: A Free Telnet/SSH Client*, <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/>
- [5] *An Overview of the Secure Shell (SSH)*, Copy right ©2008 VanDyke Software, Inc., http://www.vandyke.com/solutions/ssh_overview/ssh_overview.pdf
- [6] Ben Meister, *PuTTY/Cygwin Tutorial*, Written for CS 23, Winter 2007, <http://www.cs.dartmouth.edu/~campbell/cs50/putty-cygwin-tutorial.pdf>
- [7] *Installing PuTTY SSH on Windows*, Research Computing and Cyberinfrastructure, The Pennsylvania State University, Copyright ©2011, http://rcc.its.psu.edu/user_guides/remote_connectivity/putty/
- [8] Paul Tero, What To Do When Your Website Goes Down <http://coding.smashingmagazine.com/2010/12/13/what-to-do-when-your-website-goes-down/>

ZNAČAJ BIBLIOTEKE TEHNIČKIH ELEMENATA TOKOM PROCESA PLANIRANJA PROIZVODNJE

THE IMPORTANCE OF FEATURES LIBRARY DURING THE PRODUCTION PLANNING PROCESS

Miloš Ristić, *Visoka tehnička škola strukovnih studija – Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – *Savremeni PLM sistemi integrišu znanja i veštine stručnjaka iz različitih oblasti u najranijoj fazi razvoja proizvoda obezbeđujući pri tom da svi proizvodni procesi budu sagledani. Ovaj rad ukazuje na automatizovane procese planiranja proizvodnje koji su zasnovani na upotrebi tehničkih elemenata. Pravilno definisani atributima i osobinama, tehnički elementi se mogu skladištiti u baze znanja i strukturisane biblioteke tehničkih elemenata uz napomenu postojanja proizvodnih ograničenja unutar same fabrike, kao i značaja stalnog ažuriranja podataka.*

Ključne reči: *Planiranje proizvodnje, Tehnički elementi, Biblioteka tehničkih elemenata.*

Abstract – *Contemporary PLM systems integrate knowledge and skills of different field experts in the earliest stage of product development ensuring that all processes are taken into consideration. This paper presents the automated processes of production planning that are based on the use of features. Properly defined attributes and characteristics, features can be stored in a structured knowledge bases and feature libraries noting the existence of production constraints within the plant itself, and the importance of constant updating.*

Key words: production planning, features, feature library.

1. UVOD

Pojam tehnički element [1, 2] (engl. *feature*) određuje generičke geometrijske oblike i osobine nekog proizvoda. Njima se mogu dodavati određeni atributi i znanje čime proizvod dobija tehničko-tehnološku suštinu. Kod nas ne postoji jednoznačan i opšte prihvaćen prevod za engleski termin „feature“. Pored prevoda tehnički element, u kontekstu tehnologije projektovanja i izrade proizvoda u mašinstvu, sreću se još i prevodi „tipska forma“ ili „tipski oblik“, primenjuju se takođe i „geometrijsko-tehnološki primitiv“, kao i termin „modelska forma“ [3]. Takođe, sreće se i direktno korišćenje engleskog pojma „feature“, bez prevoda.

Sa inženjerskog stanovišta, tehnički elementi obuhvataju značajne osobine određenih geometrijskih elemenata proizvoda, pa je to razlog njihove široke primene u projektovanju proizvoda kao i u drugim aplikacijama.

Tehnički element predstavlja neku karakteristiku: oblika; pozicije u odnosu na referentnu ravan modela; materijala; geometrije; relacija kojima je povezan sa drugim tehničkim elementima u delu ili na koji način može biti ugrađen u deo, odnosno koje posledice bi bile da se tehnički element skloni ili pomeri iz dela.

Na apstraktnom nivou, tehnički elementi predstavljaju neku vrstu entiteta za modeliranje pomoću kojih se često korišćeni oblici opisuju relevantnim skupovima atributa, pri čemu jedan skup atributa može biti relevantan za jedan tehnički element, a da u drugom slučaju može biti potpuno

irelevantan, što zavisi od aplikacije u kojoj se koriste [4]. Definisanjem odgovora na pitanja o izgledu tehničkog elementa i zašto je postavljen (pozicioniran) na tom mestu, kao i pitanja o dimenzijama, lokaciji, uslovima montaže i drugim, dobijaju se činjenice važne za svaki tehnički element ponaosob.

Pristup zasnovan na tehničkim elementima CAD aplikacija je inteligentna forma predstavljanja proizvoda u kojoj se očekuje da se konstrukcija predstavi preko nekih definicija visokog nivoa koje su direktno relevantne za različite aktivnosti „downstream“ aplikacija kao što je planiranje procesa [5]. Tehnički elementi definisani su na različite načine na osnovu njihovih specifičnih aplikacija, pa je teško odrediti tačnu i određenu (specifičnu) definiciju tehničkog elementa. Na primer, u proizvodnom domenu, proizvod projektovan pomoću tehničkih elemenata predstavlja se pomoću rupa, otvora, žlebova, stepenika, oborenih i zaobljenih ivica itd.

Tehnički element se koristi da označi modeliranje velikog broja različitih tipova tehničkih elemenata. U zavisnosti od vrste modela na koji se tehnički element direktno odnosi razlikuju se sledeće vrste tehničkih elemenata:

- geometrijski tehnički elementi,
- inženjerski tehnički elementi,
- tehnološki tehnički elementi,
- proizvodni tehnički elementi, i
- tehnički elementi znanja.

2. PLANIRANJE TEHNOLOŠKOG PROCESA KORIŠĆENJEM TEHNIČKIH ELEMENATA („FEATURE-BASED CAPP“)

Planiranje procesa uključuje određivanje informacija koje su potrebne za proizvodnju dela. Većina istraživanja koja se tiču planiranja procesa uključuju mašinsku obradu, iako neka istraživanja uključuju i druge oblasti, kao što je livenje pod pritiskom, brizganje, i obrada delova od lima.

Dva primarna pristupa automatizovanom planiranju procesa su varijantno i generativno planiranje[6]. Termin planiranje tehnološkog procesa obuhvata familiju poslova u vezi sa planiranjem koji se moraju izvršiti pre nego što se krene u proizvodnju projektovanog dela. U te poslove se ubrajaju:

- izbor proizvodnih tehnologija koje se koriste da bi se deo izradio (livenje, kovanje, zavarivanje, glodanje i dr.),
- određivanje procedure kako treba primeniti izabrane tehnologije obrade,
- izbor i/ili kreiranje pojedinih tehnoloških elemenata obratka u okviru izabranih procesa,
- utvrđivanje zahvata unutar pojedinih (prethodno izabranih) tehnologija obrade,
- utvrđivanje subjekata i sredstava potrebnih za realizaciju tehnoloških procesa (ljudi, mašine, alati, stezni pribori, materijali, i dr.),
- izbor parametara tehnoloških procesa ili režima obrade (npr. posmak, brzina rezanja, itd.),
- planiranje detalja procesa (npr. izrada NC koda)

2.1. Varijantno Planiranje Procesa (VPP)

U varijantnom planiranju procesa inženjer proizvodnje koristi šemu kodiranja grupne tehnologije kako bi postavio konstrukciju u alfanumerički kod. Onda se ovaj kod može koristiti kao indeks za pretragu baze planova procesa kako bi dobili tehnološki proces konstrukcije koji se može primeniti za familiju delova u koju je klasifikovan deo. U VPP metodologiji, ključni doprinos tehničkih elemenata je unapređenje kodiranja grupne tehnologije na osnovu eksplicitno zabeleženih relacija između konfiguracija tehničkih elemenata.

2.2. Generativno Planiranje Procesa (GPP)

U ovom pristupu, programski paket za planiranje procesa koji koristi koncept tehnoloških elemenata (engl. *feature-based CAPP*) teži tome da direktno sintetiše plan procesa za posmatrani model. Drugačiji pristup je planiranje na osnovu tehničkih elemenata tako što programski paket povlači procese iz skladišta znanja o proizvodnji, bira praktični proces na osnovu geometrijskih i proizvodnih informacija o projektovanom objektu i povezuje izabrane procese u odgovarajući redosled. Inženjer generativnog procesa planiranja bi menjao industrijsku praksu projektovanog objekta zbog ograničenja tehnološkičnosti. Kao rezultat, razvijeni su eksperimentalni sistemi za različite karakteristike planiranja procesa. S druge strane, sistemi generativnih procesa planiranja pokazali su se prilično teškim u realnom proizvodnom okruženju.

Generativni (proizvodni) ili dinamički CAPP je glavni fokus razvoja i predstavlja sposobnost da se automatski

generišu (proizvedu) proizvodni planovi za novi proizvod ili dinamički ažuriraju proizvodni planovi na osnovu dostupnosti resursa. Generativni CAPP će verovatno koristiti iterativne metode, gde se jednostavni proizvodni planovi primenjuju na automatski CAD/CAM razvoj kako bi se poboljšao proizvodni plan.

Tradicionalne CAPP metode koje optimiziraju planove linearno nisu mogle da odgovore na potrebu za fleksibilnim planiranjem, pa novi dinamički sistemi istražuju sve moguće kombinacije proizvodnih procesa, i onda generišu planove na osnovu dostupnih proizvodnih resursa.

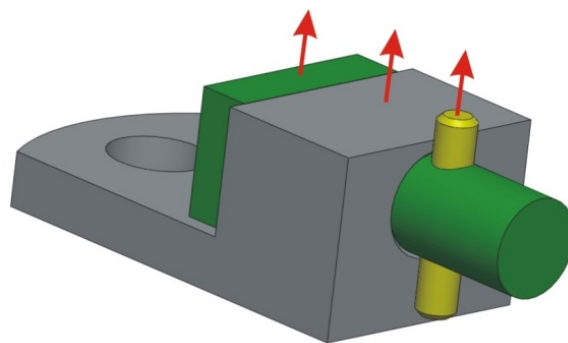
3. ATRIBUTI I OSOBINE TEHNIČKOG ELEMENTA

Tehnički elementi sadrže određena svojstva kojima su bliže opisani (određeni) ili povezani sa drugim tehničkim elementima u model proizvoda. Informacija o određenim svojstvima tehničkog elementa zapisana je u atributu tehničkog elementa. Atributi mogu biti utvrđeni na različitim nivoima – od nivoa tehničkog elementa, ili skupa tehničkih elemenata do nivoa opisivanja dela ili sklopa, sve do utvrđivanja tipa odnosa između tehničkih elemenata ili skupova tehničkih elemenata[7].

Atributi objekta bi trebalo da oblikuju „vrednosne“ osobine tehničkog elementa. Ove osobine menjaju vrednost (stanje) tokom vremena. Atributi će stoga biti objekti nekog tipa atributa, koji definiše moguće vrednosti atributa. Nasuprot tome, relacije se koriste da oblikuju osobine koje nisu sastavni delovi tehničkog elementa.

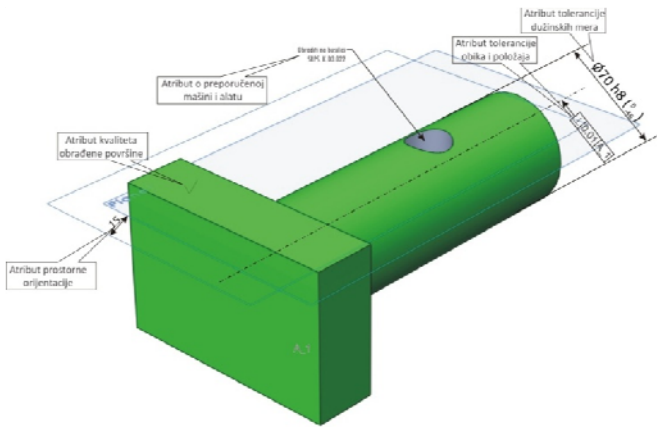
Pristup koji podrazumeva fizičko modeliranje praćeno je većinom postojećih objektno orijentisanih metoda [8] dok su objektno orijentisano modeliranje i implementacioni jezici često bazirani na programskim pristupima orijentaciji objekta, sa naglaskom na objektima kao bazama podataka i operacija, na enkapsulaciji (engl. *encapsulation*) i na ponovnom korišćenju programskog koda.

Atributi tehničkog elementa mogu biti lokacija (pozicija, koaksijalnost i simetričnost), orijentacija, dimenzije, oblik, hrapavost ili tolerancije. Atributi koji karakterišu vezu dva tehnička elementa nose informacije o međusobnom postavljanju, geometrijskim uslovima ili kompatibilnosti (sl. 1).



Slika 1. Prikaz atributa prostorne orijentacije prilikom montaže.

Atributi o geometrijskim entitetima mogu da sadrže kvalitet određene površine ili toleranciju oblika (pravost, ravnost, kružnost, cilindričnost,...). Primeri za relacije između dva entiteta su susednost i međusobna orijentacija (paralelnost, upravnost i ugaonost) prikazani su na slici 2.



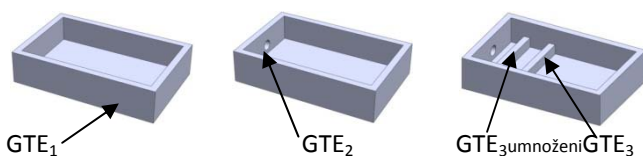
Slika 2. Prikaz atributa tehničkih elemenata.

Atributi sklopova mogu, pored ostalog, da sadrže informacije kao što su: sklopne površine, tolerancije sklopa dužinskih mera (složene tolerancije), naleganja, preklopi/zazori, međusobna orijentacija. Atributi dela mogu da sadrže specifikacije o materijalu, broju dela, ili administrativne podatke.

Asocijativnost između entiteta pri definisanju proizvoda posledica je primene tehničkih elemenata i odnosi se na mogućnost da različite aplikacije koje rade sa modelom proizvoda mogu koristiti informacije i ograničenja koja se ugrađuju u tehničke elemente tokom drugih CAPD procesa.

3.1. Složeni tehnički element

Mašinski element je posledica povezivanja grupe tehničkih elemenata, sa aspekta konstrukcije, u celinu. Sa drugod aspekta, tehnički elementi unutar grupe mogu deliti zajedničke tehnološke informacije ili određena geometrijska ograničenja. Da bi se pokrili svi ovi slučajevi praktično je koristiti složene tehničke elemente. Upotrebom složenih tehničkih elemenata obezbeđuje lakši rad sa grupom prostijih elemenata, pri čemu postoji jasna struktura atributa unutar svakog složenog elementa. Ovi atributi mogu da opisuju zajedničko svojstvo (npr. materijal) ili da sadrže relacije zavisnosti između članova grupe (npr. uslovi organičenja) koje mogu biti ponavljajuće (kojima nastaju paternizovani tehnički elementi (engl. *pattern*)) i neponavljajuće (usled kojih nastaju korisnički definisani tehnički elementi (engl. *User Defined Features*)) zavisnosti.



Slika 3. Prikaz komponovanja geometrijskih tehničkih elemenata (GTE) u model proizvoda.

Složeni tehnički element može činiti spoj drugih složenih elemenata. Paternizovani tehnički elementi (slika 3) mogu biti sastavljeni od više ranije uređenih nizova tehničkih elemenata. Sa gledišta objektno orijentisanog programiranja [8], kompozitni tehnički elementi su agregacione klase stvorene iz dve ili više klasa, a neke od njih takođe mogu biti agregacionog tipa.

4. ULOGA BIBLIOTEKE TEHNIČKIH ELEMENATA U PLANIRANJU PROCESA

Proizvodni tehnički elementi mogu se povezati sa modelima proizvodnih procesa, a modeli procesa mogu se povezati sa proizvodnim resursima, kao što su mašine, alati, i sl. Povezivanje proizvodnih tehničkih elemenata, modela procesa i modela resursa može da dovede do organizovanja skaldišta proizvodnog znanja. Uloga organizovanih baza podataka i njihovo pravilno skladištenje u proizvodna znanja nesumnjivo je velik i naporan posao koji je od ogromnog značaja i bez koga se ne bi mogao zamisliti rad sa složenim proizvodima.

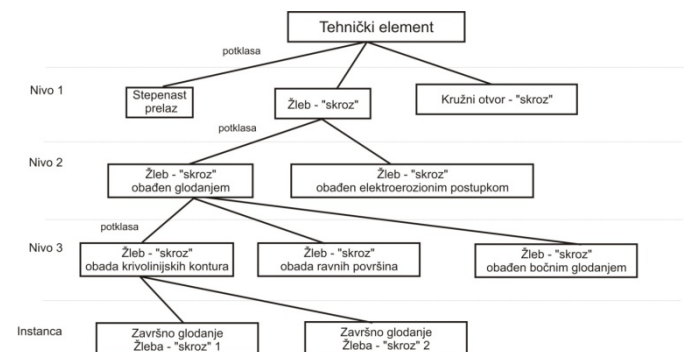
Planiranje procesa takođe uključuje odlučivanje o redosledu proizvodnih operacija za proizvodnju dela. Osnovne biblioteke tehničkih elemenata sadrže taksonomiju tehničkih elemenata (npr. podela na otvore i žlebove koji se dalje bliže određuju podelama prema obliku) povezanu sa taksonomijom procesa (bušenje, glodanje, struganje, ...) koja je dalje povezana sa kategorijama alata i mašina. Biblioteka tehničkih elemenata [9] može biti od koristi pri upravljanju znanjem osoba koje planiraju procese u većem stepenu nego što to mogu osnovne biblioteke tehničkih elemenata tako što:

- 1) obezbeđuju da proizvodni tehnički elementi budu direktno povezani sa redosledom proizvodnih procesa pri izradi oblika tehničkog elementa,
- 2) omogućavaju da se redosled proizvodnih procesa poveže sa proizvodnim resursima.

Znanjem planera procesa može se upravljati tako što se upravlja relacijama između proizvodnih tehničkih elemenata i redosleda proizvodnih procesa, i relacijama između redosleda proizvodnih procesa i proizvodnih resursa.

S obzirom na to da su proizvodni tehnički elementi povezani sa odgovarajućim redosledom procesa i drugim proizvodnim informacijama, postaje moguće dobijanje proizvodnih tehničkih elemenata sa njihovim odgovarajućim proizvodnim informacijama. Na taj način, biblioteka tehničkih elemenata može da upravlja znanjem planera procesa i takođe ima važnu ulogu u generisanju planova procesa.

Struktura biblioteka tehničkih elemenata [10] sastoji se od ontologije proizvodnih tehničkih elemenata i "kolekcije" redosleda procesa, materijala, mašina, alata, i sl. Kako bi stvorili biblioteku tehničkih elemenata, prvo mora da se kreira ontologija proizvodnih tehničkih elemenata relacijama između ontologije proizvodnih tehničkih elemenata i odgovarajućih proizvodnih informacija.

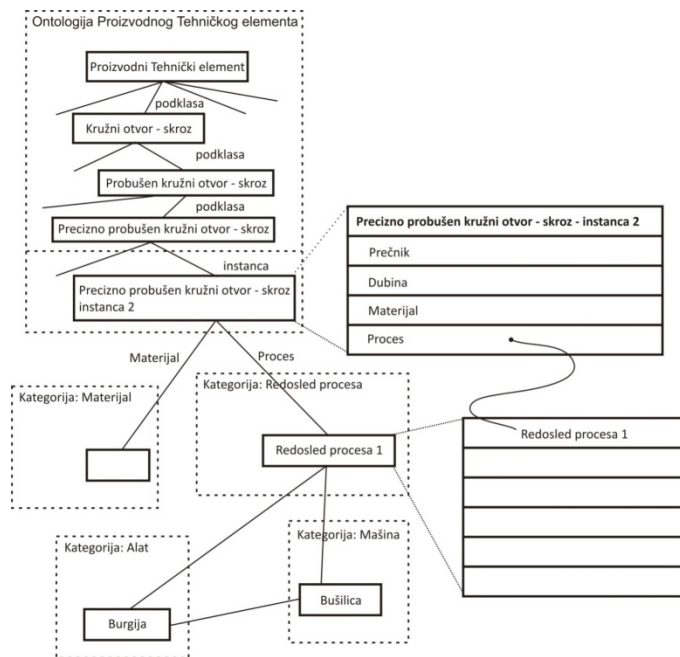


Slika 4. Ontologija proizvodnih tehničkih elemenata [10].

Slika 4 prikazuje ontologiju proizvodnih tehničkih elemenata. Ontologija proizvodnih tehničkih elemenata kreira se na sledeći način:

- 1) Nivo =: Ime ontologije
- 2) Nivo 1: Nabrojani su tehnički elementi, kao što je stepenasti prelaz, žleb, otvor i sl tehnički elementi.
- 3) Nivo 2: Potklase klasa proizvodnih tehničkih elemenata iz nivoa 1 kreirane su opisivanjem proizvodnih metoda za kreiranje oblika roditeljskih klasa. Žlebovi mogu se proizvesti glodanjem, elektroerozijom, i sl. Stoga, potklase žleba mogu da se zovu klasa glodanih žlebova, i klasa žlebova nastalih elektroerozionim postupkom, i sl.
- 4) Nivo 3: Ako proizvodna metoda opisana u Nivou 2 može dalje da se odredi, u nivou 2 se kreiraju potklase. Imena potklasa mogu da se odnose na određen tip alata koji se koristi. Na primer, potklasa klase glodanih žlebova može biti obrada krivolinijskih kontura i obrada ravnih površina tehničkih elemenata i sl. Neke klase tehničkih elemenata iz nivoa 2 nemaju svoje potklase.
- 5) Instance najnižeg nivoa klasa proizvodnih tehničkih elemenata kreiraju se na osnovu veličine oblika i tipova materijala.

Slika 5 prikazuje vezu između instance proizvodnih tehničkih elemenata i odgovarajućih proizvodnih informacija. Instanca ontologije proizvodnog tehničkog elementa povezana je sa podacima o materijalu i redosledom operacija za kreiranje oblika. Redosled operacija povezan je sa mašinama, alatima, i sl. tako što se eksplicitno opisuje redosled alata i mašina koji se koriste za kreiranje oblika. Mašine i alati su takođe međusobno povezani. Ove relacije pokazuju koji alati se mogu dodati određenoj mašini.



Slika 5. Relacija između ontologije proizvodnog tehničkog elementa i odgovarajuće proizvodne informacije.

5. ZAKLJUČAK

Strukturisana biblioteka tehničkih elemenata je korisna za upravljanje znanjem osobama koje planiraju procese vezane za izradu oblika tehničkih elemenata, a korisna je i kao podrška za dobijanje proizvodnih tehničkih elemenata sa njihovim odgovarajućim redosledom procesa i drugim proizvodnim informacijama potrebnim za generisanje planova procesa. Stoga je razvijanje biblioteke veoma važan korak ka realizaciji sistema planiranja procesa zasnovanog na tehničkim elementima.

Ipak, potreban je rad kako bi se organizovalo znanje planera procesa. Pored toga, proizvodna tehnologija napreduje i oprema koja postoji u jednom proizvodnom pogonu može se razlikovati od one u drugim proizvodnim pogonima. Može biti potrebno da se i sama biblioteka tehničkih elemenata ažurira ili promeni, pa je naglašena potreba jasnog definisanja atributa i osobina tehničkog elementa. Zbog ovih razloga, razvijanje i upravljanje bibliotekom tehničkih elemenata zahteva lako prilagodljivu sredinu.

LITERATURA

- [1] Sreevalsan P. C., Shah J. J., *Unification of Form Feature Definition Methods, Intelligent Computer Aided Design*, Browns, D. C., Waldron, M. and Yoshikawa, H. eds. 83-106., 1992.
- [2] Pratt M. J., Wilson P. R., *Requirements for Support of Form Features in a Solid Modeling System*, Final Report, CAM-I Report R-85-ASPP. -01, 1985.
- [3] G. Devedžić, *CAD/CAM tehnologije*, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2006.
- [4] Dixon J., Cunningham J., *Design with Features: The Origin of Features*, Proc. ASME Computer in Engineering Conference, San Francisco, CA, 1988.
- [5] Lin A. C., Lin S., Lin Y., Cheng S. B., *Extraction of Manufacturing Features from A Feature-Based Design Model*, International Journal of Production Research, 35 (12), pp. 3249-3288., 1997.
- [6] M. Cederfeldt, *Planning design automation: A structured method and supporting tools*, Doctoral thesis, Chalmers, Goteborg, 2007.
- [7] Manić M., Miltenović V., Stojković M., Banić M., *Feature Models in Virtual Product Development*, Strojišni vestnik, 56 (3), 2010.
- [8] N. Pavković, *Objektno orijentisan pristup modeliranju procesa konstruiranja*, Doktorska disertacija, Fakultet Strojstva i Brodogradnje, Zagreb, 2000.
- [9] Muljadi H., Takeda H., Ando K., *A Feature Library as a Process Planers' Knowledge Management System*, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, Vol. 7, No. 5, pp. 127-135., May 2007.
- [10] Dartigues C., Ghodous P., Gruninger M., Pallez D., Sriram R., *CAD/CAPP Integration using Feature Ontology*, Concurrent Engineering, 15 (2), pp. 237 - 249., 2007.

UPOREDNA ANALIZA NIVOVA VIBRACIJA KOD TRAKTORA, U ZAVISNOSTI OD
SISTEMA OGIBLJENJACOMPARATIVE ANALYSIS OF TRACTOR VIBRATION LEVELS DEPENDING ON
THE SUSPENSION SYSTEM

Boban Cvetanović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – Smanjenje vibracija kod poljoprivrednih traktora izvodi se preko vozačevog sedišta, ogibljene kabine ili ogibljenja na prednjoj i zadnjoj osovini. Sedište je dizajnirano da obezbedi udonost i redukuju visoke vrednosti vibracija koje su opasne za vozača. Ipak, ono ne može u potpunosti da zaštiti vozača, pa bi trebalo da postoji dodatni sistem ogibljenja između izvora vibracija i sedišta. Većina starijih modela traktora, osim sedišta i pneumatika, nema drugi efikasni sistem ogibljenja, dok proizvođači savremenih modela traktora konstantno razvijaju nove sisteme ogibljenja. Ovaj rad daje uporednu analizu vibracionih nivoa kod traktora novije generacije (sa različitim sistemima ogibljenja) i kod starijih modela traktora koji nemaju ogibljenje. Merenja vibracija izvršena u realnim uslovima, tokom oranja. Na osnovu nivoa vibracija na vozačevom sedištu (za sve tri koordinate x , y , z) i perioda izloženosti, sračunat je dnevni nivo izloženosti vozača vibracijama i određeno da li su te vrednosti u zakonski dozvoljenim granicama.

Ključne reči: Vibracije. Traktori. Ogibljenje.

Abstract - *The reduction of the vibration in agricultural tractor drivers should be done by the suspension of the driver's seat, of the tractor's cab or of the front and rear axles. The seat is designed to provide comfort for driver and reduce high vibration levels that are harmful for the drivers. However, the seat can not fully protect the driver, so there should be an additional suspension system between the source of vibrations and the seat. Most of older tractor models, except in the seat and tires, don't have other efficiency suspension system, whereas the manufacturers of modern models constantly develop new solutions and suspension systems. This paper gives comparative analysis of vibration levels in tractors of new generations (with different suspension systems) and older tractors without suspension. The measurement of vibrations was carried out in real conditions, during ploughing. On the basis of vibration levels at the driver's seat (for all three coordinates, x , y , z) and the period of exposure, the daily exposure of the driver will be calculated and whether the values are within the legal limits will be determined.*

Key words: Vibrations. Tractors. Suspension system.

1. UVOD

Pri kretanju traktora u radnim uslovima, čitava konstrukcija vozila, pogonski i pomoćni agregati izloženi su složenim oscilatornim procesima. Nastale vibracije su uzrokovane dejstvom sila i momenata nastalih u samom motoru u procesu rada, pri pomeranju rotaciji delova samog vozila, kao i obrtanju točkova - pneumatika, a u interakciji sa neravninama tla. Radi se o vibracijama visokih intenziteta, širokog frekventnog opsega, koje se od motora, preko transmisije i šasije, putem elastičnih, poluelastičnih i krutih veza prenose do kabine i dalje preko poda, sedišta i radnih komandi do donjeg dela leđa ili stopala vozača. Ove vibracije nepovoljno utiču na celo telo vozača izazivajući kratkoročne i dugoročne negativne efekte po zdravlje [1].

Iz ovih razloga se, danas, pri konstrukciji i upotrebi traktora, pored ostalog postavljaju sve stroži zahtevi u pogledu postizanja određenog nivoa komfora za vozača –

operatora s obzirom na štetno dejstvo oscilacija – vibracija [2]. Drugim rečima traži se oscilatorna udobnost vozila tj. da je vozilo sposobno da u toku vožnje, pri različitim uslovima korišćenja, svede negativni uticaj oscilacija pojedinih delova konstrukcije na čoveka, na najmanju meru. Poboljšanje oscilatornog komfora na poljoprivrednim traktorima ostvaruje se preko pneumatika i sedišta vozača i naročito kroz primenu primarnog oslanjanja (ogibljenje na osovinama) ili primenu sekundarnog elastičnog oslanjanja (ogibljenje kabine) [3], [7]. Neki poznati proizvođači traktora nude i kombinovana rešenja npr. ogibljenje kabine i prednje osovine.

U radu će se dati uporedna analiza nivoa vibracija kod dva tipa savremenih traktora, različitih u pogledu sistema ogibljenja, i jednog traktora, starije generacije, bez ogibljenja. Analiza će se izvršiti u realnim uslovima pri obavljanju poljoprivredne operacije oranja koja, po pravilu, uzrokuje visoke vrednosti vibracija. Na osnovu izmerenih vrednosti

vibracija u sve tri ose i perioda izloženosti, izračunaće se nivo dnevne izloženosti vozača za sva tri traktora i uporediti sa dozvoljenim vrednostima.

2. UPOREDNA ANALIZA

Prve savremene konstrukcije poljoprivrednih traktora, koje su se pojavile pedesetih godina prošlog veka, predstavljale su značajan napredak u pogledu poboljšanja performansi kao što su snaga, prenos ili brzina. Ipak, većina poznatih proizvođača traktora smatrala je optimiziranje sistema ogibljenja (vešanja) traktora složenim poslom koji nema veliki ekonomski efekat.

Tek sedamdesetih godina prošlog veka na istraživačkim institutima i univerzitetima, razvijani su eksperimentalni sistemi ogibljenja traktora i to samo kao dokaz da takvi sistemi mogu postojati kod ovakvih vozila. Ostvarivši značajnu redukciju nivoa vibracija kod vozača, istraživači su pokušali da nađu mogućnost da takve sisteme uklope u postojeće konstrukcije traktora. Nažalost, iako je nekoliko proizvođača traktora (Ford, John Deere, Massey Ferguson, International Harvester) razmatralo uvođenje ovih sistema u svoje proizvode, većina nije ništa konkretno uradila sve do kraja osamdesetih godina smatrajući da ne postoje zahtevi za ovim segmentom konstrukcije na tržištu. Izuzetak je bio Renault (danas Claas) koji je 1987.godine razvio i ponudio na tržištu, sada već čuveni, "Hydrostable" kabinski system ogibljenja sa kojim je ušao u masovnu proizvodnju [4].

Danas svi značajni proizvođači traktora (Class, Fendt, CAT, Case, John Deere, New Holland, JCB, Massey Ferguson...) usavršavaju postojeće (i) ili razvijaju nove sisteme elastičnih oslanjanja.

Može se reći da, kada je u pitanju ogibljenje, postoji četiri tipa traktorskih konstrukcija [5]:

- Neogibljeni traktori
- Traktori sa ogibljenom kabinom
- Traktori sa ogibljenom kabinom i ogibljenom prednjom osovinom
- Traktori sa ogibljenom prednjom i zadnjom osovinom

Za poređenje su izabrani traktor New Holland TM 165 (slika 1) kao predstavnik traktora sa ogibljenom kabinom i prednjom osovinom, traktor JCB Fastract 3185 (slika 2) kao predstavnik traktora sa ogibljenom prednjom i zadnom osovinom i neogibljeni traktor IMT 539 (slika 3).



Slika 1. New Holland TM 165.



Slika 2. JCB Fastract 3185.



Slika 3. IMT 539.

Traktori New Holland i JCB su snaga motora 120kW, a IMT 31kW pa se može očekivati da snažniji motori proizvedu veće nivoe vibracija. Sa druge strane ti traktori imaju kvalitetno ogibljenje i mnogo bolja sedišta za vozače od IMT-a.

Merenje vibracija vršeno je na sedištu vozača (slika 4).



Slika 4. Merna oprema.

U tabelama 1 i 2 su dati nivoi dnevne izloženosti A(8) tj. kontinuirana ekvivalentna akceleracija, normirana s obzirom na 8-satno radno vrijeme i vremena do postizanja zakonski dozvoljenih vrednosti izloženosti vibracijama celog tela i to dnevna akciona vrednost EAV i dnevna granična vrednost ELV.

Tabela 1. Vrednosti prosečnog ubrzanja za sve tri ose [4], [6]

Tip traktora	Dužina izloženosti u časovima	Prosečno RMS ubrzanje (m/s ²)		
		X	Y	Z
New Holland TM 165	3.25	0.58	0.86	0.47
JCB Fastract 3185	4.00	0.54	0.93	0.33
IMT 539	8.00	6.01	7.25	5.42

Tabela 2. Nivoi dnevne izloženosti za osmočasovno radno vreme A(8) [4], [6]

Tip traktora	Nivo izloženosti A(8) m/s ²	Vreme do EAV (hr)	Vreme do ELV (hr)
New Holland TM 165	0.55	2.7	14.3
JCB Fastract 3185	0.66	2.3	12.22
IMT 539	7.25	0:02	0:12

3. DISKUSIJA

Nedostatak ogibljenja i kvalitetnog sedišta kod traktora IMT 539, dovodi do izuzetno visokih nivoa izloženosti vozača vibracijama celog tela. Upoređujući sa zakonski dozvoljenim vrednostima, može se videti da taj traktor postiže dozvoljene vrednosti već posle 2, odnosno 12 minuta, što praktično znači da on ne može obaviti postavljene zadatke, a da pri tome ne ugrozi zdravlje vozača.

Sa druge strane, traktori New Holland i JCB mogu, tokom smene od 8 ili 12 časova, obaviti sve postavljene zadatke, a da pri tome ne pređu gornju dozvoljenu granicu. Prema dobijenim vrednostima, čini se da je sistema vešanja sa ogibljenom kabinom i prednjom osovinom, bolje rešenje nego ogibljenje obe osovine.

4. ZAKLJUČAK

Bez obzira na kvalitetno sedišta i efikasne pneumatike, traktori koji nemaju dodatno ogibljenje (kabine ili na osovinama) imaju zabrinjavajuće visoke nivoe vibracija koje štetno deluju na vozača traktora. Ti nivoi kod savremenih traktora su osetno manji. Čini se, ipak, da vodeći proizvođači traktora više pažnje posvećuju poboljšanju radnih karakteristika (snaga, obrtni moment, potrošnja goriva, prenos, elektronski uređaji) nego sistemima za zaštitu vozača od buke ili vibracija.

LITERATURA

- [1] N. Adolfsson, Whole-body vibration indicators in agricultural tractors, Proceedings of the NES2012, Saltjobaden, 2012.
- [2] P. Servadio, A. Marsili, N. P. Belfiore, Analysis of driving seat vibrations in high forward speed tractors, Biosystems Engineering 97, pp. 171-180., 2007.
- [3] A. Marsili, L. Ragni, G. Santor, P. Servadio, G. Vassalini, Innovative System to reduce Vibrations on Agriculture Tractors: Comparative Analysis of Acceleration transmitted through the Driving Seat, Biosystems Engineering 81 (1) pp. 35-47. 2002.
- [4] A. J. Scarlett, J. S. Price, D. A. Semple, R. M. Stayner, Whole-body vibration on agricultural vehicles: evaluation of emission and estimated exposure levels, Research report by Silsoe Research Institute and RMS Vibration Test Laboratory for the Health and Safety Executive, 2005.
- [5] A. J. Scarlett, J. S. Price, R. M. Stayner, Whole – body vibration: Evaluation of emission and exposure levels arising from agricultural tractors, Journal of Terramechanics 44, pp. 65-73. 2007.
- [6] B. Prokeš i os. Possible health effects of vibration on tractor drivers and preventive measures. Agricultural engineering. 3, pp. 189-286, 2012.

PRIMENA RECIKLIRANE GUME KOD GUMENIH PROIZVODA USE OF RECYCLED RUBBER IN RUBBER PRODUCTS

Petar Đekić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – Veliki problem današnjice je količina otpada koji se generiše kao posledica sve bržeg razvoja društva i potrošačkih navika. Prema izveštajima iz najvećih udruženja proizvođača guma i proizvoda od gume, godišnja svetska proizvodnja guma iznosi oko 1,4 milijarde jedinica, što odgovara na oko 17 miliona tona polovnih guma godišnje. Kina, zemlje Evropske unije, SAD, Japanu i Indiji proizvode najveće količine otpada guma - skoro 88 % od ukupnog broja otpadnih guma u svetu. Stoga se nameće pitanje šta sa njima kada im istekne vek trajanja. Jedno od rešenja je i reciklaža sa akcentom na kasniju upotredu čestica reciklirane gume (RGP) u novim proizvodima. Cilj rada je da se odredi količina RGP koja se može dodati u gumu a da bitno ne remeti njena fizičko-mehanička svojstva.

Ključne reči: Reciklaža. Guma. Mehanička svojstva.

Abstract - A major problem today is the amount of waste that is generated as a consequence of the rapid development of society and consumer habits. According to reports from the largest association of tires and rubber products, annual global production of rubber is about 1.4 billion units, corresponding to about 17 million tons of used tires annually. China, the European Union, the USA, Japan and India produce the largest quantity of waste tires - almost 88% of total withdrawals tire in the world. Thus raises the question of what to do with them when their working life. One solution is to focus on the recycling later use recycled rubber particles (RGP) in new products. The aim is to find an amount that can be added to a tire that does not significantly disturb its physical and mechanical properties.

Key words: Recycling. Tires. Mechanical properties

1. UVOD

Jedan od velikih problema savremenog potrošačkog društva je nastajanje otpada i njegovo uklanjanje. Dosadašnje metode koje su se zasnivale na odlaganju otpada i njegovim spaljivanjem nisu dale velike rezultate, pa se zbog toga pristupilo procesu reciklaze otpada. Sa održivim razvojem posebna pažnja se poklanja izradi ekoloških proizvoda. Sa jedne strane oni moraju biti izrađeni od materijala koji ne zagađuju životnu sredinu a sa druge strane da se mogu reciklirati i ponovo upotrebiti za izradu nekih drugih proizvoda.

Sa porastom broja vozila u svetu a i kod nas povećava se i količina otpadnih pneumatika. Prema nekim procenama u Srbiji obzirom da je prosečan radni vek automobilske pneumatika oko 8 godina i da je godišnja proizvodnja oko 1.100.000 komada odnosno oko 15-18.000 tona ima oko 50.000 otpadnih pneumatika, a ako se tome doda i otpadna guma iz gumeno tehničkih proizvoda dolazi se do količine od oko 70.000 tona otpadne gume koja kao opasan otpad predstavlja opasnost po životnu sredinu [1,2].

Proces reciklaze otpadnih pneumatika obuhvataju različite metode reciklaze koji zavise od toga šta želimo da dobijemo procesom reciklaze. Proces reciklaze nije ekonomski isplati pa mnoge države finansijski pomažu centre za reciklažu gume što je osudbena slučaj i sa našom zemljom. U cilju smanjenja

otpadnih pneumatika u Srbiji vlada je donela - Uredbu o visini i uslovima za dodelu podsticajnih sredstava [3] kojom je propisala visinu i uslove za dodelu podsticajnih sredstava za ponovnu upotrebu i iskorišćenje otpada - kao sekundarne sirovine ili za dobijanje energije. Radi se o otpadnim gumama, za koje je propisano sledeće:

- za ponovnu upotrebu i korišćenje otpadne gume - kao sekundarne sirovine - 15.300 dinara po toni;
- za tretman otpadnih guma - radi dobijanja energije - 3.000 dinara po toni.

Ova sredstva - isplaćuju se operateru postrojenja za ponovno iskorišćenje, odnosno tretman otpadnih guma. Visina podsticajnih sredstava - usklađuje se godišnje, sa stopom rasta cena na malo i prema podacima republičke organizacije nadležne za poslove statistike (Ministar propisuje usklađene iznose podsticajnih sredstava). Sredstva dodeljuje - Fond za zaštitu životne sredine, na osnovu javnog konkursa, u skladu sa zakonom, a dodeljuju se ugovorom - zaključenim između Fonda za zaštitu životne sredine i korisnika sredstava (po sprovedenom javnom konkursu) [4]. U Srbiji je otvoren reciklažni centar za preradu otpadnih pneumatika „D.O.O ECO-RECYCLING2 u Irigu kod Novog Sada [5], a u planu je izgradnja još jednog reciklažnog centra u okviru korporacije „Tigar“ iz Pirota vredan 250miliona evra [6].

2. OPIS EKSPERIMENTA

Reciklirani gumeni prah (RGP) proizveden je ambijentalnim procesom reciklaže od pneumatika koji nisu stariji od tri godine, prisustvo nečistoća je do 0,5% vlakana i do 0,1% čelika a veličina čestica je do 500 μ m (Eco-Gumi, Dragoman, Bugarska). Za potrebe eksperimenta prvo je izrađena jedna etalon smesa koja nije sadržala RGP i ispitana su njena svojstva. Nakon toga su izrađene još tri smese u koje je dodavan RPG u odnosu 5%, 15%, 40% na ukupno količinu gumenih smeša. Nako dodavanja RGP vršena su upoređenja fizičko-mehaničkih svojstava novo dobijenih smeša

Merenje tvrdoće izvedeno je u skladu sa standardom *ISO 7691-1* ručnim tvrdomerom tipa A, izvedena su po 5 merenja na svakom uzorku.

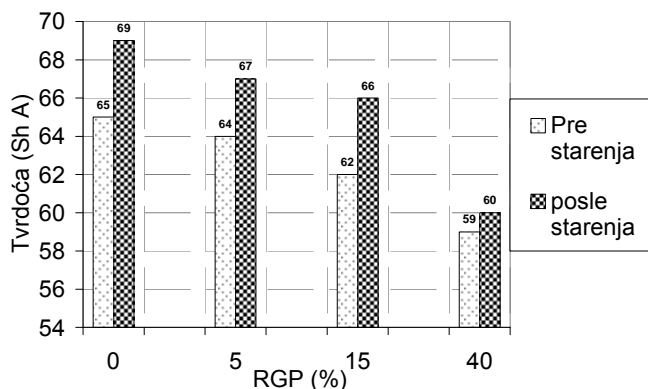
Ispitivanje otpornosti na habanje izvedeno je u skladu sa standardom *ISO 4649* na Shoperovom cilindričnom uređaju po 5 meranja po svakom uzorku.

Određivanje prekidne jačine izvršeno je u skladu sa standardom *ISO 37*. Otpornosti prema cepanju ispitana je u skladu sa standardom *ISO 37*. Po tri uglaste epruvete tipa „A“, istežane su do prekida, pri čemu je brzina razdvajanja čeljusti bila konstantna i iznosila 350 mm/min.

Uzorci su stareni sedam dana u atmosferi vazduha pri temperaturi od 45°C u skladu sa standardom *ISO 1817*.

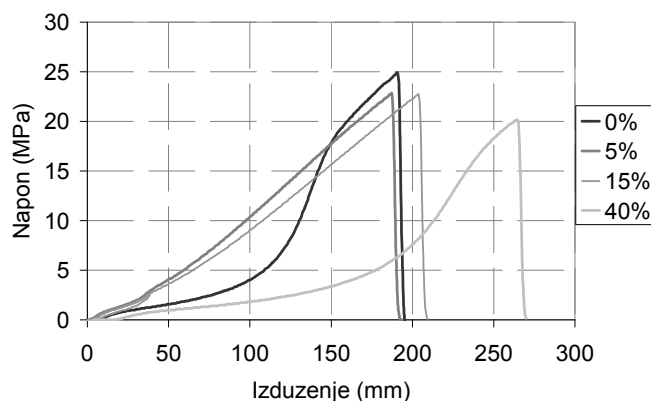
3. REZULTATI I DISKUSIJA

Tvrdoća ispitivanih uzoraka prikazana je na slici 1. Tvrdoća opada sa povećanjem RGP, pri čemu ona neznatno opada pri procentu RGP od 0% do 15%. Daljim povećanjem procenta RPG do 40% dolazi do značajnog pada tvrdoće i to za oko 15% od prvobitne tvrdoće. Veća odstupanja tvrdoće je nakon starenja gde tvrdoća značajno opada sa porastom procenta RPG.



Slika 1. Tvrdoća gumenih smeša.

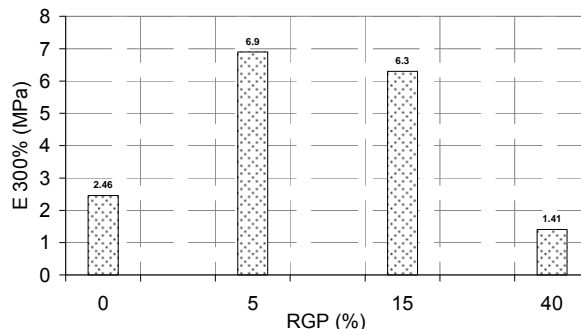
Zatezna svojstva spadaju u jednu od naj značajnijih svojstava gumenih smeša (prekidna jačina i modul elastičnosti). Prekidna jačina, prikazana na Slici 2, malo opada sa porastom procenta RGP do 15% RPG, daljim povećanjem dolazi do velikog pada prekidne jačine.



Slika 2. Zavisnost izduženja od veličine napona.

Ovo se može objasniti slabim vezama između čestica RGP i polimernih lanaca kaučuka i nepravilnim umrežavanjem, što dovodi do pada prekidne jačine. Sa povećanjem RPG povećava se i mogućnost loše nepravilne disperzije čestica a samim ti i greškama u materijalu. Dobijeni rezultati su uskladu sa radom H.Ismail i ostali [].

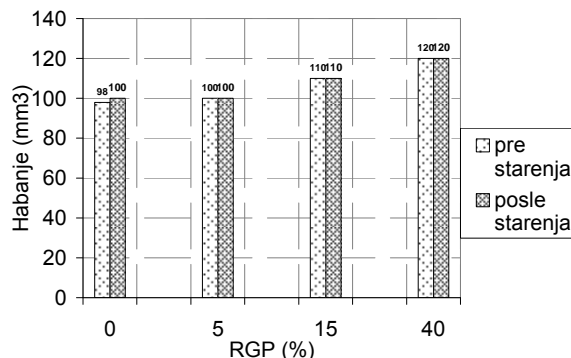
Modul elastičnosti M300% pre starenja prikazan je na slici 3. Ima najveći porast pri koncentraciji od 5% do 15% RPG, nakon čega mnogo pada da bi pri vrednosti od 40% imo manju vrednost od početne.



Slika 3. Uticaj RGP na modu elastičnosti NR/SBR smeša.

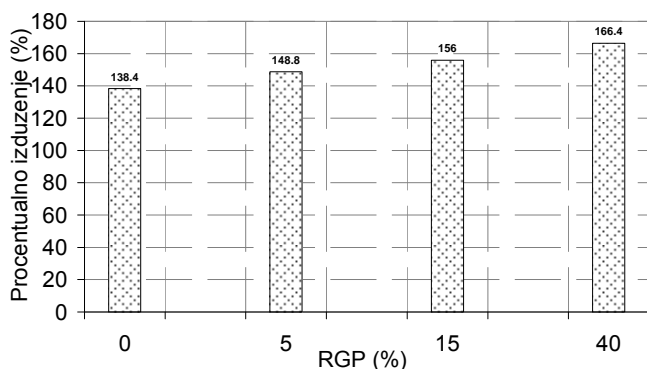
Na osnovu ovoga možemo zaključiti da je došlo do deformacije umreženih čestica RGP i NR/SBR gume, što se u potpunosti slaže sa radom H.Ismail i ostali [6-9].

Rezultati ispitivanja otpornosti prema habanju prikazani su na slici 4. Iz Slike se zaključuje da čestice RGP nemaju nikakav uticaj na ovu karakteristiku kako pre tako i posle starenja.



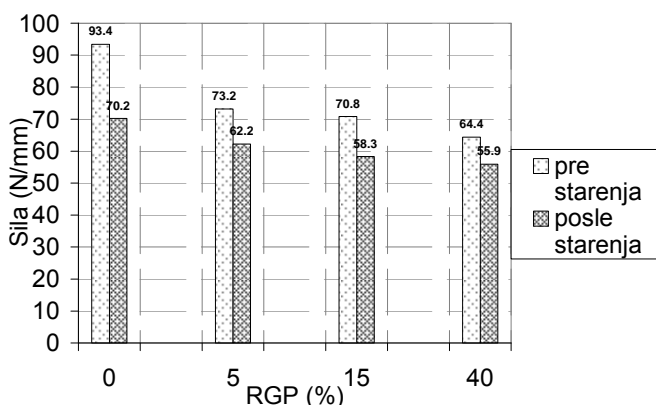
Slika 4. Otpornost uzoraka na habanje.

Trajno deformacija izduženje od 100%, Slika 5. Zaostalo izduženje nakon rasterećenja takođe raste sa porastom RGP, kao prekidno izduženje na slici 2. Ovo se objašnjava lošim umrežavanjem čestica RGP i NR/SBR gumene smeše čime su oslabljene veze a sami tim pada i sposobnost gumenih smeša da apsorbuju naprezanje što se u potpunosti slaže sa radom H. Ismail i ostali [6-9].



Slika 5. Trajna deformacija nakon izduženje od 100%.

Rezultati ispitivanja otpornost prema cepanju prikazani su na slici 6. Značajan pad sile cepanja beleži se dodavanjem RGP od 5%, dok zatim sila cepanja mali pad sa povećanjem procenta RGP. Što se može objasniti lošim rasporedom čestica RGP u umreženim lancima, grupisanjem samih čestica kao i njihovom različitom međusobnom veličinom koja negativno utiče na otpornost prema cepanju, sto je u skladu sa radom R.P: Burford i ostali [6-9]



Slika 6. Sila cepanja u odnosu na procenat RGP.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog rada sugerišu da je moguća primena RGP kod gumenih smeša u zavisnosti od željenih karakteristika proizvoda. Karakteristike kao što su tvrdoća, prekidna jačina, habanje i trajno izduženje moguće je dodavati čak do 15% RGP, a da ne dođe do značajnih odstupanja. Svaka dalja primena RGP dovodi do opadanja navedenih karakteristika. Međutim kod proizvoda kod kojih je bitna karakteristika otpornost prema ugaonom cepanju ne preporučuje se upotreba RGP jer dovodi do značajnog pada sile cepanja čak i pri vrednostima do 5% RGP. To se može objasniti je čestice (RGP) remete strukturu gume pri čemu se javljaju mesta sa koncentracijom napona.

Na ovaj način je smanjena količina otpada koja se nalazi oko nas sa jedne strane a sa druge strane napravljena je ušteda i u ceni samog proizvoda. Ušteda je ostvarena na dva načina, prvo se dodavanjem RGP-a povećala masa smeša a samim tim i masa dobijenih proizvoda, drugo RGP je jeftinij od određenih neaktivnijih punila pa je samim tim i cena manja.

LITERATURA

- [1] P. Đekić, D. Temeljovski, S. Nusev, *Izbor optimalnog procesa reciklaže otpadnih pneumatika*, Istraživanja i projektovanja za privredu, vol 8, broj 2, str. 65-72, 2010.
- [2] <http://webrzs.stat.gov.rs/WebSite/>
- [3] Uredba o visini i uslovima za dodelu podsticajnih sredstava, Sl. Glasnik RS, br. 88/2009.
- [4] www.eco-recycling.rs,
- [5] www.tigar.com,
- [6] K. Sadhan, I. Avraam, I. Isayev, K. Khait, *Rubber recycling*, Taylor & Francis Group, 2005,
- [7] H. Ismail, R. Nordin, A.M. Noor, *Cure characteristics, tensile properties and swelling behavior of recycled rubber powder-filled natural rubber compounds*, Polymer Testing, No 21, pp 565-569, 2002
- [8] P. Đekić, G. Radenković, *The influence of share of recycled tired on the rubber mixture properties*, Hemijska Industrija, Vol 64, No 3, pp 247-252, 2010.
- [9] K. D. Sadhan, I. Avraam, I. Isayev K. Khait, *Rubber recycling*, Taylor & Francis Group, 2005.

TEHNOLOGIJE PRERADE BIOMASE BIOMASS TECHNOLOGIES

Anica Milošević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu je ukazano na značaj biomase, kao i na načine njenog iskorišćenja, kako bi se dobila energija, čistija od energije dobijene korišćenjem fosilnih goriva. Zato je neophodno ulagati u razvoj primarnih i sekundarnih tehnologija prerade biomase.

Ključne reči: biomasa, biogorivo.

Abstract Content - This paper discusses the importance of biomass, as well as ways of its utilization, in order to obtain energy, cleaner than the energy obtained from the use of fossil fuels. Therefore it is necessary to invest in the development of primary and secondary biomass processing technologies.

Keywords: biomass, biofuel

1. UVOD

Sve veći broj zemalja u svetu postepeno povećava procenat biogoriva u smeši sa fosilnim gorivom i na taj način formira novu politiku snabdevanja. U svetu je u fokusu razvoj novih procesa za proizvodnju biogoriva iz biomase. Biomasa nastaje kao prirodni proces fotosinteze, a čine je drvo, trava, biljni i životinjski otpad, tehnološki otpad u industriji ulja, itd. Koristi se kao gorivi material. Plasiranje nusproizvoda proizvodnje biogoriva je takođe veoma značajno za krajnju ekonomičnost biogoriva. Trenutno, na tržištu biogoriva dominiraju biodizel i bioetanol. Biodizel je ekološki energent koji se dobija iz biljnog ulja, uz višestruke koristi i prednosti u odnosu na klasične vrste goriva. Njegovim korišćenjem smanjuje se emisija gasova i izbegava stvaranje efekta "staklene bašte". Sagorevanjem biodizela nastaje ugljen-dioksid koji je neutralan. Biodizel ne sadrži sumpor, olovo, niti azotna jedinjenja. Bolje sagoreva u motoru, a njegovim korišćenjem smanjeno je zagađivanje vazduha i vode i čovekove sredine za čak 300 %, jer je biološki razgradljiv. I sporedni proizvodi koji nastaju tokom proizvodnje biodizela (glicerol, masne kiseline, lecitin) takođe se mogu vrednovati, čime se smanjuje potreba za njihovim uvozom. [4]



Slika 1. Biomasa.

Biomasa je u zavisnosti od izvora različito definisana, ali kao jedna od najboljih može da se navede definicija koju sadrži direktiva EU: Biomasa predstavlja biorazgradive delove proizvoda, otpada ili ostataka iz poljoprivrede, šumski otpad i otpad srodnih industrija kao i biorazgradive delove industrijskog i gradskog otpada.

Biomasa predstavlja obnovljiv izvor energije, a može se podeliti u zavisnosti od agregatnog stanja na:

- Čvrstu biomasu (briketirana biomasa, peletirana biomasa)
- Tečnu biomasu (bioetanol, biometanol i biodizel)
- Gasovitu biomasu (biogas, deponijski otpad...)

2. PODELA SIROVINE KOJA SE KORISTI ZA DOBIJANJE BIOMASE

U zavisnosti od vrste sirovine koja se koristi za dobijanje biomase, možemo ih podeliti na:

- biomasa iz drvne industrije,
- poljoprivredna biomasa,
- energetski zasadi,
- biomasa sa farmi životinja,
- biogoriva,
- gradski otpad.

2.1. Biomasa iz drvne industrije

Biomasa iz drvne industrije čine ostaci i otpad pri rezanju, brušenju kao i pri drugim vrstama obrade drveta. Koristi se je kao gorivo u kotlovima i kao sirovinu za proizvodnju briketa. Često je otpad koji opterećuje poslovanje drvne industrije, mnogo jeftinije i kvalitetnije gorivo od šumske biomase, a takođe je daleko čistije za korišćenje od fosilnim gorivima. Osnovne karakteristike drvne biomase kao energenta su: hemijski sastav, toplotna moć, temperatura samozapaljenja, temperatura sagorevanja. Za proračun energije dobijene iz

drveta, osnovna veličina je njegova toplotna moć koja zavisi od vlage, hemijskog sastava, gustine i zdravosti, kao i vrste drveta.

2.2. Poljoprivredna biomasa

Poljoprivrednu biomasu čine ostaci jednogodišnjih kultura kao što su: slama, kukuruzovina, oklasak, stabljike, ljuske, koštice. Za Srbiju je posebno interesantna upotreba ostataka i otpadaka iz poljoprivrede u cilju dobijanja energije, s obzirom na to, da je 58% teritorije, pod obradivim površinama.

Iskustva iz razvijenih zemlja u Evropi, posebno Danske, pokazuje da se radi o vrednom izvoru energije koji se ne sme zanemariti. Nakon berbe kukuruza na obrađenom zemljištu ostaje kukuruzovina, stabljika s lišćem. Budući da je prosečni odnos zrna i mase 53% prema 47%, proizilazi da biomase ima približno koliko i zrna. I ako je neosporno da se jedan deo biomase mora vraćati u zemlju, za energetske primenu ostaje oko 30%. To predstavlja značajnu količinu, a sa adekvatnim tretiranjem te biomase, moglo bi se dobiti znatna količina energije. Procenat od 30% iskorišćenosti biomase kukuruzovine sa jedne strane se može činiti mali, ali za poljoprivredna područja kao što su Semberija, Vojvodina i dr. gde se godišnja proizvodnja kukuruza meri u stotinama hiljada tona, to predstavlja jako veliki izvor energije.

2.3. Energetski zasadi

Biljke bogate uljem ili šećerom, u velikim količinama (ugljenik C), kao što su:

- brzorastuće drveće i kineske trske s godišnjim prinosom od 17 tona po hektaru,
- eukaliptus s prinosom 35 tona suve materije po hektaru,
- zelene alge s prinosom od 50 tona po hektaru,
- biljke bogate uljem ili šećerom,
- u Srbiji se najveći prinosi postižu s topolama, vrbama i jablanima,

Predstavljaju energetske zasade.

Svojstva ovakvih energetskih zasada su veliki prinosi.

2.4. Biomasa sa farmi životinja

Izmet životinja, što predstavlja anaerobna razgradnja u digestoru, kao i spaljivanje lešina u preadivačkim farmama, predstavljaju značajan izvor energije biomase. Negde oko 110 t stajskog đubriva i 250 t kukuruzne silaže godišnje je dovoljno da se dobije oko 8 000 000 KW/h električne energije, što menja oko 16 000 t lignita u temno-elektranama, pri čemu nema velike količine štetnog pepela. Ekvivalentno 1,5 m³ biogasa je 1 m³ prirodnog gasa, koji uvozimo. Količinski 1 ha kukuruzne silaže dovoljan je za proizvodnju 10 000 m³ biogasa, od kojeg nastaje preko 20 000 KW/h električne energije, a to je dovoljno energije za pet domaćinstava na godišnjem nivou. Sa 500 000 ha obradive površine mogla bi se dobiti snaga od oko 1000 MW, što je u srazmeri proizvodnje jedne značajne elektrane.

2.5. Biogoriva

Etanol (alkoholno gorivo) nastaje hidrolizom molekula skroba enzimima u šećeru koji fermentira u alkohol (šećerna trska, kukuruz, drvo, poljoprivredni ostaci). Za proizvodnju metanola mogu se koristiti sirovine s visokim udelom celuloze kao što je drvo i ostaci iz poljoprivrede. Sirovina se najpre konvertuje u gasoviti među proizvod iz kojeg se dobija metanol. Biodizel nastaje esterifikacijom biljnih ulja s alkoholom (uljana repica, suncokret, soja, palme), kao i iz otpadnih ulja i masti, procesom trans-estifikacije uz prisustvo katalizatora. Može se koristiti nezavisno ili u mešavini sa dizelom dobijenim rafinacijom sirove nafte u bilo kom odnosu. U zavisnosti od udela bio-goriva u mešavini, biodizel se naziva B100 (čist, 100% biodizel), B20 (20% biodizel i 80% fosilni dizel), B5 (5% biodizel i 95% fosilni dizel), itd. Procenjuje se da potrošnja biodizela čini manje od 0,5% potrošnje dizela u Srbiji.

2.6. Gradski otpad

Gradski otpad predstavlja zeleni deo recikliranog kućnog otpada, biomase iz parkova i vrtova, mulj iz kolektora otpadnih voda. Gradski otpad zahteva velike investicione troškove, što predstavlja vredno gorivo koje sadrži značajne kalorične vrednosti. Danas se koriste tri najzastupljenije tehnologije sagorevanja otpada na rešetkama proizvođača Martin, Von Roll i Keppel-Seghers. Tehnologija sagorevanja otpada na rešetkama je trenutno najrasprostranjenija tehnologija za termičku obradu otpada, a koristi se više od stotinu godina. Efekti u zaštiti životne sredine su i glavne prepreke, ali i prednosti tehnologije za sagorevanje otpada. Spaljivanjem (sagorevanjem) otpada smanjuje se zapremina i masa otpada, uništavaju se opasne materije iz otpada, međutim gasovi nastali ovim procesom štetni su i moraju proći postupak prečišćavanja kako bi se slobodno pustili u atmosferu.

3. PRIMARNE TEHNOLOGIJE PRERADE BIOMASE

Osnovni problem u preradi biomase je velika vlaga, a nedostatak je mala energetska vrednost po jedinici mase. Prerada biomase se vrši sa ciljem dobijanja pogodnijeg oblika za transport, skladištenje i upotrebu.



Slika 2. Šematski prikaz primarne i sekundarne tehnologije prerade biomase.

3.1. Mehanička prerada

„*Briquet*“ na engleskom, znači cigla ili opeka, dok „*pellet*“ na engleskom znači loptica, kuglica ili valjak, pa briket može da bude u obliku opeke (prizmatičan) ili u obliku cilindričnog valjka. Tehnologija briketiranja – peletiranja je postupak prilikom kojeg se usitnjeni materijal pod viskom pritiskom pretvara u kompaktnu formu velike zapremine mase, pogodna za dalju manipulaciju i korišćenje. Konačan proizvod briketiranja naziva se briket. Proces briketiranja primenjuje se odavno u rudnicima uglja.

Faze u procesu dobijanja briketa su:

- usitnjavanje sirovine do određene granulacije,
- sušenje sirovinskog materijala do određene vlažnosti,
- transport usitnjenog materijala,
- doziranje sirovine,
- presovanje u presama za briketiranje,
- skraćivanje briketa na potrebnu dužinu,
- hlanjenje i pakovanje gotovih briketa.

Kod vlažnih materijala ova procedura može biti dopunjena internim skladištima i sušarama koje treba da dovedu biomasu na odgovarajuću vlažnost pogodnu za briketiranje.

Pod “bio - briketima” se podrazumeva proizvod tehnološkog postupka briketiranja - kompaktna forma biomase. Sam postupak briketiranja se sastoji u sabijanju lignoceluloznog materijala u što manju zapreminu pomoću presa. Može biti namenjena širem krugu korisnika kao to su domaćinstva, poljoprivredna imanja, staklenici, i sl. Sa druge strane, sam proces briketiranja ima i određene nedostatke, kao što su:

- potrebna je priprema materijala na određenu vlažnost i granulaciju,
- u izvesnim slučajevima su neophodni aditivi,
- mora se ulagati u novu tehnologiju koja je nužna za proces briketiranja,
- pri briketiranju se troši energija.

3.2. Biohemijaska prerada

Kada se govori o biogasu, obično se misli na gas sa velikom količinom metana u sebi, koji nastaje fermentacijom organskih supstanci, kao što su stajsko đubrivo, mulj iz otpadnih voda, gradski čvrst otpad ili bilo koja druga biorazgradiva materija, pri anaerobnim uslovima. Postoje dva osnovna tipa anaerobne digestije (vrenja):

- Aerobna digestija (uz prisustvo kiseonika) proizvodi ugljen dioksid, amonijak i ostale gasove u malim količinama, veliku količinu toplote i konačni proizvod koji se može upotrebiti kao đubrivo.
- Anaerobna digestija (bez prisustva kiseonika) proizvodi biogas: metan, ugljen dioksid, nešto vodonika i ostalih gasova u tragovima, vrlo malo toplote i konačni proizvod (đubrivo) sa velikom količinom azota nego što se proizvodi pri aerobnoj

fermentaciji. Takvo đubrivo sadrži azot u mineraliziranom obliku (amonijak) koji biljke mogu brže preuzeti nego organski azot (posebno pogodno za pođubrivljanje obradivih površina).

Bioetanol je alkohol proizveden iz biomase i/ili biorazgradive frakcije otpada, a koristi se kao biogorivo. Odlična je zamena za benzin, a može se koristiti do 20% udela u mešavini sa dizelom, bez ikakvih prepravki na motoru automobila. Sirovine za proizvodnju bioetanola su: šećer (šećerna trska, šećerna repa), skrob (kukuruz, pšenica, sirak, krompir), celuloza (drvo, poljoprivredni ostaci).

Osnovne faze u procesu proizvodnje etanola su:

- priprema sirovine,
- fermentacija,
- destilacija etanola.

Priprema sirovine je zapravo hidroliza molekula skroba enzima u šećeru koji može da se fermentuje. Uobičajna tehnologija za proizvodnju etanola je fermentacija u peći s običnim kvascem za proizvodnju 8-10%-tnog alkohola, nakon 24 do 72 sata fermentacije. Nakon toga sledi destilacija tog alkohola u nekoliko faza čime se dobija 95%-tni etanol. Za proizvodnju čistog etanola, kakav se koristi za mešanje s benzinom, dodaje se benzen i nastavlja destilacija pri čemu se dobija 99,8%-tni etanol. Vodeća zemlja u proizvodnji i primeni etanola za vozila je Brazil, u kojem se svake godine proizvede više od 15 milijardi litara. Oko 15% brazilskih vozila se kreće na čisti etanol, a oko 40% koriste 20%-tnu smesu s benzinom. Kao efekat toga imaju smanjenu zavisnost od uvoza nafte i otvaranje dodatnih tržišta domaćim proizvođačima šećera.

Proces transestrifikacije je najčešće primenjivan postupak industrijske sinteze metilestara masnih kiselina (MEMK) odnosno biodizela. Biodizel je komercijalni naziv pod kojim se metilester (ME), bez dodatnog mineralnog dizelskog goriva, nalazi na tržištu tečnih goriva i prodaje krajnjim korisnicima. Predstavlja standardizovano, tačno nemineralno gorivo, nije otrovan, biorazgradiva zamena za mineralno gorivo, a može se proizvoditi iz biljnih ulja, recikliranog otpadnog jestivog ulja ili životinjske masti. Transestrifikacija triglicerida je reakcija u kojoj dolazi do hidrolize estarskih grupa glicerida u prisustvu drugog alkohola i ponovne reakcije estrifikacije u kojoj nastaje metilestar masnih kiselina. Pri ovoj reakciji nastaje glicerol kao sporedni proizvod.

3.3. Termičko-hemijaska prerada

U zavisnosti od vrste, vlažnosti i krupnoće komada otpadne biomase, razlikuju se tehnologije njene pripreme i sagorevanja – odnosno tipova (konstrukcija) ložišta kotlova u kojima se vrši sagorevanje. Za sagorevanje se uglavnom koriste klasične tehnologije sagorevanja na rešetci (nepokretnoj, pokretnoj, kosoj i stepenastoj), sagorevanje u letu, sagorevanje u mehurastom fluidizovanom sloju i cirkulacionom fluidizovanom sloju. Najčešće korišćeni oblici goriva za ovakva postrojenja su drveni otpadci iz šumarstva i drvne industrije, slama i razni poljoprivredni otpad, komunalni i industrijski otpad koji je biorazgradiv.

Prema načinu neposredne pripreme biomase za sagorevanje, razlikuju se:

- tehnologije kod kojih se vrši neposredno sagorevanje biomase (sa većim ili manjim stepenom pripreme) u ložištima klasičnih ili posebnih konstrukcija kotlova,

- tehnologije kod kojih se prvo vrši gasifikacija biomase u predložistima i sagorevanje gasa u ložištima klasičnih konstrukcija kotlova za sagorevanje gasnog goriva.

Ove tehnologije se zasnivaju na proizvodnji vruće vodene pare za grejanje u industrijskim postrojenjima i kućama, ili za dobijanje električne energije u malim termolektranama napravljenim za korišćenje biomase kao goriva.

Najjednostavnije rešenje sagorevanja biomase predstavlja sagorevanje krupnih komada biljne (drvne) mase koja se vrši u kotlovima klasičnih konstrukcija i rešenja. To se takođe odnosi i na sagorevanje briketa biomase. Faze u tom procesu su:

- zagrevanje i sušenje,
- destilacija (isparavanje) sastojaka – piroliza,
- varenje sastojaka (mase),
- sagorevanje (mase) čvrstog uglja.

ZAKLJUČAK

Osnovni aspekt pri korišćenju biomase je održivost korišćenja. To pre svega podrazumeva da količina biomase koja se koristi za dobijanje energije, uvek bude manja ili jednaka prirastu količine biomase. Kada se govori o poljoprivrednim kulturama, održivost korišćenja biomase treba da podrazumeva plansko i redovno vraćanje određene količine organske materije - biomase (oko 30%) u zemlju u vidu zaoravanja, jer se time održava ravnoteža i postiže se veća plodnost zemljišta. Takođe, održivost korišćenja šumske biomase podrazumeva dugoročna planiranja u pogledu pošumljavanja i eksploatacije šumske biomase. Postoji mnoštvo aspekata sa privrednog i ekološkog stanovišta koji pokazuju opravdanost primene i korišćenja biomase kao energenta. Ekološki aspekti korišćenja biomase su:

- biorazgradivost biomase u tlu je izvrsna jer gotovo 95% materije biomase se razgradi za 28 dana,
- biogoriva sadrže neznatne količine sumpora pa u produktima gotovo da nema sumpor - dioksida koji predstavlja neizbežan produkt sagorevanja fosilnih goriva,
- prilikom sagorevanja biomase dobija se tzv. "čisti pepeo",
- nema emisije ugljovodonika, kao nepotpunih produkata sagorevanja,
- biomasa je u potpunosti obnovljiv izvor energije,
- biomasa već postoji na planeti Zemlji i nije je potrebno stvarati, već je treba samo planski iskoristiti.

Da bi iskorišćenost bila što veća, treba baciti akcenat na razvoj primarnih i sekundarnih tehnologija prerade biomase. Sa socijalnog, ekonomskog, ekološkog i tehničkog aspekta, uticaj na proizvodnju i upotrebu biogoriva koji se javlja je: uticaj na cenu nafte i naftnih derivata, debata „hrana ili gorivo“, potencijal za smanjenje siromaštva, smanjuje se nivo emisije CO₂, održivi razvoj u funkciji proizvodnje biogoriva, deforestacija i erozija tla, smanjenje biodiverziteta, uticaj na izvore pitke vode i uticaj na efikasnost i balans u korišćenju energije.

Biogoriva kao zamena fosilnih goriva svakako nose sa sobom pozitivnu notu što se tiče uticaja na okolinu jer za razliku od fosilnih goriva, koja malo po malo bivaju iskorišćena, ona znatno redukuju negativne posledice koje nastaju upotrebom fosilnih goriva.

LITERATURA

- [1] D. Gvozdenac, B. Nakomčić-Smaragdakis, B. Gvozdenac - Urošević, "Obnovljivi izvori energije", Novi Sad, 2010. godine.
- [2] T. Pavlović, Z. Pavlović, Lj. Kostić, S. Jovanović, L. Pantić, R. Stojiljković, "Obnovljivi izvori energije – Vodič za praktičnu primenu", Niš, 2008. godine.
- [3] M. Radaković, "Obnovljivi izvori energije i njihova ekonomska ocena", Beograd, 2010. godine.
- [4] M. Radaković, " Biodizel, biogas, biomasa", Beograd, 2009. godine.

PROCENA RIZIKA ZA RADNO MESTO AUTOMEHANIČARA RISK ASSESSMENT OF WORKPLACE CAR MECHANIC

Slađana Nedeljković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Petar Đekić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu, predviđena je obaveza poslodavca da izradi Akt o proceni rizika. Procena rizika zasniva se na sistematskom evidentiranju i utvrđivanju svih opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini, a koji mogu da prouzrokuju povrede na radu, oštećenje zdravlja i oboljenja zaposlenog. U ovom radu prikazan je postupak procene rizika za radno mesto automehaničar. Opisana je procedura procene rizika, prepoznate su opasnosti i štetnosti i predstavljena metodologija procene rizika kao i mere za smanjenje rizika od opasnosti i štetnosti.

Ključne reči: Procena rizika, opasnosti, štetnosti, automehaničar.

Abstract - Law on Safety and Health at Work, provided the obligation of the employer to develop a comprehensive risk assessment. Risk assessment is based on the systematic recording and identifying all the risks and hazards in the workplace and work environment, which can cause injury, damage to health and illness of the employee. This paper presents a method of risk assessment for workplace mechanic. The described procedure is risk assessment, identify the dangers and hazards and the methodology of risk assessment and measures to reduce the risk of dangers and hazards.

Key words: Risk assessment, dangers, hazards, car mechanic.

1. UVOD

Procena rizika zasniva se na sistematskom evidentiranju i utvrđivanju svih opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini, a koji mogu da prouzrokuju povrede na radu, oštećenje zdravlja i oboljenja zaposlenog [1]. Na osnovu procene rizika preduzimaju se odgovarajuće mere kojima se sprečava opasnost na radnom mestu, obezbeđuje primena propisa u obimu kojim se sprečava povreda na radu, oboljenja ili oštećenja zdravlja zaposlenog. Pored utvrđivanja i ispitivanja izloženosti rizika potrebno je i izmeriti rizik, odnosno proceniti učestalost i veličinu izloženosti riziku. Merenjem rizika se utvrđuje važnost koju rizik ima za neku organizaciju ili pojedinca. Odgovarajuća procena rizika zahteva primenu stručnog znanja iz oblasti važnih za sagledavanje informacija i primenu kvalitativnih i kvantitativnih metoda. Utvrđivanje cilja i zadataka stručnog ocenjivanja predstavlja osnovu za procenu rizika.

Kod nas se Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu [2] upotrebljavaju pojmovi opasnost i štetnost. Osnovna razlika između opasnosti i štetnosti je u dužini njihovog delovanja. Kod opasnosti, njegovo dejstvo je kratkotrajno i u tom trenutku dolazi do povrede. Kod štetnosti je malo drugačija situacija. Ona deluje u dužem vremenskom intervalu, a značaj delovanja štetnosti tj. oboljenja, se ne primećuje odmah već posle određenog vremenaskog intervala u zavisnosti od vrste posla. Pored prepoznavanja opasnosti i štetnosti neophodnih za sprovođenja procesa procene rizika, postoje još neki pojmovi kao što su „radno mesto“, „radna

okolina“, „sredstva za rad“ i „preventivne mere“. Svaki od ovih pojmova ima svoju ulogu u samoj proceni rizika.

Cilj bezbednosti i zdravlja na radu, kao i propisa kojima se uređuje ova oblast jeste unapređenje uslova rada i radne okoline, prevencija povreda na radu, profesionalnih bolesti i bolesti u vezi sa radom, zaštita i unapređenje zdravlja zaposlenih. Pored toga potrebno je pružiti pozitivni doprinos produktivnosti, kvalitetu proizvoda, radnoj motivaciji, radnom zadovoljstvu i na taj način sveukupnom kvalitetu života pojedinca i društva u smislu ostvarivanja dobrobiti na radu.

2. OPŠTA RAZMATRANJA O PROCENI RIZIKA

Aktom o proceni rizika utvrđuju se moguće vrste opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini, vrši se procena rizika od nastanka povreda na radu ili oštećenja zdravlja, odnosno oboljenja zaposlenog na radnom mestu i u radnoj okolini, utvrđuju načini i mere za njihovo otklanjanje, odnosno smanjivanje nivoa rizika.

Procena rizika i mere koje se utvrđuju ovim aktom, obezbeđuju se primenom Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu (u daljem tekstu: Zakon), podzakonskih propisa o bezbednosti i zdravlju na radu i drugih propisa.

Procena rizika i mere koje se utvrđuju ovim aktom primenjuju se radi otklanjanja opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini, odnosno radi otklanjanja ili smanjenja rizika, u obimu kojim se sprečava povreda na radu, oštećenje zdravlja ili oboljenje zaposlenog, sve u cilju poboljšanja bezbednosti i zdravlja na radu.

Postupak procene rizika pokrenut je Odlukom o pokretanju postupka procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini, (u daljem tekstu: Odluka), a na osnovu člana 13. Zakona i člana 17. Pravilnika o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini (u daljem tekstu: Pravilnik) [1]. Odlukom (shodno članu 18. Pravilnika) određen je i zaposleni koji je odgovoran za sprovođenje postuoka procene rizika- stručno lice. Odlukom je naloženo stručnom licu da sastavi Plan sprovođenja postupka procene rizika, koji je odobren od strane nadležnih organa poslodavca (u daljem tekstu: Plan). Odluka i Plan jesu sastavni deo dokumentacije o proceni rizika.

Akt o proceni rizika, shodno članu 13. Zakona, odnosno članu 3. Stav 3. Pravilnika, obuhvata [3]:

- I. UVODNI DEO
- II. POSEBNI DEO
 1. Opšte podatke o poslodavcu;
 2. Pravni osnov procene rizika;
 3. Metodologija procene rizika;
 4. Opis tehnološkog i radnog procesa sa podacima o objektima, opremi i sredstvima za rad, sirovinama i materijalima koji se koriste u radu i sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu;
 5. Opis organizacije rada sa sistematizacijom poslova;
 6. Prepoznavanje i utvrđivanje opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini;
 7. Procenu rizika u odnosu na opasnosti i štetnosti;
 8. Utvrđivanje načina i mera za otklanjanje, smenjenje ili sprečavanje nivoa rizika;
- III. ZAKLJUČAK
- IV. PRELAZNE I ZAVRŠNE ODREDBE
 1. Izmene i dopune akta o proceni rizika;
 2. Provera efikasnosti primene akta o proceni rizika;
 3. Stupanje na snagu.

3. PROCENA RIZIKA ZA RADNO MESTO AUTOMEHANIČAR

3.1. Opis radnog mesta i poslova

Opšti podaci o radnom mestu i stručnoj spremi radnika

- Lokacija – radionica
- Stručna sprema po sistematizaciji – III, KV mehaničar
- Radno iskustvo na tim minimum 3 godine.
- Odgovornost – korektno, tačno i kvalitetno obavljanje poslova
- Radno vreme – osmočasovno (8), sa pauzom od 30 minuta.

Opis poslova

- Rad na najsloženijim poslovima opravki i održavanja vozila.
- Utvrđivanje kvara, opravka, puštanje u rad i kontrola rada nakon izvršene opravke.

Sredstva za rad

- Autodizalica
- Kanalska dizalica, hidraulična dizalica, pneumatski pištolj za odvijanje zavrtnja i specijalni alat.
- Ručni alat, kontrolni instrumenti, ručne električne svetilje 24 V.

3.2 Opasnosti na radnom mestu

Opasnosti na radnom mestu se prepoznaje i ispituju na osnovu ček liste koju popunjavaju radnici na za određeno radno mesto.

Tabela 1. Ček lista za prepoznavanje opasnosti

BR.	PITANJA	DA	NE
1.	Da li ima razvučeni kablova po podu na koje radnik može da se saplete?	◦	•
2.	Da li se podovi održavaju urednim kako bi se sprečila opasnost od klizanja, saplitanja eventualnog pada?	•	◦
3.	Da li postoje bilo kakvo oštećenje izolacija na linijama mašina, žice, petlje?	◦	•
4.	Da li su radnici adekvatno opremljeni za rad, da li su opremljeni zaštitnom opremom, odelom, rukavicama?	•	◦
5.	Da li postoji opasnost od strujnog udara?	◦	•
6.	Da li postoji opasnost povrede tokom rada?	•	◦
7.	Da li postoje neki pokretni delovi bez obezbeđenja?	◦	•
8.	Da li mašina može biti podmazana bez skidanja zaštitnih naprava?	◦	•
9.	Da li ste sigurni gde se nalaze sigurnosni prekidači i da li su u funkciji?	•	◦
10.	Da li zaposlenom kontrole uključenja i isključenja lako dostupne?	•	◦

3.3 Štetnosti na radnom mestu

Štetnosti na radnom mestu se prepoznaju i utvrđuju na osnovu ček liste koju popunjavaju radnici na za određeno radno mesto.

Tabela 2. Ček lista za prepoznavanje štetnosti

BR.	PITANJA	DA	NE
1.	Da li postoji štetnost od uticaja vibracije?	•	◦
2.	Da li se visok nivo buke javlja kao rezultat procesa rada (npr. Rada mašine)?	•	◦
3.	Da li je buka toliko jaka da vi treba da pojačate vaš glas da biste razgovarali sa ljudima na vašem radnom mestu?	•	◦
4.	Da li vi nenamerno pojačavate vaš glas kada razgovarate sa ljudima po napuštanju vašeg radnog mesta?	◦	•
5.	Da li postoji štetnost od dužeg stajanja i polupognutog položaja tela?	•	◦
6.	Da li postoji štetnost od nepovoljnog položaja radnika tokom popravke vozila?	•	◦
7.	Da li postoji štetnost od povišenog intenziteta rada?	•	◦
8.	Da li postoji štetan uticaj toplote?	•	◦
9.	Da li se ventilacioni sistemi redovno proveravaju?	•	◦
10.	Da li postoji štetnost od nepovoljnog položaja radnika tokom rada za mašinom?	•	◦

4. METODOLOGIJA PROCENE RIZIKA ZA RADNO MESTO AUTOMEHANIČAR

Procena rizika izvršena je na osnovu modifikovane AUVA (Allgemeine Unfall versicherungs anstalt- metoda Austrijske grupe proizvođača celuloze i papira) [4] i BG (Die gewerblichen Berufs genossenschaft- metoda Nemačkih stručnih udruženja) metodologije. Pri utvrđivanju podataka o opasnostima i štetnostima na radnom mestu i u radnoj okolini korišćeno je grupisanje opasnosti i štetnosti prema Pravilniku o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini.

Nivo rizika (NR) je definisan kao proizvod ranga verovatnoće nastanka neželjenog događaja (RV) i ranga moguće težine povrede (RP).

$$NR=RV*RP \quad (1)$$

Tabela 3. Izloženost opasnostima i štetnostima na radnom mestu

Izloženost opasnostima i štetnostima u toku radnog vremena (%)	Kvalitativno rangiranje izloženosti opasnostima i štetnostima	Kvantitativno rangiranje o rangiranju izloženosti opasnosti i štetnostima
0-20	Vrlo retko	1
21-40	Povremeno	2
41-60	Često	3
61-80	Pretežni deo radnog vremena	4
81-100	Sve radno vreme	5

Rang težine mogućih posledica (RP) određuje se prema tabeli 4.

Tabela 4. Rangiranje težine posledice

Opis posledice	Težine posledice	Rang težine povrede (RP)
Dovoljna samo prva pomoć	Vrlo laka	A
Medicinski tretman sa bolovanjem do tri dana	laka	B
Lečenje koje uključuje i hospitalizaciju	Srednje teška	C
Trajno izmenjena radna sposobnost	Teška	D
Kolektivna povreda ugrožavanje životnih funkcija i/ili povreda sa smrtnim ishodom	Smrtna ili kolektivna	E

U tabeli 5 prikazano je rangiranje nivoa rizika, a u tabeli 6 je definisan i rang rizika.

Tabela 5. Rang rizika

Rang verovatnoće	Rang težine posledice				
	A	B	C	D	E
I	1	2	3	4	5
II	2	4	6	8	10
III	3	6	9	12	15
IV	4	8	12	16	20
V	5	10	15	20	25

Tabela 6. Rang rizika

Vrednost nivoa rizika	Uslovi rada	Nivo rizika	Aktivnosti i/ili mere
1,2,3,4,5	Optimalni	Prihvatljiv (I)	Nema nijedne aktivnosti
6,8,9	Približno odgovaraju optimalnim uslovima	Nizak (II)	Nisu potrebne dodatne aktivnosti, dovoljan je stalan nadzor uslova rada
10,12	Prevazilaze optimalne uslove	Srednji (III)	Izvršenje mera u smislu smanjenja rizika
15,16	Teški uslovi rada, opasnost od gubitaka radne sposobnosti ili narušavanja zdravlja	Visok (IV)	Rad se ne sme započeti, ako nisu primenjene potrebne mere za smanjenje rizika
20,25	Izrazito teški uslovi rada, neposredna opasnost za život i zdravlje radnika	Neprihvatljiv (V)	Rad se ne sme početi, ili ga je potrebno zaustaviti, ili izdati zabranu rada

4.1. Preventivne mere radi smanjenja rizika od štetnosti

Nakon procesa uočavanja i procene rizika raspisuju se mere kojima se smanjuje njihov negativan uticaj na zdravlje zaposlenih.

- Bolja provetrenost prostorije u kojoj radnici rade.
- Mera prevencije za buku su zaštitne slušalice (antifone).
- Zbog nepovoljnog položaja radnika češće praviti kraće pauze.
- Koristiti što više tečnosti zbog velikog uticaja toplote.

4.2. Preventivne mere radi smanjenja rizika od opasnosti

Nakon procesa uočavanja i procene rizika raspisuju se mere kojima se smanjuje rizik i povećava nivo zaštite zaposlenih.

- Izvršiti vizuelnu proveru ispravnosti električnih instalacija pre nego što počne rad.
- Obezbediti zaštitne rukavice i odela kako bi radnik mogao bezbedno da izvršava svoj posao.
- Obezbediti da mašinama rukuju obučeni i ovlašćeni zaposleni radnici.
- Obezbediti da sve zaštitne naprave i uređaji budu iskorišćeni i da su u funkciji.
- Koristiti postere i oznake da podsete radnike o potrebi zaštite.

- Obezbediti da svo neophodno obezbeđenje i zaštita budu dostavljeni pre početka rada mašine.
- Obezbediti da prostori oko mašina budu čisti, uredni i oslobođeni od prepreka.
- Obezbediti dovoljno prostora da bude omogućeno kretanje radnika.
- Obezbediti adekvatno osvetljenje na mašinama i oko mašina.
- Koristiti opremu za rad sa odgovarajućim sertifikatima i licencama.
- Sprovoditi redovan tehnički nadzor mašine.

5. ZAKLJUČAK

Upravljanje rizikom, čiji je najvažniji deo, procena rizika, postaje, sve prisutniji u novonastaloj situaciji na polju bezbednosti i zdravlja na radu, kako u svetu tako i kod nas. Po sprovedenom postupku snimanja organizacije rada, prepoznavanja i utvrđivanja opasnosti i štetnosti, procenjivanja rizika u odnosu na opasnosti i štetnosti i utvrđivanja načina i mera za otklanjanje, smanjenja ili sprečavanja rizika, u skladu sa Zakonom, Pravilnika i Aktom donosi se zaključak.

Od poslodavaca se traži da procene zdravstvene i sigurnosne rizike koji proizilaze iz ovih aktivnosti, sprovedu procene rizika i preduzmu mere kako bi zaštitili radnike od rizika. Procena rizika predstavlja pažljivo ispitivanje svega u procesu rada što može uzrokovati povredu i/ili oštećenje zdravlja kod zaposlenih. Nakon toga se donosi odluka jesu li preuzete dovoljne mere opreza i/ili je potrebno učiniti više kako bi se smanjio rizik za navedenu radnu aktivnost. Svrha procene rizika je da se eliminiše ili umanja mogućnost nastanka povreda i oboljenja u toku radnih aktivnosti.

LITERATURA

- [1] Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini, Službeni glasnik RS“, br. 72/2006 i 84/2006.
- [2] Zakon o bezbednosti i zdravlja na radu, Službeni glasnik RS., br. 101/05.
- [3] J. Starčević, M. Ilić, J. Paunović, Priručnik za procenu rizika, Globe design, Beograd, 2010.
- [4] AUVA - Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, www.auva.at.

PROFITABILNOST PROCESA RECIKLAŽE ELEKTRIČNOG OTPADA PROFITABILITY OF ELECTRICAL WASTE RECYCLING

Biljana Milutinović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Gordana Stefanović, *Mašinski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, Niš.*

Sadržaj – *Količine otpada koje se generišu rastu sa razvojem tehnologije i povećanjem standarda. Generisanje električnog i elektronskog otpada (EEO) ima trend najvećeg rasta, pa zbog toga predstavlja aktuelan problem. EEO sadrži više od 1000 različitih materija, od kojih je najveći procenat reciklabilno. Upravljanje ovom vrstom otpada je veoma složen proces, kako zbog optimizacije sistema razvrstavanja, sakupljanja i tretmana, tako i zbog opasnih komponenti koje se nalaze u njoj, čiji nepravilan tretman može ugroziti ljudsko zdravlje i okolinu.*

U radu je opisan proces rasklapanja i prikazan materijalni bilans procesa reciklaže EEO na primeru jednog pogona za reciklažu. Na osnovu prezentovanog modela izvršena je društveno-ekonomska analiza i izračunata minimalna količina električnog otpada – frižidera, koju je neophodno preraditi da bi tretman reciklaže ove vrste otpada bio profitabilan.

Ključne reči: Električni otpad, reciklaža, troškovi, prohodi.

Abstract - *Amount of generated waste increases with the development of technology and increase in the standard of living. The generation of waste electrical and electronic equipment (WEEE) has the highest growth trend, and because represents the actual problem.. WEEE contains more than 1000 different substances of which the largest percentage is recyclable. The management of this waste is a complex process, both since it is difficult to optimize classification systems, collection and treatment, and because of the hazardous components contained therein, which improper treatment could endanger human health and the environment.*

The paper presents disassembly and recycling process of WEEE as an example of one plant for recycling. Based on the presented model, socio-economic analysis is performed and the minimum amount of WEEE for profitable recycling is calculated.

Key words: Electrical waste, recycling, costs, revenue.

1. UVOD

Otpad od električne i elektronske opreme (EEO) je vrsta otpada sa najbržom stopom rasta u svetu. U SAD-u, on iznosi od 1% do 3% ukupno generisanog otpada. U EU, EEO raste 16-28% na svakih 5 godina što je 3 puta brže nego prosečno generisani otpad tokom jedne godine [1].

Na teritoriji Srbije ne postoje tačni podaci o količinama EEO koji se generišu tokom godine. Na osnovu nekih okvirnih procena Ministarstva energetike, razvoja i zaštite životne sredine, na nivou države se godišnje generišu najmanje 30000 t EEO, dok se oko 40000 t zaostalog otpada nalazi skladišten u raznim skladištima ili na deponijama [1].

EEO sadrži više od 1000 različitih supstanci, od kojih su mnoge toksične, kao što je olovo, živa, arsen, kadmijum, selen, heksavalentni hrom. Kod električnog otpada sreće se još i freon i kompresorska ulja (u rashladnim uređajima), kao i mineralna vuna (u šporetima). Ako se EEO odlaže bez kontrole, može imati negativan uticaj na okolinu i ljudsko zdravlje.

EEO sadrži značajne količine skupih materijala kao što su plemeniti metali. Računari ranijih generacija sadržali su i do

4 g zlata, dok danas sadrže 1 g. Količina skupih metala u EEO, takođe je značajna: 1 t EEO sadrži prosečno 0,2 t bakra. Zbog toga reciklaža EEO ima potencijala i danas je to prilično atraktivan biznis [2].

Obzirom na raznolikost materijala od kojih se sastoji EEO, teško je dati generalni prikaz sastava EEO. Najveći broj studija ograničava se na pet vrsta materijala: obojeni metali, neobojeni metali, plastika, staklo, ostalo.

Najveći procenat ovih materijala je reciklabilan i kao sekundarne sirovine postižu značajnu cenu na tržištu. Reciklažom materijala čuvaju se prirodni resursi i doprinose očuvanju životne sredine, pa je zbog toga reciklaža EEO u svetu i u Srbiji postala vrlo aktuelna.

U ovom radu je prikazan proces reciklaže EEO – prvenstveno kućnih aparata, frižidera i zamrzivača koji se odvija u jednom pogonu za reciklažu. Na osnovu prezentovanog modela, izvršena je društveno-ekonomska analiza isplativosti reciklaže EEO, odnosno izračunata minimalna količina EEO za koju je proces reciklaže profitabilan.

2. PROCES RECIKLAŽE ELEKTRIČNOG OTPADA

Najveći broj postrojenja za reciklažu EEO koristi ručno rasklapanje otpada. Ručno rasklapanje je neophodan proces iz sledećih razloga: (1) ponovno korišćenje komponenti ima prioritet, (2) odvajanje opasnih komponenti je od suštinskog značaja, (3), odvajanje vrednih komponenata kao što su štampane ploče, kablovi itd. u cilju pojednostavljenja kasnije reciklaže [3].

Da bi se prikazao proces reciklaže jednog postrojenja za reciklažu EEO u razmatranje je uzet jedan pogon za reciklažu na teritoriji Srbije. Ovaj pogon ima kapacitet 14.000 t godišnje. Do sada godišnje sakupi i preradi između 7.500 i 8.000 t godišnje. Radi se rasklapanje i reciklaža električnog otpada (bele tehnike: frižidera, zamrzivača, veš mašina, šporeta, malih kunih aparata...) i elektronskog otpada (računara, štampača....).

Materijalni bilans procesa reciklaže i društveno-ekonomska analiza urađeni su za proces reciklaže električnog otpada – frižidera.

Procentualni udeo materijala i maseni bilans jednog frižidera prosečne težine 54 kg dat je u Tabeli 1:

Tabela 1. Maseni bilans frižidera

Material	Udeo (%)	Težina (kg)
Gvožđe	63,33	34,20
Aluminijum	4,17	2,25
Bakar	0,58	0,31
Čelik	0,02	0,01
Plastika	12,65	6,83
Guma	0,77	0,41
Freon	0,54	0,29
Drvo	0,76	0,41
Poliuretana	15,71	8,48
Mineralna vuna	0,51	0,27
Ulje	0,01	0,01
Ostalo	0,95	0,51
Ukupno	100	54,00

Iz tabele se vidi da je najveći sadržaj materijala u frižideru gvožđe (63,33%) i plastike (12,65) koji se uspešno vraćaju u proces proizvodnje. Pored toga uočava se velika količina poliuretana skoro 16%, za koji za sada ne postoji prihvatljiv način ponovne upotrebe.

Proces rasklapanja i reciklaže frižidera počinje izdvajanjem opasnog otpada: freona i kompresorskog ulja. Freon se iz instalacije izvlači pomoću posebnog uređaja i šalje na dalje zbrinjavanje kao opasan otpad. Nakon toga se vrši skidanje kompresora iz koga se ispušta kompresorsko ulje, koje se zbrinjava kao opasan otpad po predviđenoj proceduri. Kompresor bez kompresorskog ulja i freona se tretira kao bezopasan otpad i šalje na rasklapanje u cilju daljeg izdvajanja sekundarnih sirovina (gvožđe, bakar iz elektromotora).

U nastavku procesa rasklapanja sa frižidera se skidaju stakleni i prohromski delovi, a ostatak frižidera se upućuje u uređaj za mlevenje. Frižider se melje u neutralnoj atmosferi koja se obezbeđuje ubacivanjem azota u cilju smanjenja kiseonika na <5% zbog opasnosti od paljenja poliuretana.

Nakon mlevenja, izdvajaju se sledeće frakcije: poliuretanski prah, gvožđe, bakar, aluminijum i plastika. Izdvajanje poliuretanskog praha od ostalog materijala vrši se preko sita velike gustine.

Poliuretanski prah se u mašini posebno tretira zagrevanjem, u cilju uklanjanja freona, koji je u tehnološkom procesu brizganja poliuretana ubačen u njega. Nakon isparavanja freona, vrši se snižavanje temperature radi kondenzacije freona i izdvajanja azota.

Izdvajanje feromagnetnih metala vrši se magnetnim separatorima, dok se ostali materijali (plastika, aluminijum, bakar..) izdvajaju Eddy current separatorima.

3. MODEL EKONOMSKE ISPLATIVOSTI RECIKLAŽE EEO

U modelu za određivanje minimalne količine otpada za profitabilno recikliranje EEO, korišćena je društveno-ekonomska analiza. Za razliku od finansijske analize koja ocenjuje opravdanost projekta sa stanovišta investitora, društveno-ekonomska analiza je kompleksnija od finansijske budući da identifikuje i troškove koji nisu neposredno povezani sa projektom, koristi obračunske cene, fiskalne korekcije, i sagledava širi društveno-ekonomski aspekt projekta (npr. uštedu u emisiji gasova staklene bašte).

Analiza donje tačke rentabilnosti predstavlja sastavni deo analize profitabilnosti projekta. Donja tačka rentabilnosti ili minimalna količina otpada (W_{min}) za profitabilno upravljanje otpadom, izračunata je na osnovu jednakosti neto sadašnje vrednosti troškova (NPV_{cost}) i neto sadašnje vrednosti prihoda ($NPV_{revenue}$), odnosno iz početnog uslova da je neto sadašnja vrednost profita ($NPV_{benefit}$) jednaka nuli:

$$NPV_{benefit} = NPV_{revenue} - NPV_{cost} = 0 \quad (1)$$

Kriterijum neto sadašnje vrednosti (NPV) pokazuje sadašnju vrednost neto novčanog toka finansiranja i on je deo društveno-ekonomske analize i koristi obračunske cene, društvenu diskontnu stopu i anticipira koristi i troškove koji nisu neposredno povezani sa projektom, a nisu predmet finansijske analize.

Segment neto sadašnje vrednosti koji se odnosi na troškove (NPV_{cost}) sastoji se iz investicionih i operativnih troškova. Investicioni troškovi se uzimaju u celosti, dok su operativni podeljeni na fiksne i varijabilne troškove:

$$NPV_{cost} = I_0 + \sum_{t=1}^5 \frac{OM_{ft}}{(1+i)^t} + \sum_{t=1}^5 \frac{OM_{vt}}{(1+i)^t} \quad (2)$$

gde je I_0 – investicioni troškovi (€), OM_{ft} – fiksni operativni troškovi, koji ne zavise od količine otpada koji se tretira, u t-toj godini (€/god), OM_{vt} – varijabilni operativni troškovi koji zavise od količine otpada koji se tretira, u t-toj godini (€/god), i – društvena diskontna stopa, t – očekivani/zahtevani period povraćaja sredstava.

Neto sadašnja vrednost koja se odnosi na prihode prikazana je u jednačini 3:

$$NPV_{revenue} = \sum_{t=1}^5 \frac{R_{pft}}{(1+i)^t} + \sum_{t=1}^5 \frac{R_{CO_2t}}{(1+i)^t} + \sum_{t=1}^5 \frac{R_{st}}{(1+i)^t} \quad (3)$$

gde je R_{pft} – prihodi od prodaje sekundarne sirovine (gvožđe, aluminijum, bakar, plastika), u t-toj godini (€/t), R_{CO_2t} – ušteda u emisiji gasova sa efektom staklene bašte, u t-toj godini (€/t), R_{st} – subvencije države, u t-toj godini (€/t).

Prihodi koji se postižu prodajom sekundarnih sirovina (recikliranih materijala) zavise od dobijenih količina i cene po jedinici mase sekundarne sirovine i prikazani su u jednačini 4:

$$R_p = P_{srm} * \frac{S_{rm}}{W_i} * W_{min} \quad (4)$$

gde je P_{srm} – cena sekundarne sirovine po toni (€/t), S_{rm}/W_i – odnos količine proizvedene sekundarne sirovine i otpada na ulazu (recovery rate).

Prihodi koji se ostvaruju uštedom potrebe za energijom, odnosno smanjenjem emisije CO₂ dati su u jednačini 5:

$$R_{CO_2} = P_{ct} * CO_{2Equ} * W_{min} \quad (5)$$

gde je P_{ct} – cena karbon kredita (€/t), CO_{2Equ} – količina CO₂ koja se uštedi tretmanom po toni otpada (kg/t).

Minimalna količina otpada (W_{min}) na godišnjem nivou, za profitabilno recikliranje WEEE, izračunava se zamenom jednačina (2) – (5) u jednačinu (1).

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu prethodno opisanog procesa rasklapanja i reciklaže frižidera, izvršena je analiza ukupnih investicionih troškova i operativnih troškova na godišnjem nivou, kao i prihoda koji se ostvaruju reciklažom frižidera. Za ove potrebe, napravljen je model koji isključuje troškove i prihode od reciklaže ostalog EEO.

Ekonomskom komisijom EU je, za programski period 2007-2013. godine, propisala diskontnu stopu od 5,5% za zemlje članice EU, odnosno 3,5% za ostale zemlje korisnice fondova EU. Ova stopa je definisana polazeći od procene očekivane stope privrednog rasta i nekih drugih parametara. U ovom slučaju usvojena je diskontna stopa od 3,5%.

Analiza investicionih troškova bazirana je na sledećim podacima: zemljište potrebno za izgradnju objekata i privremenog skladišta materijala je 7.000 m², objekat potreban za smeštaj opreme, manipulativni prostor, magacine sekundarnih sirovina i kancelarijski prostor je 6.000 m².

Stacionarna oprema podrazumeva mašinu za mlevenje električnog otpada, nominalnog kapaciteta 14.000 t električnog otpada godišnje u modu rashladne opreme, 7 trakastih transportera, metalnu konstrukciju, uređaj za izdvajanje freona.

Pokretna oprema podrazumeva dva viljuškara, veliki broj rolo-kontejnera kojima se vrši dovoz EEO, kontejnere zapremine 2,5 m³ za unutrašnji transport otpada.

Operativni troškovi održavanja objekata izračunati su kao 1% investicionih troškova objekata, operativni troškovi održavanja opreme izračunati su kao 4% investicionih troškova opreme.

Usvojeno je da je broj potrebnih radnika za obavljanje poslova reciklaže frižidera 55, što je polovina od ukupno zaposlenih radnika koji obavljaju poslove rasklapanja i reciklaže EEO u fabrici, sa prosečnom zaradom u Srbiji.

Transportni troškovi sakupljanja električnog otpada dobijeni su od operatera i usvojeni 50 €/t.

Podaci o troškovima goriva za funkcionisanje opreme su dobijeni od operatera i usvojeni 5,5 €/t.

Troškovi električne energije za rad postrojenja usvojeni su na osnovu snage postrojenja i iznose 120.000 €/god.

Troškovi potrošnje azota dobijeni su od operatera i usvojeni 136,4 €/t.

Cena zbrinjavanja opasnog otpada (freona) na svetskom tržištu iznosi 2.500 €/t.

Otkupna cena otpada (frižidera) je definisan na tržištu u zavisnosti od veličine frižidera. Prosečan iznos je 11 €/uređaju.

Analiza prihoda bazirana je na sledećim podacima:

Prodajne cene sekundarnih sirovina dobijene su od operatera koji se bavi reciklažom električnog otpada. U Tabeli 2. prikazane su tržišne cene sekundarnih sirovina.

Tabela 2. Tržišne cene sekundarnih sirovina

Sekundarna sirovina	Tržišna cena (€/t)
Mleveno gvožđe	255
Otpadno gvožđe	210
Bakar	5000
Aluminijum	1000
Balirana plastika (crna)	320
Balirana plastika (bela ABS)	550
Mlevena plastika	350

Količina CO_{2Equ} koji se uštedi reciklažom električnog otpada, konkretno frižidera iznosi 2,67 t CO_{2Equ} za tonu recikliranog električnog otpada – frižidera, preuzeta je iz literature [4]. Ako je cena karbon kredita na svetskom tržištu 17 €/t, ušteda koja se ogleda kroz smanjenje emisije CO₂ reciklažim frižidera iznosi 45,39 €/t.

Subvencije države regulisane su podzakonskim aktima u oblasti upravljanja otpadom i iznose 328,18 €/t električnog otpada – frižidera [5].

U Tabeli 3 prikazani su investicioni i operativni troškovi, kao i prihodi ostvareni reciklažom električnog otpada – frižidera.

Tabela 3. Društveno – ekonomska analiza reciklaže električnog otpada

Troškovi / Prihodi	Iznos
Investicioni troškovi	
Otkup zemljišta (€)	9,380.00
Objekti (€)	1,500,000.00
Stacionarna oprema (€)	3,000,000.00
Pokretna oprema (€)	500,000.00
Operativni troškovi	
Održavanje objekata (€/year)	15,000.00
Održavanje opreme (€/year)	140,000.00
Radna snaga (€/year)	264,000.00
Transport otpada (€/year)	400,000.00
Gorivo (€/year)	40,000.00
Električna energija (€/year)	120,000.00
Potrošnja azota (€/year)	550,000.00
Zbrinjavanje opasnog otpada (freona) (€/year)	70,200.00
Otkup otpada (€/year)	500,000.00
Prihodi	
Prodaja sekundarnih sirovina (€/t)	12.68
Ušteda emisije CO ₂ (€/t)	45.39
Državne subvencije (€/t)	328.18

Korišćenjem opisanog modela za izračunavanje minimalne količine otpada za profitabilan proces reciklaže (jednačine (1) – (5)) i na osnovu podataka o troškovima i prihodima prikazanim u Tabeli 3., izračunata je neto sadašnja vrednost ukupnih troškova i prihoda, kao i minimalna količina električnog otpada, za usvojeni period povraćaja sredstava od 5 godina (Tabela 4.).

Tabela 4. Rezultati analize

Neto sadašnja vrednost / Minimalna količina otpada	Iznos
NVP _{cost} (€)	14,487,377.95
NVP _{revenues} (€/t)	1,743.95
W _{min} (t)	8,307.20

Dobijeni rezultati pokazuju da je za profitabilan proces reciklaže električnog otpada, neophodno reciklirati 8.307,20 t otpada godišnje, dok razmatrano postrojenje godišnje reciklira između 7.500 i 8.000 t EEO godišnje.

Prihodi od državnih subvencija za upravljanje EEO iznose 85 % ukupnih prihoda po toni recikliranog otpada. Kada bi se EEO reciklirao bez subvencija države, bilo bi neophodno reciklirati 55.254,12 t EEO, što je više od procenjene količine EEO koja se godišnje generiše u Srbiji.

Sakupljanje EEO nije uvedeno u zvanične tokove otpada, pa su reciklari prinuđeni da snose troškove otkupa i transporta EEO, pa je udeo ovih troškova relativno visok i iznosi 43 % ukupnih operativnih troškova.

U slučaju kada se društvena korist od reciklaže na bi uzimala u obzir, rezultat bi bio veća količina otpada koji je potrebno reciklirati – 9.413,41 t/god.

Uzimajući u obzir tržišnu cenu karbon kredita od 17 €/t i izračunatu minimalnu količinu otpada, kao i da se tom prilikom uštedi 22.180,24 t CO₂, društvena korist od reciklaže iznosi 337.064 € godišnje.

5. ZAKLJUČAK

Dva glavna razloga za reciklažu EEO su: 1) električni i elektronski otpad sadrži više od 1000 različitih supstanci, od kojih su mnoge toksične, a kada se električni i elektronski otpad se odlaze bez kontrole, može negativno uticati na životnu sredinu i zdravlje ljudi; 2) EEO sadrži veliku količinu reciklabilnih materijala koje kao sekundarne sirovine postižu značajan cenu na tržištu, i reciklaža EEO može biti unosan posao.

Koristeći društveno-ekonomsku analizu i na osnovu podataka o troškovima i prihodima koji se ostvaruju reciklažom EEO, napravljen je model za izračunavanje minimalne količine otpada za profitabilan proces reciklaže.

Rezultati pokazuju da je za profitabilnost reciklaže frižidera, potrebno reciklirati 8,307.20 t godišnje, a bez državnih subvencija za upravljanje posebnim tokovima otpada, bilo bi neophodno reciklirati 55,254.12 tona frižidera, što ukazuje na visoke investicione i operativne troškove recikliranja EEO.

Dalje, izračunato je i pokazano da društveno-ekonomska korist od procesa reciklaže, samo od smanjenja emisije CO₂, iznosi 400.000 € / god.

LITERATURA

- [1] Balkan e-Waste Management Advocacy, *Upravljanje e-otpadom u Srbiji*, 2010
- [2] Widmera R., Oswald-Krapf H., Sinha-Khetriwal D., Schnellmann M., Bonia H., *Global perspectives on e-waste*, Environ. Impact Asses., vol. 25, pp. 436– 458, 2005.
- [3] Cui J., Forssberg E., *Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review*, J. Hazard. Mater., vol. B99, pp. 243–263, 2003.
- [4] U.S. Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/refs.html#recycle>
- [5] Pravilnik o usklađenim iznosima naknade za upravljanje posebnim tokovima otpada, "Službeni glasnik RS", broj 41/2013

MERENJE KVALITETA UNUTRAŠNJEG VAZDUHA I ANALIZA TERMIČKOG KOMFORA U RAČUNARSKOJ UČIONICI

MEASUREMENT OF INDOOR AIR QUALITY AND THERMAL COMFORT ANALYSIS IN IT CLASSROOM

Aleksandra Boričić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Mladen Tomić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Biljana Milutinović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – Kvalitet unutrašnjeg vazduha u objektu gde veliki broj ljudi provodi dug vremenski period je od velike važnosti. Problem kvaliteta vazduha u obrazovnim ustanovama može biti ozbiljniji nego u drugim vrstama objekata, zbog veće koncentracije studenata i računarske opreme, nedovoljnog snabdevanja spoljnim vazduhom, problema sa lošim projektovanjem i održavanjem sistema za ventilaciju. Loš kvalitet unutrašnjeg vazduha može negativno uticati na školske aktivnosti (nastavu i učenje) i izazvati nelagodnost, loš radni učinak, slabost, vrtoglavicu, glavobolju itd.

Ovaj rad analizira promene u kvalitetu vazduha u računarskoj učionici u Visokoj tehničkoj školi, kada u njoj borave studenti. Praćene su promene temperature vazduha, relativne vlažnosti vazduha i koncentracije CO₂ u učionici, kao i spoljna temperatura i relativna vlažnosti vazduha. Analizirano je nekoliko slučajeva: zatvorena učionica bez ventilacije, učionica sa prirodnom ventilacijom, klimatizovana učionica. Za svaki od navedenih slučajeva studenti su anketirani u cilju utvrđivanja termičkog komfora. Analiza je urađena na osnovu rezultata merenja i sprovedene ankete.

Ključne reči: Unutrašnji vazduh, Temperatura, Vlažnost, Računarska učionica, Termički komfor.

Abstract - It is of big importance to maintain indoor air quality in object where large number of occupants spends a long period of time. The problem of indoor air quality in educational institutions can be more serious than in other types of objects, because of the higher concentration of students and IT equipment, an insufficient supply of outside air, problems with poor design and ventilation system maintenance. Poor indoor environment can affect negatively on scholarly performances (teaching and learning activities) and cause discomfort, bad work performance, as well as weakness, dizziness, headache etc.

This paper analyzed changes in indoor air quality in IT classroom in High technical school, when it is occupied with students. The changes of indoor air temperature, relative humidity and CO₂ concentration are monitored in the classroom, as well as outdoor temperature and relative humidity. Several cases have been studied: closed unventilated classroom, classroom with natural ventilation, air-conditioned classroom. Responses of students are followed for each case. Analysis was performed based on the measurement results and survey.

Key words: Indoor air, Temperature, Humidity, IT classroom, Thermal comfort.

1. UVOD

Kvalitet unutrašnjeg vazduha u stambenim i radnim prostorijama postao je predmet analize i razmatranja tokom poslednjih decenija [1]. U razvijenom svetu, gde ljudi provode skoro 90% vremena u zatvorenim prostorima, kvalitet unutrašnjeg vazduha je identifikovan kao uzrok alergijskih reakcija, infekcije disajnih puteva, itd. Nedavne studije su pokazale da loš kvalitet unutrašnjeg vazduha direktno smanjuje sposobnost za obavljanje specifičnih mentalnih aktivnosti koje zahtevaju koncentraciju, proračun, ili pamćenje [2]. Problem kvaliteta unutrašnjeg vazduha u školama može biti veći nego u drugim vrstama objekata,

zbog veće koncentracije studenata u učionicama i nedovoljnog snabdevanja spoljnim vazduhom [1]. Temperatura i relativna vlažnost vazduha imaju značajan uticaj na percepciju kvaliteta vazduha. Doživljaj kvaliteta vazduha smanjuje se sa povećanjem temperature i vlažnosti vazduha [3].

Dosadašnji rezultati istraživanja kvaliteta ventilacije i koncentracije CO₂ u školama ukazuju na to da, na osnovu trenutno važećeg ASHRAE standarda, mnoge učionice imaju problem sa kvalitetom unutrašnjeg vazduha. Rezultati nekoliko studija kvaliteta vazduha u školama su pokazuju protivrečnosti između stepena ventilacije ili koncentracije

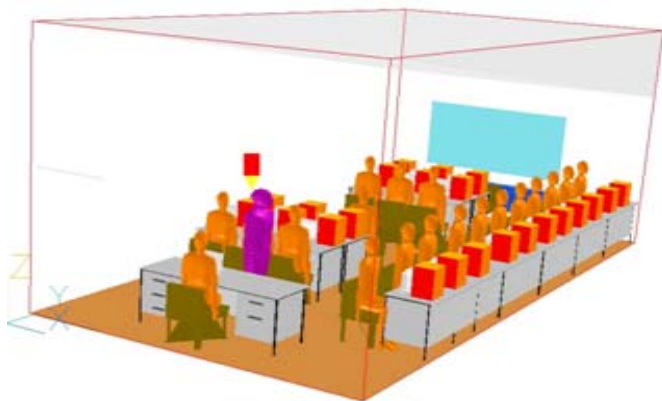
CO₂ i simptoma koji se javljaju kod studenata [4]. Postojanje sistema za ventilaciju sa kontrolom koncentracije CO₂ u računarskim učionicama može malo smanjiti glavobolju i umor i poboljšati percipirani kvalitet vazduha, čak i ako je vrednost nivoa CO₂ ispod sadašnjih standardom propisanih vrednosti. To ukazuje da dužina vremena sa nivoima CO₂ iznad 1000 ppm može biti važna u nekim zatvorenim sredinama [5].

U ovom radu analizirana je promena u kvalitetu unutrašnjeg vazduha u računarskoj učionici u Visokoj tehničkoj školi, kada u njoj borave studenti. Praćene su promene temperature unutrašnjeg vazduha, relativne vlažnosti vazduha i koncentracije CO₂ u učionici, kao i spoljašnja temperatura i relativna vlažnost vazduha. Analizirano je nekoliko slučajeva: zatvorena učionica bez ventilacije, učionica sa prirodnom ventilacijom, klimatizovana učionica. Za svaki od navedenih slučajeva studenti su anketirani u cilju utvrđivanja termičkog komfora.

2. METODOLOGIJA

Merenje temperature unutrašnjeg vazduha, relativne vlažnosti vazduha i koncentracije CO₂ je sprovedena u računarskoj učionici u periodu mart - april 2013. godine. Učionica se nalazi u urbanom području sa glavnim saobraćajnicama koje okružuju zgradu škole. Učionica je zapremine 103 m³ sa dvostruko zastakljenim prozorima i opremljena jednim klima uređajem.

U učionici se nalazi 24 računara standardne konfiguracije i isto toliko radnih mesta. Tokom merenja i analize kvaliteta unutrašnjeg vazduha u učionici je boravilo od 7 do 23 studenta.



Slika 1. Raspored radnih mesta u učionici i položaj merne opreme

2.1. Prikupljanje podataka

U ovom istraživanju, sprovedena su merenja i izvršena je subjektivna procena termičkog komfora. Mereni su sledeći fizički parametri koji utiču na kvalitet unutrašnjeg vazduha i termički komfor: temperatura unutrašnjeg vazduha, relativna vlažnost vazduha i brzina strujanja vazduha, prosečna temperatura zračenja od okolnih zidova.

Oprema za merenje je smeštena u zoni boravka studenata (1,5 m iznad poda u nivou glave) na sredini unutrašnjeg zida. Na Slici 1. prikazan je raspored radnih mesta u učionici i položaj opreme za merenje.

Prilikom merenja parametara kvaliteta unutrašnjeg vazduha, a u cilju analize termičkog komfora, procenjena su dva subjektivna parametra - metabolizam i izolacija tkanine, u skladu sa standardom ASHRAE 55-1992 [6]. Standard sadrži spisak tipičnih aktivnosti i njima odgovarajući metabolizam. U ovoj studiji, usvojena vrednost metabolizma je 1,2 met (1 met = 58,15 W/m²), koji predstavlja vrednost za sedeće aktivnosti. Odevni predmeti su pretpostavljeni kao prosečni za odgovarajuće godišnje doba prema standardu ASHRAE 55-1992. Ukupan izolacija odećom za svakog studenta pretpostavljena je 1 clo, što odgovara normalno odevenoj osobi (1 clo = 0.155 m²/K/W) [8, 9].

Temperatura unutrašnjeg vazduha i relativna vlažnost mereni su uređajem ALMEMO 2590 i sondom za merenje temperature i relativne vlažnosti FH A646-E1C. Merenje koncentracije CO₂ vršeno je korišćenjem Testo 454 gasnog analizatora sa ambijentalnom CO₂ sondom 0632 1240.

Karakteristike senzora koji su korišćeni prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Tehničke karakteristike mernih uređaja.

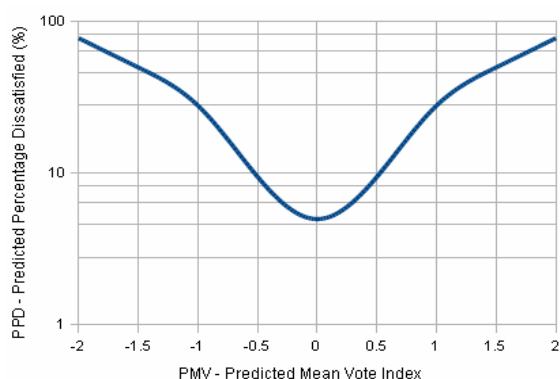
Merni opseg i tačnost uređaja	
ALMEMO 2590	
Temperaturni merni opseg	-10 ÷ 60 °C
Tačnost	± 0.03 °C
Merni opseg za relativnu vlažnosti	10 ÷ 90 %RH
Tačnost	± 0,03 %
Testo 454 gasni analizator	
Merni opseg	0÷ 5000 ppm CO ₂
Tačnost	± 2 % at 0 ...5000 ppm ± 3 % at 5001 ...10000 ppm

U toku merenja, temperatura površine unutrašnjih zidova i poda bila je 24 °C, a spoljašnjeg zida 22 °C.

Postoje dva usisa u području merenja: curenje oko vrata i prozora. Merenjem je utvrđeno da 0,6 h⁻¹ promena vazduha nastaje između vrata i poda. Gornja trećina otvorenog prozora deluje kao izlaz, a donje dve trećine deluju kao ulaz.

2.2. Analiza termičkog komfora

Termički komfor se ne izražava samo nivoom fizičkih parametara unutrašnjeg vazduha (temperatura vazduha, relativna vlažnost vazduha, koncentracija CO₂ itd.), već i subjektivnim osećajem ljudi koji borave u prostoru. Osnovni indikatori termičkog komfora su: procenjeni procenat nezadovoljnih stanjem komfora - PPD indeks (Predicted Percentage of Dissatisfied) i procenjena srednja vrednost skale toplotne ugodnosti - PMV indeks (Predicted Mean Vote) koji definiše srednju ocenu toplotnog komfora radne okoline velike grupe radnika na skali toplotnog osećaja od -3 do 3 koja je zasnovana na toplotnoj ravnoteži tela. Na slici 2. prikazana je međusobna zavisnost PMV i PPD indeksa.



Slika 2. Međusobna zavisnost PMV i PPD indeksa.

Analiza termičkog komfora u učionici izvršena je na osnovu odgovora studenata u anketi, koja je istovremeno sprovedena sa merenjima parametara u učionici. Svaki student je bio u obavezi da odgovori na upitnik. Upitnik se sastojao iz dva dela: 1) osećaj termičkog komfora pre početka časa, 2) osećaj termičkog komfora na kraju časa. Traženi su odgovori na pitanja: Kako bi ste ocenili temperaturu u prostoriji? Kako bi ste ocenili vlažnost vazduha u prostoriji? Da li je u prostoriji zagušljivo? Da li ste osetili neki od simptoma (glavobolja, otežano disanje, preterano znojenje, mučnina), zbog uslov u prostoriji?

Osećaj termičkog komfora je definisan korišćenjem ASHRAE skalom, od sedam nivoa (-3 veoma hladno, -2 hladno, -1 sveže, 0 neutralno, +1 prijatno, +2 toplo, +3 veoma toplo) [6]. Rezultati istraživanja su upoređeni sa proračunatim vrednostima na osnovu izmerenih rezultata.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Korišćenjem opisane merne opreme i metodologije, dobijeni su rezultati merenja, izvršeni proračuni indikatora termičkog komfora i izvršeno je upoređenje između dobijenih vrednosti.

U Tabeli 2. prikazane su izmerene vrednosti temperature unutrašnjeg vazduha, relativne vlažnosti i koncentracije CO₂, kao i temperature spoljašnjeg vazduha i relativne vlažnosti.

Tabela 2. Izmerene vrednosti kvaliteta unutrašnjeg vazduha

Koncentracija CO ₂ (ppm)	Temperatura vazduha (°C)	Relativna vlažnost vazduha (%)	Apsolutna vlažnost vazduha (g/kg)
Zatvorena učionica bez ventilacije			
ts = 0 °C; φ = 93%			
3897	28.70	57.50	13.10
Učionica sa prirodnom ventilacijom			
ts = 11 °C; φ = 76%			
925	23.60	39.70	6.90
Klimatizovana učionica			
ts = 21 °C; φ = 48%			
5197	27.50	46.00	8.96

U Tabeli 3. Prikazani su indikatori termičkog komfora, PPD i PMV, dobijeni proračunom, na osnovu merenja i sprovedene ankete.

Tabela 3. Indikatori termičkog komfora – PMV i PPD

	Zatvorena učionica bez ventilacije		Učionica sa prirodnom ventilacijom		Klimatizovana učionica	
	PMV	PPD	PMV	PPD	PMV	PPD
Rezultat na osnovu merenja	1.16	33.7	0.33	7.3	0.78	18
Rezultat ankete	1.65	100	0.1	10	0.82	45.2
Srednja vrednost	1.41	66,85	0.215	8.65	0.80	31,60

Iako nije zagađivač, koncentracije CO₂ veće od 1500 ppm ukazuju na slabu ventilaciju. To se jasno može videti u slučaju zatvorene učionice bez ventilacije, kada je protok svežeg vazduha samo 60 m³/h. Slab protok svežeg vazduha za posledicu ima i visoku temperaturu 28.7 °C u učionici, bez obzira na nisku spoljašnju temperaturu (Tabela 2.), što rezultiralo visokim procentom nezadovoljnih od 100 % (Tabela 3.).

U slučaju učionice sa prirodnom ventilacijom, primećuje se pad temperature od 28.7°C do 23.6°C (Tabela 2.), kao i znatno niže koncentracije CO₂ od 925 ppm, nego u zatvorenoj učionici bez ventilacije. Kao rezultat ankete, dobija se neutralan PMV indeks vrednosti 0.1, sa 10% nezadovoljnih.

U slučaju klimatizovane učionice, klima uređaj je postavljen na 16°C sa približnom protokom od 350m³/h. Izmerene vrednosti ne razlikuju se značajno od onih izmerenih u zatvorenoj učionici bez ventilacije. Temperatura je nešto niža i iznosi 27.5 °C, ali je koncentracija CO₂ znatno veća – 5197 ppm (Tabela 3.). Procenat nezadovoljnih ispitanika je visok i iznosi 45,2%.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirana je promena u kvalitetu vazduha i termički komfor u računarskoj učionici. Promene temperature unutrašnjeg vazduha, relativna vlažnost vazduha, koncentracija CO₂ praćene su u učionici i istovremeno je sprovedeno istraživanje među studentima. U radu su analizirana tri slučaja: zatvorena učionica bez ventilacije, učionica sa prirodnom ventilacijom i klimatizovana učionica.

Merenje koncentracija CO₂ u učionici su pokazale da u slučaju zatvorene učionice bez ventilacije i u slučaju klimatizovane učionice, nivo CO₂ dostigao je 3900 ppm, odnosno 5200 ppm, što ukazuje na neadekvatnu ventilaciju. Vrednosti temperature unutrašnjeg vazduha u navedenim slučajevima su takođe visoke, što ukazuje na nedovoljnu klimatizaciju.

Indikatori termičkog komfora pokazuju nepovoljne radne uslove u dva slučaja: zatvorena učionica bez ventilacije i klimatizovana učionica, što rezultira sa visokim PPD i PMV indeksom. U slučaju učionice sa prirodnom ventilacijom pokazatelji termičkog komfora su daleko povoljniji i blizu neutralne vrednosti PMV.

Slučaj učionice sa prirodnom ventilacijom pokazao se kao najbolji po pitanju toplotnog komfora, što dovodi do zaključka da je, pored klimatizacije prostorije, neophodno obezbediti dovod svežeg vazduha sistemom za ventilaciju, obzirom na velike dobitke toplote i vlage, a takođe i CO₂ od ljudi i računara, obzirom da u zimskim uslovima prirodna ventilacija nije uvek moguća.

LITERATURA

- [1] Mendell, M. J., Heath, G. A., *Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature*, Indoor Air, Vol.15, No. 1, pp 27-52, 2005.
- [2] Shaughnessy, R. J., Haverinen-Shaughnessy, U., Nevalainen, A., Moschandreas, D., *A preliminary study on the association between ventilation rates in classrooms and student performance*, Indoor Air, Vol. 16, No. 6, pp 465-468, 2006.
- [3] Feng, L., Clausen, G., Fenger, P.O., *Impact of temperature and humidity on the perception of indoor air quality*, Indoor air, Vol. 8, pp 80-90, 1998.
- [4] Daisey, J. M., Angell, W. J., Apte, M. G., *Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information*, Indoor Air, Vol. 13, No. 6, pp 53-64, 2003.
- [5] Norback, D., Nordstrom, K., Zhao, Z., *Carbon dioxide (CO₂) demand-controlled ventilation in university computer classrooms and possible effects on headache, fatigue and perceived indoor environment: an intervention study*, Int Arch Occup Environ Health, Vol. 86, pp 199–209, 2013.
- [6] ASHRAE. ASHRAE Standard 55: Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers 1992.
- [7] Zhang, G., Zheng, C., Yang, W., Zhang, Q., Moschandreas, D.J., *Thermal Comfort Investigation of Naturally Ventilated Classrooms in a Subtropical Region*, Indoor Built Environ., Vol. 16, No. 2, pp 148-158, 2007.
- [8] URL: http://www.engineeringtoolbox.com/clo-clothing-thermal-insulation-d_732.html
- [9] Recknagel, Sprenger, *Priručnik z grejanje i klimatizaciju, Građevinska knjiga*, Beograd, Srbija, 1984
- [10] URL: http://www.hidmet.gov.rs/eng/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13388

UVEĆANJE KOEFICIJENTA PRELAZA TOPLOTE PRIMENOM PERFORIRANIH
REBARAFORCED CONVECTIVE HEAT TRANSFER ENHANCEMENT WITH PERFORATED
FINS

Mladen Tomić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Aleksandra Boričić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - Rebra predstavljaju važne delove termotehničke opreme. Povećana potražnja za energijom, kao i minijaturizacija zahtevaju bolju kontrolu nad tokovima toplotne energije. U ovom radu se analitički istražuje upotreba perforiranih rebara radi povećanja ekvivalentnog koeficijenta prelaza toplote. Kao model je poslužilo rebro sa šahovskim rasporedom kružnih perforacija konstantnog prečnika i poređeno je sa ekvivalentnim punim rebrom. Analiza je izvršena na osnovu jednodimenzione jednačine za hladeno rebro. Rezultati su pokazali da za određene vrednosti poroznosti, poroznost vodi ka značajnom uvećanju predaje. Veličina porasta za obrađeno područje zavisi uglavnom od geometrijskih parametara, dok je uticaj reynoldsovih brojeva zanemarljiv.

Ključne reči: Perforacije, ploča, poroznost, prenos toplote.

Abstract - Fins represent important components of thermal equipment. Increasing demand for heat, as well as miniaturization demand ever more stringent thermal management. The present work analytically investigates the use of perforated fins to enhance the rate of heat transfer in thermal devices. For a model, a fin with square arranged circular perforations with constant diameter is investigated and compared with its equivalent solid one. Analysis was performed on the ground of one-dimensional equation of cooled fin. The results showed that, for certain values of porosity, the porosity leads to a significant augmentation in heat dissipation. The magnitude of heat dissipation enhancement mainly depends upon the geometrical parameters, while the influence of Reynolds number is insignificant.

Key words: Perforations, plate, porosity, heat transfer.

1. UVOD

Jedna od najvažniji osobina razmenjivača toplote, pored njihove efikasnosti jeste i kompaktnost, odnosno da imaju visok odnos aktivne površine prema zapremini. Potreba za postizanjem visoke efikasnosti i kompaktnosti istovremeno, dovela je do pojave razmenjivača toplote sa perforiranim pločama [1] ili kako se još nazivaju u stranoj literaturi *Matrix Heat Exchangers*. Ovi razmenjivači se sastoje od paketa perforiranih ploča, međusobno razdvojenih odstojećima, čime se osim zaptivenosti obezbeđuje i prostor za strujanje fluida. Ploče su postavljene normalno na pravac strujanja, tako da se obezbeđuje visok koeficijent prelaza toplote. Razmena toplote kod perforiranih pločama se odvija u dva pravca: konduktivno duž ploče i konvektivno između ploče i fluida. Na tokove toplote kod perforiranih ploča uticaj imaju sledeći parametri: poroznost ploče (odnosno odnos površine pora i površine cele ploče), raspored pora (šahovski ili koridorni), oblik pora (kružni, kvadratni i sl.), kao i debljina same ploče [2-10].

Uvećanje prelaza toplote može biti izvedeno povećanjem samog koeficijenta prelaza toplote α , povećanjem kontaktne površine, ili pomoću obe metode. U radovima [11-12], autori

su došli do zaključka da za određene veličine poroznosti, koeficijent prelaza toplote raste u odnosu na ekvivalentnu punu ploču. U ovom radu će se razmatrati odnos predate količine toplote pune i perforirane ploče. Kao model će poslužiti kvadratna aluminijumska ploča stranica 400 mm i debljine 2 mm, poroznosti od 0 do 0,3, koju opstrujava vazдушna struja brzine od 0,15 do 0,4 m/s, odnosno pri reynoldsovim brojevima od 4000 do 1000 za punu ploču. Rad je organizovan na sledeći način: u poglavlju 2 je dat pregled izraza za računanje koeficijenta prelaza toplote sa površine cele ploče, odnosno sa delova ploče (sa prednje strane, zadnje strane i otvora), u poglavlju 3 je analitički sračunato temperaturno polje u ploči i u poglavlju 4 su dati rezultati i diskusija.

2. PREGLED ISTRAŽIVANJA PRENOSA TOPLOTE KOD PERFORIRANIH PLOČA

Prelaza toplote kod perforiranih ploča se odigrava na trima kontaktnim površinama: prednjoj površini ploče na koju fluid nailazi, unutrašnjoj površini perforacija i zadnjoj strani ploče. Grupa autora okupljena oko Burungera [13] je izučavala efikasnost svake od kontaktnih površina perforirane ploče. U njihovoj studiji su razmatrali ploče sa visokim

odnosom koraka i prečnika perforacija (>6.67) i došli su do zaključka da oko 62% ukupnog porasta temperature se odigrava na prednjoj strani ploče, 28% u otvorima i oko 10% na zadnjoj strani ploče.

Prelaz toplote sa prednje strane ploče su detaljno ispitivali Sparrow i Ortiz [14]. U njihovim istraživanjima su varirali reynoldsov broj u odnosu na otvore i odnos koraka i prečnika otvora. Predloženi nuseltov kriterijum je u funkciji reynoldsovog i prantlovog broja, ali karakteristična dužina u nuseltovom kriterijumu je odnos ukupne površine strane cele ploče podeljen sa korakom:

$$Nu = 0.881 Re^{0.476} Pr^{0.333}, 2000 < Re < 20000, \quad (1)$$

$$Nu = \frac{\alpha A}{\lambda s}. \quad (2)$$

Ovi rezultati pokrivaju ograničenu oblast gde je relativan korak $2 < s/d < 2.5$. Dorignac je sa grupom autora sproveo seriju oglada sa strujanjem vazduha za reynoldsove brojeve od 1000 do 1200, pri čemu je došao do kriterijalne jednačine

$$Nu = 1.202 (s/A^{0.5})^{1.789} (s/d)^{0.163} Re^{0.409}, \quad (3)$$

gde je karakteristična dužina u nuseltovom i reynoldsovom kriterijumu odnos površine i koraka otvora [15]. Za prelaz toplote sa prednje strane perforirane ploče Kutscher je dao sledeći izraz [16]:

$$Nu = 2.37 Re^{0.43}. \quad (4)$$

Kod perforiranih ploča sa kružnim otvorima, strujanje kroz otvore se uopšteno može smatrati termički i hidraulički nerazvijenim, sa visokim koeficijentom prelaza toplote. Koeficijent prelaza toplote se može sračunati na sledeći način [17]

$$\alpha = \zeta 0.0465 Pe^{0.75} \lambda / d \quad (5)$$

gde je ζ funkcija dužine L otvora i dužine potrebne da se strujanje razvije L' , koje je jednako

$$L' = 0.015 Pe \cdot d. \quad (6)$$

Zavisnost koeficijenta ζ od dužine otvora se zadaje tabelarno (Tabela 1).

Tabela 1. vrednost koeficijenta ζ

L/L'	0	0,01	0,05	0,1	0,2
ζ	∞	1,26	1,16	1,12	1,08
L/L'	0,4	0,6	0,8	1,0	∞
ζ	1,05	1,03	1,01	1,00	1,00

Prelaz toplote sa zadnje strane perforirane ploče je visok zbog separacije toka fluida i rezultujuće turbulencije. Nuseltov kriterijum za zadnju stranu ploče, gde je karakteristična dužina korak otvora [16]:

$$Nu = 2.67 + 0.0425 Re. \quad (7)$$

Srednja vrednost prelaza toplote može biti definisana kao

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}. \quad (8)$$

Pri računanju koeficijent prelaza toplote za perforiranu ploču korišćeni su izrazi (4), (5) i (7), dok su koeficijenti prelaza toplote osrednjavan po jednačini (8).

3. ODREĐIVANJE TEMPERATURNOG POLJA U PLOČI

Za rebro konačne dužine l diferencijalna jednodimenziona jednačina koja opisuje promenu temperature glasi:

$$\frac{d^2 T}{dx^2} - \frac{\alpha O}{\lambda A} T = 0, \quad (9)$$

odnosno, ako se zbog lakšeg računanja uvede smena

$$\frac{\alpha O}{\lambda A} = m^2, \quad (10)$$

rešenje jednačine (9) glasi:

$$\frac{T - T_\infty}{T_A - T_\infty} = \frac{\cosh(n(l-x))}{\cosh(nl)}, \quad (11)$$

gde je T_∞ temperatura nadolazeće vazdušne struje i T_A temperatura grejanog kraja, koji se održava na konstantnoj temperature, dok je drugi kraj adijabatski izolovan. Kod punih ploča, nuseltov kriterijum se računa kao

$$Nu = 0.228 Re^{0.731} Pr^{0.333}, \quad (12)$$

U slučaju perforiranih ploča, ekvivalentan koeficijent provođenja toplote se može dati u obliku [19, 20]:

$$\frac{\lambda_{ek}}{\lambda} = \frac{1-p}{1+p}. \quad (13)$$

gde je karakteristična dužina u nuseltovom kriterijumu i reynoldsovom broju dužina ploče [21]. Na osnovu svega izloženog, količina toplote koja se oslobodi sa ploče jednaka je:

$$\dot{Q} = \alpha \int_A (T - T_\infty) dA, \quad (14)$$

odnosno, ako osrednjimo temperaturu T po površini ploče

$$\dot{Q} = \alpha A (\bar{T}_{pl} - T_\infty). \quad (15)$$

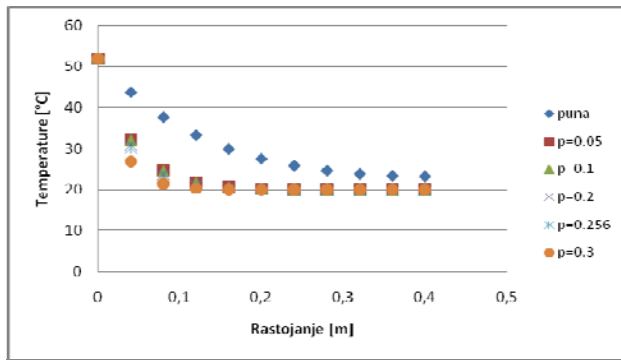
gde je \bar{T}_{pl} srednja temperatura ploče i T_∞ temperatura slobodne struje vazduha.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

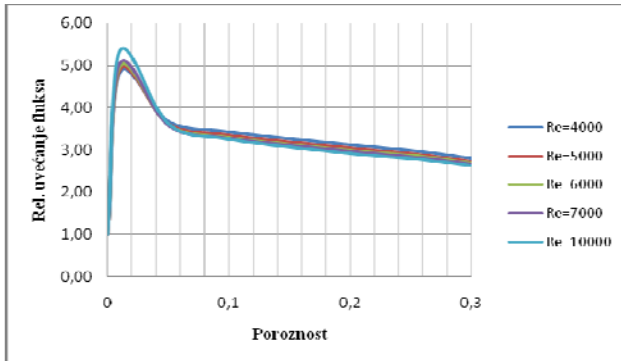
Na osnovu temperaturnog polja i odgovarajućih koeficijenata prelaza toplote, može se sračunati toplotni fluks. Relativna vrednost uvećanog toplotnog fluksa u donosu na toplotni fluks perforirane ploče je jednaka

$$\dot{Q}^* = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{puna}}. \quad (16)$$

Na slici 1 je prikazan profil temperatura za rebro poroznosti od 0 do 0.3 za temperatura. Kako se može videti, već pri malim vrednostima poroznosti, dolazi do znatnog temperaturnog pada, donosno predate količine toplote. Relativan odnos toplotnih flukseva u funkciji reynoldsovog broja ekvivalentne pune ploče je prikazan na slici 2.



Slika 1. Profil temperature u punom i perforiranom rebru.



Slika 2. Relativan odnos toplotnih flukseva za različite vrednosti reynoldsovih brojeva ekvivalentne pune ploče.

Provlačenjem krive kroz srednje vrednosti relativnih toplotnih flukseva pomoću programa LAB fit [21], dolazi se do izraza

$$\dot{Q}^* = \frac{A+p}{B+Cp^2} + D, \quad (17)$$

pri čemu je dobijeni koeficijent determinacije $R^2 = 0.997$. Vrednosti koeficijenata su prikazani u tabeli 2. Grafik na slici 2 prikazuje značajan skok predate toplote za ploče ultra niske poroznosti ispod 5%. Ovo može biti posledica drugačijeg strujnog procesa koji zahteva drugačiji matematički aparat, te će se u analizi ovaj deo zanemariti, dok se za poroznosti veće od 5%, može se primetiti lagani pad prenete količine toplote.

Tabela 2. Koeficijenti jednačine (17)

Koeficijent	Vrednost
A	-0.2970-03
B	0.2370E-03
C	0.1355E+02
D	0.2254E+01

5. ZAKLJUČAK

Uvećanje koeficijenta prelaza toplote predstavlja složenu funkciju termičkih osobina ploče, debljine ploče, njene poroznosti, kao i vrste i rasporeda perforacija. Zbog složenosti problema razmatrana je kvadratna ploča, dimenzija 400x400x2 mm sa kvadratnim rasporedom perforacija. U analizi je pokazano da se perforiranjem rebara

količina predate toplote okolnoj sredini može višestruko uvećati, dok se posebna pažnja treba posvetiti graničnim slučajevima, kada poroznost teži vrednosti nula, odnosno jedinici.

LITERATURA

- [1] McMahon, H. O., Bowen R. J., Bleye Jr., G. A. (1950). A perforated plate heat exchanger. *Trans ASME*, vol. 72, p. 623-632,
- [2] Ornatkii, A.P., Perkov, V.V., Khudzinskii, V.M. (1983). Experimental study of perforated plate heat exchanger for micro cryogenic systems (in Russian) *Promish Teplo Tekhn* 5 pp. 28 - 33.
- [3] Mikulin, E.I., Shevich, Yu. A., Potapov, V. N., SoIntsev, M. Va., Yusova, G.M. (1980). Study of matrix-type heat exchangers made of perforated plates, *Chemical and petroleum engineering*, vol. 16, no. 9, pp. 514-519.
- [4] Orlov, V. K., Shevyakova, S. A., Valeev, G.W. (1978). Heat exchange and hydraulic resistance in perforated-plate heat exchangers. *Chemical and petroleum engineering*, vol. 14, no. 8, pp. 701-704.
- [5] Shevyakove, S. A., Orlovs, V. K. (1983) Study of hydraulic resistance and heat transfer in perforated-plate heat exchangers, vol. 45, no. 1, pp. 734-737.
- [6] Bannon J. M., Piersall C. H. Jr., Pucci P. F. (1965). Heat transfer and flow friction characteristics of perforated nickel plate-fin type heat transfer surfaces. Technical report no. 52, United States naval Postgraduate School, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/467052.pdf>.
- [7] Hubbel, R., Cain, C.L. (1986). New heat transfer and friction factor design data for perforated heat exchanger, *Advanced Cryogen Engineering* 31 pp. 394 - 418.
- [8] Krishnakumar K., Venkataratham G. (2003). Transient testing of perforated plate matrix heat exchangers. *Cryogenics*, vol. 43, no. 2, pp. 101-109.
- [9] Venkataratham G., Sarangi S. (1990). Matrix heat exchangers and their application in cryogenic system, *Cryogenics*, vol. 30, no. 11, pp. 907 - 918.
- [10] Linghui, G., Tingwei, G., Jichuan, H., Tingying, Z., (1996). The Effect of the geometric parameters of a perforated plate on its heat transfer characteristics. *Cryogenics*, vol. 36, no. 6, pp. 443-446.
- [11] Al-Essa A.H., (2012) Augmentation of heat transfer of a fin by rectangular perforations with aspect ratio of three, *International Journal of Mechanics and Applications*, vol. 2, no. 1, pp. 7-11.
- [12] Al-Essa A.H., Al-Hussien F.M.S. (2004) The effect of orientation of square perforations on the heat transfer enhancement from a fin subjected to natural convection, *Heat and Mass Transfer*, vol. 40, no. 6-7, pp. 509-515.
- [13] Brunger A.P., (2001) Hollands K.G.T., Van Decker G.W.E., Heat-exchange relations for unglazed transpired solar collectors with circular holes on a square or triangular pitch, *Solar Energy*, vol. 71, no. 1, pp. 33-45.
- [14] Sparrow E.M., Ortiz M.C., (1982) Heat transfer coefficients for the upstream face of a perforated plate positioned normal to an oncoming flow, *International Jour-*

- nal of Heat and Mass Transfer*, vol. 25, no. 1, pp. 127-135.
- [15] Dorignac E., Vullierme J.J., Broussely M., Foulon C., Makkadem M., (2005) Experimental heat transfer on the windward surface of a perforated flat plate, *International journal of thermal science*, vol. 44, no. 5, pp. 885-893.
- [16] Kutscher C. F. (1992), *An investigation of heat transfer for air flow through low porosity perforated plates*. Dissertation, University of Colorado at Boulder, 1992., 289 p.
- [17] Schmidt E., Groeber H., Neumann K., (1971) *Nauka o toploti*, Mašinski fakultet Beograd, Jugoslavija, pp. 605-734.
- [18] Maxwell, J. C. A (1873) *Treatise on Electricity and Magnetism*, Vol. 1, Clarendon Press, Oxford, UK
- [19] Rayleigh, Lord (Strutt, J. W.) (1882) On the influence of obstacles arranged in a rectangular order upon the properties of medium, *Phil Mag*, pp. 481-502.
- [20] URL: <http://www.pathways.cu.edu.eg/ec/text-pdf/part%20b-9.pdf>
- [21] Silva, W.P. and Silva, C.M.D.P.S., LAB Fit Curve Fitting Software (Nonlinear Regression and Treatment of Data Program) V 7.2.48 (1999-2011), online, available from world wide web: <www.labfit.net>, date of access: 2013-08-11.

TEHNIČKO REGULISANJE PEŠAČKIH TOKOVA U CENTRALNOJ GRADSKOJ ZONI NIŠA

TECHNICAL REGULATION PEDESTRIAN FLOWS IN THE CENTRAL AREA OF THE CITY OF NIS

Milan Stanković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Dejan Bogičević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Dušan Radosavljević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Nada Stojanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu predstavljen je način odvijanja pešačkih tokova u centralnoj zoni grada, na mestu ukrštanja glavne pešačke ulice preko kolovoza na kome se kreću vozila u oba smera. Prostorna raspodela atraktivnih sadržaja u centru grada uslovljava kretanje velikog broja ljudi koja imaju različitu svrhu. Iako postoji izgrađen podzemni prolaz za pešake, on nije dovoljno iskorišćen. Stanovnici grada i dalje koriste kolovoz kao najlakši, ali ne i najbezbedniji način prelaska ulice. Njihova svest se isključivo temelji na zadovoljenju svojih potreba, ali i bezobzirnosti zbog vremenskih gubitaka prema ljudima u autobusima, putničkim automobilima, taxi vozilima, koji moraju da čekaju da bi pojedinci prešli ulicu. Zbog ovakve saobraćajne (ne)kulture, rukovodstvo grada je smatralo da bi trebalo postaviti pešački prelaz. To nije bilo dovoljno, pa je uvedena i svetlosna signalizacija!

Ključne reči: Pešaci. Podzemni prolaz. Pešački prelaz. Vreme čekanja.

Abstract - This paper presents a way in which pedestrian flows in the central area of the city, at the junction of the main pedestrian street through roadway in which vehicles are moving in both directions. Spatial distribution of the interesting attractions downtown causes movement of a large number of people who have a different purpose. Although there is an underground passage for pedestrians, it is not used enough. Residents of the city continue to use the roadway as the easiest, but not the safest way of crossing the street. Their consciousness is exclusively based on the satisfaction of their needs, because of the ruthlessness of time loss of the people in the buses, passenger cars, taxis, who must wait for individuals to cross the street. Because of this traffic (un)culture, management of the city was of the opinion that they should set up a pedestrian crossing. It was not enough, so they introduced light signals!

Key words: Pedestrians. Underground passage. Pedestrian crossing. Waiting time.

1. UVOD

U mnogim delovima sveta, saobraćaj je, uopšte uzevši, organizovan. To podrazumeva petlje, saobraćajne signale i znake na raskrsnicama tako da olakšaju protok vozila. U saobraćaju mogu učestvovati vozila na motorni pogon, vozila bez sopstvenog pogona (bicikli) i pešaci. Saobraćajnim signalima moguće je usaglašavanje i sa ostalim vidovima saobraćaja.

Ranjivi korisnici puta su oni koji često stradaju zbog uloge koju u saobraćaju imaju a ne zbog svojih umanjjenih psihofizičkih sposobnosti. Pešaci, biciklisti i motociklisti spadaju u najranjivije kategorije korisnika puta. Prema studiji Centra za transport Univerziteta u Londonu, prosečno na 100 miliona km pešačenja (lica starijih od 5 godina) nastrada 411 pešaka ili na 100 miliona prelaza preko puta nastrada 66 pešaka [1].

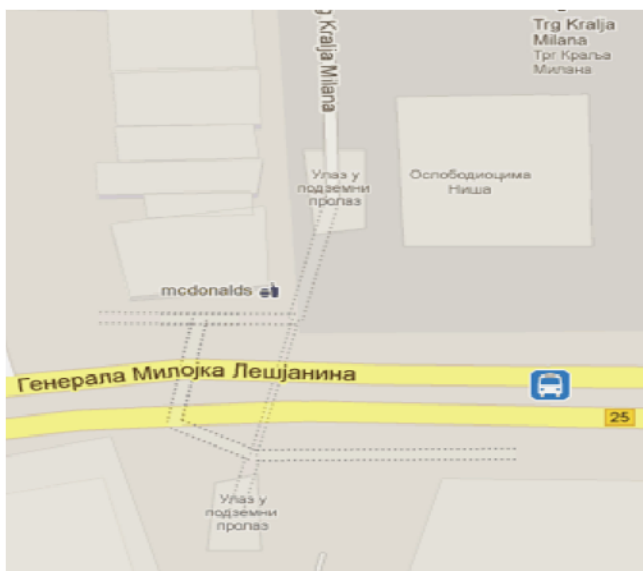
Pešaci su ranjivi kada se nađu u sukobu sa motornim vozilima na konfliktnim tačkama prelazka preko kolovoza, naročito mladi, stariji, invalidi i lica koja su pod uticajem alkohola iz razloga što ponašanje na kolovozu spada u visokonormirane oblasti, dok na površinama za kretanje pešaka to nije slučaj [2].

Preko 80% stradanja pešaka je u naseljenim mestima, u jesenjem i zimskom periodu zbog težeg uočavanja pešaka i klizavog kolovoza. U toku dana najčešća stradanja pešaka su zabeležena u popodnevnom časovima tj. po završetku radnog vremena i uveče prilikom izlazaka[3].

Iako izgleda bezazlen, problem povezivanja pešačke zone koja je presečena saobraćajnicom bulevarskog tipa, uz prisustvo adekvatnih podzemnih prolaza, očigledno predstavlja enigmnu za gradsku administraciju i upravljača puta.

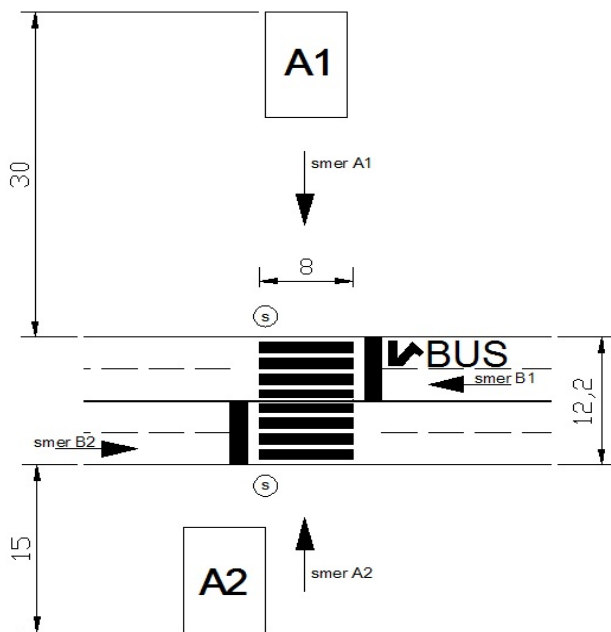
2. KARAKTERISTIKE MESTA ISTRAŽIVANJA

Početkom 2012. godine na inicijativu Gradonačelnika grada Niša i gradskog veća, uprava za komunalne delatnosti, energetiku i saobraćaj donosi rešenje kojim se postavlja pešački prelaz u centru grada regulisan semaforom, i ako postoje četiri funkcionalna podzemna prolaza sa invalidskim liftovima, pokretnim stepenicama, osvetljenjem i funkcionalnim video nadzorom.



Slika 1. Bliži prikaz mesta istraživanja.

Ulica Generala Milojka Lešjanina i Vožda Karađorđa predstavlja glavnu saobraćajnicu u užem gradskom centru koja prikuplja saobraćajne tokove sa prilaznih puteva. Radi se o četvortračnoj saobraćajnici koja svojim pružanjem i geometrijom pogoduje većim brzinama. Takođe, veoma važna činjenica je da se u neposrednoj blizini nalazi autobusko stajalište gradskog prevoza. Skica razmeštaja podzemnih prolaza, poožaja pešačkog prelaza i ostalih elemenata, data je na sl. 2.



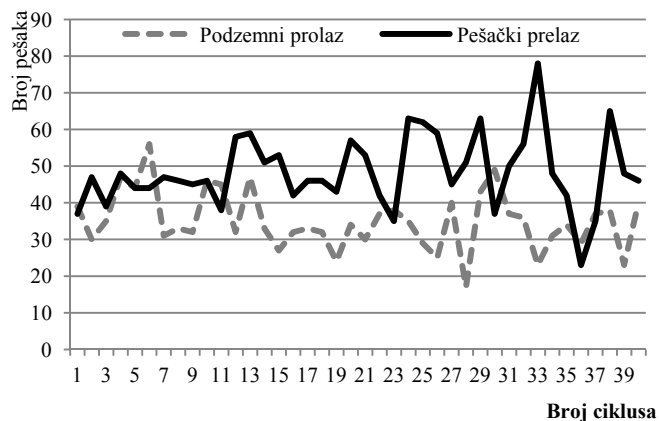
Slika 2. Skica posmatranog pešačkog prelaza sa prostornim razmeštajem pratećih elemenata.

Prilikom istraživanja vršeno je snimanje kamerom sa hotela Ambassador. Snimanje je izvršeno danju u trajanju od 120 minuta, od kojih je 60 minuta saobraćaj sniman u vršnom i 60 minuta u van vršnom periodu. Za vršni period uzeto je vreme od 13:30-14:30 časova. Naknadnim brojanjem iz laboratorije utvrđen je protok saobraćaja, intezitet motornog i pešačkog saobraćaja. Sva brojanja su uneta tabelarno, na osnovu kojih je obrađeno celokupno stanje na samom pešačkom prelazu. Pored brojanja sa snimka, vršeno je i brojanje pešačkih tokova kroz podzemni prolaz.

Vreme trajanja jednog ciklusa iznosi 89 sekundi od kojih je 13 sekundi zeleno svetlo za pešake i 13 sekundi zaštitno vreme za pešake. Prosečno vreme koje je potrebno pešačkom prolazu od ulaza A1 do ulaza A2 iznosi 76 sekundi.

3. PONAŠANJE PEŠAČKIH TOKOVA I NJIHOV UTICAJ NA OSTALE UČESNIKE U SAOBRAĆAJU

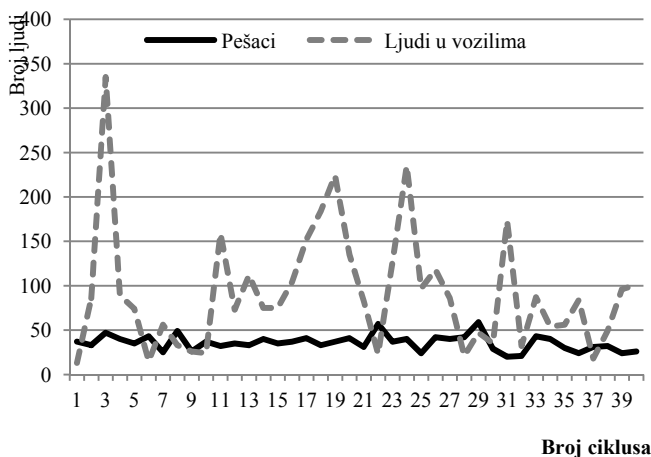
Nakon izvršenog snimanja i obrade podataka, prešlo se na analizu i komentarisane dobijenih rezultata. U obzir su uzeti uticaji kretanja i ponašanja pešaka na samom pešačkom prelazu kao i pešačkih tokova koji se odvijaju kroz podzemni prolaz, za koji je prethodno izmereno minimalno potrebno vreme za prelaz sa jednog kraja na drugi.



Slika 3. Odnos broja pešaka koji prelaze ulicu na pešačkom prelazu i kroz podzemni prolaz u vršnom periodu.

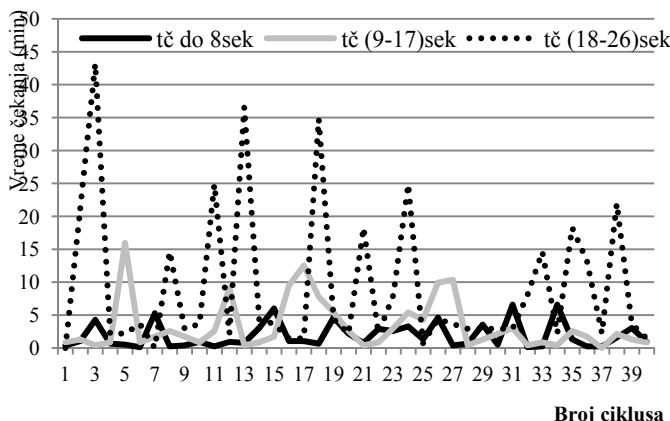
Na slici 3 uočava se da je veći broj ljudi koji prelaze ulicu na posmatranom pešačkom prelazu nego što koristi podzemni prolaz. Period snimanja od 60 minuta u vršnom satu podeljen je na cikluse shodno radu semafora. Minimalan broj ljudi koji je prošao kroz podzemni prolaz je 17 u 28. ciklusu, a maksimalan broj je 56 u 6. ciklusu. Minimalni broj ljudi koji je prešao preko pešačkog prelaza je 23 u 36. ciklusu, maksimalni broj ljudi je 78 u 33. ciklusu.

Veoma bitan faktor kome se posebno posvetila pažnja jeste vreme čekanja ljudi odnosno putnika u automobilima, autobusima, taxi vozilima... Ovi vremenski gubici se odražavaju i na pojedine društvene aktivnosti života pomenutih ljudi. Uzmimo na primer da se u posmatranom vršnom satu u autobusu, koji na semaforu čeka zeleno svetlo za prolaz, nalazi 50 putnika. Vreme nastupanja pešaka na kolovoz i zaštitno vreme na kraju pešačke faze iznose ukupno 26 sekundi. To je vreme koje putnici u autobusu moraju da sačekaju. Tako dobijamo vrednost od 22 minuta koje su svi putnici u posmatranom autobusu izgubili zbog grupice nemarnih pešaka.



Slika 4. Međusobni odnos broja pešaka koji prelaze pešački prelaz i ljudi u vozilima koji čekaju da prođu u vršnom satu.

Skokovite promene dve kategorije ljudi koje su bile predmet posmatranja, vidljive su na slici 4. Dok se broj pešaka kreće u granicama od 20 do 60 po ciklusu u vršnom satu, broj ljudi koji čeka u vozilima daleko je veći. Minimalan broj pešaka je 20 u 31. ciklusu, a maksimalni broj je 59 u 29. ciklusu. Minimalan broj ljudi u vozilima je 13 u 1. ciklusu, a maksimalni broj je 335 u 3. ciklusu.



Slika 5. Vremenski gubici putnika u vozilima čije je vreme čekanja podeljeno po intervalima u zavisnosti od trenutka dolaska na crveno svetlo u vršnom satu.

Vreme čekanja ljudi odnosno putnika u vozilima radi preciznije analize, podeljeno je u tri intervala. Razlog tome je taj što sva vozila nisu došla na početku crvenog svetla u prvih nekoliko sekundi, niti su sva vozila došla na isteku vremena trajanja crvenog svetla. Maksimalno vreme čekanja od 26s analogno je vremenu trajanja pešačke faze sa zaštitnim vremenima.

Minimalno vreme čekanja ljudi u vozilima u periodu do 8s iznosi 0,13min u 6. i 32. ciklusu, maksimalno vreme čekanja u istom periodu iznosi 6,60min u 31. i 34. ciklusu. Minimalno vreme čekanja ljudi u vozilima u periodu od 9-17s iznosi 0,43min u nekoliko ciklusa naizmenično, a maksimalno vreme čekanja u istom periodu iznosi 15,98 min u 5. ciklusu. Minimalno vreme čekanja ljudi u vozilima u periodu od 18-26s iznosi 0,73min u 25. ciklusu, a maksimalno vreme čekanja u istom periodu iznosi 43,19min u 3. ciklusu.

4. POSLEDICE POSTOJANJA POSMATRANOG PEŠAČKOG PRELAZA U CENTRU NIŠA

Činjenica da je predmetni pešački prelaz postavljen, na kome je kasnije uvedena svetlosna signalizacija, predstavljao idealno rešenje od strane gradskog rukovodstva, nakon izvršenog snimanja pokazalo se da je sasvim suprotno. Prividna slika dobre organizacije usklađenosti pešačkih i vozačkih tokova, u dubini krije mnogo veći stepen stihijskog urušavanja jednog dela sistema.

Zato će u sledećem delu biti predstavljeni rezultati dobijeni snimanjem na terenu i obradom podataka. Vrednosti obrađenih parametara prikazani su posebno po periodima i to za van vršni period od 10:00 do 11:00 časova, i za vršni period od 13:30 do 14:30 časova.

4.1. REZULTATI ISTRAŽIVANJA VRŠNOM PERIODU

- Ukupan broj ljudi koji je prešao preko pešačkog prelaza u smeru A1 iznosi **1124**.
- Ukupan broj ljudi koji je prešao preko pešačkog prelaza u smeru A2 iznosi **813**.
- Odnos broja ljudi u % koji je prešao preko pešačkog prelaza je **A1:A2=58,03:41,97**.
- Ukupan broj ljudi koji je prošao kroz podzemni prolaz u smeru A1 iznosi **855**.
- Ukupan broj ljudi koji je prošao kroz podzemni prolaz u smeru A2 iznosi **548**.
- Odnos broja ljudi u % koji je prošao kroz podzemni prolaz je **A1:A2=60,95:39,05**.
- Ukupan broj ljudi iz smera B1 i smera B2 koji je gubio vreme zbog čekanja prelaska pešaka preko pešačkog prelaza iznosi **2373**.
- Ukupno vreme čekanja svih ljudi u vozilima iznosi **6,23** sata.
- Ukupno vreme čekanja pešaka na zeleno svetlo iznosi **10,68** sati.

4.2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA U VAN VRŠNOM PERIODU

- Ukupan broj ljudi koji je prešao preko pešačkog prelaza u smeru A1 iznosi **882**.
- Ukupan broj ljudi koji je prešao preko pešačkog prelaza u smeru A2 iznosi **527**.
- Odnos broja ljudi u % koji je prešao preko pešačkog prelaza je **A1:A2=62,59:37,41**.
- Ukupan broj ljudi koji je prošao kroz podzemni prolaz u smeru A1 iznosi **1060**.
- Ukupan broj ljudi koji je prošao kroz podzemni prolaz u smeru A2 iznosi **516**.
- Odnos broja ljudi u % koji je prošao kroz podzemni prolaz je **A1:A2=62,75:37,25**.
- Ukupan broj ljudi iz smera B1 i smera B2 koji je gubio vreme zbog čekanja prelaska pešaka preko pešačkog prelaza iznosi **3666**.
- Ukupno vreme čekanja svih ljudi u vozilima iznosi **9,62** sata.
- Ukupno vreme čekanja pešaka na zeleno svetlo iznosi **7,76** sati.

5. ZAKLJUČAK

Jedan od većih problema u gradu Nišu predstavlja neadekvatna regulacija prolazaka vozila i pešaka u centru Niša. Sagledavajući celokupno stanje sa aspekta nesmetanog odvijanja saobraćaja, ustanovljeno je da pešački prelaz u centru grada nema adekvatnu funkciju, tako da se njegovo dalje postojanje dovodi u pitanje. Na ovom pešačkom prelazu dolazi do konflikta pešačkih i vozačkih tokova koji su u vršnom periodu veoma izraženi te dolazi do zagušenja saobraćaja. Negativni efekti koji se javljaju kao posledice ovakvog stanja su nervoza kod vozača i pešaka, vremenski gubici učesnika u saobraćaju, kao i sa ekološke strane zagađenje čovekove okoline izduvnim gasovima i bukom. Konflikti između pešaka i vozača su svakodnevni.

Iz celokupnog istraživanja koje je sprovedeno u cilju opravdanosti pešačkog prelaza, dolazi se do zaključka da postojanje pešačkog prelaza u znatnoj meri otežava odvijanje saobraćaja i smanjuje kapacitet saobraćajnice.

Da bi ova rešenja ostvarili potrebne su dve faze:

1) Pre ukidanja pešačkog prelaza potrebno je najpre osposobiti podzemni prolaz u potpunosti. U to spada: popravka postojećih liftova za osobe sa invaliditetom i ljude sa kolicima za decu, održavanje čistoće preko celog dana i ugraditi osvetljenje podzemnog prolaza, kako bi u njemu bio

prijatan ambijent i samim tim privlačio veći broj ljudi da prolazi kroz njega.

2) Uklanjanje pešačkog prelaza sa pomenute ulice, i ponovno vraćanje žardinjera do ulice kako bi se maksimalno sprečio prelazak pešaka preko ulice.

Sagledavajući vremenske gubitke učesnika u saobraćaju, putnika i pešaka, smatra se da bi predloženo rešenje u mnogome doprinelo kvalitetnijem odvijanju saobraćaja, povećanju protoka i brzine saobraćanog toka, a samim tim i smanjenju čekanja i gužvi na pomenutoj deonici.

LITERATURA

- [1] M. Veselinović, V. Popović, D. Bogičević, M. Stanković, „Tehničko regulisanje saobraćaja kao upravljачka funkcija rizika“, Savetovanje sa međunarodnim učesćem na temu: Saobraćajne nezgode, pp. 48-58, Zlatibor, 2013.
- [2] M. Inić, Bezbednost drumskog saobraćaja, FTN, Novi Sad, 2004.
- [3] D. Chang, National Pedestrian Crash Report (DOT HS 810 968). National Highway Traffic safety Administration.

PRIMENA ZGRADA ZA PARKIRANJE U KONTEKSTU ODRŽIVOG RAZVOJA APPLICATION OF PARKING FACILITIES IN CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Aleksandra Marinković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Tomislav Marinković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - *Veliki broj i učestalo korišćenje automobila čini ih ozbiljnim zagađivačima pa su vremenom postali deo problema očuvanja životne sredine. Zgrade za parkiranje, pored osnovne funkcije- odlaganja prevoznih sredstava dok se ne pojavi potreba za njihovom ponovnom upotrebom; u zavisnosti od toga kako su projektovane i primenjene, mogu na različite načine da umanje negativni uticaj vozila ili čak da predstavljaju deo rešenja problema. Održivost zgrada za parkiranje dotiče niz međusobno povezanih tema i aspekata, u sagledavanja očuvanja životne sredine, kao i različita rešenja primenjena u njihovom projektovanju. Zgrade za parkiranje su često prve zgrade kod kojih se primenjuju nova projektna i tehnički usavršena rešenja kako bi se udovoljilo stalno promenljivim praktičnim zahtevima tržišta, jer su lako prilagodljive različitim unutrašnjim i spoljašnjim transformacijama.*

Ključne reči: Vozila, zgrade za parkiranje, transport, životna sredina, održivost.

Abstract - *Automobiles are currently considered to be a serious peril to the environment, due to constant increase in number and frequency of use. Parking facilities, along with their primary purpose - putting off vehicles until next use; depending on the manners they were constructed and used, can alleviate influence of traffic on environment or can even be part of a solution. Design of sustainable parking facilities is linked with several mutually connected topics and ways of their perception as well as various applied solutions. There are several manners in which parking facilities can be used in environmental preservation. Parking facilities are sort of buildings where new design and technical solutions are frequently introduced for the first time in effort to meet practical demands of constantly changing market, being easily adaptable to different internal and external transformations.*

Key words: Vehicles, parking facility, transportation, environment, sustainability.

1. UVOD

Automobili, zbog izduvnih gasova koje ispuštaju u vazduh i stalnog povećanja njihovog broja, danas predstavljaju ozbiljnu pretnju po životnu sredinu. Paradoksalno, kada su se pojavili, početkom XX veka, tadašnje gradsko stanovništvo ih je smatralo spasonosnim za životnu sredinu. Njihovom pojavom prekinuto je taloženje životinjskog izmeta i leševa uginulih tovarnih životinja na ulicama, što je u to doba, zbog potencijalnog izbijanja zaraze, predstavljalo ozbiljnu opasnost po zdravlje ljudi [1]. U novije vreme međutim, veliki broj i učestalo korišćenje automobila čini ih važnim delom problema očuvanju prirode. Zgrade za parkiranje, pored osnovne funkcije - odlaganja prevoznih sredstava dok se ne pojavi potreba za njihovom ponovnom upotrebom; u zavisnosti od toga kako su projektovane i primenjene, mogu da umanje pretnju koju automobili predstavljaju za životnu sredinu ali i da predstavljaju deo rešenja ovog problema. Održivost zgrada za parkiranje dotiče niz međusobno povezanih tema i načina sagledavanja ovog problema kao i različita rešenja primenjena u njihovom projektovanju. Prilikom izgradnje zgrada, tokom perioda rada

i tekućeg održavanja utroši se velika količina energije. U ovom radu će biti analizirani praktični pristupi održivom projektovanju koji se mogu primeniti u procesu projektovanja zgrada za parkiranje, kako bi se, direktno ili indirektno, smanjio negativni uticaj vozila na životnu sredinu.

Kod projektovanja održivih zgrada za parkiranje, namera je da se kreiraju zgrade koje će biti funkcionalne i estetski prihvatljive a da njihovo uklapanje u postojeće građevinske i tehničke regulative što manje utiče na postojeću životnu sredinu. Neophodno je angažovati stručnjaka iz oblasti održivog projektovanja već na samom početku projektnog procesa. Ovakav pristup omogućava da se svi aspekti odlučivanja sagledaju iz ugla održivosti - organizacija prostora, izbor konstrukcije i materijala, izbor opreme zgrade, ali i da se tim pravcem nastavi tokom celog životnog veka zgrade, njenog održavanja, restauracije i eventualnog izmeštanja cele strukture. Neki od načina na koje zgrade za parkiranje mogu da se primene u kontekstu očuvanja životne sredine navedeni su u tekstu koji sledi.

2. PRIMENA ZGRADA ZA PARKIRANJE U CILJU OČUVANJA ŽIVOTNE SREDINE

Upotreba zgrade za parkiranje, umesto velike površine parking prostora, je početni korak u smeru ostvarenja održive izgrađene sredine. Obezbeđivanjem većeg broja parking mesta na ograničenoj površini parcele, zauzima se manja površina tla u osnovi, koje može biti iskorišćeno u druge svrhe ili pretvoreno u zelenu površinu.

Od pojave automobila na njih se gleda na dva načina. Jedni ih smatraju običnim mašinama a za druge su asocijacija za slobodu i pokretljivost, koja se ima dok se automobil vozi. Ove dve ideje o automobilima su u osnovi nastanka dva različita tipa zgrada za parkiranje – mehanizovane i zgrade sa rampama. Druga podela je na nadzemne i podzemne strukture.

U centralnim gradskim zonama, sa velikim koeficijentom izgrađenosti, gde je površina lokacije ograničavajući faktor i nije moguća, ili je teško izvodiva, uporeba zgrade za parkiranje sa rampom, izvode se zgrade sa automatizovanim parkiranjem. Realizacija ovakvog tipa zgrade je skuplja ali je, u gusto izgrađenim zonama, ekonomski isplativa zbog frekventnosti protoka automobila kroz zgradu. Prednosti automatizovanog parkiranja su: mogućnost smeštanja većeg broja vozila na istoj površini, odsustvo pešačkog pristupa unutrašnjosti zgrade - što znatno smanjuje vreme ostavljanja i uzimanja vozila dok je, u odnosu na klasične zgrade za parkiranje, potreban manji broj radnika za nadgledanje vozila.

Postoje različiti konstruktivni i funkcionalni tipovi automatizovanog mehaničkog sistema parkiranja, kao što je podzemni sistem - interpolovan među temelje već postojeće zgrade druge namene ili nadzemne konstrukcije - koje se izgledom fasada i arhitektonskim sklopom uklapaju u okolno urbano tkivo.

Jedan od najjednostavnijih načina da se projektuje održivo je da se pažljivim analiziranjem potreba i posmatranjem navika vozača, u delu grada gde je predviđena izgradnja zgrade za parkiranje, proceni stvarna potreba za brojem parking mesta. Minimalne dimenzije zgrade zahtevaju manju površinu prostora, manje utrošenog materijala i manji utrošak energije pri izgradnji strukture. Sve ovo umanjuje inicijalne troškove izgradnje. Kada se u izradu studije izvodljivosti, u početnoj fazi izrade projekta, uloži dovoljno truda i potrebnog stručnog znanja to kasnije dovodi do značajne uštede tokom čitavog životnog veka zgrade.

Ukoliko se zgrada projektuje u skladu sa stvarnim potrebama na terenu, obezbeđujući minimalan potrebni broj parking mesta i minimalnu veličinu zgrade; a pritom se koriste trajni materijali, prostor se organizuje tako da bude visoko funkcionalan i primeni se kvalitetna tehnička oprema zgrade, dobijeni rezultat je da se kroz smanjenu količinu utrošenog materijala i energije za izgradnju zgrade, njena održivost povećava.

Studija izvodljivosti treba da ima i podatke o potencijalnom zajedničkom korišćenju zgrade za parkiranje, za potrebe više zgrada različitih namena i sa različitim terminima predviđenim za parkiranje korisnika različitih zgrada. Zgrade sa kombinovanim namenom, zbog nužne promene ritma na fasadnim ravnima među etažama različitih

namena, pored očiglednih pogodnosti kao što su korišćenje iste površine osnove, povećane bezbednosti korisnika i veće dostupnosti sadržajima unutar zgrade; po pravilu su i estetski atraktivnijeg dizajna od jednonamenskih zgrada. U višenamenskim objektima, korisnici koji koriste zgradu u različitim terminima po istoj satnici koriste i parking prostor. Upotreba istog prostora u različitim terminima dovodi do potpunijeg iskorišćenja postojećih parking mesta i umanjuje mogućnost da prostor bude prazan u noćnim satima. Ovakvim pristupom se izbegava nelagodnost korisnika koji bi se kretao sam u velikom prostoru. Primer Kampi, Helsinki: etaže se koriste kao poslovna zgrada i trgovački centar 07.00-21.00 h, prizemlje i dve podzemne etaže kao glavna metro i autobuska stanica 05.00-2.30 h, diskoteka na poslednjoj etaži zgrade 21.00-04.00 h. Integracija zgrade za parkiranje u okvire zgrade koju opslužuje, čineći višenamensku strukturu, pospešuje efikasnost parking prostora - približavajući maksimalno korisnika zgrade njegovoj krajnjoj odrednici.

Korišćenje javnog transporta tokom cele dužine puta, ili za pojedine deonice, smanjuje vreme učestvovanja vozila u saobraćaju [2]. Lociranjem zgrade za parkiranje pored stanica javnog transporta podstiče se upotreba sredstava javnog transporta. Zgrade za parkiranje su često integralni deo velikih gradskih transportnih čvorova, odakle vozač menja transportno sredstvo, ostavljajući automobil i nastavljajući putovanje autobusom, vozom, avionom i dr. Ovo rešenje nije novo ali u poslednje vreme je postalo iznova aktuelno. U velikim gradovima zgrade parkinga imaju važnu ulogu kao tačke prekretnice za vozača u prelazu iz automobila u zgradu/urbano tkivo i kao početna/krajnja tačka putovanja automobilom.

Energija koja pokreće automobil se, prema aktuelnim trendovima, ubrzo može promeniti, što bi rešilo deo problema u vezi sa zagađenjem životne sredine. Međutim, ostaje problem saobraćajnih gužvi i problem parkiranja vozila, ako se nastavi sa trendom pojedinačnog korišćenja automobila.

Nova ideja koja uzima maha je „deljenje automobila“, odnosno iznajmljivanje automobila za kretanje od jedne do druge tačke, te odlaganje na posebno označenim parking prostorima predviđenim za iznajmljivanje, da bi neko drugi mogao da koristi taj isti automobil. U zavisnosti od rasprostranjenosti, broja i lokacije parking prostora sa vozilima za iznajmljivanje, moguće je korišćenje više automobila, sa različitim tačkama, u toku jednog dana. Problem kod ovog rešenja je što se mora oformiti široka i gusta mreža carshare parkirališta da bi iznajmljivanje bilo praktično i da ne bi iziskvalo dodatnu upotrebu javnog transporta ili predugo pešačenje. Jer, ukoliko korisniku treba više od 10 minuta da stigne do i od automobila, pri odlasku na posao i povratku kući, prirodno je da će se opredeliti za sopstveni automobil. Još jedna nepogodnost je da korisnik može, kao i u gradskom saobraćaju, da ponese sa sobom samo onu količinu prtljaga koju može nesmetano da nosi u rukama, jer ništa ne može da ostavi u automobilu.

U naseljima bez automobila, kao što je Vauban u Nemačkoj, zabranjena je upotreba privatnih automobila u okviru naselja i izgradnja parking mesta na privatnom parcelama. Vlasnici privatnih automobila moraju da prepešače kratko rastojanje od svojih domova do zgrada za parkiranje. Zgrade za parkiranje smeštaju se po obodu naselja a pristup unutar naselja je dozvoljen samo vozilima za

održavanje i usluge. Ova vozila kreću se brzinom od najviše 30 km/h na glavnoj saobraćajnici u naselju a u stambenom delu naselja brzinom ne većom od brzine kretanja pešaka. Postoje raznolika projektna rešenja sa specifičnim načinom obrade problema kombinovanja rezidencijalnog stanovanja sa zgradama drugih namena, sa posebnim osvrtom na tranzit i uskladištenje automobila po obodu naselja.

Sertifikat za održivi dizajn zgrade (LEED) po pravilu dobijaju samo zgrade predviđene za boravak ljudi a pošto su zgrade za parkiranje prvenstveno namenjene smeštanju automobila, za njih nije obavezna provera ovog kvaliteta. Ukoliko je zgrada za parkiranje deo višenameske zgrade može dobiti sertifikat u okviru projekta za celu zgradu. Ipak, činjenica da zgrade čija je isključiva namena parkiranje ne podležu ovoj proveri ne treba da obeshrabri projektante u naporu da upotrebe što više održivih elemenata i pristupa u izradi i dizajnu zgrade. Slede najčešći elementi koji se mogu primeniti u projektu kako bi se povećala održivost objekta:

- korišćenje prečišćenih atmosferskih voda za navodnjavanje površina;
- zeleni krov i ozelenjeni paneli u obradi fasada;
- upotreba geotermalne energije za odmrzavanje rampi i dogrevanje prostorija;
- solarni paneli na krovu zgrade ili u vidu brisoleja na višim etažama;
- fasadni otvori koji uvode prirodno osvetljenje u enterijer i doprinose prirodnoj ventilaciji;
- upotreba energetski efikasnih svetlosnih izvora;
- parkiralište za bicikle u okviru zgrade, kao alternativni vid transporta.

Najveći deo otpadnih voda koji se spere sa površine zgrade za parkiranje, uključujući i vodu koja kaplje sa automobila, sadrži ulja, soli i druge zagađivače i treba je prečistiti pre nego što uđe u odvodni sistem i pre povratka u lokalne vodene tokove. Ova voda nije pogodna za zalivanje zelenih površina oko zgrade. Međutim, padavine sprane sa stepeništa i krovova mogu se, uz prethodno filtriranje, koristiti a zalivanje. Jedan od načina na koji se pravilnim projektovanjem zgrada za parkiranje prečišćava deo atmosferskih voda je primena ozelenjene krovne ravni.

Kod projekata u kojima je zgrada za parkiranje smeštena pod zemljom najčešće se na površini tla izvodi „zeleni krov“ - tako što se ozelenjuje i pretvara u park. Ovo je pokušaj da se prirodni vrati recipročna površina tla koja je „pozajmljena“ za izgradnju parkinga i time se doprinosi održivosti projekta.

Povoljnosti koje ovaj tip krovova pruža su: smanjena količina odvodne vode za kontrolu i preradu - jer deo zadržava a ostatak prečišćava prirodnim putem; smanjeno zagrevanje poslednje etaže - jer služi kao prirodna toplotna izolacija; povećan potencijal za upotrebu krovne površine u rekreativne svrhe i veći estetski kvalitet od asfaltnih krovova. Zeleni krovovi su znatno skuplji od tradicionalne obrade krovnih površina. Pošto se krovovi na zgradama za parkiranje tradicionalno koriste kao površine za stacioniranje vozila, isplativost implementacije zelenih krovova treba određivati na osnovu poređenja sa zbirmim smanjenjem troškova od: prerade otpadnih voda, cene čišćenja snega sa krovnih površina, cene održavanja i renoviranja krovnih površina, kao i potencijalom koji zelene krovne površine pružaju za raznovrsne nove namene i korisnike, ako se oblikuju kao bašta.

Ozelenjavanje krova se često izvodi i kod zgrada čija je forma iznad površine tla, pa se pored krova ozelenjavaju i zidne površine, stvarajući karakterističnu sliku fasadnih ravni, nalik na baštu u nivoima.

Geotermalna energija je potpuno održivi oblik energije koji se može iskoristiti kao dodatak sistemu zagrevanja/hlađenja zgrade [3]. U zgradama za parkiranje potreba za zagrevanjem i hlađenjem je po pravilu mala da bi upotreba geotermalne energije bila isplativa, međutim kada se radi o zgradama sa više namena, kod kojih postoji kancelarijski ili komercijalni prostor, upotreba ove vrste energije može biti ekonomično rešenje.

Geotermalni tokovi, preko pumpi za zagrevanje, povezuju se sa sistemom za odmrzavanje rampi i prilaza zgradi. Led na površinama oko zgrade može izazvati povređivanje korisnika a pravilna upotreba i održavanje sistema za odmrzavanje, koji za rad troši značajnu količinu energije, može sprečiti ovaj problem.

Solarni paneli pretvaraju sunčevu energiju u električnu, koja može služiti za osvetljenje zgrade, rad sistema za odmrzavanje rampi i za eventualno dogrevanje stepenišnog prostora i kancelarija [3]. Kada su na fasadama, paneli istovremeno mogu da služe i kao zaštita enterijera od sunčevih zraka ili kao estetski dodatak fasadnim ravnima.

Zbog mogućnosti da se zgrada parkinga integriše u okvire zgrade druge namene, primena panela na fasadama etaža za parkiranje može se iskoristiti kao izvor energije za celu zgradu, samim tim pospešujući održivost i energetsku samodovoljnost celog projekta. Nove i poboljšane vrste materijala doprinose efektivnosti ovakvih rešenja dok je izbor lokacije, sa velikim brojem sunčanih dana u godini, još uvek od presudne važnosti. Količina sunčeve energije koja dopire do površina zgrade zavisi od nivoa osunčanja, broja sunčanih sati koji su dostupni na lokaciji ali na osunčanje zgrade utiče i okolna topografija, visoko zelenilo i zgrade koje mogu bacati dugačke senke.

Za zgradu koja ima životni vek od 60 godina, od ukupne energije koja se potroši na izgradnju, rad i održavanje zgrade za taj vremenski period, samo 2% otpada na energiju utrošenu za vreme izgradnje [4]. Energetska efikasnost zgrade tokom njenog trajanja, dakle ima veliki uticaj na okolinu pa je važno pravilno, biti ekološki orijentisan u procesu projektovanja i pri izboru materijala od kojih se zgrada radi.

Većina zgrada za parkiranje ima otvorene fasadne ravni kako bi se omogućilo prirodno provetravanje prostora i omogućio ulaz što veće količine prirodne svetlosti u enterijer zgrade, čime se umanjuje potreba za veštačkim osvetljenjem. Veličina ovih otvora limitirana je spratnim visinama zgrade i visinama barijera [5]. Otvore na fasadi treba maskimalno povećati, ako je moguće, i kod prostorija koje nisu za parkiranje, kancelarija, hodnika, stepeništa, kako bi se uvelo što više svetlosti u unutrašnji prostor i odložilo paljenje svetala u toku dana.

Na osvetljenje odlazi veliki deo energije koja se potroši u zgradi. Osvetljenje zgrade može se izvesti klasično, pasivnim pristupom ili se svetiljke mogu uključivati samo onda kada za to postoji realna potreba. Upotreba štedljivih svetiljki i detektora pokreta može značajno da smanji potrošnju energije

[4]. Kada u određenom delu zgrade nema korisnika, energija za osvetljenje tog dela se uzalud troši. U tom periodu nivo osvetljenja u ovom delu može biti smanjen ili se on može ostaviti neosvetljen. Po detektovanju pokreta, od pešaka ili vozila, osvetljenje se aktivira. Da bi osvetljenje imalo efekta za vozače, treba da se uključe svetiljke duž dolazne/odlazne putanje vozila. Iz sigurnosnih razloga, kada nailazi pešak senzori treba da aktiviraju uključivanje osvetljenja po celom nivou. Osvetljenje ima veliki uticaj na funkcionisanje zgrade za parkiranje. Kada je osvetljenje nepravilno projektovano može se stvoriti neprijatno i nebezbedno okruženje unutar zgrade, i korisnici je mogu izbegavati. Odluka o primeni energetski efikasnog osvetljenja zgrada za parkiranje predstavlja balans između funkcionalnosti, ekonomičnosti i održivosti, o kome projektant razmatra i predstavlja njegove pozitivne i negativne aspekte ali investitor donosi konačnu odluku.

Bojenje površina u enterijeru zgrada za parkiranje svetlim i visokoreflektujućim bojama pojačaće nivo svetlosti u prostoru. Ovo umanjuje potrebnu količinu svetlosti, utrošak energije a može umanjiti i broj potrebnih svetiljki. Ipak, treba voditi računa o rasipanju svetlosti izvan zgrade. Blještanje svetlosti iz izgrade može da smeta korisnicima/stanarima okolnih zgrada, pa se njegova disperzija mora kontrolisati i usmeriti samo na površine unutar zgrade, dok svetiljke na višim etažama zgrade za parkiranje moraju imati usmerenje ka podnoj površini etaže [5].

Saobraćaj u gradskim jezgrima može da predstavlja opterećujuću i dugotrajnu aktivnost koja oduzima dragoceno vreme [6]. Integracija bicikala kao alternativnog transportnog sredstva, u okviru projekta zgrade za parkiranje, je zaživela poslednjih godina. U velikim evropskim gradovima, unutar ovih zgrada mogu se pronaći posebni odeljci predviđeni za iznajmljivanje i odlaganje bicikala. Upotreba bicikala može se podsticati odvajanjem dela zgrade za parkiranje bicikala i eventualno obezbeđivanjem prostora za tuševu. Ukoliko je zgrada za parkiranje samostalna struktura implementacija tuševa nije preporučiva ali ako je deo zgrade sa više namena onda je pogodno smestiti ih u okviru dela sa drugom namenom (komercijalnog prostora, sportskih prostorija i dr). Vozila čiji pogoni rade na dve vrste goriva ili samo na električnu energiju su sve popularnija. Upotreba ovakvih vozila može se podsticati instaliranjem električnih stanica za punjenje unutar zgrade za parkiranje.

3. ZAKLJUČAK

Projektovanje zgrada za parkiranje sa idejom o očuvanju životne sredine, može poslužiti kao primer budućim generacijama da ono što u jednom trenutku zagađuje u sledećem može da se pretvori u prečistača. Smanjenjem broja vozila koja učestvuju u saobraćaju smanjuje se zagušenje saobraćajnih tokova a samim tim i emisija štetnih gasova. Bilo da povezuju različite vrste transporta i reduciraju nivo saobraćaja ili da svojim ozelenjenim fasadama pokazuju način na koji su projektanti implementirali ideju o očuvanju životne sredine, ove zgrade će postojati dok postoje automobili a njihova forma i brojne funkcije će se menjati sa razvojem tehnologije i izvora energije za kretanje vozila.

Zgrade parkinga su često prve kod kojih se primenjuju nova projektna i tehnički usavršena rešenja da bi se udovoljilo stalno promenljivim praktičnim zahtevima tržišta, jer su lako prilagodive različitim spoljašnjim i unutrašnjim transformacijama. Ako se automobili i izvori energije za njihov pogon budu menjali u predviđenom pravcu, može se javiti simbioza između zgrade, automobila i izvora energije, u kojoj će jedni drugima međusobno omogućavati rad, stvarajući na taj način potpuno održivu sredinu: zgrada stvara energiju - energija pokreće automobil - potreba deponovanja automobila opravdava postojanje zgrade - funkcionisanje zgrade omogućeno je korišćenjem dela energije koju sama proizvede.

LITERATURA

- [1] Shannon S. McDonald, The Parking Garage: Design and Evolution of a Modern Urban Form, Urban Land Institute, 2007.
- [2] CROW: Recommendations for Traffic Provisions in Built-up Areas, The Netherlands, 1998.
- [3] Mark Childs, Parking Spaces: A Design, Implementation, and Use Manual for Architects Planners and Engineers, McGraw Hill, New York, 1999.
- [4] A.P. Chrest and M.S. Smith, Parking Structures: Planning Design, Construction, Maintenance, and Repair, Van Nostrand Reinhold, New York: 2000.
- [5] T.P. Smith, The Aesthetics of Parking, American Planning Association, Chicago, IL, 1988.
- [6] Donald Shoup, The High Cost of Free Parking, American Planning Association, Chicago, IL, 2005.
- [7] Dietrich Klose, Multi-Storey Car Parks and Garages, London, 1965.
- [8] Emile Troup, P.E. and John Cross, P.E., Open-Deck Steel Framed Parking Structures-A Design Aid, AISC, 2003.
- [9] John A. Jakle and Keith a. Sculle, Lots of Parking, University of Virginia Press, Charlottesville, VA, 2004.
- [10] Maletin prof. Dr Mihailo, Andus prof. Dr Vojo, Katanić Jovan, Tehnička uputstva za projektovanje parkirališta (PGS-P/08), Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Institut za saobraćajnice i geotehniku, Beograd, 2008.
- [11] Ronald W. Stehman and Ed. Fredericksburg, Parking 101: A Parking Primer, International Parking Institute, VA, 2001.
- [12] Simon Henley, The Architecture of Parking, Thames & Hudson, New York, 2007.

UTICAJ VLAGE NA ADHEZIONE SPOJEVE U ČELIČNIM KONSTRUKCIJAMA INFLUENCE OF HUMIDITY ON ADHESIVE JOINTS IN STEEL STRUCTURES

Nenad Stojković, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Dragoslav Stojić, *Građevinsko arhitektonski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš*

Sadržaj – *Upotreba adhezivnih spojeva u oblastima kao što su auto i avio industrija i građevinarstvo može imati brojne prednosti. Same karakteristike ovih spojeva mogu varirati usled različitih uticaja sredine. U ovom radu su prikazane karakteristike adhezivnih spojeva izloženih vlažnim sredinama. Prikazani su faktori koji utiču na trajnost, kao i uticaj vlažnosti na modul elastičnosti i čvrstoću pri smicanju adhezivnih spojeva.*

Ključne reči: Adhezivni spojevi, Vlažnost, Čelične konstrukcije, Difuzija

Abstract - *There are numerous advantages to using adhesive joints in fields of aero and automotive industries as well as in civil engineering. The characteristics of this type of joints may vary due to the influence of the environment. This paper looks into the characteristics of adhesive joints exposed to increased humidity. It shows the important factors for creating durable joints, and how humidity influences on modulus of elasticity and on shear strength of adhesive joints.*

Key words: Adhesive joints, Humidity, Steel structures, Diffusion

1. UVOD

Adhezivni spojevi se u praksi koriste dugi niz godina. Najširu primenu su našli u avio i auto industriji, a u novije vreme se sve češće upotrebljavaju i u građevinarstvu. Postoje brojne prednosti ovakvih spojeva, kao što su uniformnija raspodela napona u zoni veze, odnosno smanjenje koncentracije napona u odnosu na spojeve sa zavrtnejevima ili zakivcima, kao i bolje ponašanje u smislu zamora materijala. Takođe, njihovim korišćenjem se može izbeći prisustvo glava zavrtnejeva sa spoljne strane fasada i krovova, što pruža različite pogodnosti pri arhitektonskom konstruisanju.

Najveću primenu u građevinarstvu, više od 75%, našli su u sanacijama konstrukcija [1]. Najčešći način upotrebe pri ojačavanju ili sanaciji konstrukcija je lepljenjem čeličnih ili FRP (Fiber Reinforced Polymer) ploča pomoću adheziva. Za sada je ograničena njihova upotreba pri izgradnji novih čeličnih konstrukcija, ali ova oblast predstavlja veliki potencijal za razvoj u budućnosti.

Trajnost adhezivnih spojeva može biti ograničena uticajem sredine na karakteristike samog adheziva, ali i na prirodu same veze (kontakta) između adheziva i supstrata. Izraz *supstrat* je široko rasprostranjen u stranoj literaturi i označava elemente koji se spajaju u adhezivnim spojevima. Od faktora sredine najveći uticaj na karakteristike adhezivnih spojeva ima prisustvo vlage [2]. Kada voda prodre u njih, slabljenje spojeva se može odvijati na nekoliko načina. Jedan od njih je plastifikacija koja uglavnom vodi do slabljenja adheziva. Usled prisustva vlage nastupa i bubrenje, što može proizvesti dodatna naprezanja unutar samog adheziva. Takođe, može nastupiti kidanje hemijskih veza, kao i slabljenje veze u zoni kontakta između adheziva i supstrata, što može dovesti do pojave adhezivnog loma prema

standardu za označavanje modela loma adhezivnih spojeva - ISO 10365.

U ovom radu su prikazane promene karakteristika kao i faktori koji utiču na ponašanje adhezivnih spojeva usled dejstva vlažne sredine.

2. FAKTORI KOJI UTIČU NA TRAJNOST SPOJEVA

2.1. Tip adheziva

S obzirom da karakteristike adhezivnih spojeva zavise od različitih faktora, od kojih je jedan i vrsta samog adheziva, velika pažnja se mora pridati njegovom odabiru. Najviše zastupljene vrste adheziva su: epoksidne smole, poliuretanski, akrilni i adhezivi na bazi poliestera.

Epoksidne smole su pogodne za različite namene i spajanje širokog spektra materijala. One su uglavnom otporne na uticaj sredine. Smatraju se veoma čvrstim i trajnim. Poliuretanski adhezivi su trajni, sa dobrom otpornošću na dejstvo vlage, ali slabijom u odnosu na epoksidne smole. Akrilni takođe imaju solidne karakteristike u vlažnim sredinama. Njihova prednost u odnosu na ostale je što ne zahtevaju specijalnu obradu površina. Adhezivi na bazi poliestera spadaju u najmanje otporne u ovoj grupi, a prednost im je što izuzetno brzo postižu čvrstoću pa su pogodni za primenu u slučajevima gde je ova osobina zahtevana, kao što je izrada sidara u građevinarstvu.

Karakteristike	Epoksi. smole	Poliur. adheziv	Akrilni adheziv	Poliest. adheziv
Otpornost na puzanje	odlična	loša	loša	srednja
Otp. na uticaj vlage	odlična	srednja	Dobra	srednja
Otp. na visoke temp.	dobra	srednja	srednja	dobra

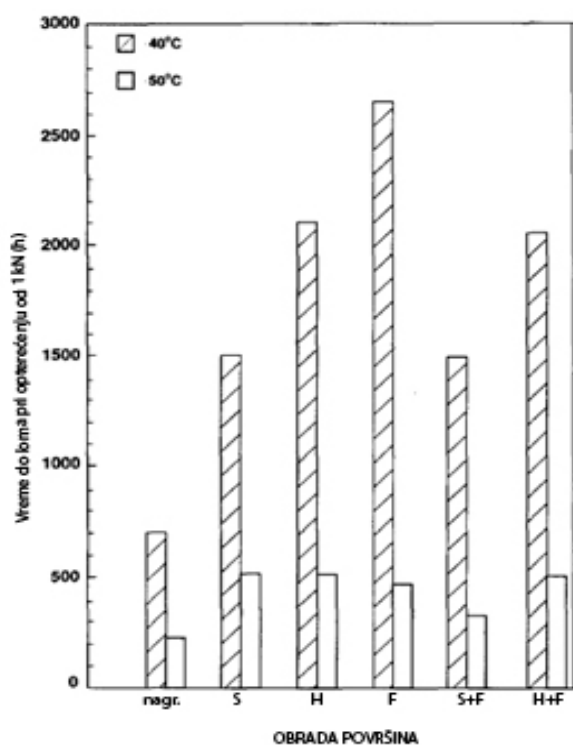
Tabela 1. Karakteristike pojedinih adheziva [1].

Neke od karakteristika vezanih za trajnost pomenutih adheziva prikazane su u tabeli 1. Može se primetiti da epoksidne smole imaju najbolje karakteristike, pa su u skladu sa tim i najzastupljenije. Takođe, one su najčešće korišćene u istraživanjima vezanim za uticaj vlage na adhezione spojeve.

2.2. Obrada površina substrata

Na ponašanje adhezionih spojeva pod dejstvom vlage se može uticati pravilnom obradom površina koja prethodi lepljenju substrata. Ovom temom su se bavili mnogi autori [3,4,5]. Neki od najviše zastupljenih načina obrade površina pri spajanju čeličnih substrata su: brisanje razređivačem, peskarenje, hemijsko nagrizanje površina i anodizacija.

Pri višim temperaturama, uticaj vode na adhezione spojeve se manifestuje u najvećoj meri kroz slabljenje samog adheziva [6], što ima kao posledicu pojavu kohezionog loma unutar adheziva. Međutim, pri nižim temperaturama lom je uglavnom adhezioni, i u ovom slučaju način obrade površina substrata ima uticaj na jačinu adhezionog spoja, odnosno vreme koje će izdržati pri konstantnom opterećenju.



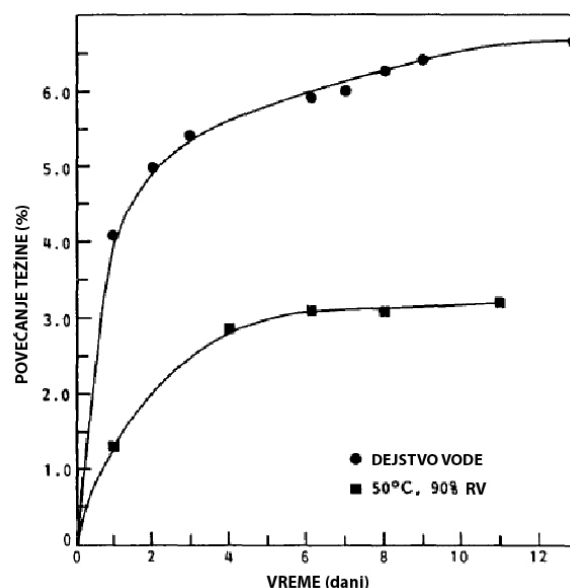
Slika 1. Vreme loma lepljenih čeličnih spojeva pri statičkom opterećenju i obradi površina nagrizanjem (nagr), i anodizacijom uz prisustvo sumporne (S), hromne (H) i fosforne (F) kiseline [6]

Na slici 1 je prikazan uticaj hemijskog nagrizanja površina substrata od čelika, kao i anodizacije uz prisustvo rastvora različitih kiselina na trajnost veze. Rezultati ispitivanja [6] su pokazali da anodizacija daje znatno bolje efekte od nagrizanja, jer su pri obradi površina anodizacijom veze izdržale i do 5 puta duže pri dugotrajnom smičućem statičkom opterećenju. Ako se uporede obrada površina brisanjem razređivačem i peskarenje sa anodizacijom i nagrizanjem može se zaključiti da druge dve metode imaju bolji uticaj na čvrstoću veze nakon dejstva vlage u dužem vremenskom periodu [3].

3. KOEFICIJENT DIFUZIJE

Simulacija uticaja vlažnih sredina na adhezione spojeve se uglavnom izvode na dva načina. Prvi je uranjanjem uzoraka u vodu čija se temperatura održava konstantnom u željenom vremenskom periodu. Drugi je postavljanjem uzoraka u klimatsku komoru koja omogućuje održavanje temperature i relativne vlažnosti vazduha konstantnim.

Upijane vode od strane adheziva kvantitativno se opisuje Fikovim zakonima. Karakteristika materijala kojom se opisuje upijanje vode je koeficijent difuzije D . Ukoliko je poznata ova karakteristika adheziva, moguće je odrediti do koje dubine će, pri izlaganju vlažnoj sredini o određenom period, voda prodrati unutar spoja, odnosno koji će njegov deo imati izmenjene mehaničke karakteristike. Koeficijent difuzije se može sračunati iz krive upijanja, koja se dobija eksperimentalnim putem tako što se određeni broj uzoraka tankih ploča spravljenih od adheziva [7,2] uroni u vodu ili postavi u klimatsku komoru pri konstantnoj relativnoj vlažnosti vazduha i temperaturi i u određenim vremenskim intervalima se meri promena njihove težine. Primer krive upijanja je prikazan na slici 2.



Slika 2. Kriva upijanja – Hysol EA 9394 epoksidni adheziv [2]

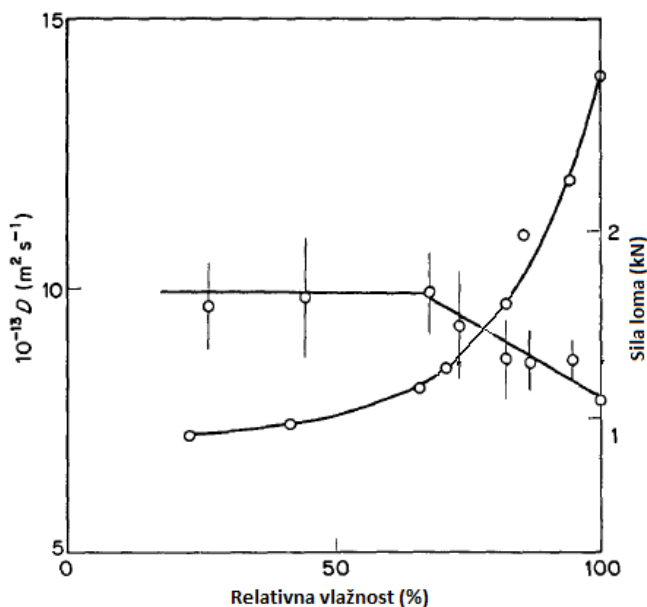
Koeficijent difuzije D se može odrediti iz tangente inicijalnog dela krive upijanja pomoću jednačine

$$D = \frac{\pi}{16} \left[\frac{M_t M_\infty}{t^{1/2} / l} \right], \quad (1)$$

gde je M_t masa apsorbirane vode u trenutku t , M_∞ masa apsorbirane vode pri zasićenju, l dubina prodiranja vode (u ovom slučaju debljina uzoraka jer se radi o izuzetno tankim uzorcima).

Koeficijent difuzije zavisi i od uslova sredine, odnosno od temperature i relativne vlažnosti vazduha. Tako je moguće odrediti krivu difuzionih koeficijenata u zavisnosti od relativne vlažnosti vazduha pri konstantnoj temperaturi (Slika 3). Na krivoj se može primetiti da koeficijent difuzije relativno sporo raste pri porastu relativne vlažnosti vazduha do vrednosti približne 65%. Iz rezultata rada [8] se može

primetiti da se ova vrednost poklapa sa relativnom vlažnošću do koje sile loma uzoraka koji su bili izloženi vazduhu konstantne vlažnosti na temperaturi od 50°C nije zabeležila pad. Pri relativnoj vlažnosti vazduha većoj od 65% sila loma linearno opada (Slika 3). Ovo dovodi do zaključka da 65% predstavlja graničnu relativnu vlažnost vazduha ispod koje je uticaj vlage na mehaničke karakteristike adhezionih spojeva relativno mali.



Slika 3. Uticaj relativne vlažnosti sredine na koeficijent difuzije adheziva i silu loma adhezionog spoja

3. MEHANIČKE KARAKTERISTIKE

3.1. Modul elastičnosti

Ukoliko je poznat koeficijent difuzije, moguće je odrediti modul elastičnosti *adheziva u spoju* (Eng. *Bondline*) u određenom trenutku vremena. To se može postići posmatrajući adheziv kao kompozit koji se sastoji iz dela koji je zasićen vodom i dela u koji voda nije doprela. Ovakvo shvatanje adheziva, primenjeno je u radu [8] pri razvijanju *mehaničkog* pristupa određivanju koeficijenta difuzije na osnovu promene elastičnog ponašanja već zalepljenih spojeva. Modul elastičnosti adheziva u spoju, predstavljenog kao kompozit, dat je izrazom

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{E'}{ah} [ah - (a - 2x)(h - 2x)] + \frac{E_0}{ah} (a - 2x)(h - 2x), \quad (2)$$

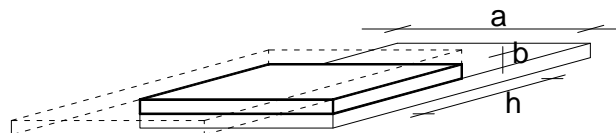
gde je E' moduo elastičnosti zasićenog adheziva, E_0 moduo elastičnosti adheziva u suvom stanju, a i h – dimenzije spoja (preklopa) dva elementa i x – dubina prodiranja vode u adheziv u spoju.

Ukoliko su poznati koeficijent difuzije adheziva i moduli elastičnosti zasićenog i adheziva u suvom stanju, nakon određivanja dubine prodiranja vode rešavanjem jednakosti (3), može se odrediti ekvivalentni moduo elastičnosti adheziva u spoju.

$$\frac{x(a + h - 2x)}{\sqrt{t}} = \frac{2\phi a}{\sqrt{\pi}} \sqrt{D} \quad (3)$$

Za pravougaoni oblik veze dimenzija $a \times h$ sa debljinom adheziva b (Slika 4.), faktor ϕ , koji zavisi od geometrije spoja, može se odrediti pomoću izraza [9]

$$\phi = \left(1 + \frac{h}{a} + \frac{h}{b} \right). \quad (4)$$



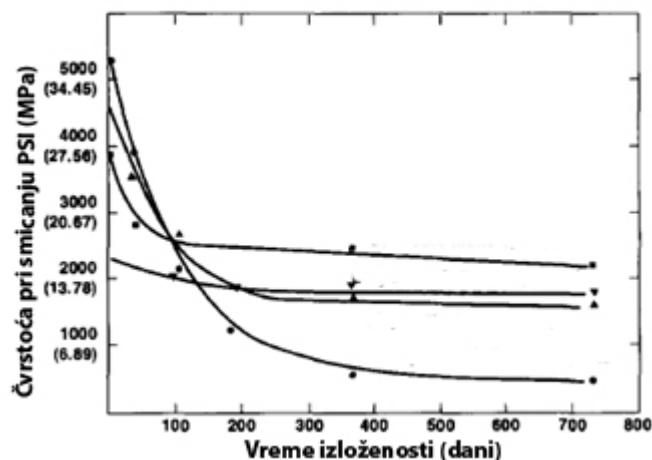
Slika 4. Jednostruki smičući adhezioni spoj

Ovakvim postupkom bi za smičuću vezu sa preklpom dimenzija 15x15mm i debljinom adheziva 1mm za epoksidnu smolu na bazi diglicidil etar bisfenola A sa koeficijentom difuzije $D=1,4 \times 10^{-12} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$ i modulima elastičnosti u suvom stanju $E_0=2430 \text{MPa}$ i u zasićenom stanju $E'=1940 \text{MPa}$ [8], u trenutku $t=24\text{h}$ adheziv u spoju imao ekvivalentni modul elastičnosti $E=1994 \text{MPa}$. Poznatom vezom između modula elastičnosti i modula smicanja dobija se moduo smicanja $G=722 \text{MPa}$.

3.2. Čvrstoća pri smicanju

Najpovoljnija, ujedno i najčešće korišćena, konfiguracija veze u adhezionim spojevima je veza u kojoj je adheziv opterećen smičućom silom. U skladu sa tim, jedna od najvažnijih karakteristika adhezionih spojeva je čvrstoća pri smicanju, na koju, takođe, prisustvo vlage može uticati u određenoj meri.

Tipično ponašanje adhezionih spojeva u vlažnoj sredini je prikazano na slici 5. Zajednička osobina većine adheziva je da čvrstoća pri smicanju, usled izloženosti vlažnom vazduhu, u početku naglo opada i da nakon određenog vremena dostiže konstantnu vrednost, koja u nekim slučajevima može biti manja i od 20% vrednosti inicijalne čvrstoće pri smicanju.



Slika 5. Čvrstoća pri smicanju adhezionih spojeva izloženih vazduhu relativne vlažnosti 100% na temperaturi od 50°C [6]

Uticaoj vlažne sredine na čvrstoću pri smicanju adhezionih spojeva može biti različit, i zavisi od prirode samog adheziva. Pri projektovanju konstrukcija veoma je važno dobro poznavati karakteristike adheziva koji se želi upotrebiti. Da bi se to postiglo, potrebno je sprovesti značajan broj ispitivanja koja mogu biti veoma skupa, što odbija mala i srednja preduzeća da se odluče za njihovu upotrebu. Ovo u velikoj meri otežava široku primenu adhezionih spojeva u građevinarstvu, gde, za razliku od auto i avio industrije, finansiranje ovakvih ispitivanja nije isplativo.

4. ZAKLJUČAK

Korišćenje adhezionih spojeva pruža brojne pogodnosti. Njihova šira upotreba je ograničena nepoznavanjem karakteristika koje utiču na trajnost pri eksploatacionim uslovima. Jedan od najvažnijih uticaja sredine, usled koga dolazi do promene karakteristika adheziva, je vlažnost vazduha. Vlažnost vazduha u većini slučajeva negativno utiče na mehaničke karakteristike adheziva kao što su čvrstoća pri smicanju i modul elastičnosti, odnosno modul smicanja. Propisi za proračun čeličnih konstrukcija do danas nisu obuhvatili primenu adhezionih spojeva. Da bi se stvorili uslovi za njihovu širu upotrebu, potrebno je formulisati postupke proračuna ovih spojeva u konstrukcijama koji bi u sebi sadržali parcijalne koeficijente sigurnosti kojima bi bili obuhvaćeni uticaji sredine i prirode opterećenja na njihovu trajnost (vlažnost vazduha, temperatura vazduha, uticaj zamora usled cikličnog opterećenja). Imajući u vidu da su neophodna ispitivanja često veoma skupa, u ovome bi trebali zajedno učestvovati proizvođači adheziva, zainteresovana preduzeća za njihovu upotrebu, kao i same države kroz finansiranje naučno istraživačkih projekata.

LITERATURA

- [1] The Institute of Structural Engineers, *Guide to The Structural Use of Adhesives*, London, 1999.
- [2] H.M. Hand, C.O. Arah, D.K. McNamara, M.F. Macklenburg, Effects of environmental exposure on adhesively bonded joints, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, Vol. 11, No. 1, Januar 1991, pp 15-23
- [3] M. Angelovici, H. Dodiuk and S. Kenig, *Effect of surface preparation on performance of acrylic adhesive joints: Part II*, Vol. 11, No. 1, Januar 1991, pp 15-23
- [4] Lucas F. M. da Silva, Andreas Ochsner, Robert D. Adams, *Handbook of Adhesion Technology*, Springer, Berlin, 2011. Ch 8.
- [5] Raymond F. Wegman, *Surface Preparation Techniques for Adhesive Bonding*, Noyes Publications, New Jersey, 1989.
- [6] M.R. Bowditch, The durability of adhesive joints in the presence of water, *International Journal of Adhesion and Adhesive*, Vol. 16, No. 2, 1996, pp 73-79
- [7] D.M. Brewis, J. Comyn, A.K. Raval, A.J. Kinloch, The effect of humidity on the durability of aluminium-epoxide joints, *International Journal of Adhesion and Adhesive*, Vol. 10, No. 4, Oktobar 1990, pp 247-253
- [8] M.P. Zani-Deffrages, M.E. Shanahan, Diffusion of water into an epoxy adhesive: comparison between bulk behavior and adhesive joints, *International Journal of Adhesion and Adhesive*, Vol. 15, No. 3, Oktobar 1995, pp 247-253
- [9] C.H. Shen, G.S. Springer, *Environment effects on composite materials*, Technomic, Lancaster, PA, 1981, p. 15

TOPLOTNA ZAŠTITA OBJEKTA PRIMENOM PRAVILNIKA O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI ZGRADA

THERMAL PROTECTION FACILITY USING THE RULES ON ENERGY EFFICIENCY BUILDING

Simona Smiljković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Danijela Zlatković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – *Toplotna zaštita objekta podrazumeva arhitektonsko-građevinske mere koje omogućuju toplotno komforne uslove u zgradi, ekonomičnu potrošnju toplotne energije i sprečavaju pojavu građevinskih šteta. U ovom radu će biti sagledane promene koje su nastale uvođenjem novih propisa kad je reč o termičkoj zaštiti objekta a odnose se u prvom redu na minimalne potrebne tj. optimalne dimenzije termičkog materijala. Navedene promene su razmatrane za nekoliko vrsta termoizolacionih materijala. Takođe se ovim radom razmatra zavisnost debljine termoizolacionog materijala od parametara koji definišu toplotne gubitke i ukazano je na značaj što bolje „saradnje“ svih materijala u pregradi u cilju što efikasnijeg rešenja i u konstruktivnom i u ekonomskom smislu. Analiza je data za slučaj spoljašnjeg nosećeg zida.*

Ključne reči: energetska efikasnost, termička izolacija, toplotni gubitci, termoizolator.

Abstract - *Thermal protection for buildings includes architectural and construction practices that enable thermal comfort conditions in the building, the economic consumption of heat and it prevent the appearance of construction damages. This essay will discuss about changes that resulted from the introduction of new regulations when it comes to the thermal protection of the buildings and refers primarily to the required minimum ie. optimum range of thermal material. These changes are considered for several types of thermal insulation materials. Also, this essay discusses about the dependence of the thickness of thermal insulating material parameters that define the thermal losses and points out the importance of better interaction of all materials in the partition in order to provide more efficient solutions in a constructive and economical terms. Analysis is given for the case of external bearing wall.*

Key words: energy efficiency, termic protection, heat losses, termoinsulation.

1. UVOD

Termička zaštita objekata u savremenom građevinarstvu postala je neophodnost. Povezivanjem sa zemljama evropske unije i usaglašavanjem naših zakona i standarda o termičkoj zaštiti sa zakonima u EU, naša zemlja je pristupila izradi novog pravilnika koji je počeo da se primenjuje 30. septembra 2012. godine. „Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada“ bliže propisuje: energetska svojstva i način izračunavanja toplotnih svojstava objekata visokogradnje, kao i energetske zahteve za nove i postojeće objekte (uvodne odredbe, član1.) [2]. Od tada se još većim intenzitetom promovise ušteda energije i postizanje što kvalitetnijeg rešenja termoizolacije. Sve to je u skladu sa principima održivog razvoja i sa principima korišćenja obnovljive energije čiji izvori imaju sve veću važnost ako se uzmu u obzir zalihe konvencionalnih izvora energije kao i zahtevi ekologije i narušena klimatska ravnoteža planete [6].

Da bi se obezbedio potreban stepen energetske efikasnosti građevinskog objekta treba ispuniti uslove koji u najvećoj meri to omogućuju:

- termoizolacija spoljašnjih zidova, podova i krovne konstrukcije (bez pojave termičkih mostova)
- upotreba prozora sa trostrukim tj. četvorostrukim staklima
- apsolutna zaptivenost svih spojeva u objektu
- upotreba solarne energije radi dobijanja toplotne odnosno električne energije

Pobrojane stavke predstavljaju koncept tzv. pasivne kuće koja materijalizuje krajnji cilj energetske efikasnosti. Primenom visokih standarda u pogledu zahteva za potrebnom termoizolacijom toplotni gubici se u velikoj meri smanjuju a time se smanjuje potreba za grejanjem zimi odnosno hlađenjem objekta leti [6]. Naime, sloj stiropora od 5 cm (tzv. fasadna petica) više nije optimum jer standardno termički izolovani objekti (debljina termoizolacije kod njih iznosi u proseku 5cm) prerastaju u objekte niske energetske potrošnje (sa debljinom termoizolacionog sloja od 8 i više cm) a ovi u pasivne kuće (dimenzija termoizolacije dostiže i 20 cm!). U pasivnoj kući konvencionalni sistem grejanja je zamenjen grejanjem toplim vazduhom. Pasivna kuća ima

neprekidno snabdevanje svežim vazduhom pri čemu se iskorišćava toplota od otpadnog (izlaznog) vazduha – u toku zimskog perioda upotrebljen vazduh prenosi i do 80 % svoje toplote na ulazni vazduh a leti je proces obrnut. Pasivne kuće se po svom spoljašnjem izgledu ne razlikuju od konvencionalnih kuća već po građevinskim standardima po kojima su projektovane i izvedene. Dakle ključna osobina pasivnih kuća je primena visokih standarda u termičkim proračunima odnosno smanjenje toplotnih gubitaka kroz omotač zgrade. Navedeni kriterijumi će biti obrađeni na primeru spoljašnjeg nosećeg zida objekta. [6].

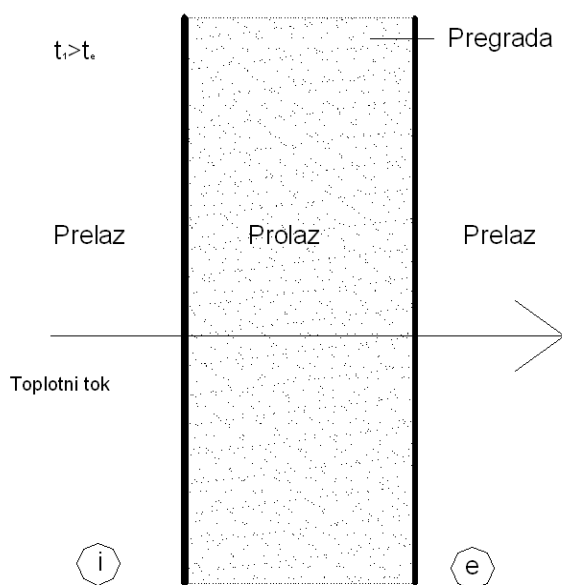
2. ODREĐIVANJE DEBLJINE TERMOIZOLACIONOG SLOJA-KOEFICIJENTI PROLAZA TOPLOTE

Usled različitih temperatura vazduha sa jedne i druge strane pregrade nastaje toplotni tok u smeru od prostora sa višom (t_i) ka prostoru sa nižom (t_e) temperaturom odnosno javlja se razmena toplote kao posledica prolaza toplote kroz pregradu ali i prelaza toplote sa unutrašnjeg vazduha na unutrašnju površinu pregrade tj prelaza toplote sa spoljašnje površine pregrade na spoljašnji vazduh. Ove pojave se opisuju veličinom koja se zove toplotni otpor (slika 1). Ukupni toplotni otpor pregrade, R_u , jeste zbir otpora prelazu toplote sa unutrašnjeg vazduha na unutrašnju površinu pregrade (R_{si}), otpora prolazu toplote kroz pregradu (R) i otpora prelazu toplote sa spoljašnje površine pregrade na spoljašnji vazduh (R_{se}), svi izraženi u [$m^2 K/W$]:

$$R_u = R_{si} + R + R_{se} \quad [m^2 K/W], \quad (1)$$

gdje su veličine R_{si} i R_{se} propisane standardom a veličina R se izračunava kao:

$$R = \sum_n \frac{d_n}{\lambda_n} \quad [m^2 K/W]. \quad (2)$$



Slika 1. Protok toplote kroz pregradu.

U izrazu (2) veličina d_n je debljina pojedinih slojeva u pregradi izražena u [m] a λ_n je osnovna toplotno-tehnička osobina materijala od kojih su izvedeni slojevi u pregradi izražena u [W/mK], (n je broj slojeva u pregradi). Osnovnu toplotno-tehničku karakteristiku materijala čini koeficijent toplotne provodljivosti λ [W/mK], koji predstavlja toplotni protok kroz sloj materijala debljine 1 m i površine $1 m^2$, upravo na tu površinu, pri razlici temperatura sa jedne i druge strane pregrade od 1K [1]. Materijali koji imaju koeficijent toplotne provodljivosti znatno manji od ostalih a koji se u daleko većoj meri suprotstavljaju prolazu toplote od ostalih (npr: stiropor, mineralna vuna) jesu toplotni izolatori odnosno termoizolacioni materijali. Recipročna vrednost ukupnog otpora prolazu toplote pregrade jeste koeficijent prolaza toplote U koji se definiše kao:

$$U = 1 / R_u \quad [W / m^2 K]. \quad (3)$$

Upravo ovo je veličina koja je drastično promenjena novim pravilnikom - vrednosti ovog parametra su u velikoj meri smanjene. Koeficijent prolaza toplote građevinskog elementa, U [$W / m^2 K$] proračunava se na sledeći način:

$$U = 1 / (R_{si} + \sum_n \frac{d_n}{\lambda_n} + R_{se}) \quad [W / m^2 K], \quad (4)$$

pri čemu su vrednosti R_{si} i R_{se} navedene su u tabeli 3.4.1.1. „Pravilnika o energetske efikasnosti zgrada“ a vrednost koeficijenta toplotne provodljivosti, λ_n [W/mK], n -tog sloja elementa, debljine d_n [m] usvaja se prema tabeli 3.4.1.2. „Pravilnika o energetske efikasnosti zgrada“ ili se dokazuje ispitivanjem u skladu sa važećim standardima i propisima [2].

Prema starim propisima ovaj koeficijent je nosio oznaku k i imao vrednosti u rasponu 0.80 do 1.20 u zavisnosti od klimatske zone a veličine R_{si} i R_{se} su imale konstantnu vrednost 0.13 tj 0.04. Prema novom pravilniku koeficijent U za spoljni zid ima vrednosti 0.30 odnosno 0.40 u zavisnosti od toga da li se radi o novoj ili postojećoj zgradi a parametri R_{si} i R_{se} se očitavaju iz tabele u zavisnosti od toga da li se radi o ventilisanom ili neventilisanom zidu (tabela 3.4.1.1.).

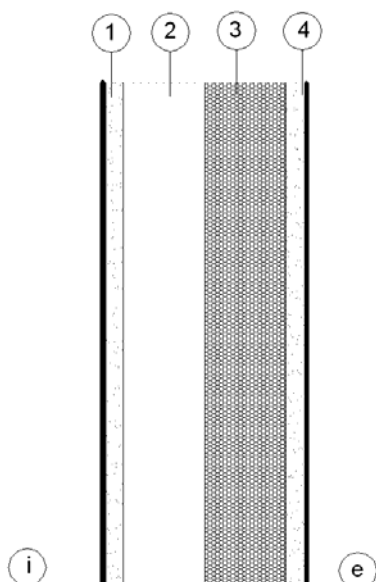
U narednim primerima (broj slojeva $n=4$) za poređenje sa starim propisima biće usvojena vrednost $k = 0.90$ (druga klimatska zona). Vrednost parametra U će biti usvojena za nove objekte $U = 0.30$ (tab 3.4.1.3.) a vrednosti R_{si} i R_{se} za slučaj neventilisanog zida $R_{si} = 0.13$ i $R_{se} = 0.04$.

Za svaki izabrani termoizolator (stiropor, mineralna - kamena vuna i ploče od drvene vune-tarolit) debljina d_3 je određena iz relacije (4), uz uslov $U \leq 0.30$, kao:

$$d_3 \geq (1/U - (R_{si} + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + d_4/\lambda_4 + R_{se}))\lambda_3 \quad [m], \quad (5)$$

a dobijene vrednosti su prikazane u tabelama 2 i 4.

Kao posebna biće analizirana pregrada sa spoljašnjom oblogom od perlit maltera koja ujedno ima i ulogu toplotne zaštite zbog dobrih termičkih svojstava ove vrste maltera. Slojevi u pegradama 1, 2, 3.1 i 3.2 su definisani na osnovu opšte šeme delova spoljašnjeg zida (sl. 2).



Slika 2. Opšta šema delova spoljašnjeg zida:
 1. Unutrašnji higijensko-estetski ili zaštitni deo,
 2. Konstruktivni deo, 3. Toplotno zaštitni deo,
 4. Spoljašnji zaštitni i estetski deo.

2.1. Zid od opeke (pregrada 1)

Tabela 1. Slojevi u pregradi 1, njihove dimenzije i koeficijenti toplotne provodljivosti.

1	Krečni malter	$d_1 = 1.5 \text{ cm}$	$\lambda_1 = 0.81$
2	Puna opeka	$d_2 = 25 \text{ cm}$	$\lambda_2 = 0.47$
3	Termoizolacioni materijal	$d_3 = ?$	λ_3 (tab 3.4.1.2.)
4	Produžni malter	$d_4 = 2.5 \text{ cm}$	$\lambda_4 = 0.85$

Tabela 2. Sračunate i usvojene vrednosti termoizolacionog sloja za pregradu 1.

Termoizolator	λ	Sračunata vrednost (m)	Usvojena vrednost (cm)
Stiropor	$\lambda_3 = 0.041$	$d_3 = 0.106 \text{ m}$	$d_3 = 11 \text{ cm}$
Mineralna vuna	$\lambda_3 = 0.034$	$d_3 = 0.087 \text{ m}$	$d_3 = 9 \text{ cm}$
Tarolit	$\lambda_3 = 0.081$	$d_3 = 0.209 \text{ m}$	$d_3 = 21 \text{ cm}$

2.2. Zid od opekarskih šupljih blokova (pregrada 2)

Tabela 3. Slojevi u pregradi 2, njihove dimenzije i koeficijenti toplotne provodljivosti.

1	Krečni malter	$d_1 = 1.5 \text{ cm}$	$\lambda_1 = 0.81$
2	Opekarski šuplji blok	$d_2 = 19 \text{ cm}$	$\lambda_2 = 0.52$
3	Termoizolacioni materijal	$d_3 = ?$	λ_3 (tab 3.4.1.2.)
4	Produžni malter	$d_4 = 2.5 \text{ cm}$	$\lambda_4 = 0.85$

Tabela 4. Sračunate i usvojene vrednosti termoizolacionog sloja za pregradu 2.

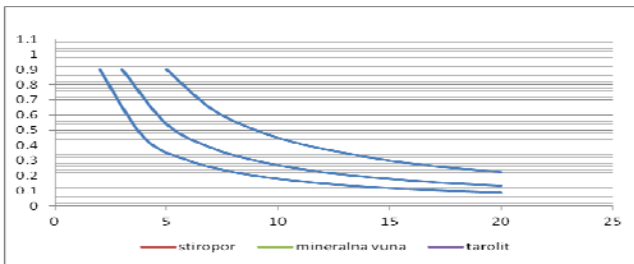
Termoizolator	λ	Sračunata vrednost	Usvojena vrednost
Stiropor	$\lambda_3 = 0.041$	$d_3 = 0.113 \text{ m}$	$d_3 = 12 \text{ cm}$
Mineralna vuna	$\lambda_3 = 0.034$	$d_3 = 0.094 \text{ m}$	$d_3 = 10 \text{ cm}$
Tarolit	$\lambda_3 = 0.081$	$d_3 = 0.223 \text{ m}$	$d_3 = 23 \text{ cm}$

Prema starim propisima ($k=0.90$) za dve odabrane pregrade od različitih konstruktivnih materijala i za odabrane termoizolacione materijale, potrebne dimenzije d_3 bile bi sračunate takođe na osnovu izraza (5) koji važi po novom pravilniku. U narednoj tabeli dati su svi analizirani podaci:

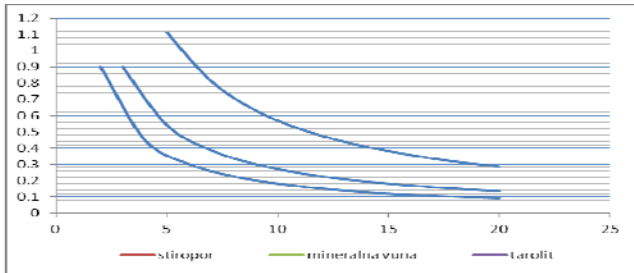
Tabela 5. Tabelarni pregled svih dobijenih podataka.

Konstruktivni deo zida		Opeka Usvojene vrednosti (cm)	Opekarski šuplji blok Usvojene vrednosti (cm)
Termoizolacija			
Stiropor	$U=0.9$ $U=0.3$	$d_3 = 2 \text{ cm}$ $d_3 = 11 \text{ cm}$	$d_3 = 3 \text{ cm}$ $d_3 = 12 \text{ cm}$
Mineralna vuna	$U=0.9$ $U=0.3$	$d_3 = 2 \text{ cm}$ $d_3 = 9 \text{ cm}$	$d_3 = 2 \text{ cm}$ $d_3 = 10 \text{ cm}$
Tarolit	$U=0.9$ $U=0.3$	$d_3 = 3 \text{ cm}$ $d_3 = 21 \text{ cm}$	$d_3 = 5 \text{ cm}$ $d_3 = 23 \text{ cm}$

Iz tabele 5 se vidi da je potrebna debljina termoizolacionog sloja povećana 2 do 5 puta u odnosu na nekadašnje vrednosti a porast je najizraženiji kod tarolita jer ima najveći koeficijent toplotne provodljivosti što znači da je među izabranim materijalima najlošiji termoizolator. Drugim rečima, ako bi se usvojila debljina od 20 cm za stiropor vrednost koeficijenta U bi bila smanjena na svega 0.18 $W/m^2 K$ a u slučaju mineralne vune na 0.15 $W/m^2 K$ (važi za pregrade 1 i 2). To znači da bi toplotni otpor bio povećan približno 2 puta a toplotni gubici bili bi u još većoj meri smanjeni. Sa još većim vrednostima debljine termičkog sloja vrednost koeficijenta U bi opadala i obrnuto. Teorijski, iz jednačina (3) i (5) proizilazi da kada bi bilo $U=0$ vrednost toplotnog otpora bi poprimila beskonačne dimenzije a takođe i dimenzija d_3 (slike 3 i 4). Takođe se zaključuje da je kod opekarskih šupljih blokova potrebna dimenzija termoizolacije, u slučaju sva tri termo-materijala, za nijansu veća nego u slučaju pune opeke kao konstruktivnog dela pregrade. Razlog tome je veća toplotna provodljivost blokova ali isto tako veća izabrana dimenzija opeke (25cm) u odnosu na blok (19 cm) pozitivno utiče na ukupne termoizolacione karakteristike zida. Treba imati u vidu da su za proračun uzete najpovoljnije karakteristike svih materijala (najmanja ponuđena vrednost λ i najmanja gustina). U nekim drugim varijantama dobile bi se veće potrebne dimenzije termoizolacionog sloja.



Slika 3. Grafički prikaz promene koeficijenta prolaza toplote u zavisnosti od debljine termoizolacionog sloja za pregradu 1, za tri vrste termoizolatora.



Slika 4. Grafički prikaz promene koeficijenta prolaza toplote u zavisnosti od debljine termoizolacionog sloja za pregradu 2, za tri vrste termoizolatora.

2.3. Perlit malter u funkciji termoizolatora (pregrada 3)

Tabela 6: Slojevi u pregradi 3.1, njihove dimenzije i koeficijenti toplotne provodljivosti.

1.Krečni malter	$d_1 = 1.5 \text{ cm}$	$\lambda_1 = 0.81$
2.Opeka	$d_2 = 25 \text{ cm}$	$\lambda_2 = 0.47$
3.Perlit maleter	$d_3 = ?$	$\lambda_3 = 0.13$

Tabela 7: Slojevi u pregradi 3.2, njihove dimenzije i koeficijenti toplotne provodljivosti.

1.Krečni malter	$d_1 = 1.5 \text{ cm}$	$\lambda_1 = 0.81$
2.Opek.šuplj.blok	$d_2 = 29 \text{ cm}$	$\lambda_2 = 0.52$
3.Perlit maleter	$d_3 = ?$	$\lambda_3 = 0.13$

Kada je perlit malter u pitanju treba znati činjenicu da je maksimalna dozvoljena debljina za izradu 5cm. U oba slučaja (pregrada 3.1 i pregrada 3.2), na osnovu izraza (5) sračunato je $d_3 = 5.0 \text{ cm}$ za $U = 0.90 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ tj. $d_3 = 34 \text{ cm}$ (!), za $U = 0.30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Za $U = 0.90 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ maximum od 5.0 cm u slučaju blokova postignut je sa dimenzijom bloka od 29 cm; blok od 19 cm bi zahtevao sloj perlit maltera od 7 cm pa bi pregrada bila rešena sa zatvorenim slojem vazduha. U slučaju opeke dimenzija je ista kao u pregradama 1 i 2.

Upravo zbog ove ograničene debljine termoizolacionog maltera za izradu, već prema starim propisima postojala je ograničenost primene. Sa ovom debljinom perlit maltera bilo je moguće postići tražene uslove i kriterijume, naravno, u

zavisnosti od klimatske zone, od vrste konstruktivnog materijala i od dimenzija nosećeg sloja. Međutim po novom pravilniku potreban iznos termoizolacionog sloja perlit maltera od preko 30cm je nemoguće izvesti pre svega zbog strukture samog maltera. Naime perlit malter je porozan materijal veoma male zapremine težine. Povećana debljina

perlit maltera izazvala bi urušavanje zida zbog nemogućnosti nošenja sopstvenog opterećenja. Primenom novih uslova koji su propisani pravilnikom dobijamo neadekvatne debljine perlit maltera, koje su posmatrano sa konstruktivne strane, potpuno nezadovoljavajuće.

Iz dobijenih podataka može se zaključiti da se gubi upotreba perlit maltera kao termoizolacionog sloja bez obzira na sve kvalitete koje ima. Zid od 30 cm sa slojem perlit maltera od 4 cm pruža otpor prolazu toplote kao zid od opeke od 60 cm! Od 1 m^3 perlit maltera može se izraditi 20 do 25 m^2 fasade prosečne debljine 4 cm. [3]. Svakako ostaje prisutan kao materijal za izradu završnog sloja na fasadi.

3. ZAKLJUČAK

Za projektovanu pregradu samo određena vrsta termomaterijala može biti optimalno rešenje. Teorijski, najbolje je odabrati onaj termoizolator koji tražene kriterijume zadovoljava sa najmanjom proračunatom debljinom. Na taj način dobija se najekonomičnije rešenje. Međutim, u skladu sa novim pravilnikom radi što većeg smanjenja toplotnih gubitaka potrebno je ostvariti što veći toplotni otpor prolazu toplote a to podrazumeva usvajanje većih dimenzija izolacionog dela pregrade (dakle bolje je 20 cm mineralne vune od 20 cm tarolita-vidi 2.2). Na proračun još utiče kako vrsta tako i dimenzija konstruktivnog dela. Zato uvek za usvojeno rešenje pregrade termički proračun treba do kraja sprovesti (toplotni gubici, difuzija i kondenzacija vodene pare, toplotna stabilnost pregrade) jer on sadrži još mnoge parametre pored korišćenih u ovom radu. Jedan od važnijih parametara je otpor difuziji vodene pare, koji ukazuje na mogućnost orošavanja pojedinih delova konstrukcije, što može izazvati građevinske štete i predstavlja opasnost za stabilnost same konstrukcije. Veoma važno je opredeliti se za pravilan redosled slojeva u pregradi, tako da toplotni otpori rastu u smeru od unutrašnje ka spoljašnjoj strani pregrade [1].

Trenutna energetska kriza i rast cena energenata, uslovia je da se posebna pažnja posveti smanjenju potrošnje energije za zagrevanje objekata. U celom svetu intenzivno se radi na načinu za smanjenje potrošnje energije i poboljšanje uslova stanovanja. U ovom radu prikazano je nekoliko rešenja oblaganja objekta termičkim materijalima. Primenu određenih termičkih materijala određuje cena, kao i kvalitet materijala, a osim toga i cena investicionog održavanja objekta. Ulaganje u termiku je ulaganje u budućnost. Smanjimo potrošnju energenata, zaštitimo planetu [4-5].

LITERATURA

- [1] V. Bogdanović, „Toplotna zaštita zgrada“, Građevinsko - arhitektonski fakultet u Nišu
- [2] „Pravilnik o energetskoj efikasnosti zgrada“, Službeni glasnik RS:061/2011 datum:19.08.2011.
- [3] S. Krnić, „Adaptacija i sanacija stana, suterena, terase, potkrovlja“, AGM knjiga, 2008.
- [4] Obnovljiva energija, Međunarodna energetska agencija (International Energy Agency), 2002.
- [5] Deciding the Future: Energy Policy Scenarios to 2050, World Energy Council, London, 2007.
- [6] www.pasivnakuca.rs

KONVOLUCIONA SVOJSTVA NEKIH SPECIJALNIH NIZOVA BROJEVA CONVOLUTION PROPERTIES OF SOME SPECIAL NUMBER SEQUENCES

Predrag Rajković, *Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, Niš.*
Nataša Savić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu proučavamo nizove specijalnih brojeva, vrlo poznatih u matematici i sa širokim spektrom upotrebe u nauci i praksi. Pokazujemo da se mogu objediniti u jednom jedinstveno integralnom obliku. Odatle lako pronalazimo njihove funkcije generatriše i dokazujemo da poseduju konvoluciono svojstvo. Ovde prepoznajemo Fibonaccijeve, Catalanove, Motzkinove i Schrederove brojeve kao specijalne slučajeve.

Ključne reči: Celi brojevi. Specijalni nizovi. Funkcija generatriše. Integralna forma. Konvoluciono svojstvo.

Abstract - In this paper we are studying the special number sequences, well known in mathematics and with spread usage in the science and praxis. We prove that they can be unified in a common integral form. We show that these sequences satisfy generalized convolution property. Here, we recognize well known number sequences such as: Fibonacci, Catalan, Motzkin and Schreder, like special cases.

Key words: Integer numbers. Special sequences. Generating function. Integral form. Convolution property.

1. UVOD

Skup prirodnih brojeva je nastao kroz postupke prebrojavanja i ređanja. Pojedini podnizovi ovog skupa su često prisutni u prirodi ili se pojavljuju kao rešenja brojnih problema u matematici: u teoriji brojeva, kombinatorici i geometriji. Čudesno je u kolikom broju primera i u kojim sve situacijama dolazi do njihove pojave. Mi obično pamtimo one najupečatljivije. Tako se čuveni Fibonaccijevi brojevi primećuju u proučavanju rasta populacije zečeva (Leonardo od Pize–Fibonacci, 1175-1250). Catalanov broj je broj monotonih putanja duž ivica mreže sastavljene od $n \times n$ kvadratnih ćelija koje ne prelaze iznad dijagonale (E.C. Catalan, 1814–1894). Motzkinov broj je broj načina na koji se mogu nacrtati tetive bez preseka na krugu između n tačaka (T. Motzkin, 1908-1970), itd.

Stoga ne čudi da su ovi brojevi predmet stalnih istraživanja, a njihova nova svojstva i interpretacije često prisutni u naučnim radovima. Koriste se za prebrojavanje kombinatornih objekata i dokazivanje kombinatornih identiteta [1,2]. Često se predstavljaju kao funkcije generatriše [3].

U ovom radu ukazujemo na njihove rekurentne relacije i predstavljanje pomoću funkcija generatrišasa. Proučavaćemo njihova konvoluciona svojstva i ukazati na pronalaženje njihove zajedničke integralne forme.

2. FUNKCIJE GENERATRISSE

Funkcije generatriše su jedan od korisnih alata za rešavanje problema prebrojavanja, kao i za određivanje rekurentnih relacija. Osnovna ideja je da se nizu brojeva pridruži formalni stepeni red čija je suma odgovarajuća funkcija generatriša. Na

taj način se problem o nizovima transformiše u problem o funkcijama, što je vrlo korisno jer postoji ogroman matematički alat za rad sa funkcijama [4].

Definicija 2.1. Neka je $f = (f_0, f_1, \dots, f_n, \dots)$ niz realnih brojeva. Funkcija generatriše $F(x)$ datog niza f je formalni stepeni red

$$F(x) = \sum_{n=0}^{\infty} f_n x^n = f_0 + f_1 x + \dots + f_n x^n + \dots \quad (1)$$

Ova funkcija se često naziva običnom funkcijom generatriše i označava sa o.g.f (ordinary generating function).

Pišemo $\{f_n\}_{n \in \mathbb{N}_0} \xleftrightarrow{\text{o.g.f}} F$ ili samo $\{f_n\}_{n \in \mathbb{N}_0} \leftrightarrow F$. Niz $\{f_n\}_{n \in \mathbb{N}_0}$ zovemo niz koeficijenata. Često se za običnu funkciju generatriše niza $\{f_n\}_{n \in \mathbb{N}_0}$ koristi oznaka $\mathcal{G}(f_n) = F$.

Koeficijent uz član x^n stepenog reda $F(x)$ obeležavamo sa $[x^n]F(x) = f_n$

Primer 2.1. Primitimo da je geometrijski red jedna funkcija generatriša

$$(1, 1, 1, \dots) \leftrightarrow 1 + x + x^2 + \dots = \frac{1}{1-x}.$$

Takođe, polazeći od kvadrata binoma

$$\sum_{k=0}^{\infty} \binom{n}{k} x^k = (1+x)^n,$$

dobijamo

$$(1+x)^n \xleftrightarrow{\text{o.g.f}} \left\{ \binom{n}{k} \right\}_{k \in \mathbb{N}_0}.$$

Definicija 2.2. Formalni stepeni red definisan sa

$$G(x) = \sum_{n=0}^{\infty} g_n \frac{x^n}{n!} = g_0 + g_1 \frac{x}{1!} + \dots + g_n \frac{x^n}{n!} + \dots \quad (2)$$

naziva se eksponencijalnom funkcijom generatrisa (e.g.f. - exponential generating function) niza $g = (g_0, \dots, g_n, \dots)$. Eksponencijalna funkcija generatrisa niza $\{g_n\}_{n \in \mathbb{N}_0}$ označava se sa $\mathcal{E}(g_n) = G$.

Primer 2.2. Kako je $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = e^x$, to je $e^x \xleftrightarrow{e.g.f.} \{1\}_{n \in \mathbb{N}_0}$. Očigledno je

$$e^x \xleftrightarrow{o.g.f.} \left\{ \frac{1}{n!} \right\}_{n \in \mathbb{N}_0}.$$

Stav 2.1. (Operacije sa funkcijama generatrisa) Ako je

$(a_0, a_1, a_2, \dots) \leftrightarrow A(x)$ i $(b_0, b_1, b_2, \dots) \leftrightarrow B(x)$ tada je:

(1) $(a_0 + b_0, a_1 + b_1, a_2 + b_2, \dots) \leftrightarrow A(x) + B(x)$;

(2) $(\alpha a_0, \alpha a_1, \alpha a_2, \dots) \leftrightarrow \alpha A(x)$, gde $\alpha \in \mathbb{R}$;

(3) $(c_0, c_1, c_2, \dots) \leftrightarrow A(x) \cdot B(x)$, gde je

$$c_n = a_0 b_n + a_1 b_{n-1} + \dots + a_n b_0;$$

(4) $\left(\underbrace{0, 0, 0, \dots, 0}_n, a_0, a_1, a_2, \dots \right) \leftrightarrow x^n \cdot A(x)$;

(5) $(a_1, 2a_2, 3a_3, \dots) \leftrightarrow \frac{d}{dx} A(x)$;

(6) $\left(0, a_0, \frac{a_1}{2}, \frac{a_2}{3}, \dots, \frac{a_{n-1}}{n}, \dots \right) \leftrightarrow \int_0^x A(t) dt$;

(7) $(a_0, \alpha a_1, \alpha^2 a_2, \dots, \alpha^n a_n, \dots) \leftrightarrow A(\alpha x)$.

(8) $\left(\underbrace{0, 0, 0, \dots, 0}_{n-1}, a_0, \underbrace{0, 0, 0, \dots, 0}_{n-1}, a_1, \underbrace{0, 0, 0, \dots, 0}_{n-1}, a_2, \dots \right) \leftrightarrow A(x^n)$.

Stav 2.2. (Kvadrat funkcije generatrise)

Ako je

$$G(t) = \sum_{n=0}^{\infty} g_n t^n, \quad (3)$$

tada je

$$G^2(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\sum_{k=0}^n g_k g_{n-k} \right) t^n. \quad (4)$$

3. FUNKCIJE GENERATRISA NEKIH SPECIJALNIH NIZOVA BROJEVA

Neki nizovi prirodnih brojeva imaju posebno mesto u naci. Ovi nizovi se označavaju na poseban način i imaju svoja imena po kojima se pamte.

(Fibonaccijski brojevi) Funkcija generatrisa Fibonaccijevog niza brojeva $(0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, \dots)$ definisanog sa

$$f_{n+2} = f_{n+1} + f_n, \quad f_0 = 0, \quad f_1 = 1,$$

je

$$F(x) = \sum_{n=0}^{\infty} f_n x^n = \frac{x}{1 - x - x^2}.$$

(Catalanovi brojevi) Funkcija generatrisa za niz Catalanovih brojeva $(1, 1, 2, 5, 14, 42, \dots)$ je

$$C(x) = \frac{1 - \sqrt{1 - 4x}}{2x}.$$

Catalanovi brojevi imaju sledeći opšti oblik

$$C_n = [x^n]C(x) = \frac{1}{n+1} \binom{2n}{n}.$$

(Motzkinovi brojevi) Funkcija generatrisa za niz Motzkinovih brojeva $(1, 1, 2, 4, 9, 21, 34, \dots)$ je

$$M(x) = \sum_{n=0}^{\infty} M_n x^n = \frac{1 - x - \sqrt{1 - 2x - 3x^2}}{2x^2} = 1 + x + 2x^2 + 4x^3 + 9x^4 + \dots.$$

(Schroderovi brojevi) Funkcija generatrisa za niz Schroderovih brojeva $(1, 2, 6, 22, 90, 394, \dots)$ je

$$S(x) = \sum_{n=0}^{\infty} S_n x^n = \frac{1 - x - \sqrt{1 - 6x + x^2}}{2x} = 1 + 2x + 6x^2 + 22x^3 + 90x^4 + \dots.$$

(Riordanovi brojevi) Funkcija generatrisa za niz Riordanovih brojeva $(1, 0, 1, 1, 3, 6, 1, 5, \dots)$ je

$$R(x) = \frac{1 + x - \sqrt{1 - 2x - 3x^2}}{2x(1+x)}.$$

4. SPECIJALNI BROJEVI U INTEGRALNOJ FORMI

Važni nizovi specijalnih celih brojeva često imaju opšti član koji se može predstaviti u integralnom obliku [5].

Primer 4.1 Niz Catalanovih brojeva

$$\{C_n\}_{n \geq 0} = \{1, 1, 2, 5, 14, 42, \dots\}$$

može se predstaviti u integralnoj formi [6]

$$C_n = \frac{1}{n+1} \binom{2n}{n} = \frac{1}{2\pi} \int_0^4 x^{n-1} \sqrt{(4-x)x} dx \quad (n \in \mathbb{N}_0).$$

Primer 4.2. Niz velikih Schroderovih brojeva

$$\{S_n\}_{n \geq 0} = \{1, 2, 6, 22, 90, 394, \dots\}$$

može se predstaviti kao

$$S_n = \sum_{k=0}^n \frac{1}{n-k+1} \binom{2n-2k}{n-k} \binom{2n-k}{k},$$

odnosno

$$S_n = \int_{3-2\sqrt{2}}^{3+2\sqrt{2}} x^{n-1} \sqrt{1-6x+x^2} dx.$$

Primer 4.3. Motzkinovi brojevi

$$\{M_n\}_{n \geq 0} = \{1, 1, 2, 4, 9, 21, 51, \dots\}$$

dati su u integralnom obliku

$$M_n = \int_{-1}^3 x^{n-1} \sqrt{(3-x)(x+1)} dx \quad (n \in N_0).$$

Zapažamo da u svim ovim primerima posmatramo niz

$$\{g_n^{(p)} = g_n^{(p)}(a, b, c, d)\} \quad (p \in \{0, 1\}) \quad (5)$$

definisani sa

$$g_n^{(p)} = \frac{1}{2\pi} \int_a^b (cx+d)^{n-p} \sqrt{(b-x)(x-a)} dx \quad (6)$$

Pri čemu je $a < b$ i $c \neq 0$ i $n \in N_0$.

5. KONVOLUCIONO SVOJSTVO BROJNIH NIZOVA

Konvolucija funkcija ima važno mesto u teoriji integralnih transformacija. Ovde uvodimo analogni pojam u teoriji nizova.

Definicija 5.1. Niz $\{g_n\}$ zadovoljava konvoluciono svojstvo reda r ako je ispunjeno

$$g_n = \sum_{k=1}^r \alpha_k g_{n-k} + \beta \sum_{k=0}^{n-r} g_k g_{n-r-k} \quad (7)$$

Za $r = 1, \alpha_1 = 0$ kažemo da je zadovoljeno obično konvoluciono svojstvo.

Označimo funkciju generatrisu niza (5) sa

$$G_0(t) = G_0(t; a, b, c, d). \quad (8)$$

Tada je

$$G_0(t) = \sum_{n=0}^{\infty} g_n^{(0)} t^n = \frac{1}{2\pi} \int_a^b \frac{\sqrt{(b-x)(x-a)}}{1-(cx+d)t} dx \quad (9)$$

Odakle je (videti [7])

$$G_0(t) = \frac{2 - ((a+b)c + 2d)t - 2\sqrt{(1-(ac+d)t)(1-(bc+dt))}}{(2ct)^2}$$

Prema relaciji (4) biće zadovoljena sledeća funkcionalna jednačina

$$(4ct)^2 G_0^2(t) + 8((a+b)c + 2d)t - 2) G_0(t) + (b-a)^2 = 0.$$

Otuda je

$$16c^2 \sum_{n=2}^{\infty} \sum_{k=0}^{n-2} g_k^{(0)} g_{n-2-k}^{(0)} t^n + 8((a+b)c + 2d) \sum_{n=1}^{\infty} g_{n-1}^{(0)} t^n - 16 \sum_{n=0}^{\infty} g_n^{(0)} t^n + (b-a)^2 = 0$$

te je

$$g_n^{(0)} = \frac{(a+b)c + 2d}{2} g_{n-1}^{(0)} + c^2 \sum_{k=0}^{n-2} g_k^{(0)} g_{n-2-k}^{(0)} \quad (n = 2, 3, \dots),$$

sa početnim vrednostima

$$g_0^{(0)} = \left(\frac{b-a}{4}\right)^2, \quad g_1^{(0)} = \frac{(a+b)c + 2d}{2} g_0^{(0)}.$$

5.1. Pomereni niz

Neka je

$$g_n^{(1)} = g_{n-1}^{(0)} \quad (n \in N_0),$$

sa početnim vrednošću

$$g_0^{(1)} = \frac{1}{2\pi} \int_a^b \frac{\sqrt{(b-x)(x-a)}}{x} dx.$$

Funkcija generatrisa ovog niza je

$$G_1(t) = g_0^{(1)} + tG_0(t),$$

tj.,

$$G_1(t) = \frac{1 - \sqrt{abt} - \sqrt{(1-at)(1-bt)}}{2t}.$$

Otuda je zadovoljena sledeća jednačina

$$tG_1^2(t) - (1 - \sqrt{abt})G_1(t) + \left(\frac{\sqrt{b}-\sqrt{a}}{2}\right)^2 = 0.$$

Zato niz $\{g_n^{(1)}\}$ poseduje sledeće konvoluciono svojstvo

$$g_n^{(1)} = \sqrt{ab} g_{n-1}^{(1)} + \sum_{k=0}^{n-1} g_k^{(1)} g_{n-1-k}^{(1)}.$$

sa početnim vrednostima

$$g_0^{(1)} = \left(\frac{\sqrt{b}-\sqrt{a}}{2}\right)^2, \quad g_1^{(1)} = (g_0^{(1)})^2 + \sqrt{ab} g_0^{(1)}.$$

Relaciju (6) možemo zapisati u obliku

$$g_n^{(1)} = \frac{a+b}{2} g_{n-1}^{(1)} + \sum_{k=1}^{n-2} g_k^{(1)} g_{n-1-k}^{(1)}.$$

Primer 5.1.1. Zamenjujući u (6) $a = 0, b = 4$ dobijaju se Catalanovi brojevi, tj. $g_n^{(1)} = C_n$. Kako je njihova funkcija generatrisa

$$C(t) = \sum_{n=0}^{\infty} C_n t^n = \frac{1 - \sqrt{1-4t}}{2t}$$

to je zadovoljena sledeća funkcionalna jednačina

$$tC^2(t) - C(t) + 1 = 0 \quad C_0 = 1.$$

Važi i konvoluciono svojstvo

$$C_n = \sum_{k=0}^{n-1} C_k C_{n-1-k} \quad (n \in N_0).$$

Primer 5.1.2. Ako je $a = 3 - 2\sqrt{2}, b = 3 + 2\sqrt{2}$ dobijamo velike Schroderove brojeve, tj. $g_n^{(1)} = S_n$. Oni zadovoljavaju konvoluciono svojstvo

$$S_n = 3S_{n-1} + \sum_{k=0}^{n-2} S_k S_{n-1-k} \quad (n \in N_0),$$

Sa početnim vrednostima

$$S_0 = 1, \quad S_1 = 2.$$

6. ANALOGON SA KOMPLEKSNIM BROJEVIMA

Posmatramo niz $\{g_n^{(2)} = g_n^{(2)}(u, v)\}$ definisan sa

$$g_n^{(2)} = \frac{1}{2\pi} \int_{-v}^v (iz + u)^n \sqrt{(v-z)(z+v)} dz$$

$$(i = \sqrt{-1})(n \in N_0).$$

Ovo je specijalan slučaj niza $\{g_n^{(0)} = g_n^{(0)}(a, b, c, d)\}$ definisanog za $a = -v, b = v, c = i, d = u$. On se može zapisati i kao $g_n^{(0)}(u - iv, u + iv, 0, 0)$, ali bismo tada radili sa korenom kompleksnom funkcijom gde bismo imali dosta problema sa prelaskom sa grane na granu.

Primer 6.1. Uzimajući $u = -1$ i $v = 2$, dobijamo niz $(1, -1, 0, 2, -3, -1, 11, -15, -13, 77, \dots)$ čija funkcija generatrisa je

$$G(x) = \frac{-1 - x - \sqrt{1 + 2x + 5x^2}}{2x^2}.$$

Ona se može napisati i u obliku

$$G(x) = \frac{y(x)}{x}, \quad \text{gde je } x = \frac{y}{1 - y - y^2} = \sum_{n=0}^{\infty} F_n y^n,$$

pri čemu je $\{F_n\}$ Fibonaccijev niz.

7. BIKVADRATNI SLUČAJ

Posmatramo niz $\{g_n^{(2)} = g_n^{(2)}(a_1, b_1; a_2, b_2)\}$ definisan izrazom

$$g_n^{(2)} = \frac{1}{2\pi} \int_D x^n w(x) dx \quad (n \in N_0), \quad (10)$$

gde je težinska funkcija

$$w(x) = \frac{\sqrt{-(b_1 - x)(x - a_1)(b_2 - x)(x - a_2)}}{|x|}, \quad (11)$$

definisana na uniji intervala

$$x \in D = (a_1, b_1) \cap (a_2, b_2).$$

Ovaj niz ima uopšteno konvoluciono svojstvo.

Primer 7.1. Uzimajući u (11)

$$a_1 = -\frac{1 + \sqrt{5}}{2}, \quad b_1 = -\frac{\sqrt{13} - 3}{2},$$

$$a_2 = \frac{\sqrt{5} - 1}{2}, \quad b_2 = \frac{3 + \sqrt{13}}{2},$$

dobijamo niz $(1, 1, 3, 6, 16, 40, 109, 297, \dots)$ koji ima sledeće konvoluciono svojstvo

$$g_n = g_{n-1} + g_{n-2} + \sum_{k=0}^{n-2} g_k g_{n-2-k}.$$

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu izložili smo jedan novi aspekt proučavanja poznatih specijalnih nizova brojeva sa širokom primenom u nauci. Naizgled, prelaskom na integralni oblik, problem je zakomplikovan, ali su dobijeni opšti oblik i konvolucione osobine. U poslednjem odeljku, postavljen je problem koji traži dalje istraživanje, a rešen je tek jedan primer.

LITERATURA

- [1] Benjamin, A. T., Quinn, J. J., (2003) *Proofs that really count*, vol. 27, Washington, DC.
- [2] STANLEY R.P., (2000) *Enumerative combinatorics*, vol. 1, Cambridge University Press.
- [3] H. S. Wilf, *Generating functionology*, Academic Press in 1990.
- [4] W. Koepf, *Hypergeometric Summation*, Vieweg, Advanced Lectures in Mathematics, Braunschweig / Wiesbaden, 1998.
- [5] P. M. Rajković, P. Barry, N. Savić, *Number sequences in an integral form with a generalized convolution property and Somos-4 Hankel determinants*, Mathematica Balkanica, New Series Vol. 26 (2012) Fasc. 1-2. V. I.
- [6] A. Cvetković, P. M. Rajković, M. Ivković, *Catalan Numbers, the Hankel Transform and Fibonacci Numbers*, Journal of Integer Sequences, 5 (2002), Article 02.1.
- [7] H. Exton, *Hypergeometric integrals: Theory, applications, tables, computer programs*, Ellis Horwood Limited, John Wiley and Sons, 1978.

OPERATOR OBLIKA THE SHAPE OPERATOR

Milica Cvetković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - Oblik, kao jedna od suštinskih karakteristika površi, ima centralnu ulogu u mnogim sferama kao što su biometrija, medicina, građevinarstvo, moderna arhitektura, kompjuterska grafika, 3D televizija, moderna umetnost, itd. Jedan od pristupa analizi oblika površi je preko operatora oblika. Operator oblika je linearno preslikavanje kojim se izračunava savijanje površi posmatranjem normale te površi i njene promene od tačke do tačke.

Ključne reči: Operator oblika. Weingartenove jednačine. Gausova i srednja krivina.

Abstract - Shape is an important feature of surface and it is central in many areas such as biometrics, medicine, civil engineering, contemporary architecture, computer vision, 3D TV, modern art, etc. One of the methods in shape analysis is accomplished using the shape operator. The shape operator is a linear operator that calculates the bending of surface by valuation how the surface normal changes from point to point.

Key words: Shape operator. Weingarten equations. Gaussian and mean curvature.

1. UVOD

Mnogi postupci u nauci, inženjerstvu i medicini svode se na analizu geometrijskih oblika. Na primer, u medicini ima veoma važnu ulogu u analizi slike pri proučavanju bioloških varijacija anatomskih struktura (vidi [1]). Veliki je interes neurologa za ovu oblast u analizi mozga, posebno u analizi spiralnog dela cerebralnog korteksa, koji predstavlja ključ ljudske inteligencije o čemu govori [2].

Takođe, u biofizici, oblik ćelijske membrane usled elastičnog savijanja (rad [3]) u službi je ispitivanjima u biologiji.

Morfološka analiza oblika kamena i površina stena doprinosi donošenju zaključaka o životnoj istoriji, na primer [4].

Dva osnovna načina za analizu oblika površi jesu da se posmatra promena normale koja se kreće po površi ili da se površ upoređuje sa sferom. Prvi od ova dva navedena metoda jeste primena operatora oblika, vektorske funkcije koja meri savijanje površi. Operator oblika definisan je u [5]. Njegove osnovne karakteristike i izračunavanje opisani su u radu [6]. Varijacija operatora oblika usled beskonačno malog savijanja površi analizirana je u [7].

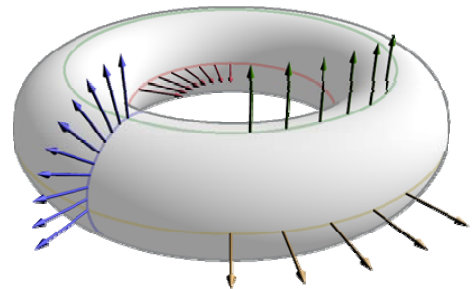
2. IZRAČUNAVANJE OPERATORA OBLIKA

Operator oblika je linearni operator koji, primenjen na tangenti vektor v_p predstavlja negativni izvod normalne površi U u pravcu vektora v_p .

Definicija 2.1.[5] Neka je $M \subset \mathbb{R}^3$ regularna površ i neka je U površ normalna na M definisana u okolini tačke $p \in M$. Za tangenti vektor v_p površi M u tački p neka je:

$$S(v_p) = -D_v U. \quad (1)$$

Tada se S naziva **operator oblika**.



Slika 1. Operator oblika torusa.

Operator oblika ravni je identički jednak nuli u svakoj tački ravni. U ostalim slučajevima normalna površ U će se pomerati i okretati od tačke do tačke i operator oblika biće različit od nule.

U bilo kojoj tački orijentisane regularne površi postoje dva izbora normalne površi: U i $-U$. Operator oblika u izboru $-U$ je negativan u odnosu na operator oblika koji odgovara U .

Ako površ M nije orijentisana, normalna površ U ne može biti definisana neprekidno po M . Ovo ne predstavlja problem, obzirom da se sva izračunavanja vezana za U vrše lokalno.

Operator oblika je simetričan, odnosno, u [5] je pokazano da važi sledeća lema:

Lema 2.1. Operator oblika regularne površi M je simetričan, tj. važi da je:

$$S(v_p) \cdot w_p = v_p \cdot S(w_p), \quad (2)$$

za sve tangente vektore v_p, w_p površi M .

Sledeća teorema prikazuje način izračunavanja operatora oblika preko koeficijenata E, F, G prve i L, M, N druge

kvadratne forme koristeći Veingartenove jednačine (Julius Weingarten, 1836-1910, nemački matematičar). Ideja dokaza nalazi se takođe u [5].

Teorema 2.1. (Veingartenove jednačine) Neka je $x:U \rightarrow \mathbb{R}^3$ regularna površ. Tada je operator oblika S površi x u odnosu na bazu $\{x_u, x_v\}$ jednak:

$$\begin{cases} -S(x_u) = U_u = \frac{MF-LG}{EG-F^2} x_u + \frac{LF-ME}{EG-F^2} x_v, \\ -S(x_v) = U_v = \frac{NF-MG}{EG-F^2} x_u + \frac{MF-NE}{EG-F^2} x_v. \end{cases} \quad (3)$$

Dokaz: Kako je x regularna površ i x_u i x_v su linearno nezavisni, možemo napisati da je:

$$\begin{cases} -S(x_u) = U_u = a_{11} x_u + a_{12} x_v, \\ -S(x_v) = U_v = a_{21} x_u + a_{22} x_v, \end{cases} \quad (4)$$

za proizvoljne funkcije $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$. Da bi dokazali izraz (3), moramo prethodno izračunati koeficijente $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$ iz jednakosti (4). Ako svaku od jednačina iz (4) pomnožimo skalarno sa x_u i x_v dobija se:

$$\begin{cases} -S(x_u) \cdot x_u = a_{11} x_u \cdot x_u + a_{12} x_v \cdot x_u, \\ -S(x_u) \cdot x_v = a_{11} x_u \cdot x_v + a_{12} x_v \cdot x_v, \\ -S(x_v) \cdot x_u = a_{21} x_u \cdot x_u + a_{22} x_v \cdot x_u, \\ -S(x_v) \cdot x_v = a_{21} x_u \cdot x_v + a_{22} x_v \cdot x_v. \end{cases} \quad (5)$$

Kako za koeficijente prve kvadratne forme važi:

$$x_u \cdot x_u = E, \quad x_u \cdot x_v = F, \quad x_v \cdot x_v = G, \quad (6)$$

a za koeficijente druge kvadratne forme:

$$\begin{cases} S(x_u) \cdot x_u = L, \\ S(x_u) \cdot x_v = S(x_v) \cdot x_u = M, \\ S(x_v) \cdot x_v = N, \end{cases} \quad (7)$$

dobija se:

$$\begin{cases} -L = a_{11} E + a_{12} F, \\ -M = a_{11} F + a_{12} G, \\ -M = a_{21} E + a_{22} F, \\ -N = a_{21} F + a_{22} G. \end{cases} \quad (8)$$

Jednačine (8) mogu biti kraće zapisane u matricnom obliku:

$$-\begin{pmatrix} L & M \\ M & N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E & F \\ F & G \end{pmatrix}, \quad (9)$$

odnosno,

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = -\begin{pmatrix} L & M \\ M & N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E & F \\ F & G \end{pmatrix}^{-1}. \quad (10)$$

Kako je

$$\begin{pmatrix} E & F \\ F & G \end{pmatrix}^{-1} = \frac{1}{EG-F^2} \begin{pmatrix} G & -F \\ -F & E \end{pmatrix}, \quad (11)$$

to je

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} &= \frac{-1}{EG-F^2} \begin{pmatrix} L & M \\ M & N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G & -F \\ -F & E \end{pmatrix} = \\ &= \frac{-1}{EG-F^2} \begin{pmatrix} LG-MF & -LF+ME \\ MG-NF & -MF+NE \end{pmatrix}. \end{aligned} \quad (12)$$

Tako se dobija:

$$\left. \begin{aligned} a_{11} &= \frac{MF-LG}{EG-F^2}, & a_{12} &= \frac{LF-ME}{EG-F^2}, \\ a_{21} &= \frac{NF-MG}{EG-F^2}, & a_{22} &= \frac{MF-NE}{EG-F^2}. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Iz poslednje jednakosti dobija se (3), što je i trebalo pokazati, odnosno, operator oblika u matricnom obliku biće jednak:

$$S = \frac{1}{EG-F^2} \begin{pmatrix} LG-MF & ME-LF \\ MG-NF & NE-MF \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Ako matrice prve i druge kvadratne forme redom označimo na sledeći način:

$$\Phi_I = \begin{pmatrix} E & F \\ F & G \end{pmatrix}, \quad \Phi_{II} = \begin{pmatrix} L & M \\ M & N \end{pmatrix}, \quad (15)$$

iz Teoreme 2.1. dobijamo direktnu posledicu:

Posledica 2.1. Neka je $EG-F^2 \neq 0$, to jest, neka je Φ_I nesingularna matrica. Odgovarajuća matrica operatora oblika biće jednaka:

$$S = \Phi_I^{-1} \Phi_{II}. \quad (16)$$

Treba naglasiti da iako je operator oblika simetrični linearni operator, njegova matrica u odnosu na bazu x_u i x_v ne mora biti simetrična, jer x_u i x_v u opštem slučaju nisu ortogonalni vektori.

3. GAUSOVA I SREDNJA KRIVINA

Gausova i srednja krivina površi predstavljaju najvažnije krivine površi.

Definicija 3.1. [5] Neka je $M \subset \mathbb{R}^3$ regularna površ. **Gausova krivina** (Johann Carl Friedrich Gauss, 1777-1855, nemački matematičar) K i **srednja krivina** H površi M predstavljaju funkcije $K, H: M \rightarrow \mathbb{R}$ definisane na sledeći način:

$$K(p) = \det(S(p)), \quad H(p) = \frac{1}{2} \text{tr}(S(p)). \quad (17)$$

Treba naglasiti da operator oblika S i srednja krivina H zavise od izbora normalne površi U , dok Gausova krivina K je nezavisna od tog izbora.

Definicija 3.2. Minimalna površ u \mathbb{R}^3 je regularna površ za koju je srednja krivina jednaka nuli. Regularna površ je **razvojna (ravna)** ako i samo ako je njena Gausova krivina jednaka nuli.

Sledeća teorema izražava ove krivine preko koeficijenata prve i druge kvadratne forme i koristi se za izračunavanje ovih krivina, a dokazuje se primenom Teoreme 2.1.

Teorema 3.1. [5] Neka je $x : U \rightarrow \mathbb{R}^3$ regularna površ. Gausova i srednja krivina površi x date su fomulama:

$$K = \frac{LN - M^2}{EG - F^2}, \quad (18)$$

$$H = \frac{LG - 2MF + NE}{2(EG - F^2)}, \quad (19)$$

gde su E, F, G koeficijenti prve a L, M, N koeficijenti druge kvadratne forme u odnosu na površ x .

Dokaz: Koristeći Definiciju 3.1. i Veingartenove jednačine (Teorema 2.1.) dobija se:

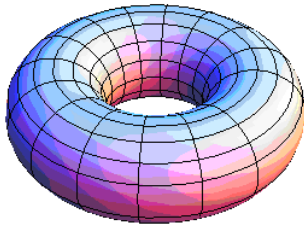
$$\begin{aligned} K &= \det \begin{pmatrix} LG - MF & ME - LF \\ EG - F^2 & EG - F^2 \\ MG - NF & NE - MF \\ EG - F^2 & EG - F^2 \end{pmatrix} = \\ &= \frac{(LG - MF)(NE - MF) - (ME - LF)(MG - NF)}{(EG - F^2)^2} = \\ &= \frac{LN - M^2}{EG - F^2}, \end{aligned} \quad (20)$$

i

$$\begin{aligned} H &= \frac{1}{2} \text{tr} \begin{pmatrix} LG - MF & ME - LF \\ EG - F^2 & EG - F^2 \\ MG - NF & NE - MF \\ EG - F^2 & EG - F^2 \end{pmatrix} = \\ &= \frac{(LG - MF) + (NE - MF)}{2(EG - F^2)} = \frac{LG - 2MF + NE}{2(EG - F^2)}, \end{aligned} \quad (21)$$

što je i trebalo pokazati. ■

4. PRIMENA OPERATORA OBLIKA I GAUSOVE I SREDNJE KRIVINE NA TORUS



Slika 2. Torus ($R=2, r=1$)

Torus je površ (Sl. 2.) parametarski zadat jednačinom:

$$x(u, v) = ((R + r \cos u) \cos v, (R + r \cos u) \sin v, r \sin u). \quad (22)$$

Iz jednačine (22) mogu se izračunati vektori x_u i x_v kao parcijalni izvodi i koeficijenti prve kvadratne forme.

$$\begin{cases} x_u = (-r \sin u \cos v, -r \sin u \sin v, r \cos u), \\ x_v = (-(R + r \cos u) \sin v, (R + r \cos u) \cos v, 0), \end{cases} \quad (23)$$

$$\begin{cases} E = x_u \cdot x_u = r^2, \\ F = x_u \cdot x_v = 0, \\ G = x_v \cdot x_v = (R + r \cos u)^2. \end{cases} \quad (24)$$

Izračunavanjem drugih parcijalnih izvoda i jediničnog vektora normale U torusa, dobijamo koeficijente druge kvadratne forme.

$$\begin{cases} x_{uu} = (-r \cos u \cos v, -r \cos u \sin v, -r \sin u), \\ x_{uv} = (r \sin u \sin v, -r \sin u \cos v, 0), \\ x_{vv} = (-(R + r \cos u) \cos v, -(R + r \cos u) \sin v, 0), \end{cases} \quad (25)$$

$$U = \frac{x_u \times x_v}{|x_u \times x_v|} = (-\cos u \cos v, -\cos u \sin v, -\sin u), \quad (26)$$

$$\begin{cases} L = U \cdot x_{uu} = r, \\ M = U \cdot x_{uv} = 0, \\ N = U \cdot x_{vv} = (R + r \cos u) \cos u. \end{cases} \quad (27)$$

Tada je, prema jednačini (14), operator oblika u matricnom obliku jednak:

$$S = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ r & \cos u \\ 0 & R + r \cos u \end{pmatrix}. \quad (28)$$

Odnosno, iz Veingartenovih jednačina (Teorema 2.1.), primenom programskog paketa *Mathematica*, matricni oblik možemo dobiti i korišćenjem naredbe:

$$\text{MatrixForm [Simplify [weingarten [torus][u, v]]]] \quad (29)$$

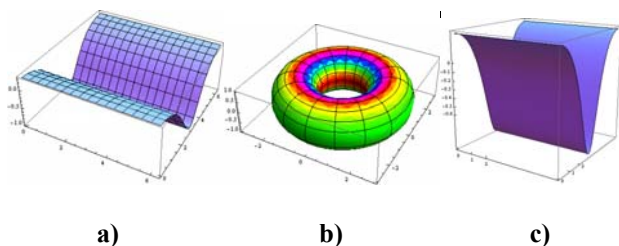
Operator oblika torusa vizuelno je prikazan na Sl.1. Plave normale po krivoj (u se menja, v je konstantno) menjaju se sa konstantnom promenom $\frac{1}{r}$. Zelene normale su na gornjoj kružnici torusa i tu je $u = \frac{\pi}{2}$. Ove normale ne menjaju pravac u slučaju kretanja po kružnici. Braon normale leže na kružnici $u = 0$ i imaju promenu $\frac{1}{R+r}$, a crvene $u = \pi$ su sa promenom $\frac{1}{r-R}$.

Bilo preko operatora oblika (jednačina (17)) ili koeficijenata prve i druge kvadratne forme (jednakosti (18) i (19)), možemo izračunati Gausovu i srednju krivinu torusa.

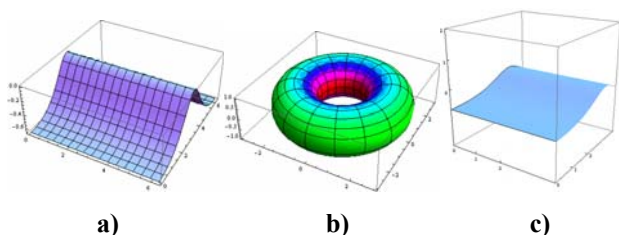
$$K = \frac{\cos u}{r(R + r \cos u)}, \quad (30)$$

$$H = \frac{R + 2r \cos u}{2r(R + r \cos u)}. \quad (31)$$

Korišćenjem programskog paketa *Mathematica* moguće je vizuelno prikazati ove krivine (Sl.3.(a) i Sl.4.(a)). Pored toga, moguće je obojiti površ u funkciji ovih krivina (Sl.3.(b) i Sl.4.(b)) i predstaviti ove krivine periodičnom funkcijom "Hue" (Sl.3.(c) i Sl.4.(c)).



Slika 3. Gausova krivina torusa



Slika 4. Srednja krivina torusa

5. ZAKLJUČAK

Analiza oblika površi predstavlja skup alata za upoređivanje, poklapanje, deformacije i modelovanje površi. Postoji više pristupa analizi oblika površi. U ovom radu je opisan jedan, od osnovna dva, preko operatora oblika, linearnog operatora koji opisuje kako se normala površi menja krećući se po samoj površi. I sve što bi mogli da saznamo o krivinama površi je zaključano u ovom operatoru.

Drugi osnovni pristup analizi oblika površi je upoređivanje te površi sa sferom. Vilmoreova energija (Thomas James Willmore, 1919-2005, engleski geometar), kao funkcija Gausove i srednje krivine, upravo ima taj zadatak da meri odstupanje površi od sfere.

Vilmoreova energija zauzima značajno mesto u teoriji membrana (rad [9]), teoriji ljuski i geometrijskom modelovanju.

LITERATURA

- [1] S. Kurttek, E. Klassen, Z. Ding, S.W. Jacobson, J.L. Jacobson, M.J. Avison and A. Srivastava, "Parameterization-invariant shape comparisons of anatomical surfaces", *IEEE Medical Imaging*, pp. 849-858, 2010.
- [2] L. D. Griffin, "The intrinsic geometry of the cerebral cortex", *Journal of Theoretical Biology*, Vol.166, No 3, pp. 261-273, 1994.
- [3] Lj. Velimirović, M. Ćirić, M. Cvetković, "Change of the Willmore energy under infinitesimal bending of membranes", *Computers and mathematics with applications*, Vol.59, No 12, pp. 3679-3686, 2010.
- [4] B.L. Ehlmann, H.A. Viles, M.C. Bourke, "Quantitative morphologic analysis of boulder shape and surface texture to infer environmental history: A case study of rock breakdown at the Ephrata Fan", *Journal of Geophysical Research F*, Vol.133, No F02012, pp. 148-227, 2012.
- [5] A. Gray, "Modern differential geometry of curves and surfaces with Mathematica", 2nd ed. *CRC Press*, 1998.
- [6] Lj. Velimirović, M. Cvetković, M. Ćirić, "The shape of the bendable surface", *Proceedings of 3rd International Scientific Conference MoNGeometrija 2012, Novi Sad*, pp. 585-594, 2012.
- [7] M. Cvetković, "Curvature based functions variations", *FACTA UNIVERSITATIS (Niš), Ser.Math.Inform.* 28, No 1, pp. 51-63, 2013.
- [8] T. Jensen, "Shape Operators of Surfaces in \mathbf{R}^3 ", *Department of Mathematics, KNU*, 2010.
- [9] Lj. Velimirović, M. Ćirić, M. Cvetković, "Change of the Willmore energy under infinitesimal bending of membranes", *Computers and mathematics with applications*, Vol. 59, No 12, pp. 3679-3686, 2010.

**OBRAZOVANJE U FUNKCIJI UPRAVLJANJA ŽIVOTNIM RESURSIMA
EDUCATION IN THE FUNCTION OF MANAGEMENT OF ENVIRONMENTAL
RESOURCES**

Staniša Dimitrijević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Žaklina Milivojević Vuković, *Pravno-poslovna škola, Niš.*

Sadržaj – *Odnos društva i prirode je danas utoliko specifičan jer je granica destruktivnog delovanja na prirodu prekoračena. U cilju savladavanja i kontrole nužnosti prirode, čovek je prekoračio granice mogućeg i dopustivog uticaja i postao faktor destruktivnosti prirodnih darova. Može li i na koji način čovek kontrolisati životne resurse, a da ne naruši „prirodu prirode“?*

Za razliku od dosadašnjeg neadekvatnog čovekovog odnosa prema životnoj sredini, životnim resursima i prirodi uopšte, novi sistem obrazovanja, kao značajan segment društva, zasnovan na održivom upravljanju životnim resursima, trebao bi da omogući ekološki pravedniji svet, kako u odnosu na današnje generacije, tako i prema budućim naraštajima.

Ključne reči: obrazovanje, životni resursi, nova ekološka politika.

Abstract – *Relationship between society and nature today is very specific due to the fact that the limit of destructive activity towards nature has been crossed. With the aim to tame and control the inevitability of nature, man has crossed the limits of possible and permissible influence and become a destructive factor for natural gifts. Is it possible and in what way for man to control environmental resources without destroying the "nature of nature"?*

Unlike the inappropriate relationship of man to the environment, environmental resources and nature in general, the new system of education, as an important segment of society, based on sustainable management of environmental resources, should enable the world to become environmentally more just, in reference both to the present and future generations.

Key words: education, environmental resources, new ecological politics

1. UVOD

Na početku dvadeset i prvog veka dozvoljeno je reći da se ljudska bića suočavaju sa ekološkim izazovima koji su bez presedana u istoriji ove planete. Uglavnom zahvaljujući ljudskoj aktivnosti, život na Zemlji suočava se s najvećim masovnim izumiranjem još od doba dinosaurusu od pre šesdeset i pet miliona godina.[1]

Granica destruktivnog delovanja čoveka na prirodu je prekoračena. Ukoliko se nastavi dosadašnja iracionalnost savremenog društva prema prirodi, to može dovesti do "kraja prirode". Samo mali deo našeg fizičkog okruženja nije pogođen ljudskom intervencijom. Ono što je nekad bilo netaknuta priroda, danas je značajno modifikovano sa velikom verovatnoćom dalje dekonstrukcije.

Svako razmatranje obrazovanja u funkciji upravljanja životnim resursima treba da počne od postojećeg modela odnosa društva i prirode, odnosno, od čovekovog odnosa prema prirodi i potrebe njegovog prevazilaženja. Takođe, nije moguće objektivno sagledavanje ove problematike bez analize postojeće i moguće društvene, a naročito državne politike, koja treba da promovise racionalan model upravljanja životnim resursima.

Svaki obrazovni sistem je proizvod društva, njegovih shvatanja, pogleda, interesa, potreba, mogućnosti itd. Tako i obrazovni sistem koji se odnosi na upravljanje životnim

resursima, deli sudbinu kulture i mentaliteta ljudi koji žive na ovim prostorima. Promena obrazovnog sistema treba da se zasniva na fundamentalnoj društvenoj promeni, jer bez nje pozitivan ishod, ostvarljiv cilj i delotvorni učinak obrazovanja nije moguće realizovati.

Ovaj rad nastoji da objasni dosadašnji neadekvatan čovekov odnos prema životnoj sredini, životnim resursima i prirodi uopšte, sa nadom da će novi sistem obrazovanja, kao značajan segment društva, zasnovan na održivom upravljanju životnim resursima omogućiti ekološki pravedniji svet, kako prema današnjim generacijama, tako i prema budućim naraštajima.

2. PRIRODA I DRUŠTVO

Koliko god je čovek ovladao prirodnim nužnostima života, toliko je i priroda uzvraćala novim izazovima. Odnos društva i prirode je interaktivno određen: čovek se ne može prosto i indiferentno prepustiti prirodi i slepo slediti njene zakone, a sa druge strane, granica čovekovog delovanja u odnosu na prirodu mora biti korektivna i ograničena. Zdrava životna sredina direktno utiče na psihofizičko zdravlje čoveka kao društvenog aktera. Međutim, postavlja se pitanje, zašto svest i delovanje društvenih aktera ima za posledicu zagađivanje životne okoline? Zbog čega se čovek ponaša na svoju štetu i na štetu budućih generacija?

Životni resursi su fenomeni, procesi, stvari ili objekti materijalne prirode koji mogu da konstruktivno ili destruktivno utiču na život i razvoj živih bića, a posebno na čoveka i njegove aktivnosti. Čovek upotrebljava životne resurse kao potencijale za egzistenciju i vlastiti razvoj, ali i za posrednu i često nevidljivu degradaciju sopstvene civilizacije. Životni resursi služe čoveku za ishranu, proizvodnju, život, materijalno-tehnički i društveni razvoj. Dosadašnja praksa pokazuje da je rezultat susreta prirode i čoveka - ugrožena životna sredina, klimatske promene i prirodne nepogode i, svakako, bolesti različite vrste.

Iskorišćavanje, odnosno, eksploatacija prirode od strane čoveka je najbitnija odlika čovekovog odnosa prema prirodi i njegove generičke suštine – ljudskog rada. Relativizam u shvatanju i korišćenju životnih resursa proizilazi iz perceptivnog potencijala svakog društva i njegovih prioriteta. Industrijalizovana društva i megaurbane sredine su svakako veća pretnja prirodi, od onih društava koja su na planetarnoj periferiji, iako i njih pogađaju posledice opšteg globalnog odnosa prema prirodi. Pored toga, ovi drugi se suočavaju od strane razvijenih i moćnih sa predlozima, za sada još uvek ne imperativno, da im ustupe delove teritorije za odlaganje teško razloživih otpada, jako opasnih za stanovništvo. Nude im neku neprimerenu nadoknadu koja se ne može meriti sa posledicama po buduće generacije.

Nekada je priroda dominirala nad čovekom, a danas, je čovek u velikoj meri ovladao prirodom. Ali, još uvek je nadmoć prirode nad čovekom dominantna, što se može videti iz mnogobrojnih njenih delovanja koje on ne može da kontroliše i obuzda. Odnos čoveka i prirode je oduvek bio predmet različitih mišljenja, ali treba podvući kao značajan onaj aspekt koji se odnosi na granice čovekovog uticaja na prirodu. Jer, preko te granice, priroda se, kao čovekov prijatelj, okreće i postaje neprijatelj uništavajući i samog čoveka. U cilju savladavanja i kontrole nužnosti prirode, čovek je prekoračio granice mogućeg i dopustivog uticaja i postao faktor destruktivnosti prirodnih darova. Može li i na koji način čovek koristiti i kontrolisati životne resurse, a da ne naruši „prirodu prirode“?

Karakter savremenog, industrijalizovanog, urbanog društva je takav da nužno remeti ravnotežu prirodnih tvorevina i društvenog delovanja. Društvo je tako ustrojeno da je u stalnom sukobu sa prirodom. Promena odnosa prema prirodi, znači i promenu društva koje je inkongruentno prirodnim zakonitostima. Da li je moguće društvena svest prema prirodi, a da se ne koriguje društvena svest koja proizvodi takav odnos? Nije - stoga je neophodno poći od pretpostavke da promena odnosa prema prirodi, podrazumeva i promenu same strukture društva, njegove privredne strukture, a posebno društvene kulture. Imajući u vidu veličinu i prirodu ekoloških problema sa kojima se suočava savremeno čovečanstvo, osnovno polazište je da je bitan i pretežni deo takve kulture ekologija - nova percepcija društvene i prirodne stvarnosti i stvaranje sistematskog, planskog, organizovanog, institucijama i normama ustanovljenog modela zaštite životnih resursa naše planete.

Promena društvene kulture u odnosu na prirodu, nije moguća bez nove društvene politike i novog obrazovnog modela, čija će osnovna uloga biti stvaranje ekološki odgovornog društva.

3. DRUŠTVENA POLITIKA OČUVANJA PRIRODNIH RESURSA

Ekološka politika podrazumeva ustanovljen, normiran, sankcionisan, ostvarljiv i racionalan sistem znanja, veština, uloga i ponašanja koji se kreće ka modelu održivog razvoja. Ona pretpostavlja organizovane, svesne napore definisanih i pozvanih subjekata i institucija, kako međunarodne zajednice, tako i nacionalnih država u procesu promocije i realizacije nove ekološke politike.

Sociološki, poseban doprinos u stvaranju nove politike prema prirodi dao je Entoni Gidens u svojoj studiji *Klimatske promene i politika*. On posebno naglašava potrebu državnog planiranja, u čemu značajnu ulogu treba da imaju industrijski najrazvijenije zemlje sveta. Osnovna uloga država posebno se odnosi na: prevenciju od rizika, upravljanje klimatskim i energetskim rizicima, kanalisanje poslovnih i profitno orijentisanih ekonomskih interesa i sankcionisanje njihovog prekoračenja, uticaja, razvoja i podsticanja novih tehnologija.[2]

Međutim, nova ekološka politika podrazumeva, pre svega, saglasnost glavnih ekonomskih i političkih elita oko prioriteta takve politike. Kao posledica šire saglasnosti dolazi proces stvaranja normativne ekološke strukture, koja zahteva, kako novu vrstu morala, tako i koherentan zakonodavno-pravni okvir. Normativna određenost i primena normativnog okvira nove politike je značajna stepenica posle koje slede operativne politike i vladine mere njihove realizacije. Svakako da se radi o jednom planski vođenom, dugotrajnom i kontinuiranom procesu oblikovanja novog načina života i pogleda na svet prirode.

4. SISTEM OBRAZOVANJA

Obrazovanje je nesumljivo u funkciji društva, ono je njegova osnovna reproduktivna funkcija. Ako znamo da je obrazovanje u funkciji društva, onda sadašnji model obrazovanja ima destruktivnu funkciju jer ono samo prenosi stavove i nazore društva koje zagađuje životnu sredinu i uništava njene resurse - dakle onog društva koje je u sukobu sa prirodom. Takvo društvo instrumentalizuje sistem obrazovanja prema materijalnim interesima eksploatacije prirode.

Promena obrazovnog sistema se odnosi, kako na promenu *koncepta*, tako i na nove *sadržaje, nivoe, subjekte i okvire* obrazovanja i vaspitanja.

Koncept novog obrazovnog sistema podrazumeva novu društvenu filozofiju prirode, novu naučnu paradigmu istraživanja odnosa čoveka (društva) i prirode (životnih resursa), podsticanje i razvoj fundamentalnih naučnih istraživanja.

Što se tiče *sadržaja*, celokupan obrazovni sistem, proizašao iz konceptualnog okvira, zasnovan na novim naučnim saznanjima, mora biti ekološki oblikovan na taj način da svi obrazovni aspekti moraju obuhvatiti znanja, vrednosti i umešnja koja prenose suštinu problematike.

Ovakav model se odnosi na sve *nivoe* sistema vaspitanja i obrazovanja, od predškolskog do najviših obrazovnih institucija, bilo da se radi o eksplicitnim ili implicitnim nastavnim programima.

Okvirno, ne radi se samo o organizovanim i klasično pozvanim institucijama školskog sistema. Posebno je značajno da u ovaj proces budu uključeni i porodica, masovni mediji, vršnjačke i generacijske grupe, društvene i političke

organizacije, udruženja građana. Država svakako predstavlja najvažnijeg subjekta, čija je funkcija, ne samo u kreiranju politike i obrazovanja, već i sankcionisanju i evaluaciji obrazovnih ishoda. Stoga, obrazovni sistem zaštite životnih resursa treba da bude inkluzivan i sveobuhvatan.

Veoma je značajna i tipologizacija znanja koja se usvajaju i stiču u novom obrazovnom procesu. Pre svega, treba početi od opštih i specijalizovanih, odnosno, posebnih znanja. Dok su opšta znanja vezana za elementarna funkcionalna znanja o prirodi, specijalizovana znanja se odnose na posebne profesije, na primer, sociologa, odnosno, socijalnih ekologa, ali i na niz tehničkih profesija, na primer inženjera, koje će, ne samo kreirati, već i održavati ekološku kulturu društva.

Upravljanje životnim resursima ne treba da bude predmet samo prirodnih nauka biologije i ekologije, geologije, nauke o flori i fauni, već i društvenih nauka, posebno sociologije, ekonomije i menadžmenta. Prirodne nauke proučavaju fizičko-hemijsku, odnosno, organsku strukturu životnih resursa, a društvene nauke treba da proučavaju odnos društva prema prirodi, posebno ekološku kulturu koja je pretpostavka očuvanja životne sredine. Doprinos svih ovih nauka je nemejljiv i ogroman, jer objektivna znanja o prirodi i kontinuirana naučna istraživanja pomažu da upoznamo prirodnu stvarnost koja nas okružuje.

Proces upravljanja životnim resursima zahteva postojanje posebnih, specijalizovanih znanja i subjekata koji stvaraju i prenose ta znanja. Subjekte koji prenose takva znanja treba razvrstati prema stepenu obrazovanja.

Obrazovanje subjekata koji će upravljati racionalnim korišćenjem životnih resursa podrazumeva da će oni pored ostalog, moći da:

- sprovedu zaštitu i očuvanje prirode, biodiverziteta i ekosistema;
- implementiraju međunarodne konvencije, sporazume, zakone i druge propise vezane za zaštitu prirodnih resursa, vazduha, vode, zemljišta,
- rukovode programima istražnih radova u oblasti osnovnih geoloških istraživanja koja se odnose na održivo korišćenje resursa,
- realizuju projekte ekonomski opravdane eksploatacije neobnovljivih resursa,
- sprovedu zaštitu, očuvanje, unapređenje i upravljanje zaštićenim prirodnim dobrima (rezervati prirode, nacionalni parkovi, spomenici prirode i druga zaštićena prirodna dobra).[3]

5. PROCES UČENJA I UPRAVLJANJE PRIRODNIM RESURSIMA

Proces učenja podrazumeva pedagoški, andragoški i didaktički kreirano, naučno utemeljeno, sistemski organizovano sticanje i inoviranje znanja i sposobnosti pojedinaca. Ono može biti formalno, neformalno i samoobrazovanje. Krajnji ishod ovog procesa je oblikovanje intelektualnih, stručno-specijalizovanih, društvenih, a posebno praktično upotrebljivih umeća kojima se utemeljuje, ne samo pogled na svet prirode, ekološka kultura i svest, već i profesionalne sposobnosti upravljanja životnim resursima.

Formalni oblici učenja se odnose na sistem opštekulturnog, opšte-naučnog, strukovnog obrazovanja, koji uključuje

nosioce nastavnog procesa, materijalne resurse i dobru obrazovnu politiku. Neformalni oblici učenja obuhvataju manje ili više organizovane društvene aktivnosti, oni su na određeni način oslonjeni na formalne oblike, koji često imaju i alternativne forme, a kojima se dopunjuju, proširuju znanja usmerena na određene podsisteme ili oblasti društva.

Informalni oblici učenja ili samoobrazovanje, vezani su za napore, aktivnosti koje pojedinac čini za sebe, sa ciljem da stekne znanja iz određene oblasti ili proširi već stečena znanja u ranijem formalnom obrazovanju. Ovaj oblik je posebno značajan za celoživotno, kontinuirano i permanentno obrazovanje koje čovek treba da stiče i posle formalnog obrazovanja.

Sušтина stalnog celoživotnog učenja, bez obzira da li se radi o formalnom, neformalnom ili informalnom - samoobrazovanju je u tome, da se kod ljudi, pored znanja vezanog za struku, koji će ići u korak sa sve bržim razvojem novih tehnologija, uključuje određene etičke i vrednosne komponente koje podrazumevaju razvoj ekološki pravednijeg sveta. Takvo učenje treba da stvara ekološki odgovorne ljude koji će to postati nezavisno od normativno-zakonske regulative. Ono mora biti inkorporirano u svest ljudi tako da se takav način razmišljanja prenese na svakodnevno ponašanje u društvu i prema prirodi. Praktično, to znači, da održivo upravljanje životnim resursima treba da postane nova filozofija života i razvoja društva uopšte.

Takav koncept učenja upravo podrazumeva multidisciplinarnu i interdisciplinarnu pristupe koji, pored prirodnih i tehničko-tehnoloških nauka, obuhvataju i znanja društveno-humanističkih, uključujući i filozofski pogled na odnos čovekove egzistencije i mogućnosti koje mu planeta Zemlja pruža.

Koliko smo mi blizu, bolje reći, koliko smo daleko od tog koncepta?

6. REFORMA OBRAZOVANJA U SRBIJI I ODRŽIVI RAZVOJ

Republika Srbija je donošenjem Strategije održivog razvoja odredila smernice korenite reforme obrazovanja koje će u svojim planovima i programima, kao svoj prioritet, imati održivo upravljanje životnim resursima. Taj savremeni koncept podrazumeva, s jedne strane, adekvatnu obuku nastavnog kadra, a sa druge, kroz formalno i neformalno obrazovanje učenika i studenata, sprovodiće praksu održivog razvoja. Strategija takođe podrazumeva potrebu da se obezbede i poboljšaju uslovi za doživotno učenje i usavršavanje.

Pored ostalog, Strategija predviđa:

1. dalji razvoj proizvodnog sistema Republike Srbije mora se ubrzano zasnivati na znanju, preduzetništvu, obrazovanju populacije, sopstvenim i transferisanim tehnološkim inovacijama, bez štetnog uticaja po životnu sredinu, tržišnoj ekonomiji i međunarodnoj poslovnoj, tehničkoj i drugoj kooperaciji,

2. obrazovni sistem Republike Srbije ima zadatak da pravovremeno, kvalitetno i efikasno obrazuje stanovništvo Republike Srbije u skladu sa iskazanim ili prepoznatim razvojnim opredeljenjima u pravcu održivosti.[3]

Početni uslov za ovakav smer daljeg privrednog i opšte-društvenog razvoja je radikalno podizanje nivoa obrazovanja

celokupne populacije u Republici Srbiji, uključivanjem vaspitanja i obrazovanja za životnu sredinu u funkciji ostvarivanja održivog razvoja.

Sistem obrazovanja je, za potrebe formulisanja strategije, dekomponovan na sledeće obrazovne podsisteme:

1. Društvena briga o deci i predškolsko vaspitanje i obrazovanje;
2. Osnovno obrazovanje i vaspitanje;
3. Opšte i umetničko srednje obrazovanje i vaspitanje;
4. Srednje stručno obrazovanje i vaspitanje;
5. Osnovne i master akademske studije;
6. Doktorske studije;
7. Strukovne studije;
8. Obrazovanje nastavnika;
9. Obrazovanje odraslih.[3]

Ovako formulisan sveobuhvatan sistem obrazovanja pruža vrlo dobre mogućnosti, posebno zbog toga što podrazumeva inoviranje nastavnih planova i programa koji će uključiti nove predmete bazirane na osnovama održivog upravljanja životnim resursima i redefinisati dosadašnje koji nisu na adekvatan način tretirali ovu problematiku. Bilo bi veoma korisno kada bi sve ono što je napisano u Strategiji bilo i sprovedeno, ali!?

Kao što se mnogo toga teorijski formulirano kod nas ne ostvari ili bar ne u potpunosti i na pravi način, postoji bojazan kako će i ova reforma obrazovanja, kao mnogobrojne do sada, ostati u milosti i nemilosti političara, od kojih u mnogome zavisi njena realizacija.

Ali, sem politike koja ima veliku ulogu u kreiranju društvenog ambijenta, koji će omogućiti realizaciju i to, ne samo u finansijskom pogledu - velike otpore treba očekivati i od onih koji takav sistem obrazovanja treba da sprovede – svi oni koji su uključeni u formalni ili neformalni obrazovni proces. Poznata je činjenica da se društveni akteri teško odlučuju za promene, posebno oni koji te promene moraju da podnesu i sprovedu.

Ono što bi trebalo da imaju u vidu svi akteri obrazovanja, kako oni koji se obrazuju, tako i oni koji obrazuju, a naravno i celo društvo, to je da više nema vremena za nove reforme jer je životna sredina već kritično ugrožena, a pojedini životni resursi pokazuju granice svoje eksploatacije.

Danas, više nego ikada ranije, potreba za holističkim pristupom učenju i edukaciji postaje vitalna i urgentna. Ako se želi da se ojača potencijal za doprinos promenama u načinu razmišljanja, učenja i podučavanja koncepta održivosti i da on bude realizovan, onda obrazovanje za održivi razvoj mora da "pređe"sa marginalizovanih sfera na centralnu političku scenu i time pruži mogućnosti svima da steknu znanja, veštine, stavove i vrednosti neophodne za „oblikovanje održive budućnosti“[5]

6. ZAKLJUČAK

Odnos društva i prirode je interaktivno određen: koliko god je čovek ovladavao prirodnim zakonitostima, ne može se jednostavno ravnodušno prepustiti prirodi i slepo slediti njene zakone, a sa druge strane, granica čovekovog delovanja u

odnosu na prirodu mora biti korektivna i ograničena jer priroda uzvraća uvek novim izazovima.

Eksploatacija životnih resursa takođe uzrokuje povećanu stopu gubitka živih vrsta, što predstavlja nepoznatu ekološku opasnost i smanjuje prirodno "nasleđe" budućih generacija. Jasno je da će se ti pritisci samo povećavati sa porastom tražnje za hranom, gorivom i drugim proizvodima.[6]

Čovek upotrebljava životne resurse kao potencijale za egzistenciju i vlastiti razvoj, ali i za posrednu i često nevidljivu degradaciju sopstvene civilizacije.

Za sprečavanje takvog destruktivnog odnosa prema prirodi, potrebna je nova ekološka politika koja podrazumeva, pre svega, saglasnost glavnih ekonomskih i političkih aktera oko prioriteta takve politike, kao proces stvaranja normativne ekološke strukture, koja uključuje, kako novu vrstu morala, tako i koherentan zakonodavno-pravni okvir.

Značajnu ulogu u realizaciji takve nove ekološke politike imaće koncept novog obrazovnog sistema koji podrazumeva novu društvenu filozofiju prirode, novu naučnu paradigmu istraživanja odnosa čoveka (društva) i prirode (životnih resursa), podsticanje i razvoj fundamentalnih naučnih istraživanja.

Početni uslov za ovakav smer daljeg privrednog i opšte-društvenog razvoja je radikalno podizanje nivoa obrazovanja celokupne populacije u Republici Srbiji, uključivanjem vaspitanja i obrazovanja za životnu sredinu u funkciji ostvarivanja održivog razvoja.

To takođe znači da obrazovanje za održivi razvoj mora da zauzme centralno mesto društvenog razvoja i time pruži mogućnosti svima da steknu znanja, veštine, stavove i vrednosti neophodne za realizaciju održive budućnosti.

Na kraju ostaje pitanje: da li će se i koliko ostvariti Vizija održivog razvoja Republike Srbije, koja je kao cilj navedena u Nacionalnoj strategiji održivog razvoja Srbije – "Republika Srbija je 2017. godine institucionalno i ekonomski razvijena država sa adekvatnom infrastrukturom, kompatibilna sa standardima EU, sa privredom zasnovanom na znanju, efikasno korišćenim prirodnim i stvorenim resursima, većom efikasnošću i produktivnošću, bogata obrazovanim ljudima, sa očuvanom životnom sredinom, istorijskim i kulturnim nasledem, država u kojoj postoji partnerstvo javnog, privatnog i civilnog sektora i koja pruža jednake mogućnosti za sve građane"?[4]

LITERATURA:

- [1] Džozef R. de Žarden, *Ekološka etika*, Službeni glasnik, Beograd, 2006.
- [2] Entoni Gidens, *Klimatske promene i politika*, Klio, Beograd, 2010.
- [3] *Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020. godine*, Vlada Republike Srbije, Ministarstvo prosvete i nauke, „Službeni glasnik RS”, br. 55/05 i 71/05.
- [4] *Nacionalna strategija održivog razvoja*, Vlada Republike Srbije, Beograd, 2008.
- [5] N. Petrović, A. Snider, M. Čirović, N. Milenković, *Debata u obrazovanju za održivi razvoj*, Management – Časopis za teoriju i praksu menadžmenta, Beograd, 2012/65.
- [6] Jonathan M. Haris, *Ekonomija životne sredine i prirodnih resursa*, Data Status, Beograd, 2009.

EDGAR ALAN PO KAO PISAC DETEKTIVSKIH PRIČA EDGAR ALLAN POE AS A DETECTIVE STORY WRITER

Danica Milošević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - Kada se pomene ime Edgar Alan Po, prva asocijacija upućuje na njegovu poemu *The Raven* kao i na njegove dobro poznate "strašne" priče. Uglavnom se ne zna, da je on tvorac detektivskih priča i da je napisao nekoliko potpuno izvanrednih. Čitajući knjigu *The Tales of Mystery and Imagination* koju je ovaj autor napisao, naišla sam na nekoliko njegovih detektivskih priča koje bi želela da komentarišem u ovom radu, jer mislim da će nam to omogućiti da sagledamo kreativne sposobnosti Poa sa jedne potpuno nove tačke gledišta, a ne sa one koju već znamo i na koju smo navikli.

Ključne reči: Gold Bug, The Murders In The Rue Morgue, The Mystery of Marie Roget, The Purloined Letter.

Abstract - When the name of Edgar Allan Poe is mentioned, the first association one has is of his poem *The Raven* as well as of his well-known horror stories. Few know, that he was the originator of detective stories and that he wrote some quite excellent ones. Reading the book *The Tales of Mystery and Imagination* written by this author, I came across several of his detective stories that I would like to comment on in this paper because I think they enable us to see the creative abilities of Poe from quite another point of view, not the one we know and have been used to.

Key words: Gold Bug, The Murders In The Rue Morgue, The Mystery of Marie Roget, The Purloined Letter.

1. INTRODUCTION

The book entitled *The Tales of Mystery and Imagination* is a collection of Poe's best stories which can be classified into those which deal with imagination, irrationality, various phenomena and para-normal abilities and those which light up detective cases and mysteries. Having read these tales, one can easily reach the conclusion that the themes that primarily give inspiration to the writer are love and death. Two natural forces, Eros and Thanatos, one creative and the other one destructive are driving the writer to express his artistic being. However, that his fascination with death is even greater can be seen in the stories such as *The Primature Burial*, *The Masque of The Red Death*, *Some Words With A Mummy*, *The Facts in the case of M. Valdemar*. In these stories Poe speaks about the possibility of being buried alive (which seems to be one of the author's greatest fears since this theme reappears a couple of times in the book), the power of science and technology to revive an already dead person and hypnosis that can postpone the moment of death.

When love is concerned Poe usually explores love relationships between friends, brotherly and sisterly love and, of course, love between a man and a woman.

What characterizes his detective stories is a careful organization, logical connection between elements and the presence of great number of details that are combined into a meaningful unit. Through these stories Poe's intellectual and

rational potential comes to its fullest. *The Poe* we recognized as a writer who provoked fear, uneasiness, sickness in his readers by means of imagination now demands from his public to take an active role in solving the mysteries by relying on the power of the mind. When reading this kind of stories a reader cannot help thinking, analyzing, observing, calculating to follow the author's imagination. Emotions are left aside and it is the brain work that counts. Not only does Poe show his intelligence, but he also expects from his readers to demonstrate theirs in the process of resolving a detective case.

2. THE GOLD BUG

In *The Gold Bug* story a highly complex detective strategy that is employed in solving the mystery of the buried treasure is fantastic. The author managed to make this story so interesting that the readers must enjoy it and have fun while reading it. The way in which Poe builds up his characters is really remarkable. In this as well as in other detective stories there is a first person narration, which is very convincing and makes readers believe in the actual events. Apart from the narrator in this story there are three more important characters. Mr. William Legrand, a descendant of a respectable and rich family, who has unfortunately lost all the wealth he once possessed is represented as a very mysterious person, which adds to the general secretness of the story. Some believe him to be mad because of his strange behaviour and quick changes of mood. His actions, especially when he finds

out that the hidden treasure exists and where it is buried are regarded as fits of complete madness. He is pale and nervous all the time. Also, he wanders about the island alone contemplating, which builds up to the strangeness of this character.

His black servant Jupiter believes this strange behaviour to be caused by the bite of a gold bug he recently found. What actually brings Legrand to such psychologically unstable state of mind is not the bite of a gold bug but the beginning of the "gold fever" that has 'stricken' him. The gold bug, as a matter of fact, leads him to trace a map with a mysterious inscription on it, which shows him the way to the hidden treasure. The reader knows that Legrand is not crazy, that he is trying to find the solution to the puzzle and that is why the remarks of the other characters who are not acquainted with this fact and who still believe him to be a *lunatic* are amusing.

The character of Jupiter is unique in its own way. First because the way he talks is very funny and second because he seems to be not so witty and his mistakes take both him and Mr. Legrand away from the right track.

Another important character is a Newfoundland who played a decisive role when the map and the treasure were in question. If he had not jumped on the narrator who then almost let the parchment (later found out to be a map) drop into the fire and if he hadn't instinctively dug the ground where the treasure was buried, it would have been impossible for the others to obtain the wealth.

In the first case, the parchment being heated revealed a skull drawn on its surface and thus interested Legrand in the probability of being a map, and in the second, when the party wanted to give up the search, the dog discovered the bones of skeletons and some gold coins that encouraged the continuation of the quest. The most important part of the story, of course, is the way in which the mystery was solved.

What Legrand had before him was just a list of mathematical characters he had to analyze and decipher. Here Poe shows his skillfulness in logical thinking as well as his good knowledge of morphology, syntax and semantics.

"Circumstances, and a certain bias of mind, have led me to take interest in such riddles, and it may well be doubted whether human ingenuity can construct an enigma of the kind which human ingenuity may not, by proper application, resolve."¹

Poe believes that every puzzle, every riddle, enigma and mystery can be solved only if the principles are sound. If the way of thinking is good then the solution must appear. Poe masterly invents a puzzle that he breaks into pieces which are to be put together again. He shows this process very successfully, revealing one element at a time until the perfect unity is reached.

The list of mathematical characters slowly becomes the list of letters and words. Legrand relies on the idea that the most prominent character must actually be the most usual letter in the English language that is an *e*. The same logic is used for words. *The* being the most frequent word enables Legrand to discover two more letters *t* and *h*. Letter by letter,

¹ Poe, Edgar Allan, *Tales of Mystery and Imagination*, The Gold Bug, page 23

he gets the text out of the meaningless mathematical formulation.

From the apparently meaningless sequence of mathematical characters,

53+++305))6*:4826)4+.)4;806*;48+8π60))85;1+(;+*8+83(88)5*+;46(;88*96*?;8)*+(;485):5*+2:2*+(;4956*2(5*-4)8π8*;4069285);)6+8)4++;1(+9;48081;8:8+1;48+85;4)485+528806*81(+9;48;(88;4(+?34;48)4+;161;:188;+?;

he reaches the following instruction:

"A good glass in the Bishop's hostel in the Devil's seat-forty-one degrees and thirteen minutes-north-east and by north-main branch seventh limb east side- shoot from the left eye of the death's-head-a bee-line from the tree through the shot fifty feet out."²

This instruction itself is a riddle that has to be solved. After thorough investigation it becomes obvious that a good glass is a *telescope*, the Bishop's hostel a *rock* and the tree a *place* near which the treasure is buried. The mission is accomplished, difficult task solved and the treasure obtained. Moreover, Legrand manages to recover his wealth and reassure his friends that he is not mad.

Poe makes this story interesting because he gives a piece of information at a time. His intention is to increase interest and bewilderment in his readers and that is why he keeps them in suspense. This process can be seen most obviously in his prolonging the tension related to the finding of the treasure. Although Legrand discovers that mathematical characters stand for letters and words, he doesn't immediately come to the final solution. He has another task to fulfill and that is to grasp the meaning of the string of words. By relying on this technique, Poe intentionally mystifies the story even to a greater level.

3. THE MURDERS IN THE RUE MORGUE

The Murders In The Rue Morgue is another famous story of detective genre. In this story Poe describes the process of detective analysis. Through the character of Auguste Dupin, a young man who leads a secluded life but who possesses 'vivid freshness of imagination'³ he represents a talent of his for deduction, logical thinking, observation and methodical analysis. Poe believes that in order to be analytic besides being ingenious one must have the ability to imagine and to observe attentively. There must be a method, a procedure in thinking by means of which the conclusion can be reached. When a case has to be solved, Poe thinks, one must observe the clues and facts very carefully. The motifs of the crime must also be taken into careful consideration. Poe even criticizes or rather mocks the superficiality with which the police try to solve cases. He believes that the police lack a useful method in

² Poe, Edgar Allan, *Tales of Mystery and Imagination*, The Gold Bug, page 28

³ Poe, Edgar Allan, *Tales of Mystery and Imagination*, The Murders in The Rue Morgue

investigation. They seem to overlook some crucial things paying attention to those that are less important.

It is a great mystery how our mind operates but Poe claims that the results of thinking are obvious and can be analysed.

The narrator in this story admires the cleverness and imaginative capability of Dupin. This character has a talent of telepathy, which helps him guess what the narrator is thinking, making judgements based on his facial expressions, gestures and behaviour. At the beginning of the story Dupin fascinates the reader by his instinctiveness and his observing capacity. Later on, throughout the story he further makes use of his gift, which results in successful solving of a case.

Dupin relies on the theory of probability. Sometimes, in Poe's opinion, what seems little possible to happen eventually takes place in reality. Step by step, Dupin discovers that the persons, a mother and a daughter, were murdered by the Ourang-Outang. He came to such conclusion after the inspection of the bodies. They were horribly mutilated, bruised and massacred which demanded a super-human strength to perform such a horrible deed. Moreover, it was impossible that any thief would leave 4000 francs as well as other valuable things in the apartment untouched. The harsh voice that the witnesses heard from the apartment was ungraspable due to the lack of syllables, which was another important clue signifying to the non-human nature of the attacker.

Not only did Dupin manage to discover the identity of the murderer, but he also very cunningly succeeded in finding the owner of the animal who then confirmed the Dupin's theory by retelling the actual event.

The main character Dupin seems to be capable of outwitting the police in this story as well, which illustrates Poe's thesis that one has to have instinct and talent for solving a mystery and not only to be trained for doing it. One more time Poe indicates that it is very important to have the right strategy and method of observation. By the method of elimination, in this case, Dupin managed to find out the crucial facts related to performing of the murders.

In this as well as in the previous story, Poe's genius mind is revealed. He shows his ability to see what others cannot, to give himself up to profound thinking, to show the right connection between the cause and effect, leaving the readers out of breath.

4. THE MYSTERY OF MARIE ROGET

Another shining example of Poe's intelligence is a story called *The Mystery of Marie Roget*. Here he uses again the character of Dupin to solve the mystery. This case being quite ordinary, unlike the case of the murders in the Rue Morgue, demanded more time to be demystified. The reader of this story has a chance to see how a detective mind works in Dupin.

He spends a lot of time inquiring, investigating, questioning, analysing the paper articles related to the murder. He is not misled by the general opinion but he follows his own instincts and relies on his own convictions.

His success stems from the fact that he doesn't take anything for granted. By a thorough investigation he carries out, he notices the mistakes that the police make. Dupin tries to reveal the time, the place, the motif of the murder as well

as the manner in which the victim was murdered. Various reasons that serve as arguments to fortify the thesis are given by Dupin who gets at the problem from various perspectives in order to come to the facts that are substantial.

Dupin discovers that a girl was not murdered by a gang of brutes as was a widely spread belief but by a sailor who was her secret lover. This conclusion was reached relying on the facts concerning the traces of the body being dragged, the traces of the fight between the murderer and the victim, etc. All these details were taken into consideration and they led Dupin to the final goal - to discover the identity of the villain. Solving the case was immensely helped by the witnesses who saw the girl with the sailor crossing the river and going to the woods near the inn on the other side of the river bank.

It is stated in the story that the girl disappeared for a week several months before the unfortunate event, on the pretext that she was visiting her relative. This also could be taken as a proof that she had a lover with whom she secretly met from time to time since he was a sailor and spent a lot of time at sea. When St. Eustache, the girl's fiancée heard what happened to his beloved, he committed a suicide, poisoning himself because he could not stand the loss of such a dear person to him. Thus both love relationships failed. Love in this case was destructive. It led the sailor to kill the girl and it led the fiancée to kill himself. Poe here combines the elements of love and death. However, death triumphs over the impulse for love. The desire for love which cannot be satisfied becomes perverted and results in murders.

Unlike the story of *The Gold Bug* that is of more adventurous character, that excites imagination and leads us back to the time of pirates and the hidden treasure, the two stories mentioned afterwards are of a much more morbid character and although the reader is ready to admire the achievements of Dupin, there is a sense of uneasiness provoked by the description of brutal murders.

5. THE PURLOINED LETTER

A story that is also detective but doesn't deal with the solving of the murder mystery is *The Purloined Letter*. The task that has to be accomplished in this story is to find a stolen letter that is of high importance due to the fact that it contains a secret that must be kept as such so as not to disgrace persons that have connections with it. Dupin is again in action. The police employ him because it was impossible for them to find the letter, although it was searched for everywhere.

It is interesting that in this story it is known from the start who has stolen the letter. This element, or better to say, the piece of a puzzle is given. What is left to be found out is the exact location where the letter is. The police looked for it in the right place- the room where it was believed to have been hidden, but the letter remained concealed. When Dupin takes the case, first of all he wants to be acquainted with the locations where the letter was already looked for. Then, he comes to the conclusion that the letter is not hidden at all, but that it is exposed in an obvious place. His observation turns out to be true and the letter is found in the letter-rack together with other letters. One more time Dupin seems to be smarter than the police. "Here again Dupin is presented as the seer relying on trance like reflection, intuitive identification, sharp observation, and the clever ruse-in contrast to the "persevering,

ingenious, cunning" police."⁴ Unlike the police, he is able to identify himself with the "intellect of his opponent", which he explains in the following way: "When I wish to find out how wise, or how stupid, or how good, or how wicked is anyone, or what are his thoughts at the moment, I fashion the expression of my face, as accurately as possible, in accordance with the expression of his, and then wait to see what thoughts or sentiments arise in my mind or heart, as if to match or correspond with the expression".⁵ Dupin estimates the potentials of his opponent and tries to reason the same way. The failure of the police is preconditioned by the inability to grasp the "cunning of an individual", which is the result of their being unable to identify with an individual like Dupin is capable of doing.

Poe indicates in this story that sometimes solution to the problem is so obvious that it is not necessary to go through profound analysis. The key element is as always the ability to perceive, to observe, to rely on intuition, to believe in one's own instincts.

6. CONCLUSION

All of these stories illustrate the way in which Poe plays with his mind. He exercises his intellect while inventing such stories.

"As the strong man exults in his physical ability, delighting in such exercises as call his muscles into action, so glories the analyst in that moral activity that disentangles. He derives pleasure from even the most trivial occupations bringing his talent into play."⁶

Poe makes division between physical work and mental work. The one he prefers to is undoubtedly the latter one. His tendency is to show off his cognitive abilities and the ability of perception in his writings. That is why he takes such delight in creating his detective stories. That is why he makes them detailed and well composed.

Another idea of Poe is that poetry should be beautiful while prose should be truthful. When writing his detective stories by truthful he means being true to the organization, unity, comprehensiveness and design of the story. Although many of the events in his stories are invented and did not happen in real life, the concept of truth functions within the framework of his story.

He combines all the units carefully to reach the unity that is meaningful and graspable. That is why: "The stories always reflect a keen attention to details, bringing together every event at the story's conclusion and leaving no question intentionally unanswered."⁷

As his horror stories are remarkable because of the gothic elements he employs and his vivid imagination, the same way his detective stories are brilliant because of the amazing logical unity he achieves. Namely, his short stories of both genre should be valued because they are worthy of praise.

Edgar Allan Poe was one among the first short-story writers in America and the founder of a new genre so that he and his work deserve to be fully respected. He invented the character of Dupin, a private detective, before Doyle invented his Sherlock Holmes or Agatha Christie her Hercule Poirot and that is why his originality must be admired.

LITERATURE

- [1] Edgar Allan Poe, Gary Kelley, *Tales of Mystery and Imagination*, Published September 1996 by Creative Editions
- [2] Charles Baudelaire, Edgar Poe, *Sa vie et ses oeuvres*, Source: <http://www.ebooksgratuits.com>
- [3] Matthew Pearl, *The Murders in the Rue Morgue*, THE MODERN LIBRARY NEW YORK, 2006.
- [4] Literary analysis, *The murders in the rue morgue*, <http://www.shmoop.com/murders-rue-morgue/literary-devices.html>
- [5] Bella Wang, *Poe's Short Stories Summary and Analysis*, 2009, GradeSaver LLC.
- [6] Tara Anderson, *The Role of The Characters of Dupin and Frankenstein in The murders in the rue morgue*, <http://hilo.hawaii.edu/academics/hohonu/documents/Vol06x25TheRoleoftheChactersofDupinandFrankenstein.pdf>
- [7] Andy Hopkins and Jocelyn Potter, *Tales of Mystery and Imagination*, Copyright © Penguin Books Ltd 2001, Pearson Education Limited Edinburgh Gate, Harlow, Essex CM22JE, England, 2001.
- [8] *Edgar Allan Poe - 68 poems* -, Classic Poetry Series, Publisher: PoemHunter.Com - The World's Poetry Archive, 2012.
- [9] Joseph Chruch, To Make Vanish: *Misogny as Motive in Poes - Murders in the Rue Morque*. Rhode Island: ATQ 407-418.
- [10] *THE MYSTERY OF MARIE ROGET a Sequel to "The Murders in the Rue Morgue"* by Edgar Allan Poe, <http://www.pinkmonkey.com/dl/library1/roget.pdf>
- [11] *The Purloined Letter* by Edgar Allan Poe, ©2010 eNotes.com Inc. http://mirasenglishal-09-11.wikispaces.com/file/view/The_Purloined_Letter_eNotes%5B1%5D.pdf

⁴ <http://www.bookrags.com/essays>

⁵ Poe, Edgar Allan, *Tales of Mystery and Imagination*, The Purloined Letter, pg 140

⁶ Poe, Edgar Allan, *Tales of Mystery and Imagination*, The Murders in The Rue Morgue, pg 62

⁷ <http://www.bookrags.com/essays>

**ENGLISH FOR COMPUTER SCIENCE - THE SPECIFICS
OF COURSE DEVELOPMENT AT THE UNIVERSITY LEVEL**
**ENGLISKI ZA RAČUNARSTVO I INFORMATIKU - SPECIFIČNOSTI
UNAPREDJENJA NASTAVE NA UNIVERZITETSKOM NIVOU**

Nadežda Stojković, *Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš.*
Slađana Živković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Abstract - *This paper presents guidelines for course development in English for Computer Science that is followed at university level. For successful English course the most important thing is to follow the current trend and innovations in that field.*

Key words: content-based method, instructions, goals, changes, innovations.

Sadržaj - *U ovom radu date su smernice za unapredjenje nastave engleskog jezika iz oblasti računarstva i informatike na univerzitetskom nivou. Za uspešnu nastavu engleskog jezika najvažnije je pratiti savremene trendove i inovacije u toj oblasti.*

Ključne reči: metoda zasnovana na sadržaju izvornog predmeta, instrukcije, ciljevi, promene, inovacije.

1. INTRODUCTION

Computer scientists say that on the graph presenting the current trend in the development of Computer Science, the curve is still moving upward fast and the point of saturation is not yet even to be glimpsed. Due to the unprecedented speed of development, most often there is no time for translation into other languages. Scientists themselves admit that there is a need for a specific kind of translation. The field requires a single lingua franca and that is English. New concepts that are continually arising need a complex, intricate explanation, not a single word substitute. In such a situation when new vistas of knowledge are opened literally every day, the description, study and teaching of its language are particularly demanding.

Curriculum and course design of English for Computing is a never-ending, open process of constant change and improvement. In that process, the study of the whole curriculum of Computer Science, an in-depth needs assessment, cooperation with other subject teachers and administration, as well as extensive informal discussion with the students regarding needs and interests, are mandatory, if the course is to be purposeful.

At the Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, English is taught as the only foreign language. It is a compulsory subject for all profiles in years III and IV. In order to complete the course successfully all students are required to be on the intermediate level of proficiency, prepared to move towards higher levels.

2. KNOWLEDGE-BUILDING METHOD OF INSTRUCTION FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY

The knowledge-building process in an English for Science and Technology (EST) program goes beyond just a focus on communication, discourse or a narrow view point in regard to the primacy of grammatical structures in teaching English language to science and technology graduate students. Rather, this method is based on the scientific method or research and it focuses on teaching English in order that scientific knowledge can be better communicated to other professionals. Moreover, scientific knowledge can be better analysed and critically examined.

In the knowledge-building method of instruction, "content and context" are very relevant and important aspects in communicating with other professionals and research into scientific and technical forms of knowledge. Of course, the "meaning" of the content is also expressed in grammar, syntax and related language points, but the essential meaning of the content is based on the scientific knowledge it contains. Therefore, knowledge-building EST language program focuses on teaching and learning new scientific knowledge and the thinking process involved in communicating the content to professionals in similar research fields. It is not only based on teaching English language to students, but more importantly, it teaches content that is specific to communicating scientific knowledge [5] to other professionals in similar research fields.

The staff and the students of The Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, agree that a good command of both General English and English for Electronics are

prerequisites for all scientific advancement and getting and keeping a good job. Since an intermediate level of English language proficiency is obligatory for successful completion of the course, General English is not seen as something that needs elaborate further practice. Due to their area of expertise, wide use of computers, and at the same time absence of translation, students are also well familiar with terminology of Electronics.

Goals of this course are to further familiarise students with terminology used in all fields comprising the field of Electronics, i.e. information technologies, mathematics, computer science, telecommunications, etc., to teach them grammatical structures specific for their field of study, structure and organisation of different kinds of written and oral presentation. Students should acquire communication skills, argumentation and counter-argumentation in a scientific discussion. They should also be able to communicate effectively in job related situations, establish and maintain relationships with members of the target community.

3. COURSE DEVELOPMENT PROCESS

Synoptically, the course development process consists of the following phases, based on [3] suggestions:

1. needs assessment[2];
2. determination of goals and objectives;
3. content conceptualization [1];
4. selection and development of materials and activities;
5. organisation of content and activities;
6. assessment and evaluation [6].

3.1. Needs assessment

It is an acknowledged fact that one of the greatest contributions of ESP to language teaching has been its emphasis on careful and extensive needs analysis for course design. Needs analysis involves "present situation analysis" (PSA) and "target situation analysis" (TSA). PSA aims at finding out the students' English language proficiency level and their existing language requirements at the beginning of a language program. This is a learner-centered analysis. TSA is concerned with language requirements regarding the target situation. Both analyses are complementary.

The staff and the students of The Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, agree that a good command of both General English and English for Computer Science are prerequisites for all scientific advancement and getting and keeping a good job. Since an intermediate level of English language proficiency is obligatory for successful completion of the course, General English is not seen as something that needs elaborate further practice. Due to their area of expertise, wide use of computers, and at the same time absence of translation, students are also well familiar with computer terminology.

The needs analysis, however, shows very low level of writing and speaking skills. Students come with almost no awareness of, for example, paragraph or text organisation, specifics of scientific discourse, types of written or oral presentation, which are essential for precise and successful communication of scientific knowledge.

3.2. Determination of goals and objectives

Defines goals in language learning as "general statements of the overall, long-term purpose of the course". Thus, they are related to communicating specific knowledge, acquisition of a job, communication with members of the target language community. They should also aim at the development of a positive attitude towards language and culture [3].

Objectives are defined as "the specific ways in which the goals will be achieved" [3]. They may refer "to activities, skill, language type or a combination of them all" [4].

Based on the needs analysis, the overall curriculum for the Computer Science courses, the goals and objectives of the English for Computer Science were identified.

Goals of this course are to further familiarise students with terminology used in computing and information technology, to teach them grammatical structures specific for their field of study, structure and organisation of different kinds of written and oral presentation. Students should acquire communication skills, ex. argumentation and counter-argumentation in a scientific discussion. They should also be able to communicate effectively in job related situations, establish and maintain relationships with members of the target community.

Objectives are divided in conjunction with the five skills (translation being the fifth one).

Listening:

- To understand native speakers and professionals, speaking about their job.
- To understand experts talking about aspects of computing science.

Speaking:

- To communicate about computing topics.
- To give a professional scientific oral presentation.
- To discuss scientific issues [8], and the related ethical, social, and psychological topics.

Reading:

- To understand a wide variety of scientific texts.

Writing:

- To write descriptions and explanations of components and processes.
- To familiarise with various scientific text types.
- To write study and work related letters.

Translation:

- Students are taught basic principles of translating scientific texts.
- They should be able to translate texts on computing from English into Serbian and vice versa.
- Students are encouraged to use Serbian equivalents whenever they are acknowledged as adequate, but also to produce their own suggestions for translation.

Further, specific objectives include the following that students:

- practice and improve upon oral communication skills through both individual and team based presentations.
- improve writing skills by writing first drafts of papers and revising them after consultation.

- improve research skills, in particular, by utilising primary sources available on the Web.
- develop group based work skill through participation in problem based learning.
- hone analytical and problem solving abilities.
- develop skills in "logic" and "rhetoric".
- use of "brainstorming" sessions in team-style problem solving methods.
- improve composition and editing skills in writing reports, articles and M.S. or Ph.D. thesis.
- improve understanding of the philosophy of science and the scientific method.
- develop English language skills in science and technology in order to further professional career development in the global market.

Spoken communications for academic and professional purposes occupy a significant part of language teaching classes. The aim of such classes is practical and concrete. It is designed to meet the job-specific needs of the students, and allows students to present the acquired academic knowledge in both academic and professional environment.

3.3. Content conceptualisation

This phase can be broadly divided into the following stages:

Stage 1

- Planning the course

Stage 2

- Teaching the course

Stage 3

- Modifying / Replanning the course

Stage 4

- Reteaching the course

During the whole process, decision-making and assessment is continuously taking place, so that modifications can be applied. For the English for Computing course, a combination of context conceptualization processes was used. The traditional approach was closely related to the students' needs. For example, grammar was identified as a problem by half of the students according to the needs analysis. However, general grammar might not be helpful, as special attention must be given to the function the structure has in the text it was taken from. For example the sentence: «Aluminium is a metal which is light and resistant to corrosion» grammatically can be analysed as a sentence composed by a main and a subordinate clause, but from a functional point, it performs the act of a definition. A scientist uses a plethora of definitions, classifications and so on. The student must not only be able to recognise the functions but also to produce the appropriate grammatical form to express the function [7].

Furthermore, not all grammatical issues are so frequent in EST. For example, in EST there is a tendency for more passives and more nominal groups to occur, so the teacher must pay more attention to the teaching of these grammatical phenomena.

The grammatical structure inventory produced for the English for Computing course took the following form:

- Derivatives
- Prefixes and suffixes

- Comparisons
- Cause and effect sentences
- Put the verbs in the correct tense (emphasis on passive voice)
- Substitution tables (make up sentences using the table and selecting the correct grammatical form)
- Gap filling with words from the text
- Make up your own sentences, using the constructions given
- Synonyms/antonyms
- Join the phrases to form sentences

To introduce the functional and communicative notion in the procedure described above, the following inventory was developed:

- Decide what the underlined pronouns refer to
- Re – write the sentences in logical order
- Decide on the correct sequence of the following statements
- Re-write the paragraph, using the notes given to you
- Use linking words to form a logical connection and paragraph structure

Communicative situations were involved, since they gave a different dimension to language learning. Introduction of simulation games and problem solving techniques seemed appropriate and of interest to the students. The four skills approach was also used, as well as tasks and activities, related to computing (e.g. asking for information on computer operation). More specifically, tasks aimed at activities, which would enable students to deal with situations related to their future employment.

3.4. Selection and development of materials and activities

The necessary criteria for choosing the actual material are:

- effectiveness in achieving the course purpose;
- the relevance of the material for the current trends in Computing.

The concrete materials that are being used at the Faculty of Electronic Engineering in Niš are English language textbooks, scientific textbooks, journals, magazines, and related Web material. The following English language textbooks form the core of the course:

- *Oxford English for Computing*, OUP;
- *Oxford English for Electronics*, OUP;
- *Oxford English for Information Technology*, OUP;
- *Email English*, Macmillan;
- *Internet English*, OUP;
- *Basic English for Science*, OUP.

The necessary activities have to be not only up to the point, but also interesting and versatile in order to be motivating. Proliferation of new teaching methods, new concepts and models provide the teacher with many options to choose from. During the course students are encouraged and asked to participate fully. That implies not only class activities, but also doing research on the relevant topics and delivering it in

the form of either written or oral presentation. There are also discussion classes when they need to employ their conversational skills, use appropriate types of argumentation, persuasion, etc. Reading, writing, conversational and listening skills are taught as integrated functions of the individual's expressions of their thinking processes and related problem resolution skills in developing a professional career in the research areas of Computer Science.

3.5. Organisation of content and activity

The course is centered upon the following content areas:

- Equipment, machines and materials (e.g. parts of the computer, peripheral equipment, multimedia). Knowing parts of the computer and peripheral equipment or multimedia names is basic to job related situations and comprehension of relevant books and articles.
- Measurements and maths (computation and measurement using spreadsheets). Spreadsheets are a common way to compute and make graphs. Knowing the specific terminology helps to the comprehension, analysis and presentation of tables and graphs and the procedure followed in the implementation of spreadsheets at work.
- Procedures and processes. They are essential since students need to verbalize the steps of a procedure in proper sequence in various situations (e.g. when something goes wrong).

Two principles underlie the concept of sequencing material: Building and recycling. Building can follow the process of the simple to the more complex, from concrete to more open-ended etc. while recycling means that students deal with taught materials in a new way [3].

3.6. Assessment and evaluation

States that in language teaching, assessment is related to determination of student's proficiency whereas evaluation to the process of collecting and interpreting information about an educational program. In other words, assessment shows what the learners know and can do in English, whereas evaluation reflects students' reasons for failing or succeeding and ways of improving their learning [9].

There is one exam at the end of the fourth semester of the course. It consists of two parts, the written and the oral one. Each course ends with a thorough investigation into students impressions and suggestions for further improvement.

4. CONCLUSION

English for Computer Science is a knowledge-based course which utilises a "learning-centered" approach. Primary focuses are students' competence and practical use of English conversational and writing skills as they are applied in academic, professional and other related environments. It is a task based course because English conversation and writing exercises are used in completing a practical task or goal. Moreover, this course has a strong emphasis on innovative and effective methods in teaching English. It aims to assist students in achieving their professional scientific career goals in the global market of science and technology.

LITERATURE

- [1] J. Cummins, Cognitive/ academic language proficiency, linguistic interdependence, the optimum age question and some other matters. *Working Papers in Bilingualism*, 19. pp.121- 129. 1979.
- [2] T. Dudley-Evans, and M. St John, *Developments in English for Specific Purposes: A multi-disciplinary approach*. Cambridge: Cambridge University Press. 1998.
- [3] K. Graves, *Teachers as course developers*. Cambridge: Cambridge University Press. 1996.
- [4] J. Harmer, *The practice of English language teaching*. UK: Longman. 1991.
- [5] T. Hucklin, and L. Olsen, *Technical Writing and Professional Communication*. McGraw Hill. 1991.
- [6] T. Hutchinson, and A. Waters, *English for Specific Purposes: A learning centered approach*. Cambridge: Cambridge University Press. 1987.
- [7] C. Kennedy, & R. Bolitho, *English for specific purposes*. London& Basingstoke: Macmillan Press Ltd. 1984.
- [8] J. Kimball, What are we doing when we "Talk Science". *The Internet TESL Journal*, Vol. II, No.8, August 1996. <http://www.kjist.ac.kr/%7Eslic/est/Kimball-Science.htm>
- [9] D. Nunan, Using learner data in curriculum development. *ESP Journal*, 9, 17-32. 1990.

CONSTRUCTIVISM IN ESP LEARNING

KONSTRUKTIVIZAM U UČENJU ENGLESKOG JEZIKA STRUKE

Slađana Živković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Nadežda Stojković, *Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš.*

Abstract - *The aim of this paper is to emphasize the importance of using a constructivist model in ESP learning. Bearing in mind that a student-centered approach, it is clear that it fits well with a constructivist theory which emphasizes the importance of learners' active involvement in the construction of knowledge through the interaction with the use of modern technologies.*

Key words: constructivism, ESP, modern technologies

Sadržaj - *Cilj ovog rada je da se naglasi značaj primene konstruktivističkog modela u učenju engleskog jezika struke. Studenti su u centru nastavnog procesa, što se uklapa sa konstruktivističkog aspekta koji ističe važnost aktivnog učešća studenata u izgradnji znanja kroz interaktivnost i upotrebu savremenih tehnologija.*

Ključne reči: konstruktivizam, engleski jezik struke, savremene tehnologije

1. INTRODUCTION

Considering current trends in education, it is necessary to transform the traditional paradigm of teaching and learning, and to improve the effectiveness of educational system. To meet the challenges we propose trends in modernization of educational system to be more open and to create a competitive standards and quality of education, both theoretical and practical. Today, when English is largely considered a necessary skill, teaching and learning certainly have different dimensions.

Importantly, entering the world of global market, companies need highly qualified specialists who are capable of using foreign languages "in the service of thinking and problem solving" [4]. As English has become the primary means of communication at workplaces both within and across boundaries [15], there is an increasing demand for learning English for Specific Purposes (ESP).

Bearing in mind that ESP is a student-centered approach, it is clear that it fits well with a constructivist theory which emphasizes the central importance of students and their attitudes to learning.

Digital technologies can help in the construction of knowledge in the constructivist learning environment. The ultimate goal is to become operational in any teaching and learning situation.

2. A FRAMEWORK OF THE CONSTRUCTIVIST PARADIGM IN ESP LEARNING

It should be emphasized that the main idea of constructivism is that learning is an active process in which learners construct new knowledge based upon their previous

knowledge through the interaction with the environment. The environment creates engaging and content-relevant experiences by utilizing modern technologies to support unique learning goals. Modern technologies help in transforming the traditional teacher-centered model into student-focused, interactive learning environments.

Across the broad fields of educational research, there have been found different interpretations regarding constructivist learning theory. Much of the work connected to the issues of constructivism was conducted by prominent researchers, such as [5], [14], [16] and [2], who contributed the ideas of transformation in language learning. Although constructivists share the belief that learning is an active process of constructing knowledge, there are also exist important differences.

The theory of cognitive constructivism influenced by Piaget, focuses on one of the basic principles of language learning, that is, language learning is a developmental process. Learners use their existing knowledge to make the new information comprehensible. The learner has prior knowledge about the subject matter (in his/her native language), so he/she simply has to acquire new mental representations (in a foreign language). Piaget's constructivist classroom provides a variety of activities (useful for language learning) to challenge students to increase their readiness to learn.

Unlike the Piaget's theory, according to social constructivism influenced by Vygotsky, the stress on the social and collaborative nature of learning. He viewed the development of language as a complex interaction between the child and the environment, which is influenced by both social and cognitive development. Vygotsky's theory stresses the importance of communication with others as a major factor in the development of a child's language.

For effective ESP language learning, construction of knowledge happens in a social context (such as a classroom, language laboratories), “where students join in manipulating materials and, thus, create a community of learners who built their knowledge together” [5]. Hence, Dewey proposes a method of “directed living”, which means that students are engaged in an authentic, real-world context in which they can demonstrate their knowledge through creativity and collaboration. The purpose of ESP is to prepare a specialist able to use a foreign language as the main communications means in communicating and cooperating with foreign partners in the professional field and real-life situations. Therefore, teaching/learning ESP is said to be specialty-oriented as it is submitted to specific (professional) needs of the students.

In the theoretical framework of Bruner, the development and complexity of language in use is emphasized. Bruner focuses on language learning through dialogue (Socratic learning) as the best method of communication.

Besides, a contemporary theory of learning is situated learning theory (similar to social constructivism), developed by [12]. They believe students were more likely to learn by actively participating in their learning as opposed to listening to lecturers. Situated learning is a matter of creating meaning from the real activities of daily living where learning occurs in a pro-social but informal setting.

As a paradigm for learning and achieving learning outcomes, emphasizes the importance of learning as a function of the authentic activity, context and culture in which it occurs [12]. [1] argue that knowledge, learning, and cognition are fundamentally situated in activity, context, culture, and situations. In this sense, constructivist epistemology explains that knowledge, learning, and cognition, as social constructions, are expressed on the basis of the interaction with their environment. In addition, [10] explores the use of Activity Theory for the design of learner-centered learning environments. Activity theory emphasizes the importance of action, to support the learning process. Learning is considered an active construction process, not passive reception of knowledge.

3. THE IMPACT OF TECHNOLOGY ON CONSTRUCTIVISM

The use of information and communication technologies (ICTs) in ESP teaching and learning is a current challenge forcing to rethink a number of educational issues, such as, learner’s autonomy, collaboration, motivation, creativity, as well as the enhancement of cognitive power of students during thinking and problem solving.

Living in a world of rapid technological advances, a plethora of digital media, including Web technologies and software packages, are designed specifically for ESP learners.

Analysing the effective use of digital technologies, it is important to say that they have the potential to optimize interactivity and availability as a communications device, and as a classroom management tool. If used wisely, this technology could add relevance and meaning to ESP learning because it has the potential to increase student motivation for studying languages by letting them to decide on activities, materials and contents matched to their interests and learning

styles, enhance the quality of work, promote access to resources, positively impact student learning, and promote student metacognitive skills [7]. As [9] argues, technologies should be used as knowledge construction tools by learners who learn *with* technology, not *from* it.

The computer, together with the Internet, is an example of the digital mediating technology which role in education should not be viewed as add ons, but has been largely viewed as an instructional tool for providing a richer and more exciting learning environment [6].

The most important role of today’s technologies in education is to enhance cognitive and metacognitive skills, so, in this way, learners are engaged in meaningful learning and higher-order thinking. Using a computer as a cognitive tool supports the external construction of cognitive processes “in assisting learners in accomplishing complex cognitive tasks” [11].

Cognitive tools, along with constructivist learning environments, guide and activate cognitive learning strategies and critical thinking [9]. They can enhance the cognitive powers of learners during their thinking, problem-solving, and learning. A student who uses a cognitive tool effectively should engage (actively), think (deeply), and articulate his/her knowledge [9].

It is clear that constructivist pedagogical principles coupled with appropriate technology integration show the potential for major improvements in teaching and learning practices. They together provide opportunity to make and remake the concept of ESP learning, and have brought new learning possibilities for teaching and learning situations. In other words, they can allow ESP learners to work to their fullest potential.

4. A CONSTRUCTIVIST LEARNING ENVIRONMENT

The paradigm shift from the objectivist to the constructivist pedagogy characterizes the changes within the learning environment. Constructivist educators emphasized the importance of the learning environment in which students’ knowledge construction can be facilitated. Such an environment is one in which students are challenged without being frustrated, and in which they are focused on intentional learning [9].

The constructivist environment creates engaging and content-relevant experiences by utilizing technologies and resources to support unique learning goals and knowledge construction. “The richness of the technology permits us to provide a richer and more exciting (entertaining) learning

environment...our concern is the new understandings and new capabilities that are possible through the use of technology” [6]. By integrating technology with constructivist methods learners are more responsible and active in the learning process.

As [17] defines, a constructivist learning environment is “a place where learners may work together and support each other as they use a variety of tools and information resources in their pursuit of learning goals and problem-solving activities.” It is the environment that allows learner-centred activities to take place where the teacher provides the students

with experiences in order to develop problem-solving, critical-thinking and creative skills, and apply them in a meaningful manner.

In technology-supported learning environments “students join in manipulating materials and, thus, create a community of learners who built their knowledge together” [5]. Hence, Dewey proposes a method of “directed living”, which means that students are engaged in real-world, practical workshops in which they would demonstrate their knowledge through creativity and collaboration. Dewey developed the first pedagogical constructivist approach to teaching and learning that he called *learning by doing*, learning through practical experience (*experiential learning*).

The other implication for the construction of technology-supported learning environments is the need to embed learning into authentic and meaningful contexts [1]. [1] argue that knowledge, learning, and cognition are fundamentally situated in activity, context, culture, and situations. In this sense, constructivist epistemology explains that knowledge, learning, and cognition, as social constructions, are expressed on the basis of the interaction with their environment. In such an environment the use of technologies can enable constructivist innovations in the classroom contributing to the realization of meaningful, authentic, active, interactive and problem-based learning. Students search solutions to real world problems which based on a technology framework lead to critical and analytical thinking.

Modern ESP constructivist learning environments are technology-based in which learners are engaged in meaningful interactions. The function of technology is to support and facilitate learning and “to encourage students to be creative, providing feedback about student performance and to analyze and reflect upon what has been learnt” [9]. Digital technologies are powerful cognitive tools that may help in transforming the present teacher-centered and text-bound classrooms into rich, student-focused, interactive knowledge environments.

A study conducted by [3] presents several advantages of a language learning environment supported by technology which have been found in the constructivist ESP classroom. A language learning environment that utilizes technology:

- provides authentic input for language learning,
- supports development of cognitive abilities, “thinking, reasoning, perception, more creative and flexible problem solving” [13],
- supports collaborative learning (interacting through computers)
- emphasizes the importance and the implication of the learning-centred approach,
- addresses specific needs of the learner [8],
- facilitates the acquisition of language skills,
- provides appropriate feedback and assessment of content knowledge and skills.

In summary, the cognitive-constructivist approach to learning positions the learner in an environment that supports the active processes learners use to construct knowledge. Students are engaged in cognitively complex tasks involving such activities as problem solving, critical thinking, collaboration and self-regulation.

5. BECOMING A CONSTRUCTIVIST TEACHER

In the constructivist technology-supported classroom the teacher has completely new role. The teacher is no longer perceived as knowledge dispenser and decision maker. Instead, the teacher is the facilitator of learning, one who facilitates the acquisition of knowledge. Using Dewey’s concept of education, teachers are described as leaders of group activities, who must survey the needs and capacities of individual learners and create the conditions that meet these needs.

Following Piaget’s theory of constructivism, the teacher must challenge the student by making them effective critical thinkers and not being merely a “teacher” but also a mentor, a consultant, and a coach.

In Vygotsky’s theory of constructivism, the teacher serves as mediator who coaches and encourages students to formulate their own level of understanding.

In the Bruner’s classroom, the teacher is the instructor who should try and encourage students to discover principles by themselves. The instructor and student should engage in an active dialog. The task of the instructor is to translate information to be learned into a format appropriate to the learner’s current state of understanding.

The fact that the ESP practitioner is generally a novice in these areas means that collaboration with both students and subject specialists is essential. Students bring to their ESP classes some knowledge of their specialist fields and the kinds of communication that go on within them, and this latent communication knowledge is important in a number of ways. Importantly, it means that ESP teachers need to negotiate their courses with learners drawing on their specialist expertise to promote relevant communicative activities in the classroom.

The above points to the fact that constructivism requires a teacher whose main function is to help students become active in learning and make meaningful connections between prior and new knowledge.

6. CHANGING ROLE OF THE STUDENT IN THE CONSTRUCTIVIST CLASSROOM

In the world of competition the focus of modern foreign language learning is on practical experience and direct activity of students. “Student-centred instruction is a form of active learning where students are engaged and involved in what they are studying” (Brown et al. 1994). Their knowledge, skills, strategies and motivation for learning are of prime importance [8].

States that learners must be given opportunities to be active in ways that will promote self-direction, creativity and critical analysis of problems requiring a solution. [1] affirm that “learning becomes a continuous, life-long process which results from acting in situations [9]”.

Students bring to their ESP classes some knowledge of their specialist fields and the kinds of communication that go on within them, and this latent communication knowledge is important in a number of ways. Importantly, it means that ESP teachers need to negotiate their courses with learners drawing on their specialist expertise to promote relevant communicative activities in the classroom. An imperative of

ESP has always been a reliance on tasks and materials that display authenticity or faithfulness to real-world texts and purposes, and learners themselves are among the best arbiters of this kind of appropriacy.

Student-centred ESP environments support independent work as well as collaboration among learners. To be prepared for the global competitiveness, students need to collaborate and apply knowledge and skills to real-world situations.

By focusing on the role of the student, digital technologies, particularly computers and the Internet, support cognitive and metacognitive processes which enhance learning by guiding learner's thinking, and by helping the learner go through the problem solving, decision making, exploring, collaborative learning and critical thinking.

7. CONCLUSION

This is a short overview of the constructivist learning theory that is learner-centered and knowledge-centered. This is a theoretical framework identified different theories the implementation of constructivist learning within ESP classroom, and how it implement constructivist learning that promotes students' development and encourages positive learning outcomes.

The role of digital technologies is examined for its support in the construction of knowledge in the constructivist learning environment. Possibilities and capabilities afforded by technology can help to influence how constructivist beliefs about learning and understanding ultimately become operational in any teaching and learning situation.

Constructivist ESP model requires teachers as facilitators, guides, mentors and advisors, and, on the other hand, students with creative and critical thinking skills, self-motivated, self-directed, interactive, and collaborative participants in their learning experiences in order to acquire high quality of education in the new millennium. Evaluation drives the learning goals of a teacher and students, provides students with feedback about their learning, and guides teachers and students to create appropriate learning tasks.

LITERATURE

- [1] S. J. Brown, A. Collins, & P. Duguid, Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-41. 1989.
- [2] J. Bruner, *Actual Minds, Possible Worlds*. MA: Harvard University Press. 1986.
- [3] M.E. Butler-Pascoe, and K. M. Wiburg, *Technology and Teaching English Language Learners*. New York: Pearson Education, Inc. 2003.

- [4] J. P. Cummins, The Role of Primary Language Development in Promoting Educational Success for Language Minority Students. In Leyba, F. C. (Ed.) *Schooling and Language Minority Students: A Theoretical Framework*. Los Angeles, CA: Evaluation, Dissemination, and Assessment Center, California: California State University, 3-49. 1981.
- [5] J. Dewey, *Democracy and Education*. New York:Free Press. 1976.
- [6] T. M. Duffy, & D. J. Cunningham, Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. In D. H. Jonassen (Ed.), *Educational communications and technology* (pp. 170-199). New York: Simon & Schuster Macmillan. 1996.
- [7] T. L. Heafner, & L. P. McCoy, Technology and the academic and social culture of a university campus. In J. Price, D. Willis, N. Davis, & J. Willis (Eds.), *Proceedings of the Society for Information Technology in Teacher Education 01*. Charlottesville, VA: Association for the Advancement of Computing in Education. 2001.
- [8] T. Hutchinson, and A. Waters, *English for Specific Purposes: A Learning-centered Approach*. Cambridge: Cambridge University Press. 1987.
- [9] D. H. Jonassen, "Thinking technology: Towards a Constructivist Design Model". *Educational Technology*, April, 34-37. 1994.
- [10] D. H. Jonassen, Revisiting activity theory as a framework for designing student-centered learning environments. In Jonassen, D. H., & Land, S. M. (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments* (pp. 89-121). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. 2000.
- [11] R. B. Kozma, *The implications of cognitive psychology for computer-based learning tools*. *Educational Technology*, 27, 20-25. 1987.
- [12] J. Lave, & E. Wenger, 1991. *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- [13] D. Perkins, Technology meets constructivism: Do they make a marriage? *Educational Technology*, 31(5), 18-23. 1991.
- [14] J. Piaget, *Structuralism*. New York: Harper and Row. 1968.
- [15] J. Purpura, and J. Graziano-King, Investigating the Foreign Language Needs of Professional School Students in International Affairs. *Working Papers in TESOL & Applied Linguistics*, 4 (1). pp: 1-33. 2003.
- [16] L. S. Vygotsky, *Mind in society: The development of higher psychology process*. MA: Harvard University Press. 1978.
- [17] J. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications. 1995.

DDoS NAPADI I ODBRANA

DDoS ATTACKS AND DEFENSE

Nemanja Ignjatović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Nikola Šepa, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - Cilj ovog rada jeste praktično pokazivanje ranjivosti operativnih sistema i računarskih mreža na Lokalni napad uskraćivanja usluga plavljenjem rutera sa IPv6 adresama (eng. Link-Local DoS IPv6 RA Attack), kao trenutno poslednja, treća generacija DoS napada i mogućnosti. U radu su prikazane i preventivne mere koje treba preduzeti. Ovaj napad se izvodi u lokalni i obuhvata sve uređaje koji su trenutno u mreži i koriste IPv6 adresu (svi noviji uređaji) počevši od PC preko Tablet računara i SmartTV-a do mobilnih telefona, praktično svih uređaja sa WiFi konekcijom. Posledice ovog napada mogu biti pogubne kako po kompanije tako i pojedince kojima posao zavisi od stalne veze sa Internetom, jer onemogućuje ovom uređaju konekciju sa Internetom, a ukoliko potraje dovoljno dugo dolazi to preopterećenja resursa uređaja, njegovog blokiranja što u nekim situacijama može dovesti i do otkaza istog.

Ključne reči: Sigurnost računara, DDoS napadi, IPv6

Abstract - The aim of this work is to show the practical vulnerabilities of operating systems and computer networks to local denial of service attack by flooding the router with IPv6 addresses, as is currently the latest, third-generation DoS attacks and abilities. In this work the preventive measures to be taken. This attack is carried out in a bar and includes all the equipment that's currently used in the network and the IPv6 address (all new appliances) starting from the PC via a tablet PC and a SmartTV to mobile phones, virtually any device with a WiFi connection. The consequences of this attack could be disastrous for both companies and individuals so that work depends on the constant connection to the Internet, because it prevents the unit connection to the Internet, and if you take a long enough comes to resource overload devices, his blocking, which in some cases can lead to cancellation of the same.

Key words: Computer safety, DDoS Attacks, IPv6

1. UVOD

Distribuirani DoS (*distribuirani napad uskraćivanja servisa*), kao i bilo koji drugi distribuirani koncept predstavlja proces koji se pokreće na više računara. U ovom slučaju to je napad uskraćivanja servisa u formi slanja velikog broja paketa, a u cilju opterećenja mreža ili linkova radi njihovog trenutnog ili trajnog onesposobljavanja. DDoS ne predstavlja alat za "hakovanje" već način na koji se koriste softverski i hardverski bezbedonosni propusti u mreži. Sa druge strane DDoS napadi mogu biti opravdani sa strane testiranja bezbednosti mreža, jer mogu da ispitaju količinu saobraćaja koji se odvija između mrežnih uređaja.

Za ovo istraživanje zadržaćemo se na Loklanom DoS napadu plavljenja rutera sa IPv6 adresama. Za potrebe testiranja biće upotrebljen alat pod nazivom "thc-ipv6" napravljen od strane grupe entuzijasta "The Hacker's Choice", program (odnosno shell skripta) "flood_router6".

2. RAZLIKA IZMEĐU DoS i DDoS NAPADA

Važno je napraviti razliku između DoS i DDoS napada. Ako napadač izvodi napad sa jednog računara to je klasičan

DoS napad. Ako napadač izvodi napad sa više računara, na koje je prethodno instaliran zlonamerni kod i koji tako obavljaju usluge za njega, istovremeno, to je DDoS napad. Skraćeno DoS napad se vrši sa jedne IP adrese, dok se kod DDoS napada radi o više IP adresa.

Glavne prednosti DDoS napada u odnosu na DoS napad je ta da više računara može generisati mnogo više paketa u odnosu na jedan i to za mnogo kraće vreme. Napad koji se odigrava sa više računara teže je otkriti kao i otkloniti, nego kad se on događa sa samo jednog računara (sa jedne IP adrese).

3. LOKLANI DOS NAPAD PLAGLJENJA RUTERA SA IPV6 ADRESAMA

Napad plavljenja rutera zasnovan na IPv6 adresama je veoma opasan i još uvek jedan od napada bez adekvatne odbrane. Zasniva se na tome da napadač pošalje ruteru koji se oglašava na mreži poruku da želi da koristi IPv6 protokol za komunikaciju. Pošto ruter podržava protokol on automatski šalje ka svim mrežnim entitetima pakete za iniciranje veze na IPv6 protokolu odnosno ICMP6. Napad se odigrava tako što se šalje ogroman broj zahteva ruteru, koji prosledjuje dalje entitetima na mreži i tako pravi plavljenje paketima. Entiteti primaju ogroman broj IPv6 paketa koji imaju još prostije

Rad je urađen u okviru studentskih projekata na Visokoj tehničkoj školi u Nišu pod mentorstvom Mirka Kosanovića.

zaglavlje od paketa na IPv4 protokolu tako da se napad odigrava velikom brzinom i bukvalno ugrožava sve mrežne entitete u podmreži.

Napad je uvelikoj meri "pametan" jer šalje ogroman broj paketa, ali ne od jednom, već u IPv6 zaglavlju stoji minimalno vreme trajanja paketa posle koga se on uništava i baš tada pri njegovom isteku šalje se drugi paket i tako u krug. Zbog ove mogućnosti obični ruteri i OS bez specijalizovanih programa i nadzora sistema ne mogu samostalno da se izbore sa napadom jer se napad ne razlikuje preterano od normalnog Internet saobraćaja.

Veliki broj paketa koji primaju mrežni entiteti dovode do toga da se zauzima maksimalno procesorskog vremena, te se time izaziva zamrzavanje uređaja, a ako napad traje dovoljno dugo dolazi i do automatskog resetovanja ili čak do gašenja usled pregrevanja procesorske jedinice.

Ovom tipu napada su podložni svi operativni sistemi i uređaji koji podržavaju IPv6 protokol. Počevši od računara na Windows platformi (win xp, win 7, win 8) preko MacOS-a sve do mobilnih uređaja, tableta i mobilnih telefona bilo na Android ili iOS platformi. Napadima su takodje podložni i serveri kao kontrolori domena, DNS, DHCP, e-mail serveri koji standardo imaju uključen IPv6 protokol.

4. PROCES PRIJAVLJIVANJA NOVIH RAČUNARA

Proces oglašavanja paketa i dobijanja IP adrese teče ovako:

Sa IPv4, kada računar pridružite mreži, osim ako mreža nije podešena da koristi statičke IP adrese što u većini situacija nije slučaj, računar pita ruter, odnosno DHCP4 server: "Tražim IP adresu", on odgovara "OK, koristi ovu IP adresu" posle provere dodeljuje prvu slobodnu IP adresu iz opsega, i to je to dok ponovo se računar (sistem) ponovo ne pokrene ili dok ne prodje određeno vreme. To je PULL proces - slika 1.



Slika 1. PUSH/PULL Proces

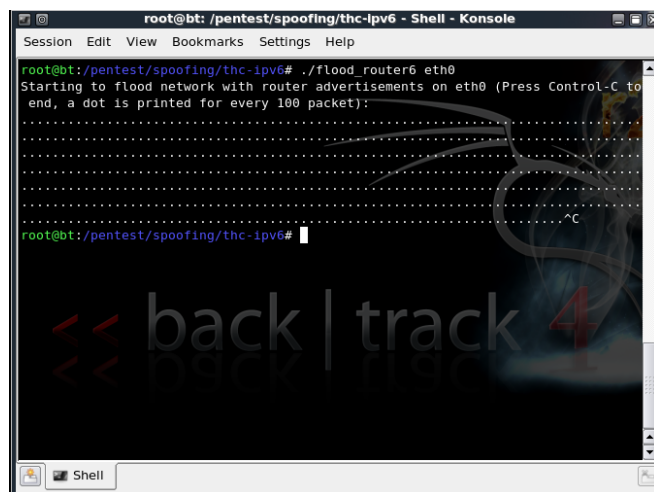
Sa IPv6 protokolom, adrese se uglavnom distribuiraju preko oglašavanja rutera (ruter reklame, ruter paketa). Ruter se oglašava i kaže: "Ja sam ruter, pridružite se svi mojoj mreži". Svaki entiten na mreži prestaje sa radom pravi adresu i šalje je nazad ruteru za pridruživanje u mreži. To je emisija paketa, mada u IPv6 ne postoji tako nešto već multicast svim čvorovima. To je PUSH proces - slika 1.

5. PRAKTIČAN PRIMER I OPIS NAPADA

"flood_router6" skripta je napravljena da testira i iskoristi slabosti u operativnim sistemima koji po automatizmu prihvataju IPv6 oglašavanje rutera (eng. RA). Ona preplavi mrežu sa stotinama lažnih paketa oglašavaju rutera po sekundi. Dok većina Linux opertivnih sistema u velikoj meri dobro izlazi na kraj sa ovim napadom, odbacajući većinu zahteva, to nije slučaj kod ostalih. Windows i iOS opertivni sistemi, čak i mobilni sistemi tipa Windows RT, Android i iOS, "slepo" prihvataju paket, dodajući IPv6 adresu, priveremnu IPv6 adresu (eng. *Temporary IPv6 adress*) i podešavaju "primarni mrežni izlaz" (eng. *default gateway*) kao rezultat Router Advertiment-a (oglašavanja rutera). Ova je "opcija" koja je pisutna i u poslednjim Windows operativnim sistemima, uključujući Windows 7 (koji koristimo u ovom radu) kao i poslednju verziju Windows 8.

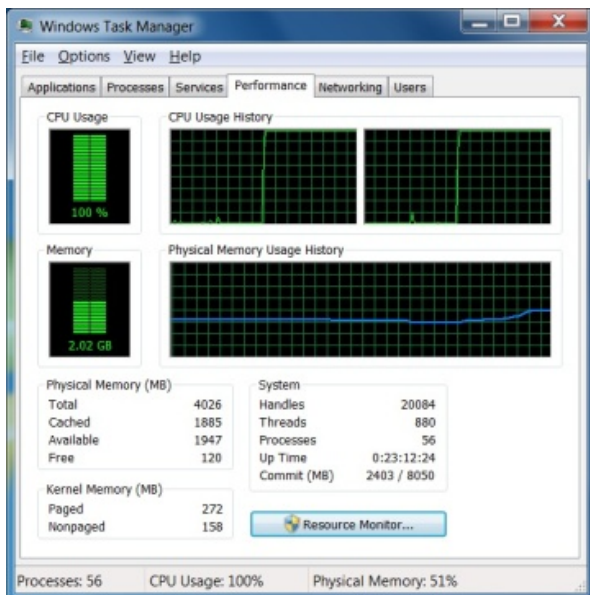
Klijent računar koji predstavlja "žrtvu" u ovom testu je laptop sa Intel i3 procesorom @ 2.23GHz i 4GB DDR3-RAM memorije koga pokreće Windows 7 Professional operativni sistem.

Napad se pokreće iz virtuelne mašine sa drugog računara na Linux BackTrack r4 operativnom sistemu koji u sebi ima implementiran "thc-ipv6" paket sa skriptama za tesitranje računarskih mreža. Pokretanje i rad skripte je prikazano na slici 2. Svala tačka ispisana na slici 2 predstavlja poslaih 100 mrežnih paketa.

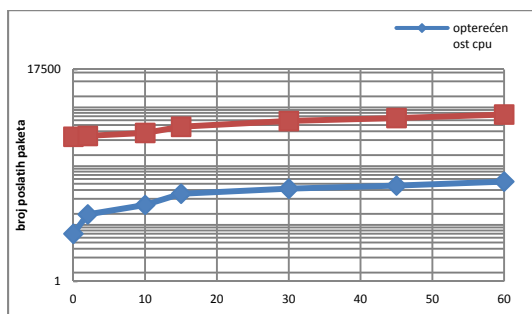


Slika 2. Pokretanje i rad skripte

Za svega par sekundi od pokretanja napada na klijent računaru se moglo primetiti slabi odziv a za manje od minute prozori klijenta prestali su potpuno da regaju. Iskorišćenost CPU je bila 100%, a memorija je konstanto rasla. (slika 3. i grafik 1.)



Slika 3. Prikaz stanja CPU i RAM



Grafik 1.

To je sve što je potrebno da se izvrši razarajući napad klijenta na mreži. Pošto se ruter paketi šalju multicast grupi ff02::1 koji je ekvivalent Layer 2 emisije. To znači da će svi uređaji u domenu emitovanja biti preplavljena sa ovim lažnim ruter paketima. U zavisnosti od mrežnog dizajna i konfiguracije mreže to bi to moglo da utiče na stotine uređaja, izazivajući katastrofalni krah za nekoliko sekundi.

```
Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection* 11:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix  . :

Wireless LAN adapter Wireless Network Connection:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix  . :

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . :
    IPv6 Address. . . . . : 2a01:b:c878:3221:f847:feb7:f4:420a
    IPv6 Address. . . . . : 2a01:f:5e9f:b89d:f847:feb7:f4:420a
    IPv6 Address. . . . . : 2a01:10:e18b:cb80:f847:feb7:f4:420a
    IPv6 Address. . . . . : 2a01:13:eb05:5496:f847:feb7:f4:420a
    IPv6 Address. . . . . : 2a01:22:6f3d:b88b:f847:feb7:f4:420a
    IPv6 Address. . . . . : 2a01:38:16f7:31ef:f847:feb7:f4:420a
    IPv6 Address. . . . . : 2a01:55:96c1:8191:f847:feb7:f4:420a
    IPv6 Address. . . . . : 2a01:6c:d65:2f00:f847:feb7:f4:420a
    IPv6 Address. . . . . : 2a01:75:df13:9375:f847:feb7:f4:420a
    IPv6 Address. . . . . : 2a01:aa:1ae0:8b75:f847:feb7:f4:420a
    IPv6 Address. . . . . : 2a01:ff:61:c421:f847:feb7:f4:420a
```

Slika 4. Ipconfig

Pametani napadači će biti u potrazi za oblastima kao što su računarske laboratorije ili farme servera - oblasti koje su verovatno biti deo u domenu i time prouzrokovati katastrofalne posledice po mrežnu organizaciju.

Prikaz na slici 4. je izlaz "ipconfig /all" komande na Windows 7 laptop računaru koji je "žrtva" napada ovom skriptom. Kao rezultat toga su hiljade IPv6 adresa koje je dodao, što je izazvalo preveliko opterećenje na CPU i RAM memoriju. Uređaj (laptop) je postajao sve sporiji dok se na kraju (za manje od minuta) nije potpuno "zamrzao", tj. blokirao i nije ga bilo moguće koristiti do njegovog ponovnog pokretanja (restartovanja), čak ni isključivanjem wireless mrežne kartice preko koje je bio priključen u lokalnu mrežnu.

Na kraju ponovno pokretanje je bilo neophodno da bi se uklonile hiljade lažnih adresa u memoriji računara.

6. ODBRANA OD NAPADA

Odbrana od ovakvog napada je vrlo jednostavna ali ne praktična. Ona zahteva da :

1. isključite mogućnost rada sa IPv6 protokolom
2. gašenje oglašavanja rutera na mreži ili
3. konfigurisanje zaštitnog zida za ne propuštanje poruka oglašavanja od strane rutera.

U nekim mrežnim sistemima ovo je neprimenljivo. Do sada samo kompanija CISCO je izašla sa zakrpama na hardverskom nivou za svoje mrežne uređaje i sisteme u dokumentu pod nazivom *Implementing First Hop Security in IPv6* gde je opisano pravilno konfigurisanje RA Guard-a na njihovim uređajima. Ne postoje specijalne zacrpe za operativne sisteme Microsoft Windows, osim u najnovijoj verziji MacOS-a kompanije Apple Inc.

7. ZAKLJUČAK

Uticaj ovih napada je katastrofalan, pogotovo kada žrtve nisu pojedinci, već kompanije i preduzeća. DDoS napadi sprečavaju žrtve, bilo da koriste Internet ili da stignu do drugih resursa na mreži. Shodno tome, kada je žrtva provajder Internet servisa (ISP), rezultati takvog napada su daleko ozbiljniji. ISP klijenti neće biti zadovoljni. Biti van mreže za nekoliko sati može dovesti do gubitka velike sume novca za ISP. Konačno, činjenica da kompanije koriste Internet sve više i više za reklamiranje ili za pružanje roba i usluga (e-trgovina) povećava ozbiljnost takvih incidenata.

LITERATURA

- [1] <https://devcentral.f5.com/blogs/us/layer-4-vs-layer-7-dos-attack/>, posećeno 05.12.2012.
- [2] <http://www.f5.com/it-management/topics/security/>, posećeno 05.12.2012.
- [3] http://meetings.apnic.net/_data/assets/pdf_file/0004/45589/IPv6-Security-Threats-Mitigations_Apricot_v4.pdf, posećeno 21.02.2013.

SKENIRANJE I PROVERA SIGURNOSTI KLIJENTSKIH RAČUNARA

SCANNING AND SECURITY CHECKS OF PC-S

Nikola Šepa, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Nemanja Ignjatović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - Sigurnost računara danas predstavlja vrlo bitnu oblast koja obuhvata nadzor, praćenje i sprečavanje neželjene aktivnosti, koje mogu dovesti do prestanka rada ili neke štete kako na softveru tako i na hardveru. Danas svi računari imaju pristup nekoj mreži, tako da sigurnost ima još veću težinu. Cilj ovog rada je praktičan prikaz provere sigurnosti računara uz pomoć programa Nessus, programa za proveru sigurnosti klijentskih računara. Program omogućuje pristupanje svim relevantnim podacima koji se odnose na sigurnost računara. Tako prikupljene podatke potrebno je analizirati i ukazati na potencijalne slabosti skeniranog sistema, a zatim, na osnovu dobijenih podataka i izvršene analize podići zaštitu računara i tako smanjiti broj potencijalnih propusta tj sigurnosnih "rupa".

Ključne reči: Sigurnost računara, sigurnosni problemi, nessus

Abstract - Computer security today is a very important area that includes surveillance, monitoring and prevention of adverse actions that may lead to failure or some damage to the software and the hardware. Today, all computers have access to internet, so that security have an even greater weight.

The aim of this research is to practical show computer security by using Nessus, a program for checking the security of client computers. The program provides access to all relevant data concerning the safety of computers. Thus, the information collected is necessary to analyze and address potential weaknesses scanned system, and then, on the basis of data obtained and the analysis done, how to protect computers and reduce the number of potential vulnerabilities.

Key words: Computer safety, security problems, nessus

1. UVOD

Bezbednost računara, danas, podrazumeva niz mera i pravila koje treba poštovati. Činjenica je da danas svi računari imaju pristup internetu, tako da ova pravila treba još više poštovati. Mere mogu biti razne od instaliranja antivirusa, postavljanja jakih lozinki, redovna ažuriranja operativnog sistema i instaliranog softvera do redovnog backupa podataka. Ako je računar siguran od svih opasnosti, korisnik bi trebalo da koristi računar bez problema, tj da radi ono što želi što nije slučaj ukoliko je računar "napadnut".

Naučno istraživački rad na temu sigurnost klijentskih računara od posebne je važnosti ako želimo da bezbednost računara bude odgovarajuća. Istraživanje je izvršeno kroz nekoliko faza. Prvo je vršeno skeniranje računara, zatim su prikupljeni podaci analizirani, a onda ukazani potencijalni problemi i rešenja vezano za probleme tačnije propuste sigurnosne.

Za ovo istraživanje tj skeniranje i provere sigurnosti klijentskih računara, korišćen je skener "Nessus".

2. SKENIRANJE RAČUNARA

2.1. Osnovne karakteristike programskog paketa nessus

Nessus predstavlja multiplatformski mrežni skener, koji može da se instalira na više operativnih sistema, kao što su: Windows, Linux, Mac Os, Unix.

Bitna Nessus terminologija:

- Policy - podešavanja vezano za željeno skeniranje (koje pluginove želimo, ip adresa računara ili opseg, zatim opseg portova koje želimo da skeniramo, podešavanja vezano za performanse, podešavanja za razne protokole...)
- Plugin - Dodatak, opcioni podaci ili pomoćni programi. Svako novo izdanje Nessus-a, ogleda se u vidu pluginova, prostih programa koji proveravaju određeni propust-manu. Nessus koristi više od 54.000 različitih pluginova. Otkrivanje novih sigurnosnih problema je svakodnevno, tako da jednom nedeljno izlazi novi broj pluginova za program Nessus, koje je moguće skinuti uz redovno ažuriranje.

2.2. Skeniranje klijentskog računara

Da bi se prikupili podaci, potrebno je prvo skenirati željeni računar. Kako je vršeno skeniranje? Za potrebe rada

iskorišćena je lokalna mreža na kojoj se nalazilo pet računara. Na jednom od računara je podignut Nessus server. Da bi smo proverili sigurnost željenog računara prvo je potrebno podesiti "Policy Plugin Configuration" i izabrati odgovarajuće pluginove. Svi pluginovi (54000) su grupisani u 44 grupe - kategorije (primer: DDOS predstavlja jednu grupu koja sadrži ukupno 101 plugin) . Posle odabira svih pluginova, potrebno je zadati IP adresu klijentskog računara koji želimo da skeniramo i proverimo njegovu sigurnost.

2.3. Prikupljeni podaci

Prikupljene podatke je moguće izvesti u više formata, csv, pdf, html, nbe i izveštaj sadrži sledeće stavke, **sinopsis**, **rešenje** (ukoliko je pronađen problem), **informaciju plugina**, **informaciju rizika** sigurnosti, **linkovima** koji bliže mogu opisati problem, kao i **ocenu** rizika. Nessus rangira sigurnosne probleme kroz pet nivoa, critical (kritičan, ocena 10), high (visok, ocena 7-9), medium (srednji, ocena 4-6) low (nizak, ocena 1-3), info (informativni podaci). Svaki sigurnosni nivo sadrži ocenu CVSS (Common Vulnerability Scoring System) kojom se definiše težina propusta. Ova ocena se određuje na osnovu formule, koja je definisana od strane organizacije FIRST. Učestalost neželjenih radnji koje se ponavljaju, razorna moć napada, mane i slabosti sistema, predstavljaju samo neke od faktora koji se koriste prilikom dobijanja ocene rizika. Kritične probleme je potrebno što pre otkloniti i oni predstavljaju takve sigurnosne probleme koji mogu dovesti do pokretanje neželjenog koda, ugrožavanje rada celog računarskog sistema. Visoki rizici, obično se odnose na napade koji mogu dovesti do povremenog prestanka rada računara zatim preuzimanje kontrole računara. Srednjim i niskim problemima obično rad računara nije ugrožen i ali sigurnost korisnika i podataka može biti ugrožena.

Ukupno vreme skeniranja je bilo 12min, operativni sistem instaliran na skeniranom računaru je bio Windows 7 Home

Rezultat skeniranja se može videti u sledećoj tabeli 1:

Tabela 1.

Kritični	Visoki	Srednji	Niski	Info	Ukupno
3	3	2	0	26	34

Skeniranjem su dakle, pronađena 3 kritična sigurnosna problema, sa ocenama 10.0 koje je moguće zloupotrebiti, zatim 3 visoka sa ocenama 7.8, 7.5, 7.5 i 2 srednja sa ocenom 5.0.

2.3.1. Kritični problemi i načini za rešavanje

Tabela 2. Kritični Faktori Rizika

Problem	Faktor rizika	Plugin Id	Opis
1	Kritičan (10.0)	47556	MS10-012: Propusti (ranjivosti) u SMB-u mogu dozvoliti udaljeno pokretanje koda.
2	Kritičan (10.0)	48405	MS10-054: Propusti (ranjivosti) u SMB serveru mogu dozvoliti udaljeno pokretanja koda.
3	Kritičan (10.0)	53503	MS11-020: Propusti (ranjivosti) u SMB serveru mogu dozvoliti udaljeno pokretanja koda.

2.3.1.1. Problem 1

Prvi problem koji se javio je bio "kritičan", CVSS ocena je 10.0 i ovim problemom je moguće pokretanje koda na udaljenom Windows računaru, zbog mana u SMB (Server Message Block) implementaciji. Na udaljeni računar može da utiče nekoliko propusta u SMB serveru koji može napadaču dozvoliti izvršenje neželjenog koda ili izvršiti denial of servise na tom računaru.

Rešenje ovog problema je zakrpa koju je izdala kompanija Microsoft za operativne sisteme Windows 2000, XP, 2003, Vista, 2008, 7 i 2008 R2. Potrebno je otići na sledeći link skinuti i instalirati zakrpu: <http://technet.microsoft.com/en-us/security/bulletin/MS10-012>

Na sledećim adresama se može videti detaljnije o problemu:

<http://osvdb.org/62256>

<http://technet.microsoft.com/en-us/security/bulletin/MS10-012>

2.3.1.2. Problem 2

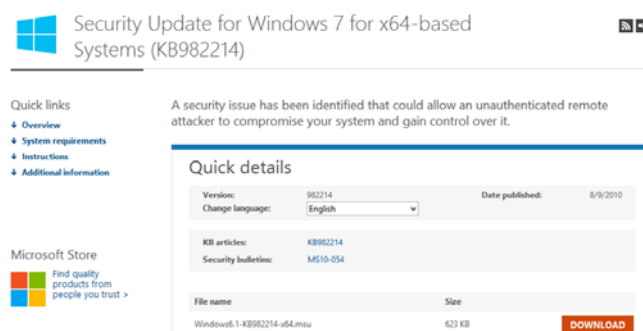
Drugi sigurnosni problem je kritičan sa ocenom 10.0 i moguće je pokretanje koda na udaljeni Windows računar, zbog mana u SMB implementaciji. Na udaljeni računar može da utiče nekoliko propusta u SMB serveru koji može napadaču dozvoliti izvršenje neželjenog koda ili izvršiti denial of servise na tom računaru. Na ove propuste utiče pristup deljenom disku gde nije potrebna akreditacija. Kao rešenje se koristi zakrpa kompanije Microsoft za Windows XP, Vista, 2008, 7, i 2008 R2, link za download zakrpe se nalazi na adresi:

<http://technet.microsoft.com/en-us/security/bulletin/MS10-054>

Na sledećim adresama se može videti detaljnije o problemu:

<http://osvdb.org/66976>

<http://technet.microsoft.com/en-s/security/bulletin/MS10-054>



Slika 1. Download zakrpe za problem 2

2.3.1.3. Problem 3

Treći sigurnosni problem je kritičan sa ocenom 10.0 i moguće je pokretanje koda na udaljenom Windows računaru, zbog mana u SMB implementaciji. Na udaljeni računar može da utiče nekoliko propusta u SMB serveru koji može napadaču dozvoliti izvršenje neželjenog koda ili izvršiti

denial of service na tom računaru. Na ove propuste utiče pristup Windowsom deljenju datoteka gde nije potrebna akreditacija. Kompanija Microsoft je izbacila zavrpe za ovaj problem za Windows 2000, XP, 2003, Vista, 2008, 7, i 2008 R2.

link: <http://technet.microsoft.com/en-us/security/bulletin/ms11-020>

Na sledećoj adresi se može videti detaljnije o samom problemu, rizicima i rešenjima:

<http://web.nvd.nist.gov/view/vuln/detail?vulnId=CVE-2010-0231>

2.3.2. Visoki (high) faktori rizika i načini za rešavanje

Tabela 3. Visoki faktori rizika

Problem	Faktor rizika:	Plugin Id	Opis
4	Visok (7.8)	55286	MS11-048:Propusti (ranjivosti) u SMB-u mogu dozvoliti denial of service
5	Visok (7.5)	26925	VNC server - ne autorizovan pristup je moguć
6	Visok (7.5)	42411	Microsoft Windows SMB nedozvoljen pristup šerovanim fajlovima

2.3.2.1. Problem 4

Četvrti sigurnosni problem je bio "visok", sa ocenom 7.8 i moguće je izvršiti Denial of service na skeniranom računaru. Ne autentifikovan napadač može zahvaljujući propustu SMB servisa zablokirati klijentski računar sve dok se "ručno" ne restartuje.

Kao rešenje ovog problema Microsoft je izbacio zavrpe za ovaj problem za Windows XP, 2003, Vista, 2008, 7, <http://www.microsoft.com/technet/security/Bulletin/MS11-048.msp>

Na sledećoj adresi se može videti detaljnije o samom problemu, rizicima i rešenjima:

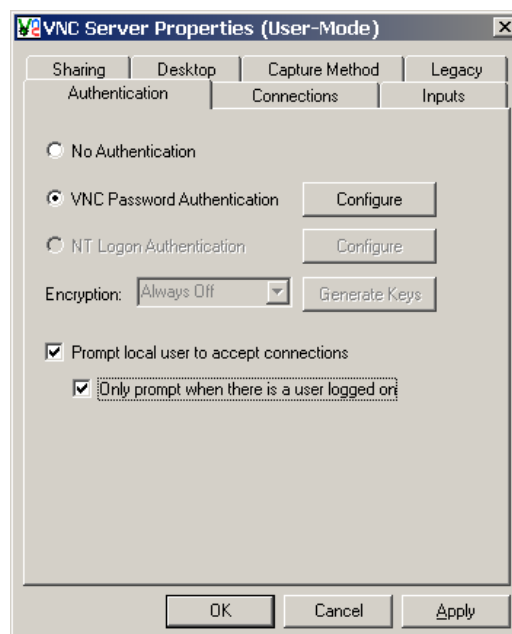
<http://osvdb.org/72936>

2.3.2.2. Problem 5

Nivo rizika za peti problem je visok sa ocenom 7.5 i kaže da je konektovanje na VNC server moguće bez lozinke. VNC serveru koji je instaliran na klijentskom računaru omogućuje napadaču da se konektuje na računar bez autentifikacije. Rešenje ovog problema je zabrana pristupa serveru bez lozinke (slika 2).

2.3.2.3. Problem 6

Šesti problem je označen kao visok sa ocenom 7.5. Moguće je pristupiti podacima koji su šerovani preko mreže. Skeniranom klijentskom računaru je moguće pristupiti podacima sa lokalnog diska preko mreže i u zavisnosti od šerovanih prava moguće je pročitati ili promeniti poverljive podatke. *Rešenje:* Potrebno je otvoriti explorer desni klik na svaki šerovani drajv ili folder, izabrati share jezičak i pod opcijom "permissions" postaviti odgovarajuće dozvole.



Slika 2. VNC postavljanje lozinke

Na sledećoj adresi se može videti detaljnije o samom problemu, rizicima i rešenjima:

<http://web.nvd.nist.gov/view/vuln/detail?vulnId=CVE-1999-0520>

Čemu je moguće pristupiti preko lokalne mreže:

- particiji D je moguće pristupiti sa pravima read/write (čitanje i pisanje)
- deskop read/write (čitanje i pisanje)
- particiji C je moguće pristupiti sa pravima read (čitanje)

2.3.3. Srednji faktori rizika i načini za rešavanje

Tabela 4. Srednji faktori rizika

Problem	Faktor rizika:	Plugin Id	Opis
7	Srednji (5.0)	26919	Moguće je logovanje na skenirani računar
8	Srednji (5.0)	57608	Logovanje je isključeno na SMB serveru

2.3.3.1. Problem 7

Ovaj problem spada u srednje sa ocenom 5.0 i moguće je logovanje na skenirani računar kao gost korišćenjem nasumično izabranog naloga. Na skenirani klijentski računar je instaliran Windows operativni sistem.

Rešenje: U grupnoj politici potrebno je promeniti podešavanja vezano za pristup mreži i to:

- "Sharing and security model" za lokalne naloge u "Guest only"
- "local users authenticate as Guest" u "local users authenticate as themselves"

Na sledećoj adresi se može videti detaljnije o samom problemu, rizicima i rešenjima:

<http://web.nvd.nist.gov/view/vuln/detail?vulnId=CVE-1999-0505>

2.3.3.2. Problem 8

Ovaj problem sa ocenom 5.0, koji spada u srednju kategoriju kaže da je logovanje isključeno na SMB serveru, što može dovesti do napada "Man in the middle" na SMB server.

Kako bi se problem rešio potrebno je uključiti logovanje na sledeći način. Otvoriti Local Security Policy zatim pod samba podešavanjima izabrati 'server signing'.

Na sledećoj adresi se može videti detaljnije o samom problemu, rizicima i rešenjima:

<http://support.microsoft.com/kb/887429>

3. PRAKTIČAN PRIMER

Koliko je zapravo lako iskoristiti i zloupotrebiti sigurnosni propust?

Da li su potrebne neke posebne veštine, znanje? Kroz sledeći primer pokušaćemo da demonstriramo i odgovorimo na pitanja. Uzećemo **problem broj 5**, (VNC server - ne autorizovan pristup je moguć, faktor rizika je visok sa ocenom 7.5). U podacima koji su prikupljeni stoji: "VNC server koji je instaliran na klijentskom računaru omogućuje napadaču da se konektuje na računar bez autentifikacije". Prvo šta je VNC? VNC je softver, alat, koji omogućuje udaljeni pristup računarima i kontrolu. U koliko je na klijentskom računaru instaliran VNC server (kao u našem slučaju), na drugoj strani je potrebno instalirati VNC viewer i uneti IP adresu željenog računara.

Pošto u izveštaju stoji da potreba za korisničkim imenom i lozinkom ne postoji, logovanje je moguće bez provere. Unosimo IP adresu računara na koji je instaliran VNC server u našem slučaju to je 192.168.1.102 i kroz par sekundi dobićemo kontrolu celog računara.

4. ZAKLJUČAK

Na skeniranom računaru je utvrđeno nekoliko kritičnih propusta koji mogu znatno da utiču na celokupnu sigurnost. Svaki pronađeni problem predstavlja jedan od načina koji može dovesti do zloupotrebe. Na primeru je pokazano koliko je zapravo lako iskoristiti propust, prostim skeniranjem sigurnosti i korišćenjem dobijenih podataka na pravi način.

Radi poređenja podataka, skeniranje je obavljeno na više računara u lokalnoj mreži. Računari kod kojih je isključeno automatsko ažuriranje Windows-a, problemi tj rupe su u manjoj i većoj meri zajedničke. Ažuriranje operativnog sistema je prvi i najbitni korak kada je sigurnost u pitanju. Time se u znatnoj meri smanjuju propusti koji su postajali u operativnom sistemu. Postavljanje jakih lozinki i korišćenje antivirusa danas predstavlja obavezu, time se u znatnoj meri eliminišu razni neželjeni upadi na računar.

Kako poboljšati sigurnost?

- uključiti automatsko ažuriranje operativnog sistema
- instalirati antivirus, firewall, anti-spyware
- postaviti odgovarajuće lozinke
- instalirati poslednje verzije softvera koji se aktivno koriste

LITERATURA

- [1] http://bs.wikipedia.org/wiki/Sigurnost_racunara, 30.03.2013.
- [2] <https://discussions.nessus.org>, 30.03.2013.
- [3] *Sigurnost računarskih sistema i mreža (Mikro knjiga, godina izdanja 2007).*
- [4] <http://www.first.org/cvss> 10.04.2013.

UŠTEDA ELEKTRIČNE ENERGIJE KORIŠĆENJEM ENERGETSKI EFIKASNIH UREĐAJA

ELECTRICITY SAVINGS THROUGH ENERGY EFFICIENT

Milica Marković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Nemanja Nikolić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - U današnje vreme, sa porastom svesti o potrebi očuvanja prirodnih resursa i smanjenju potrošnje energije, kao i zaštiti životne sredine, sve više postaje aktuelno korišćenje energetski efikasnih uređaja. Pojam energetska efikasnost se najčešće susreće u dva moguća značenja, od kojih se jedno odnosi na efikasnost uređaja, a drugo na mere i ponašanja u cilju efikasnijeg korišćenja uređaja. Pod energetski efikasnim uređajem podrazumeva se onaj koji ima veliki stepen korisnog dejstva, tj. male gubitke prilikom transformacije jednog vida energije u drugi. U slučaju aparata za domaćinstvo, pod energetski efikasnim uređajem smatra se onaj koji troši manje električne energije. Kada je reč o merama pod energetskom efikasnošću podrazumevamo mere koje se primenjuju u cilju smanjenja potrošnje električne energije. U ovom radu izvršena je analiza uštede električne energije koju je moguće postići na godišnjem nivou, korišćenjem energetski efikasnih uređaja u jednom domaćinstvu.

Ključne reči: energetska efikasnost, uređaji, električna energija, ušteta.

Abstract - At the present time, with increasing awareness of need to conserve natural resources, reduce energy consumption and environmental protection, use of energy-efficient appliances is becoming current. The concept of energy efficiency that is found in two possible meanings, one of which is related to the efficiency of the device and the other to the extent and behavior for more efficient usage. Energy-efficient appliances are one that has a high degree of efficiency, i.e. small losses during the transformation of one form of energy into another. In the case of domestic appliances, energy-efficient appliances are the one that uses less electricity. In terms of energy efficiency measures under the mean measures to be applied in order to reduce electric power consumption. This paper analyzes the energy savings that can be achieved on an annual basis, using energy efficient appliances in a household.

Key words: efficiency, domestic appliances, electricity, energy saving.

1. UVOD

Energetska efikasnost je suma isplaniranih i sprovedenih mera čiji je cilj korišćenje minimalno moguće količine energije, tako da nivo udobnosti i stopa proizvodnje ostanu očuvane. Jednostavnije rečeno, energetska efikasnost jeste upotreba manje količine energije za obavljanje istog posla, odnosno funkcije. Energetska efikasnost nije puka štednja energije, jer štednja uvek podrazumeva određena odricanja, dok efikasna upotreba energije nikada ne narušava uslove rada i življenja.

Pojam energetska efikasnost se najčešće susreće u dva moguća značenja, od kojih se jedno odnosi na uređaje, a drugo na mere i ponašanja [1]. Pod energetski efikasnim uređajem smatramo onaj koji ima veliki stepen korisnog dejstva, tj. male gubitke prilikom transformacije jednog vida energije u drugi. Kada je reč o merama pod energetskom

efikasnošću podrazumevamo mere koje se primenjuju u cilju smanjenja potrošnje energije. Bez obzira da li je reč o tehnološkim ili netehničkim merama ili o promenama u ponašanju sve mere podrazumevaju isti, ili čak i viši, stepen ostvarenog komfora i standarda.

Ključna barijera u realizaciji programa povećanja energetske efikasnosti su nerealni pariteti cena energije i njihova nestalnost, velika potrošnja električne energije, a razlozi mnogobrojni (zbog jeftine električne energije i nerazvijene svesti ne vodi se računa o štednji, neefikasni-stari uređaji, jer stanovništvo nije u mogućnosti da ih zameni efikasnim-novim, itd). U ovakvim okolnostima korisnici nemaju ekonomskog interesa da ulažu u projekte povećanja energetske efikasnosti.

Primene mera energetske efikasnosti u domaćinstvu: zamena energetski neefikasnih potrošača efikasnim; ugradnja mernih i regulacionih uređaja za potrošače energije; postavljanje frižidera i zamrzivača na što hladnijem mestu u kući i izbegavanje izloženost sunčevom zračenju; otvaranje vrata električnog šporeta samo po potrebi.

Rad je urađen u okviru studentskih projekata na Visokoj tehničkoj školi u Nišu pod mentorstvom Biljanje Milutinović i Mladena Tomića.

U ovom radu analizirana je potrošnja električne energije u jednom domaćinstvu korišćenjem aparata za domaćinstvo i uštede koja bi se ostvarila zamenom ovih uređaja energetski efikasnijim. Takođe je izračunat vremenski period za koji bi se kupovina energetski efikasnijih uređaja isplatila kroz smanjenu potrošnju električne energije.

2. ENERGETSKA EFIKASNOST U DOMAĆINSTVIMA

Aparati za domaćinstvo učestvuju u ukupnoj potrošnji energije, a najveći potrošači pri tome su bojler, električni šporeti, zamrzivači, frižideri, mašine za pranje i sušenje veša [2].

Pri kupovini nekog kućnog aparata treba razmisliti o dve vrste cena. Prva je prodajna cena koju trebate svesti na najniži iznos, a druga značajna cena je cena rada aparata u njegovom životnom veku. Ta cena se plaća svaki mesec, kroz račune za električnu energiju, narednih 10 do 20 godina, zavisno od veka trajanja aparata.

U zemljama Evropske Unije obavezno je obeležavanje kućnih aparata energetskom nalepnicom. Cilj nalepnica je da krajnji kupci budu, na jasan i jednostavan način, obavešteni o efikasnosti uređaja i da se pri kupovini opredele za energetski efikasnije uređaje. Ovo se radi u cilju efikasnog korišćenja energije i smanjenja procenta potrošnje električne energije u domaćinstvima čime se umanjuje negativan uticaj na životnu sredinu i količina novca koju potrošači plaćaju za rad kućnih aparata. Oznaku energetskog razreda obavezno moraju imati sledeći uređaji: frižideri, zamrzivači, kombinovani frižideri i zamrzivači; mašine za pranje veša i mašine za sušenje; kombinovane mašine za pranje i sušenje veša; mašine za pranje sudova; električne peći; klima uređaji; sijalice.

Za sada zakonska regulativa u Srbiji ne zahteva da električni uređaji nose oznaku energetskog razreda. U postupku usaglašavanja Srpske regulative sa regulativom Evropske Unije doneće se i zakoni koji će regulisati ovu oblast.

2.1. Označavanje energetske efikasnosti uređaja

Skala energetskih razreda prikazana je strelicama sa slovima oznakama od „A“ do „G“, pri čemu su strelice različite dužine i boje. Energetski razred „A“ označava uređaj sa najmanjom potrošnjom, odnosno, energetski najefikasniji uređaj. Energetski razred „G“ označava uređaj sa najvećom potrošnjom energije, odnosno, najmanje energetski efikasan uređaj.

Danas neki uređaji, najčešće frižideri, zamrzivači i njihove kombinacije, imaju oznaku i „A+“ i „A++“, ili „AA“ i „AAA“ koja stoji pored strelice za razred „A“. To znači da su od donošenja zakonske obaveze u Evropskoj Uniji sami proizvođači poboljšali energetsku efikasnost iznad one koja se zahteva propisima. Dodatna oznaka „+“ i „++“ označava da uređaj ima veću energetsku efikasnost od one koja se zakonskim propisima odnosi na kategoriju „A“.

Bolji energetski razred obavezno i ne znači veću cenu proizvoda, ali obavezno znači manju potrošnju električne energije i manje troškove.

Mašina za pranje sa oznakom „B“ troši 30% više električne energije, nego ona sa oznakom „A“, dok mašina sa oznakom „C“ troši 65% više energije, nego ona sa oznakom „A“. Kvalitet rada uređaja, na primer, kvalitet pranja kod

mašina za pranje veša i sudova i broja obrtaja tokom rada prikazani su takođe slovima oznakama. Potrošnja vode i buka pri radu prikazani su brojevima. Ako uređaj ima nalepnicu, ne znači i da ima i malu potrošnju električne energije.

3. ANALIZA UŠTEDE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Analiza uštede električne energije, bazirana je na sledećim podacima o potrošnji električne energije uređaja koji se koriste u razmatranom domaćinstvu [3]:

Bojler – snage od 1500 W do 2500 W za 20 do 40 minuta potroši 1 kWh. Električni šporet – snage od 1000 W do 3000 W za 20 do 60 minuta potroši 1 kWh. Voda i tečni obroci ne mogu da budu topliji od 100 °C. Frižider i zamrzivač – snage od 200 W do 400 W za 150 do 300 minuta potroši 1 kWh. Frižider najefikasnije radi ako je temperatura podešena između 3 i 5 °C, a frižer na 0 °C. Osvetljenje – snage od 40 W do 100 W po sijalici za 600 do 1400 minuta potroši 1 kWh. Na osvetljenje godišnje trošimo oko 3% ukupne količine električne energije potrošene u domaćinstvu. Kao i svi kućni aparati problem je što je početna cena štednih sijalica do 5 puta veća od cene običnih sijalica. Mašina za veš – samo beli veš se pere na temperaturi od 95 °C. Mašina za veš snage od 1500 W do 2650 W za 120 minuta potroši 2,65 kWh.

Stand-by rad uređaja – TV, video i stereo uređaji, računari i računarska oprema i u stand-by radu troše određenu količinu energije. Audio i video uređaji snage od 100 W do 300 W za 180 do 600 minuta potroše 1 kWh.

Mašina za pranje sudova energetskog razreda „A“ u odnosu na uređaj klase „C“ ima manju potrošnju električne energije. Frižider klase „A+“ ima upola manju potrošnju, nego frižider klase „C“. Sijalice klase „A“ i do 80% manje troše od „običnih“. Ali, ušteda se ne postiže samo kupovinom energetski efikasnijih uređaja, već i ispravnim korišćenjem i održavanjem istih. Korišćenjem uređaja u skladu sa tehničkim uputstvom proizvođača, ili promenom našeg ponašanja.

3.1. Rezultati i diskusija

U cilju analize uštede električne energije korišćenjem energetski efikasnih uređaja, izvršena je analiza raspoloživih električnih uređaja i njihove potrošnje u razmatranom domaćinstvu. Domaćinstvo se sastoji od nekoliko prostorija: Prostorija 1 – Spavaća soba 1; Prostorija 2 – Dnevna soba; Prostorija 3 – Kupatilo 1; Prostorija 4 – Spavaća soba 2; Prostorija 5 – Ostava; Prostorija 6 – Kupatilo 2.

U tabeli 1. prikazana je potrošnja električne energije (Wh) za neefikasne uređaje razmatranog domaćinstva na dnevnom i godišnjem nivou.

Tabela 1. Potrošnja električne energije (Wh) za neefikasne uređaje na dnevnom i godišnjem nivou

Uređaji	Količina	Sati (h)	Snaga (W)	Dnevna potrošnja (Wh)	Godišnja potrošnja (Wh)
Prostorija br. 1.					
tv	1	5	74	370	133200
sijalica	1	11	75	825	297000
					430200

Prostorija br. 2.					
tv	1	12	74	888	319680
frižider	1	24	130	3120	1123200
šporet	1	4	1500	6000	2160000
sijalica	3	9	75	2025	729000
					4331880
Prostorija br. 3.					
bojler	1	2	2000	4000	1440000
sijalica	1	1	75	75	27000
					1467000
Prostorija br. 4.					
kompjuter	1	15	350	5250	1890000
sijalica	1	10	75	750	270000
					2160000
Prostorija br. 5.					
zamrzivač	2	3	750	4500	1620000
sijalica	1	2	75	150	54000
					1674000
Prostorija br. 6.					
bojler	1	4	2000	8000	2880000
mašina za veš	1	2	1325	2650	954000
sijalica	1	5	75	375	135000
					3969000

U tabeli 2. prikazana je potrošnja električne energije (kWh) za neefikasne uređaje razmatranog domaćinstva za mesec novembar 2012. godine, kao i projekcija potrošnje na godišnjem nivou po višoj i nižoj tarifi.

Tabela 2: Potrošnja električne energije (kWh) za neefikasne uređaje na mesečnom i godišnjem nivou po višoj i nižoj tarifi, izvor: „ED Jugoistok“

Tarifa	Cena (din/kWh)	Godišnja potrošnja (kWh)	Iznos (din)
zelena (viša)	5.012	1380.00	6916.560
zelena (niža)	1.253	2820.00	3533.460
plava (viša)	7.518	4356.00	32748.408
plava (niža)	1.880	5476.08	10295.030
			53493.458

U tabeli 3. prikazana je potrošnja električne energije (Wh) za efikasne uređaje klase A+ razmatranog domaćinstva na dnevnom, mesečnom i godišnjem nivou.

Tabela 3. Potrošnja električne energije (Wh) za efikasne uređaje klase A+ na dnevnom, mesečnom i godišnjem nivou

Uređaji	Količina	Sati (h)	Snaga (W)	Dnevna potrošnja (Wh)	Godišnja potrošnja (Wh)
Prostorija br. 1.					
tv	1	5	50	250	90000
sijalica	1	11	20	220	79200
					169200

Prostorija br. 2.					
tv	1	12	50	600	216000
frižider	1	24	90	2160	777600
šporet	1	4	870	3480	1252800
sijalica	3	9	20	540	194400
					2440800
Prostorija br. 3.					
bojler	1	2	2000	4000	1440000
sijalica	1	1	20	20	7200
					1447200
Prostorija br. 4.					
kompjuter	1	6	65	390	140400
sijalica	1	10	20	200	72000
					212400
Prostorija br. 5.					
zamrzivač	2	3	550	3300	1188000
sijalica	1	2	20	40	14400
					1202400
Prostorija br. 6.					
bojler	1	4	2000	8000	2880000
mašina za veš	1	2	900	1800	648000
sijalica	1	5	20	100	36000
					3564000

U tabeli 4. prikazana je potrošnja električne energije (kWh) za efikasne uređaje klase A+ razmatranog domaćinstva za mesec novembar 2012. godine, kao i projekcija potrošnje na godišnjem nivou po višoj i nižoj tarifi.

Tabela 4. Potrošnja električne energije (kWh) za efikasne uređaje klase A+ na mesečnom i godišnjem nivou po višoj i nižoj tarifi, izvor: „ED Jugoistok“

Tarifa	Cena (din/kWh)	Godišnja potrošnja (kWh)	Iznos (din)
zelena (viša)	5.012	1116	5593.392
zelena (niža)	1.253	1824	2285.472
plava (viša)	7.518	2772	20839.896
plava (niža)	1.880	3324	6249.120
			34967.880

U tabeli 5. prikazane su cene pri kupovini efikasnih uređaja klase A+ za razmatrano domaćinstvo, izvor: www.eponuda.com.

Tabela 5. Iznos pri kupovini efikasnih uređaja klase A+

Uređaj	Količina (kom)	Cena (din/kom)	Iznos (din)
tv	2	24990.00	49980.00
sijalica	8	399.00	3192.00
frižider	1	20799.00	20799.00
šporet	1	21599.00	21599.00
bojler	2	21399.00	42798.00
kompjuter	1	31999.00	31999.00
zamrzivač	2	26099.00	52198.00
mašina za veš	1	23399.00	23399.00
			245964.00

U novembru mesecu 2012. godine, razmatrano domaćinstvo je potrošilo 1 169,34 kWh električne energije i platilo za potrošenu energiju 4 457,788 dinara. Na godišnjem nivou to bi iznosilo 14 032,08 kWh, odnosno bilo bi potrebno izdvojiti 53 493,458 dinara prilikom korišćenja energetski neefikasnih uređaja.

Kada bi se izvršila zamena uređaja energetski efikasnim uređajima, razmatrano domaćinstvo bi potrošilo 753 kWh električne energije na mesečnom nivou, odnosno račun za električnu energiju iznosio bi 2 913,990 dinara. Na godišnjem nivou potrošnja električne energije bila bi 9 036 kWh, za šta bi trebalo izdvojiti 34 967,880 dinara.

Prilikom kupovine energetski efikasnih uređaja domaćinstvo bi potrošilo 245 964,00 dinara. Ušteda na mesečnom nivou bi iznosila 1 543,798 dinara, a na godišnjem 18 525,578 dinara.

4. ZAKLJUČAK

Potrošnja električne energije zavisi od vrste aparata za domaćinstvo, odnosno od energetskog razreda uređaja, a takođe i od načina korišćenja uređaja. Najveći potrošači električne energije od aparata za domaćinstvo su električni šporeti, zamrzivači, frižideri, mašine za pranje i sušenje veša. Analizom potrošnje električne energije u jednom domaćinstvu korišćenjem energetski neefikasnih i energetski efikasnih uređaja, zaključuje se da se korišćenjem energetski efikasnih uređaja može smanjiti potrošnja električne energije i do 30%.

Razmatranom domaćinstvu bi se kupovina efikasni uređaja isplatila za 159 meseci, tj. 13 godina i 3 meseca, što je ipak predug vremenski period i destimulans za zamenu uređaja u domaćinstvu energetski efikasnijim.

U Srbiji je električna energija jeftinija u odnosu na države, članice Evropske Unije, odnosno cena električne energije je socijalna kategorija. Ukoliko bi cena električne energije u Srbiji bila realna, onda bi se kupovina novih uređaja isplatila za kraći vremenski period

LITERATURA

- [1] Agencija za energetska efikasnost - <http://www.seea.gov.rs/Serbian/FAQ/FAQ.htm#top>.
- [2] Portal za energetska efikasnost (aparati za domaćinstvo) - <http://www.efikasnost.com/2011/01/18/aparati-za-domacinstvo/>
- [3] Cefix (Centar za energetska efikasnost) - <http://www.cefix.rs/home/saznanja/item/81-potro%C5%A1nja-aparata-u-va%C5%A1em-doma%C4%87instvu>.

BESKONTAKTNI DINAMO A CONTACTLESS DYNAMO

S. Mihajlović, N. Stanković, P. Drašković, J. Mladenović, D. Danković, I. Arsić, Z. Antanasković
Tehnička škola „Rade Metalac“, Dimitrija Tucovića bb, Leskovac
Nataša Bogdanović, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš

Sadržaj - U ovom radu opisan je beskontaktni dinamo za bicikl, u kojem se tokom vožnje indukuje elektromotorna sila koja je potrebna za napajanje fotoluminiscentnih (LED) dioda. Prvo je data teorijska osnova rada, dati su principi elektromagnetske indukcije, zatim je prikazan princip rada standardne dinamo mašine. Centralni deo rada je posvećen realizaciji beskontaktno dinamo mašine i njene primene kod bicikla.

Ključne reči: Beskontaktni dinamo, elektomotorna sila.

Abstract - In this paper a contactless dynamo bicycle is presented, in which the driving induces an electromotive force that is needed to power photo luminescent diode (LED). To start with, it is given the theoretical basis of the principles of electromagnetic induction, and then the principle of standard dynamo machine is presented. The central part is dedicated to the implementation of a contactless dynamo machine and its application on a bicycle.

Keywords: A contactless dynamo, electromotive force.

1. UVOD

Na principu elektromagnetne indukcije zasniva se rad električnih generatora, i motora, transformatora i antena [1]. Elektromagnetska indukcija stvara potencijalnu razliku (ili napon) u provodniku koji se nalazi u promenljivom magnetnom polju. Majkl Faradej je otkrio ovaj fenomen 1831. godine. Faradej je otkrio da elektromotorna sila (EMS), stvorena u zatvorenoj konturi proporcionalna brzini promene magnetnog fluksa kroz površinu koja je njome ograničena [2].

Istorijski gledano, Faradejevo otkriće, bazira se na Oerstedovim eksperimentima i nešto kasnije Wolastonovim nastojanjima da se obezbedi rotacija provodnika u magnetom polju oko svoje ose. Suprotno ovom konceptu, Faradej, usmereva svoja istraživanja na rotaciju provodnika oko ose magneta, čime je praktično otkriven i demonstriran princip rada elektromotora [3]. U daljem, povezujući suštinu Oerstedovih eksperimenata, sledio je logičan pokušaj dobijanja odgovora na pitanje da li magnetno polje može da stvori električnu struju, odnosno daljeg istraživanja međusobne zavisnosti električnih i magnetnih pojava u prirodi [4]. Dugogodišnja istraživanja rezultovala su zaključkom, za koji se može slobodno reći da je omogućio revolucionarna otkrića i definisao dalji razvoj čovečanstva, a ogleda se u pojavi indukcionih struja kao posledice promene magnetnog polja.

U praksi, to znači da će električna struja biti indukovana u bilo kojoj zatvorenoj konturi kada se magnetni fluks kroz površinu koja se oslanja na tu konturu menja. Ovo važi i kada se polje menja, i kada se sama kontura kreće u polju.

Faradejev zakon kaže da je:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi_b}{dt} \quad (1)$$

Za čest, ali specijalan, slučaj namotaja, sastavljenog od N navojaka, Faradejev zakon ima oblik:

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi_b}{dt} \quad (2)$$

ε – elektromotorna sila (EMS) u voltima,

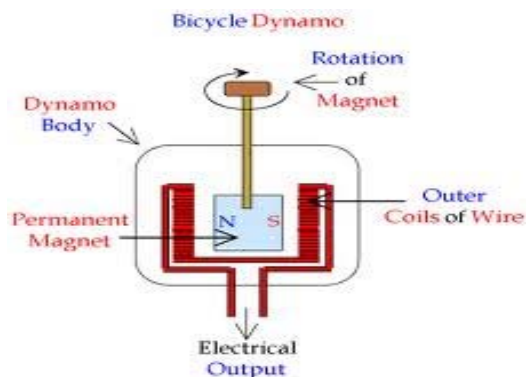
N – broj navojaka u namotaju,

ϕ_b – magnetni fluks u veberima kroz jedan navojak.

Na bazi izraza (2), proizilazi zaključak, da se u svakom pojedinačnom navojku indukuje EMS, koja je funkcija brzine promene fluksa kroz isti, a pošto se kalem kao izvor indukovane EMS može posmatrati kao redna veza pojedinačnih indukovanih EMS navojaka, promenu fluksa kroz pojedinačan navojak treba pomnožiti sa ukupnim brojem navojaka. Na taj način dobija se vrednost indukovane EMS u kalemu. Smer elektromotorne sile (negativan znak u izrazu) je određen Lorencovim zakonom [4, 5].

Klasična dinamo mašina nalazi široku primenu u našem svakodnevnom životu. Većina od nas prvi kontakt sa istima imala je na primeru svojih bicikla. Princip njenog rada je opšte poznat. Dinamo mašina je montira na odgovarajući deo bicikla, a zatim se postavi u položaj u kom dodiruje gumu. Tokom vožnje, zbog kontakta između gume i dinam, dolazi do okretanja stalnog magneta unutar nje. Samim tim, u

kalemu se indukuje elektromotorna sila. Mana ovakvog dinama je to što tokom vožnje dolazi do gubitka energije tj. usporavanja bicikla, oštećenja gume, kao i zagrevanja samog dinama [6].



Slika 1. Klasični dinamo bicikl.

U ovom radu opisan je beskontaktni dinamo za bicikl, u kojem se tokom vožnje indukuje elektromotorna sila koja je potrebna za napajanje fotoluminiscentnih (LED) diode koji pored svoje osnovne namene osvetljenja, a u daljem razvoju i punjenja baterija mobilnih telefona, ima i odgovarajuće pozitivne ekološke efekte.

2. BESKONTAKTNI DINAMO - KARAKTERISTIKE I NAMENA

Kao što mu i ime kaže, beskontaktni dinamo nema kontakta sa tačkom. Samim tim ne dolazi do oštećenja gume i nema usporavanja tokom vožnje. Običan dinamo radi kao i svaki generator, pretvara mehaničku energiju u električnu i tokom rada dolazi do zagrevanja. Sa druge strane, pojava i sama priroda procesa zagrevanja, ukazuje na problem disipacije energije bez obzira na njeno poreklo.

Generalno, dinamo mašina predstavlja generator sa nezavisnom pobudom. Stator se sastoji od dva dela: prvi je stalni magnet cilindričnog oblika, koji je smešten u unutrašnjosti rotora, dok je drugi deo "jaram" statora, koji služi samo za sprovođenje fluksa. Rotor je šupalj, cilindričnog oblika koji se sastoji samo od namotaja i komutatora. Ova konstrukcija omogućava minimalnu mehaničku i električnu inerciju rotora, odgovarajući nivo izlaznog napona kao i reakcija indukta. U nekim slučajevima rotor može da bude i u obliku diska sa štampanim namotom [6,7]

Kod beskontaktnog dinama nema kontakta i ne dolazi ni do zagrevanja. Realizovni beskontaktni dinamo najčešće ima primenu kod bicikala (sl. 2 i sl. 3). Međutim, može se koristiti svuda gde je potrebna električna energija. Daje oko 12V naizmenične struje koja je iskorišćena za napajanje svetlećih dioda.

Unapređenje i nadogradnja ovog rešenja odnosi se na usmeravanje ove naizmenične struje i punjenje punjivih baterija koju obezbeđuje i u trenucima kada bicikl nije u pokretu.

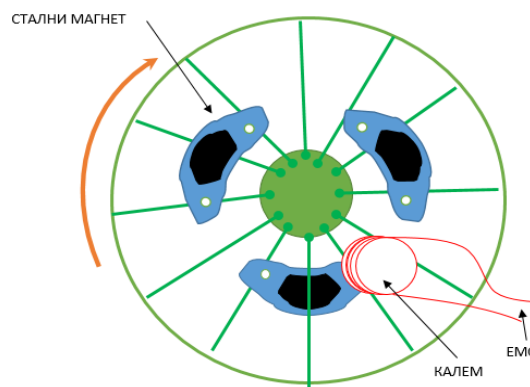
Po ovom principu, moguća je i izrada univerzalnog punjača za mobilne telefone koji će koristiti dobijenu električnu energiju iz dinama.

3. KONSTRUKCIJA

U osnovi konstrukcije beskontaktnog dinama je stalni magnet, koji je montiran na žice od točka i relej (namotaji lakirane žice oko gvoždenog jezgra).

Pokretanjem točka, okreću se i stalni (neodijumski) magneti, što znači da samim tim, dolazi i do promene magnetnog fluksa. Promena magnetnog fluksa u jedinici vremena prema Faradejevom zakonu, generiše indukovanu elektromotornu silu EMS, koja je iskorišćena kao izvor za napajanje fotoluminiscentne (LED) diode. Za ovu realizaciju iskorišćeni su magneti iz neispravnog hard diska, a za namotaje smo koristili kalemove releja sa jezgrom od mekog gvožđa (sl. 2). Neodijumski magneti iz hard diska, NdFeB, su permanentni magneti napravljeni od legure Neodimijuma, Gvožđa i Bora, veoma snažni i stvaraju veoma jako magnetno polje. Neodimijumski magneti se karakterišu velikom otpornošću na demagnetizaciju kao i veliku postojanost polja. Takođe, opšte je poznato, da od trenutka njihovog otkrića, jasno su se pozicionirali na tržištu, zbog svoje cene (Fe v.s.Co).

U osnovnoj konstrukciji, tri NdFeB magneti postavljena su na točak bicikla i međusobno su pomerena za 120°. Na ramu bicikla montirna su dva kalema induktivnosti L, po jedan sa obe strane točka (sl. 2). Međusobno rastojanje kaleмова i magneti je relativno malo i kreće se od - 2 do 4 mm i (sl. 3).



Slika 2. Beskontaktni dinamo za bicikl.



Slika 3. Praktična realizacija sa tri magneti i dva kalema.

Intezitet indukovane EMS je u direktnoj korelaciji sa pomenutim rastojanjem. Što je rastojanje između magneta i releja manje, imamo veću promenu fluksa, pa samim tim i veću vrednost indukovane elektromotorna sila EMS.

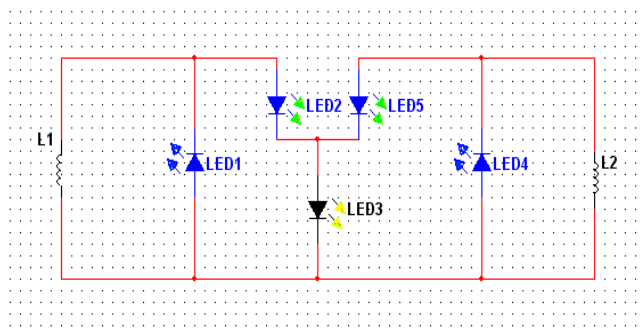
Za osvetljenje iskorišćen je sistem od pet fotoluminiscentnih dioda (LED). Zbog naizmenečne ems diode trepere u zavisnosti od brzine kretanja bicikla i od položaja diode u električnomkolu.

Korišćene su diode znake OLED 52 čije su karakteristike sledeće: 20-50 mcd, 60°, 625nm, 1.7V, 20mA (sl. 4).



Slika 4. OLED dioda

Najmanju frekvenciju treperenja imaju krajnje (plave) dode LED1 i LED4, malo češće trepere zelene diode LED2 i LED5, a skoro ujednačeno svetlo bez treperenja daje žuta dioda LED3.



Slika 5. Električna šema povezivanja svetlećih dioda

Za simulaciju rada, sistema za osvetljenje korišćen je programski paket Electronic Workbench (EWB) [8]. Ovaj programski paket, koristi se za simulaciju rada elektronskih kola i namenjen je za testiranje rada elektronskih uređaja sa ciljem pronalaženja grešaka u radu samog uređaja, kao i njihovo otklanjanje pre izrade prototipa i puštanja u proizvodnju (sl. 5).

Za vreme pozitivne poluperiode Ems1 provode (svetle) diode 2 i 3, a za vreme negativne poluperiode svetli dioda 1. Ukoliko se napajanje vrši sa istog kabela a ems veže na diodu 4 suprotnim polaritetom u odnosu na diodu 1, u pozitivnoj poluperiodi svetleće diode diode 2, 3 i 4 a u negativnoj poluperiodi svetleće diode diode 1, 3 i 5. Vidimo da će dioda 3 svetleti u obe poluperiode. Ukoliko se na diode 1 i 4 vežu dve nezavisne elektromotorne sile koje potiču od dva kabela situacija se usložnjava. Periode jednog i drugog kabela neće biti iste i zavisice od položaja kalemova u odnosu na magnete, brzine obrtanja i broja namotaja kalemova.



Slika 6. Realizacija osvetljenja sa dva kabela i pet dioda na maketi.



Slika 7. Gerenisanje svetlosti.

4. ZAKLJUČAK

Na kraju možemo zaključiti da je beskontaktni dinamo jedno korisno rešenje dobijanja električne energije kretanjem bicikla. Osim svoje osnovne namene osvetljenja, a u daljem razvoju i punjenja baterija mobilnih telefona, sam uređaj ima dva pozitivna ekološka efekta: prvi - jer je izrađen uglavnom od materijala i delova koji se više ne upotrebljavaju za osnovnu svrhu za koju su proizvedeni, pa bi morali biti reciklirani, drugi - nema materijalnih troškova za baterije i problema oko gomilanja električnog i elektronskog otpada, čime štitimo planetu.

5. ZAHVALNICA

Za finansijsku podršku u realizaciji ovog projekta se zahvaljujemo Tehničkoj školi „Rade Metalac” iz Leskovca.

LITERATURA

[1] S M Dhir "§6 Other positive results and criticism". *Hans Christian Ørsted and the Romantic Legacy in Science: Ideas, Disciplines, Practices*. Springer. ISBN 978-1-4020-2987-5. (2007).

- [2] Schellen, Heinrich; Nathaniel S. Keith. *Magneto-Electric and Dynamo-Electric Machines*, Vol. 1. D. Van Nostrand. p. 471, (1884)
- [3] Lockwood, Thomas D. *Electricity, Magnetism, and Electric Telegraphy*. D. Van Nostrand. pp. 76–77(1883).
- [4] Ulaby, Fawwaz *Fundamentals of applied electromagnetics* (5th ed.). Pearson:Prentice Hall. p. 255. ISBN 0-13-241326(2007).
- [5] Griffiths, David J.. *Introduction to Electrodynamics* (Third ed.). Upper Saddle River NJ: Prentice Hall. pp. 301–303. ISBN 0-13-805326-X (1999).
- [6] Faraday, Michael; Day, P. *The philosopher's tree: a selection of Michael Faraday's writings*. CRC Press. p. 71. ISBN 978-0-7503-0570-9. Retrieved 28 August 2011.
- [7] Griffiths, David J. *Introduction to Electrodynamics* (Third ed.). Upper Saddle River NJ: Prentice Hall. pp. 301–3. ISBN 0-13-805326-X (1999).
- [8] http://www.physics.udel.edu/~nowak/phys645/EWB_tutorial.pdf.