



ZBORNİK RADOVA



NIŠ, 2014.



VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA STRUKOVNIH STUDIJA U NIŠU

ZBORNİK RADOVA

VISOKE TEHNIČKE ŠKOLE STRUKOVNIH STUDIJA

NIŠ
2014.

ZBORNİK 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

Efikasan transfer tehnologija i znanja, predstavlja osnovu modernog razvoja privrede i društva u celini. Adekvatnim odgovorom na izazove tehnološkog razvoja, unapređuje se proces proizvodnje, poslovanje, otvaraju se nova radna mesta, koja traže nove kompetencije. Razvoj i rezultati u oblasti tehničko tehnološkog polja proteklih decenija, jasno su ukazali na potrebu razvoja interdisciplinarnih i multidisciplinarnih oblasti.

Sledeći svoju tradiciju dugu četiri decenije, nastavno osoblje Visoke tehničke škole strukovnih studija iz Niša, daje svoj puni doprinos, ugrađujući osnovne vrednosti struke, zahteve tržišta i nova znanja u svoje nastavne programe. Kroz interaktivni odnos prema obrazovnom procesu, svakodnevno se unapređuju rezultati rada, kako studenata tako i nastavnog osoblja. Vidljivost tih rezultata se obezbeđuje na svakom koraku i oni su dostupni svim zainteresovanim subjektima.

Ovaj zbornik radova, predstavlja još jedan u nizu doprinosa naše ustanove aktuelnim procesima razvoja u regionu i šire. Prezentovani zaključci, preporuke, kao i rešenja za određene probleme, jasno odlikavaju napredak u razvoju interdisciplinarnih istraživanja nastavnog osoblja VTŠ Niš i ukazuju na opredeljenost ustanove da razvija i unapređuje svoje potencijale kroz aktivnu saradnju sa privredom.

*Direktor Škole
dr Dejan Blagojević*

SADRŽAJ:

1. PROJEKTOVANJE KOMPANDING KVANTIZERA ZASNOVANO NA APROKSIMACIJI OPTIMALNE KOMPRESORSKE FUNKCIJE SPLAJN FUNKCIJOM PRVOG REDA	1
Goran Miši , Nikola Sekulovi	
2. OLAP SISTEMI ZA PODRŠKU U ODLU IVANJU	5
Borivoje Miloševi	
3. POSTUPAK IZRADE ANIMACIJE U 3DS MAXU	9
Milan Goci , Dejan Blagojevi	
4. POTROŠNJA ENERGIJE U SENZOSKIM VOROVIMA	13
Mirko Kosanovi , Miloš Kosanovi	
5. OCENA AKUSTI KE PODOBNOSTI PROSTORIJE ZA SASTANKE	17
Violeta Stojanovi , Zoran Milivojevi	
6. KOMPARACIJA KVALITETA VODENOG ŽIGA INSERTOVANOG U NEKODOVANI VIDEO U PROSTORNOM I TRANSFORMACIONOM DOMENU	21
Zoran Veli kovi	
7. KVALITET USLUGE U JAVNOM GRADSKOM PREVOZU	25
Milan Stankovi , Dejan Bogi evi , Pavle Gladovi , Nada Stojanovi	
8. OCENA ODRŽIVOSTI SCENARIJA UPRAVLJANJA OTPADOM PRIMENOM VIŠEKRITERIJUMSKE ANALIZE	29
Biljana Milutinovi , Aleksandra Bori i	
9. ULOGA CAD SISTEMA U PROJEKTOVANJU PROIZVODA	33
Miloš Pavlovi , Miloš Risti , Vukašin Pavlovi	
10. PROCENA TEHNOLOGI NOSTI KONSTRUKCIJE UPOTREBOM TEHNI KIH ELEMENATA	37
Miloš Risti , Milan Pavlovi	
11. RADNE POVRŠINE KAO REGULATOR BRZINE TE ENJA U ALATIMA ZA ISTOSMERNI ISTISKIVANJE PROFILA OD AL LEGURA	41
Tomislav Marinkovi	
12. ANALIZA OSCILATORNE UDOBNOSTI TRAKTORA SA ASPEKTA SISTEMA ELASTI NOG OSLANJANJA	45
Boban Cvetanovi , Miljan Cvetkovi	
13. TEHNOLOGIJE RECIKLAŽE OTPADNIH OLOVNIH AKUMULATORA	49
Petar eki , Sla ana Nedeljkovi	
14. HIDROGEOTERMALNI POTENCIJAL NIŠKE BANJE	53
Anica Miloševi , Mladen Tomi	

15. SMANJENJE KOLIČINE MINERALNIH MATERIJALA U ZEMLJIŠTU PRIMENOM MODELA CEMOS/BUCKETS	56
Danijela Zlatkovi	
16. RAZVOJ ZGRADA ZA PARKIRANJE OD NASTANKA DO SAVREMENIH ZGRADA	59
Aleksandra Marinkovi	
17. VARIJACIJA NORMALNE KRIVINE USLED BESKONAČNO MALOG SAVIJANJA POVRŠI	63
Milica Cvetkovi	
18. DIGITALNI VODENI ŽIG U FUNKCIJI PRAVNE ZAŠTITE SVOJINE	67
Milica Mladenovi , Zoran Milivojevi	
19. JAVNI NASTUP U POSLOVNIM KOMUNIKACIJAMA	71
Staniša Dimitrijevi , Ana Simonov, Dragana Cvetkovi , Milan Dimitrijevi	
20. EVALUACIJA STUDENATA U OKVIRU ENGLESKOG JEZIKA ZA POSEBNE NAMENE	75
Danica Miloševi	

PROJEKTOVANJE KOMPANDING KVANTIZERA ZASNOVANO NA APROKSIMACIJI OPTIMALNE KOMPRESORSKE FUNKCIJE SPLAJN FUNKCIJOM PRVOG REDA

DESIGN OF COMPANDING QUANTIZER BASED ON APPROXIMATION OF OPTIMAL COMPRESSOR FUNCTION BY THE FIRST ORDER SPLINE FUNCTION

Goran Miši , *Visoka tehni ka škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Nikola Sekulovi , *Visoka tehni ka škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – U ovom radu je predložen novi model skalarnog kompadding kvantizera sa optimizovanim amplitudskim opsegom za Gausov izvor. Kako bi se smanjila složenost predloženog modela kompaddinga, nelinearna optimalna kompresorska funkcija je aproksimirana splajn funkcijama prvog stepena. Na osnovu pore enja složenosti i vrednosti odnosa signal-šum kvantizacije sa optimalnim modelom kompaddinga, prikazane su prednosti predloženog modela kompaddinga.

Ključne reči: Kompresorska funkcija. Kompadding kvantizer. Splajn funkcije. Oblast praga ispitivanja.

Abstract – In this paper, a novel scalar companding quantizer model with optimized support region threshold for a Gaussian source is proposed. In order to reduce the complexity of the proposed companding model, we performed an approximation of nonlinear optimal compression function using the first degree spline functions. On the basis of the comparison with the complexity and values of signal to quantization noise ratio (SQNR) of optimal companding model, advantages of the proposed companding model are shown.

Key words: Compressor function. Companding quantizer. Spline functions. Support region threshold.

1. UVOD

Diskretizacija signala po amplitudi, tj. kvantovanje signala predstavlja korak u procesu digitalizacije koji ima veoma važnu ulogu u odreivanju performansi digitalnih telekomunikacionih sistema. Glavni cilj prilikom projektovanja kvantizera je da se sa što manjim brojem bitova po odmerku što verodostojnije predstavi kontinualni signal. Tako e, trebalo bi voditi ra una i o kašnjenje i o složenosti prakti ne realizacije kvantizera [1,2].

Veli ina kojom se može opisati kvantizer je odnos signal-šum kvantizacije (*signal to quantization noise ratio* – SQNR). SQNR se naravno može pove ati pove anjem broja nivoa kvantovanja. Me utim, ovaj pristup nije racionalan sa inženjerske ta ke gledišta jer rezultira pove anje brzine, odnosno broj bitova po uzorku. Za konstantan broj nivoa kvantovanja podela amplitudskog opsega kvantizera na elije može biti ura ena koriste i razli ite pristupe, tj. kriterijume sa ciljem da se obezbedi najmanja mogu a distorzija i tako pobol ša SQNR. Upotreba uniformnog (linearnog) kvantizera u kome su rastojanja izme u pragova odluka jednaka je racionalna samo u slu aju kada se signal može opisati uniformnom raspodelom. Me utim, u realnim slu ajevima, ovaj pristup obezbe uje nezadovoljavaju i SQNR.

Lojd-Maks-ov algoritam predstavlja algoritam za najbol u mogu u podelu amplitudskog opsega kvantizera, tj. algoritam za odre ivaje vrednosti pragova odlu ivanja kojima se obezbe uje maksimalna vrednost SQNR-a [3]. Me utim, za ve i broj nivoa kvantizacije Lojd-Maks-ov algoritam zahteva dosta vremena, i kao takav nije pogodan za primenu u praksi.

Imaju i u vidu da se realni signali opisuju neuniformnim raspodelama, upotreba neuniformnih kvantizera je daleko opravdanija od upotrebe uniformnih kvantizera sa stanovišta SQNR-a. Kompadding tehnika, tehnika kojom se nad ulaznim signalom primenjuje odgovaraju a kompresorska funkcija, predstavlja naj eš e koriš enu tehniku za realizaciju neuniformnog kvantizera. Kvantizater je nakon prethodne obrade uzorkovanog signala (kompresija) ekvivalentan uniformnom kvantizeru kod koga signal zauzima ceo amplitudski opseg kvantizera. Sa izlaza uniformnog kvantizera signal mora biti naknadno obra en tehnikom ekspanzije. Funkcije kompresora i ekspandora moraju biti komplementarne kako bi se sa uvala originalna dinamika signala. Proces koji je kombinacija kompresije i ekspanzije naziva se kompaddinganje.

Postoje dva pristupa prilikom izbora kompresorske funkcije: pristup koji obezbe uje konstantan (ne maksimalan)

SQNR za širok opseg varijanse ulaznog signala (logaritamski μ i A zakoni kompresije) i pristup koji omogućava maksimalni SQNR za referentnu varijansu signala (optimalna kompresija) [3]. Međutim, problemi u vezi sa utvrđivanjem inverzne kompresorske funkcije i uparivanjem karakteristika dioda kako bi se obezbedila komplementarnost karakteristika kompresora i ekpandora ukazuje da je projektovanje kola i prakti na realizacija neuniformnog komandring kvantizera veoma složena. U cilu pojednostavljenja procedure projektovanja i prakti ne realizacije kvantizera predložena je linearizacija kompresorske funkcije [4,5].

Amplitudski opseg kvantizera se može podeliti na segmente, a svaki od segmenata na odgovaraju i broj elija kojima se dodeljuju odgovaraju i nivoi kvantovanja (reprodukcije). Dobijeni kvantizeri su poznati kao deo-po-deo linearni skalarni komandring kvantizeri (*piecewise linear scalar companding quantizers* - PLSCQs) i imaju široku primenu. Preporukom G.711 definisani su segmentni μ i A zakoni kompresorske funkcije koji imaju široku upotrebu u mnogim sistemima, a posebno u javnim telefonskim mrežama [6]. U radu [7] je izvršena linearna aproksimacija optimalne kompresorske funkcije za Laplasov izvor i ispitivan je SQNR odgovaraju eg PLSCQ kvantizera.

Podstaknuti injenicama da se kratkoro na statistika govornog signala modeluje Gausovim izvorom [2], to e ovaj izvor biti predmet razmatranja ovog rada. Pored toga, kvantizer dizajniran za Gausov izvor sa pravilno odabranom tehnikom filtriranja može pružiti veoma dobre performanse u slu aju kada izvor nije Gausov [8]. Za razliku od skalarnog komandring kvantizera koji je opisan u radovima [4] i [9], oblast praga ispitivanja predloženog modela komandora nije podel en na segmente jednake širine. Tako e, u ovom radu predlažemo jednak broj elija po segmentima, osim u poslednjem optimizovanom segmentu.

Rad je organizovan na slede i na in. U Odel ku 2 prikazani su koraci za odre ivanje aproksimativne splajn funkcije. U Odel ku 3 je dat opis predloženog modela komandora i optimizacija amplitudskog opsega kvantizera, dok su numeriki rezultati predstavljeni i iskomentarisani u Odeljku 4. U Odeljku 5 su izvedeni odgovaraju i zaklju ci.

2. APROKSIMACIJA SPLAJN FUNKCIJAMA

Osnovni matemati ki alat za analizu i opisivanje fizi kih procesa su funkcije. Veoma esto ove funkcije nisu poznate eksplicitno ili su predstavlj ene jedna inama koje su veoma glomazne i komplikovane za dal u analizu. Teorija aproksimacija je veoma važan deo primenjene matematike koja se bavi aproksimacijom funkcija jednostavnijim funkcijama uz odre enu (dozvoljenu) grešku.

Splajn funkcije su veoma popularne u teoriji aproksimacija. Naime, zbog njihove odli ne mo i aproksimacije i jednostavnosti, splajn funkcije su našle primenu u mnogim oblastima nauke.

Splajn funkcija $S(x)$ može se definisati kao polinomna funkcija odgovaraju eg stepena pridružena odgovaraju em intervalu $I = [a, b]$. Naime, splajn funkcija stepena jedan se može napisati na slede i na in

$$S(x) = \begin{cases} S_0(x), & x \in [x_0, x_1] \\ S_1(x), & x \in [x_1, x_2] \\ \vdots \\ S_{n-1}(x), & x \in [x_{n-1}, x_n] \end{cases}, \quad (1)$$

gde je

$$S_i(x) = s_{i,0} + s_{i,1}x, \quad i = \overline{0, n-1} \quad (2)$$

i $x_0 = a$ i $x_n = b$. Ta ke x_i su poznate kao vorovi. Polinomne funkcije moraju obezbediti neprekidnost u vorovima. U tom slu aju se $S(x)$ zove deo-po-deo linearna ili poligonalna funkcija.

U ovom radu, optimalna kompresorska funkcija $c(x)$ je aproksimirana splajn funkcijom prvog stepena $g(x)$. Oblik aproksimativne splajn funkcije je

$$g_i(x) = c(x_i) + h_i(x - x_i), \quad x \in [x_{i-1}, x_i], \quad i = 1, \dots, L, \quad (3)$$

gde je $x_0 = 0$. Koeficijenti pravca linije h_i dati su izrazom

$$h_i = \frac{c(x_i) - c(x_{i-1})}{x_i - x_{i-1}}, \quad i = 1, \dots, L. \quad (4)$$

Za Gausov izvor jedini ne varijanse ($\sigma^2 = 1$)

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2f}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right), \quad (5)$$

optimalna kompresorska funkcija $c(x)$ je [2]

$$c(x) = \begin{cases} \frac{1 - \operatorname{erfc}\left(\frac{|x|}{\sqrt{6\uparrow}}\right)}{1 - \operatorname{erfc}\left(\frac{x_{\max}}{\sqrt{6\uparrow}}\right)} \operatorname{sgn}(x), & |x| \leq x_{\max} \end{cases}, \quad (6)$$

gde je funkcija greške data sa

$$\operatorname{erfc}(u) = \frac{2}{\sqrt{f}} \int_u^{\infty} \exp(-t^2) dt. \quad (7)$$

3. OPIS MODELA KOMPANDORA ZASNOVANOG NA SPLAJN FUNKCIJI PRVOG STEPENA

U ovom odeljku dat je detal an opis komandring kvantizera zasnovanog na splajn funkcijama prvog stepena. Zbog simetrije kvantizera bi e razmatran samo pozitivan deo kompresorske karakteristike (prvi kvadrant).

Amplitudski opseg za optimalni komandor je [10]

$$x_{\max} = \uparrow \sqrt{6 \ln N} \left[1 - \frac{\ln \ln N}{4 \ln N} - \frac{\ln(3\sqrt{f})}{2 \ln N} \right]. \quad (8)$$

Ukupan broj reprodukcioni nivoa po segmentima u slu aju kada je oblast praga ispitivanja x_{\max} odre uje se iz izraza

$$\sum_{i=1}^L \frac{N_i}{2} = \frac{N-2}{2}. \quad (9)$$

Broj reprodukcioni nivoa po segmentima je

$$\frac{N_i}{2} = \frac{N}{2L}, \quad i = 1, \dots, L-1, \quad (10)$$

dok je broj nivoa reprodukcije u poslednjem segmentu

$$\frac{N_L}{2} = \frac{N-2}{2} - (L-1)\frac{N}{2L}. \quad (11)$$

Vrednosti pragova segmenata određene su inverznom splajn funkcijom prvog stepena

$$x_i = g_i^{-1}\left(i\frac{N}{2L}\right) \quad i=1, \dots, L-1, \quad (12)$$

Pragovi elija određuju se na sledeći način

$$x_{i,j}^{cell} = \frac{j\Delta}{g_i(x)}, \quad i=1, j=1, \dots, \frac{N_i}{2}, \quad (13)$$

$$x_{i,j}^{cell} = \frac{c_i(x_i) + j\Delta}{g_i(x)}, \quad i=2, \dots, L, j=1, \dots, \frac{N_i}{2}. \quad (14)$$

Dužine elija po segmentima su

$$\Delta_{i,j} = \frac{\Delta}{g_i(x)}, \quad i=1, \dots, L, j=1, \dots, \frac{N_i}{2}, \quad (15)$$

gde je

$$\Delta = \frac{2x_{\max}}{N-2}. \quad (16)$$

Granularna distorzija komandora definisana je [2]

$$D_g = 2 \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^{\frac{N_i}{2}} \frac{1}{12} P_{i,j}, \quad i=1, \dots, L, j=1, \dots, \frac{N_i}{2}, \quad (17)$$

gde $P_{i,j}$ označava verovatnoću da se ulazni signal x varijanse σ^2 nađe u j -toj eliji i -tog segmenta. Za pretpostavljeni Gausov izvor, izraz u zatvorenoj formi za verovatnoću $P_{i,j}$ je

$$P_{i,j} = \int_{x_{i,j-1}^{cell}}^{x_{i,j}^{cell}} p(x) dx = \frac{1}{2} \left[\operatorname{erf}\left(\frac{x_{i,j}^{cell}}{\sqrt{2}}\right) - \operatorname{erf}\left(\frac{x_{i,j-1}^{cell}}{\sqrt{2}}\right) \right]. \quad (18)$$

Distorzija prekoračenja posmatranog komandora određuje se na osnovu izraza [10]

$$D_o = \sqrt{\frac{2}{f}} \frac{1}{x_{\max}^3} \exp\left(-\frac{x_{\max}^2}{2}\right). \quad (19)$$

Za granularnu distorziju opisanu u (17) i distorziju prekoračenja opisanu u (19), SQNR postignut predloženim modelom komandora se određuje kao

$$\text{SQNR} = 10 \log\left(\frac{\dagger^2}{D_g + D_o}\right), \quad (20)$$

za referentnu ulaznu varijansu $\dagger^2 = 1$.

U cilju poboljšanja kvaliteta signala, u ovom radu određuje se i optimizacija amplitudskog opsega kvantizera. Numeričko određivanje optimalnog opsega kvantizera vrši se poštujući kriterijum minimalne distorzije D_L u poslednjem segmentu:

$$D_L = \frac{\left(\frac{x_{\max}^{opt} - x_{L-1}}{2} - (L-1)\frac{N}{2L}\right)}{6}$$

$$\times \int_{x_{L-1}}^{x_{\max}^{opt}} p(x) dx + \sqrt{\frac{2}{f}} \frac{1}{x_{\max}^{opt 3}} \exp\left(-\frac{x_{\max}^{opt 2}}{2}\right). \quad (21)$$

4. NUMERIČKI REZULTATI I DISKUSIJA

U ovom odeljku prikazane su karakteristike predloženog modela komandora dobijene u slučaju kada je broj segmenata $2L = 8$, a broj amplitudskih kvantizacija je $N=128$. Za ove parametre određena je aproksimacija optimalne kompresorske funkcije i optimizacija oblasti praga ispitivanja.

Na osnovu izraza koji su dati u Odeljku 2 i Odeljku 3, dobija se da je amplitudski opseg kvantizera $x_{\max} = 4.027412$, a vrednosti pragova $x_1 = 0.549324$, $x_2 = 1.162116$, $x_3 = 1.978309$ i $x_4 = 4.027412 = x_{\max}$. Vrednosti reprezentacionih nivoa prethodno određeni pragova su $c(x_1) = 1.022828$, $c(x_2) = 2.045665$, $c(x_3) = 3.068498$ i $c(x_4) = 4.027412$. Vrednosti koeficijenata pravaca linija su $h_1 = 1.861975$, $h_2 = 1.669143$, $h_3 = 1.253175$ i $h_4 = 0.467968$. Dakle, aproksimativne splajn funkcije prvog stepena su

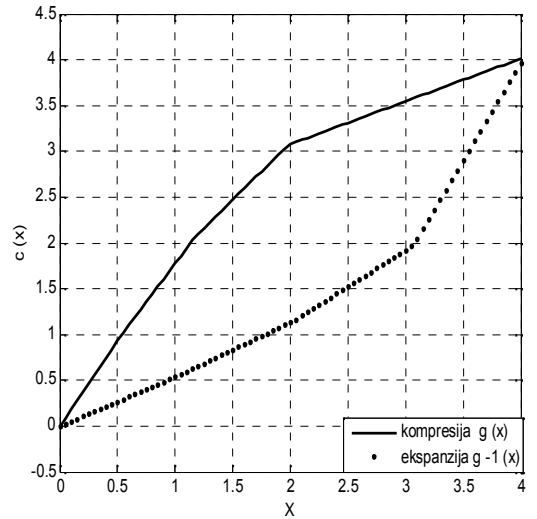
$$g_1(x) = 1.861975x + 0.000000295, \quad x \in [0, x_1], \quad (22)$$

$$g_2(x) = 1.669143x + 0.0105927, \quad x \in [x_1, x_2], \quad (23)$$

$$g_3(x) = 1.253175x + 0.589330, \quad x \in [x_2, x_3], \quad (24)$$

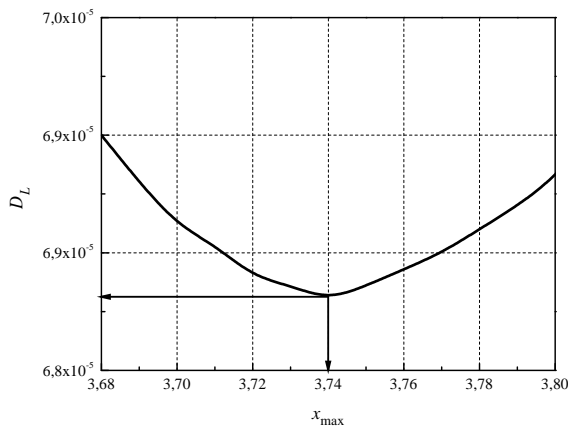
$$g_4(x) = 0.467968x + 2.142713, \quad x \in [x_3, x_4]. \quad (25)$$

Slika 1. pokazuje optimalnu kompresorsku funkciju aproksimiranu poligonálnom splajn funkcijom i inverznu funkciju, tj. funkciju ekspanzora koja se sada može veoma jednostavno odrediti.



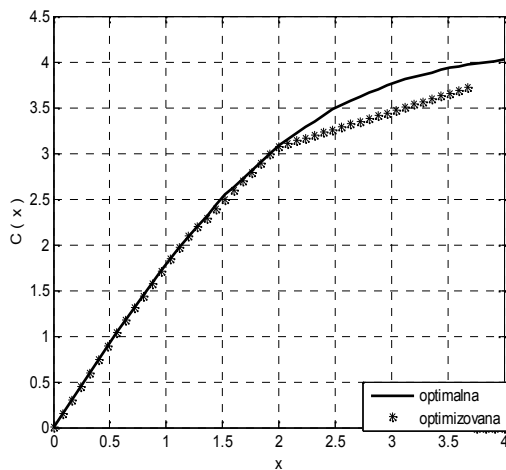
Slika 1. Funkcija komandora, kompresija $g(x)$ i ekspanzija $g^{-1}(x)$.

Numeričko određivanje optimalne vrednosti amplitudskog opsega predloženog modela komandora ilustrirano je na Slici 2. Na osnovu slike se za broj segmenata $2L = 8$ i broj nivoa $N = 128$ može uočiti da je minimalna vrednost ove funkcije za $x_{\max} = 3.74$ i iznosi $D_L = 6.88 \times 10^{-5}$. Dakle, optimalna vrednost oblasti praga ispitivanja je 3.74. Ova vrednost je određena poštovanjem kriterijuma minimalne ukupne distorzije u poslednjem segmentu.



Slika 2. Numeri ko odre ivanje optimalne vrednosti oblasti praga ispitivanja za predloženi model komandora sa brojem segmenata $2L = 8$.

Na Slici 3. prikazane su uporedne karakteristike predloženog optimizovanog kvantizera i optimalne karakteristike kompresora.



Slika 3. Optimalna i optimizovana karakteristika kompresora $c(x)$ i $g(x)^{opt}$.

Prva kolona Tabele I $SQNR^I$ prikazuje vrednost SQNR-a za predloženi komandor ija oblast praga ispitivanja je definisana jedna inom (8). Druga kolona $SQNR^L$ prikazuje vrednost SQNR-a za predloženi komandor sa optimizovanom oblaš u praga ispitivanja, dok tre a kolona iz tabele prikazuje vrednost SQNR-a optimalnog komandoring kvantizera [2].

Tabela I Vrednosti SQNR za predloženi komandoring kvantizer, optimizovani komandoring kvantizer i optimalni komandoring kvantizer.

$2L$	$SQNR^I$	$SQNR^L$	$SQNR^O$
8	36.99	37.13	37.81

Analizom numerikih rezultata prikazanih u Tabeli I može se zaklju iti da predloženi komandoring kvantizer sa optimizovanom oblaš u praga ispitivanja postiže

SQNR ve i za 0.14 dB u odnosu na neoptimizovani model komandora u slu aju kada je broj segmenata $2L=8$. Upore ivanjem vrednosti SQNR-a dobijenih predloženim optimizovanim komandoring kvantizerom sa vrednoš u SQNR-a nelinearnog optimalnog komandoring kvantizera može se zaklu iti da predloženi optimizovani model postiže vrednosti SQNR-a koje su vrlo blizu vrednosti SQNR-a za nelinearni optimalni komandoring kvantizer. U slu aju kada je broj segmenata $2L=8$, razlika izme u vrednosti SQNR-a nelinearnog optimalnog komandoring kvantizera i vrednosti SQNR-a predloženog optimizovanog komandoring kvantizera je 0.68 dB.

5. ZAKLJU AK

Kao što je poznato, odre ivanje inverzne optimalne kompresorske funkcije za Gausov izvor je veoma komplikovano što znatno usložnjava proces projektovanja i prakti nu realizaciju kvantizera. Tako e, prisutni su i problemi vezani za uparivanje karakteristika dioda kako bi se obezbedila komplementarnost karakteristika kompresora i ekpandora. Smanjenje kompleksnosti se postiže aproksimacijom nelinearne optimalne kompresorske funkcije splajn funkcijom prvog stepena. Osim jednostavnije prakti ne realizacije, numeriki rezultati za SQNR pokazuju da predloženi optimizovani komandoring kvantizer obezbe uje izuzetne karakteristike signala, pa samim tim predstavlja veoma efikasno rešenje.

LITERATURA

- [1] G. Lukatela, D. Draji and G. Petrovi , *Digitalne telekomunikacije*, Gra evinska knjiga, Beograd, 1978.
- [2] N. Jayant and P. Noll, *Digital coding of waveforms, principles and applications to speech and video*, New Jersey: Prentice Hall, 1984.
- [3] K. B. Preetham, *Digital signal processing laboratory*, 2nd ed. Boca Raton, Florida, CRC press, 2010.
- [4] J. Nikolic, Z. Peric and L. Velimirovic, "Simple solution for designing the piecewise linear scalar companding quantizer for Gaussian source", *Radioengineering*, vol. 22, no. 1, pp. 194-199, 2013.
- [5] O. Seleznev and M. Shykula, "Uniform and non-uniform quantization of Gaussian processes", *Math. Commun.*, vol. 17, no. 2, pp. 447-460, 2012.
- [6] ITU-T, Recommendation G.711, Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies, 1988.
- [7] J. Nikolic, Z. Peric, D. Antic, A. Jovanovic and D. Denic, "Low complex forward adaptive loss compression algorithm and its application in speech coding", *J. Elect. Eng.*, vol. 62, no. 1, pp. 19-24, 2011.
- [8] K. Popat and K. Zeger, "Robust quantization of memoryless sources using dispersive FIR filters", *IEEE Trans. Commun.*, vol. 40, no. 11, pp. 1670-1674, 1992.
- [9] L. Velimirovic, Z. Peric Z and J. Nikolic, "Design of novel piecewise uniform scalar quantizer for Gaussian memoryless source", *Radio Sci.*, vol. 47, no. 2, pp. 1-6, 2012.
- [10] S. Na, "Asymptotic formulas for variance-mismatched fixed-rate scalar quantization of a Gaussian source", *IEEE Trans. Signal Proces.*, vol. 59, no. 5, pp. 2437-2441, 2011.

OLAP SISTEMI ZA PODRŠKU U ODLU IVANJU

OLAP SYSTEMS FOR DECISION SUPPORT

Borivoje Milošević, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš, Srbija

Sadržaj - Svaka organizaciona odluka menadžmenta zahteva sveobuhvatan pregled svih aspekata preduzeća, pa mnoge organizacije zbog toga stvaraju konsolidovana skladišta podataka koja sadrže i povlače podatke iz više distribuiranih baza, održavanih od strane različitih poslovnih dislociranih jedinica. Trend ovakvog skladištenja podataka u poslednjih nekoliko godina raste geometrijskom progresijom, podržavan moćnim alatima za analitičku obradu podataka. U ovom radu je dat prikaz jednog takvog alata: On - Line Analytical Processing (OLAP) alata za podršku u odlučivanju.

Ključne reči: DSS, OLAP, DW, DM, DBMS.

Abstract - Each organizational management decision requires a comprehensive review of all the aspects of one company, therefore many companies provide for consolidated data storages which contain and pull data from multiple distributed databases, which are maintained by the various dislocated business units. The trend of this kind of data storage in the last few years has been growing exponentially, supported by powerful tools for analytical data processing. This paper describes one such tool: On - Line Analytical Processing (OLAP) tool for decision support.

Key words: DSS, OLAP, DW, DM, DBMS.

1. UVOD

Odlučivanje je kao kategorija prisutno u svim procesima upravljanja i predstavlja odabiranje alternativnih upravljačkih akcija u funkciji ostvarenja postavljenog cilja. Rešavanje zadataka kao što su: postavljanje problema odlučivanja (sagledavanje postojećih i traženje budućih problema i/ili povoljnih prilika), rešavanje problema odlučivanja koji mogu biti (normativni: kvantitativno orijentisani - primena matematičkih metoda, optimizacija rešenja itd. i deskriptivni: kvalitativno orijentisani - menadžersko odlučivanje itd.) i nalaženje zadovoljavajućih rešenja u datim okolnostima, predstavljaju vrlo ozbiljne zadatke.

Zbog svoje složenosti, mnoge potrebe i karakteristike sistema za podršku odlučivanju DSS-Decision Support System, sl.1. i primenu tradicionalnih SQL sistema u ovom slučaju neadekvatnim:

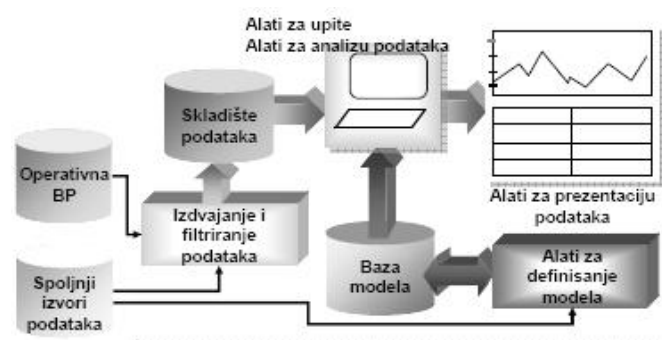
- U WHERE iskazima često postoji mnogo AND i OR uslova. To se naročito loše odražava u radu sa mnogim relacionim DBMS-ima.

- Aplikacije zahtevaju obimno korišćenje statističkih funkcija, kao što su standardna devijacija, koje nisu podržane u SQL-92. Dakle, takvi SQL upiti moraju da se ugruaju u programskom jeziku koji koristimo.

- Mnogi upiti uključuju uslove tokom vremena ili zahtevaju agregacije tokom određenog vremenskog perioda. SQL-92 pruža slabu podršku za takvu analizu.

- Korisnici često imaju potrebu da postavne nekoliko vezanih upita. Pošto ne postoji pogodan način da se oni izraze

najčešće kao porodica upita, korisnici moraju da ih pišu kao zbirku nezavisnih upita, što može biti veoma zamorno. Dalje, DBMS nema način da prepozna i iskoristi moguće veze koje proizilaze iz konkurentnog izvršavanja mnogih upita zajedno.



Slika 1. Opšta struktura DSS sistema.

Tri široke kategorije alata za analizu danas postoje na raspolaganju:

Prvo, postoje sistemi koji podržavaju klase stilizovanih upita, koji obično uključuju grupe i agregacione operatore i pružaju odličnu podršku za kompleksne Boolean uslove, statističke funkcije, i funkcije vremenskih nizova. Aplikacije koje dominiraju takvim upitima se zovu Online analytical processing ili OLAP. Ovi sistemi podržavaju upit u stilu u kojem se podaci predstavljaju kao multidimenzionalni niz, i pod uticajem su korisničkih alata kao što su unakrsne tabele, predstavljaju i na taj način značajan dodatak jeziku upita.

Drugo, postoje DBMS-ovi koji podržavaju tradicionalne SQL upite, ali su projektovani da nedovoljno podržavaju i OLAP upite. Ovakvi sistemi se mogu smatrati relacionim DBMS-ovima optimizovani za aplikacije za podršku u odlučivanju. Mnogi proizvođači relacionih DBMS trenutno poboljšavaju svoje proizvode u tom pravcu.

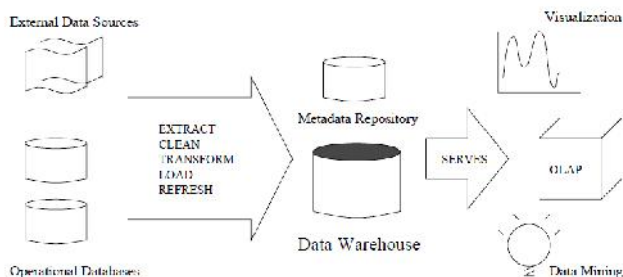
Treće, klase alata za analizu su motivisane željom da se na zanimljivi ili neotkriveni trendovi i modeli u velikim skupovima podataka, a ne kompleksni upiti gore navedenih karakteristika. U istražnoj analizi podataka, iako analiza može da prepozna "interesantan model" i da prikaže takav obrazac, veoma je teško da se formuliše upit koji obuhvata suštinu zanimljivog obrazca. Na primer, analitičari gledaju i istoriju korišćenja kreditnih kartica, poželje da otkrije neobuhvaćene aktivnosti koje ukazuju na zloupotrebu izgubljene ili ukradene kartice. Trgovac će možda želiti da pogleda korisničku evidenciju i da identifikuje oba kupca i kupce za novu promociju. Takav zadatak identifikacije bi zavisio od nivoa prihoda, obrazaca kupovine, pokazane oblasti interesovanja, i tako dalje. Odgovori na takve složene upite vrlo teško bi mogli da se realizuju korišćenjem standardnog SQL jezika.

Prirodno rešenje je stvaranje centralizovanog skladišta svih podataka, odnosno DW (Data Warehouse). Dakle, raspoloživost skladišta olakšava primenu OLAP i DM (Data Mining) alata, i obrnuto, želja da se primenjuju takvi alati za analizu je jaka motivacija za izgradnju skladišta podataka.

2. SKLADIŠTA PODATAKA

Skladišta podataka sadrže konsolidovane podatke iz više izvora, proširene sa rezimeom informacija sa ciljem da pokrivaju duži vremenski period. Skladišta su mnogo veća od druge vrste baza podataka, veličina uobičajeno u rasponu od nekoliko gigabajta do terabajta. Tipična radna opterećenja uključuju ad hoc, prilično složene upite i veoma je važno brzo vreme odziva. Karakteristike koje prave razliku aplikacije skladišta i OLTP aplikacije su različiti dizajni DBMS i implementacione tehnike koje se moraju koristiti da bi se postigao zadovoljavajući rezultat.

Distribuirani DBMS uz dobru skalabilnost i visoku dostupnost (postignutu skladištenjem tabela redundantno na više od jednog mesta) je neophodan za rad sa takvim ogromnim skladištima podataka sl. 2.



Slika 2. Arhitektura skladišta podataka

Podaci se ekstrahuju iz operativne baze podataka i eksternih izvora, o čemu tako da minimizuju greške i dopunjavaju informacije koje nedostaju, kada je to moguće, da se transformišu kako bi se razrešile semantičke razlike.

Transformacija podataka se obično postiže definisanjem relacionih odnosa u tabeli i izvoru podataka (operativne baze podataka i drugi eksterni izvori). U itavanje podataka se sastoji od materijalizacije takvih stavova i njihovom skladištenju u skladištu. Za razliku od standardnog prikaza kod relacionih DBMS-ova, odnos je sačuvan u bazi podataka (skladište) koja se razlikuje od baze podataka koja sadrži tabele.

Otkriveni i transformisani podaci se interno učitavaju u skladište. Dodatno predprocesiranje kao što je sortiranje i generisanje rezimea informacija se vrši na ovoj fazi. Podaci su podeljeni i zbog efikasnosti su izgrađeni indeksi. Zbog velikog obima podataka, učitavanje je spor proces. Učitavanje redom terabajta podataka može da potraje nedeljama, pa čak i učitavanje gigabajta može potrajati satima. Paralelizam je stoga važan za učitavanje i rad sa skladištem.

Pošto su podaci učitani u magacin, dodatne mere se moraju preduzeti da bi se osiguralo da se podaci u skladištu periodično osvežavaju i tako održava njegova konzistentnost. Tako se moraju se periodično istiti podaci koji su suviše stari iz skladišta (možda na arhivski medij). Pogledajmo vezu između problema tabela kod osvežavanja ih skladišta i asinhrono održavanje replike tabela u distribuiranom DBMS okruženju. Održavanje replike izvora je suštinski deo odnosa skladištenja, i ovaj aplikacioni domen predstavlja važan faktor u popularnosti asinhronih replikacija, uprkos činjenici da asinhrona replikacija krši princip nezavisnosti distribuiranih podataka.

Važan zadatak u održavanju skladišta je trenutno praćenje podataka koji se učitavaju u njemu; informacije o podacima - metapodaci se učitavaju u skladištu u sistemu kataloga. Dakle, sistem kataloga je veoma veliki i esto se uva i sa njim upravlja preko posebne baze podataka pod nazivom skladište metapodataka (metadata repository). Velika i složenost kataloga uslovljena je delom veličine i složenosti samog skladišta, a delom zbog toga što mnogo administrativnih informacija mora da se održava. Na primer, moramo pratiti izvor svake skladištene tabele i pratiti trenutke kada je poslednji put osvežena.

Vrednost skladišta je u krajnjoj liniji u analizi koju omogućava. Podacima u skladištu se obično pristupa i analizira koristeći različite alate, uključujući i OLAP upite, data mining algoritme, alate za vizuelizaciju informacija, statističke pakete, i generatore zveštaja.

3. OLAP

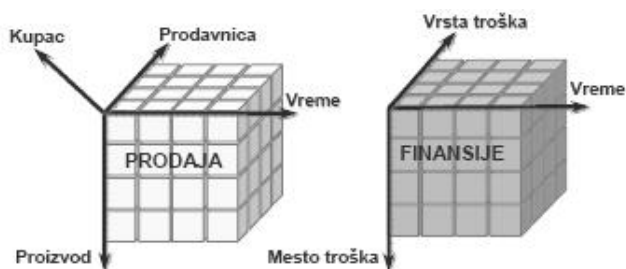
OLAP aplikacijama dominiraju ad hoc, složeni upiti. U SQL pogledu, to su upiti koji obuhvataju grupisanje i primenu agregacionih operatora. OLAP omogućuje neposrednu analitičku obradu podataka i multidimenzionalnu analizu u smislu kreiranja i interaktivnog istraživanja agregiranih podataka nastalih od velikih količina operativnih podataka, kao i sprovođenje analize trendova i izuzetaka za izvršavanje analitičkih modela.

Prirodan način da se razmišlja o tipičnim OLAP upitima, je dakle u smislu višedimenzionalnog modela podataka.

U višedimenzionalnom modelu podataka, fokus je baziran na skupu numeričkih mera ugrađenih u hiperkocku - Data Cube zasnovanoj na takozvanoj Hiper Cube organizaciji

podataka sa injenom od višedimenzionalnih nizova "keširanih" u operativnoj memoriji koji su fizički nezavisni od servera BP. Svaka mera zavisi od niza dimenzija, dok se podaci nalaze u preseku dimenzija, Sl.3. Svaka dimenzija podataka pridružuje se jednoj hiperivici hiperkocke dok su mere injenica zabeležene kao vrednosti u hiperprostoru. Svaka tačka hiperprostora hiperkocke je određena: jednom kombinacijom vrednosti svih dimenzija, tj. koordinatama odgovarajućeg vektora u hiperprostoru. Dimenzijama se pridružuju unapred izraženi, agregirani ("sumarni") podaci.

OLAP transakcije predstavljaju, pretežno, ad hoc upite, takve da mogu da obuhvate i nekoliko hiljada torki operativnih podataka, koji zahtevaju spajanje torki i primenu funkcija agregiranja podataka, nad odgovarajućim skupom podataka. Pri tome naravno vodimo računa da se OLAP transakcije izvode nad DW bazom podataka.



Slika 3. OLAP višedimenzionalna hiperkocka

Niz prednosti ovakvog sistema su u tehnici kojim mogu nositi kreiranje neograničenog broja dimenzija i nivoa agregacije podataka, mogu nositi primene neograničenog broja analitičkih funkcija nad multidimenzionalnom strukturom, mogu nositi dinamičnog upravljanja retkim matricama kao i puna fleksibilnost u oblikovanju tih različitih dimenzionalnih struktura.

Možemo, radi detaljnijeg objašnjenja koristiti primer zasnovan na osnovu podataka o prodaji nekog proizvoda ali na različitim lokacijama i u različitim vremenskim periodima. Atribut mere u našem primeru je Prodaja. Dimenzije su Proizvod, Lokacija i Vreme. Ako identifikujemo proizvod po jedinstvenom identifikatoru PID, i slično identifikujemo lokaciju sa locid i vreme timeid, možemo razmišljati o prodaji i informacijama koje su raspoređene u tridimenzionalni niz. Ovaj niz je prikazan na sl. 4. Radi jasnoće, možemo pokazati samo vrednosti za jednu lokaciju, locid = 1, što može možda posmatrati kao deo ortogonalne ose hiperkocke.

		locid		
		1	2	3
pid	13	8	10	10
	12	30	20	50
	11	25	8	15
		timeid		

Slika 4. Hiperkocka prodaje

Na osnovu zadatih mera fakt tabele bi izgledale, sl.5.

locid	city	state	country
1	Ames	Iowa	USA
2	Chennai	TN	India
5	Leipzig	Saxony	USA

Locations

pid	pname	category	price
11	Tee Tennis	Apparel	25
12	Zard	Toys	18
13	Baro Pen	Stationery	2

Products

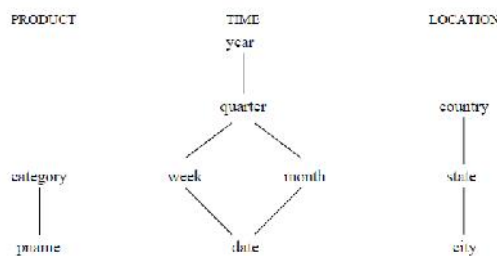
timeid	quarter	locid	sales
11	1	1	25
11	2	1	8
11	3	1	15
12	1	1	30
12	2	1	20
12	3	1	50
13	1	1	8
13	2	1	10
13	3	1	10
11	1	2	55
11	2	2	22
11	3	2	16
12	1	2	26
12	2	2	45
12	3	2	26
13	1	2	20
13	2	2	10
13	3	2	5

Sales

Slika 5. Fakt tabele prodaje

Sada ćemo obraditi dimenzije. Svaka dimenzija može imati skup povezanih atributa. Na primer, dimenzija Lokacija je identifikovana locid atributom, koji smo koristili da identifikuje lokaciju u tabeli prodaje. Mi ćemo pretpostaviti da ona ima attribute country-zemlja, state-država i city-grad. Tako ćemo pretpostaviti da je dimenzija proizvod ima attribute pname-ime proizvoda, category-kategorija, i price-cena, pored identifikacije pid. Kategorija proizvoda ukazuje na njenu opštu prirodu. Mi ćemo pretpostaviti da je vreme dimenzija i ima attribute dana, nedeljno, mesečno, kvartal, godinu i odmor, pored identifikacije timeid.

Za svaku dimenziju, skup povezanih vrednosti mogu biti strukturirani hijerarhijski. Na primer, gradovi pripadaju državama, a države pripadaju zemljama. Datumi pripadaju nedeljama i mesecima, nedelje i mesec se nalaze u kvartalu, i sadržani su u godinama. Hijerarhijsko stablo za proizvod, lokacija i vreme u našem primeru su prikazani na nivou atributa na sl. 6.



Slika 6. Dimenziona hierarhija

Informacija o dimenzijama tako će se može predstaviti kao kolekcija relacija:

Locations (locid: integer, city: string, state: string, country: string)

Products(pid: integer, pname: string, category: string, price: real)

Times(timeid: integer, date: string, week: integer, month: integer, quarter: integer, year: integer, holiday_flag: boolean)

A OLAP upit koji realizuje desnu tabelu sa slike 4 izgledao bi:

CUBE PID, timeid, locid BY SUM Sales

Ovaj upit e vratiti tabelu prodaja sa svim podskupovima skupa < pid, locid, timeid > (uklju uju i i prazan podskup). Vrlo elegantno i brzo.

Vremenska dimenzija je dakle veoma važna u OLAP sistemima. Neki primeri tipa njih upita mogu biti:

- Prona i ukupne prodaje po mesecima.
- Prona i ukupnu prodaju od mesec dana za svaki grad.
- Prona i te procenat promena ukupne mese ne prodaje za svaki proizvod.
- Prona i te prate i N dana teku i prosek prodaje. (za svaki dan moramo izra unati prose nu dnevnu prodaju prethodnih N dana.)

Prva dva upita se mogu izraziti kao SQL upiti nad injenicama i dimenzijom tabele. Tre i upit je suviše komplikovan, pa ga je teško izvesti primenom SQL_a. Poslednji upit ne može biti izražen u SQL_u ako N treba da bude parametar upita. Jasno, OLAP okvir je zgodan da predstavi i odgovori na tako široke klase upita. On tako e pruža mogu nost primene interesantnih operacija: isecanje seta podataka na jednake selekcije nad jednom ili više dimenzija, a eventualno i sa nekim dimenzijama projektovanim napolju i kreiranja skupa podataka u okviru Data Cube do opsega selekcije. Ovi termini dolaze iz efekta vizualiziranja ukrštene reprezentacije podataka na hiperkocki.

4. ZAKLJU AK

DBMS (Database management system) su u širokoj upotrebi od strane organizacija za ažuriranje podataka koji se koriste u svakodnevnom poslovanju. U aplikacijama za ažuriranje takvih operativnih podataka, transakcije obi no naprave male promene (na primer, dodavanje ili rezervacija, deponovanja eka), ali veliki broj transakcija mora biti pouzdano i efikasno obra en.

Takave aplikacije onlajn obrade transakcija (OLTP – online transaction processing) su vo ene rastom DBMS industrije u protekle tri decenije i nesumnjivo e nastaviti da budu vrlo važna karika u menadžmentu svake organizacije. DBMSs su tradicionalno ekstenzivno optimizovane da se dobro ponašaju u takvim aplikacijama pa tako OLAP sistemi preuzimaju zna ajno mesto u analizi ovih velikih skupova informacija i podataka.

LITERATURA

- [1] <http://www.docstoc.com/docs/131111523/Sistemi-za-podršku-odlu-ivanju>
- [2] Marek J. Druzdzel and Roger R. Flynn, *Decision Support Systems*, University of Pittsburgh Pittsburgh, PA 15260
- [3] D. J. Power, *A Brief History of Decision Support Systems*, Editor, DSSResources.COM
- [4] Power, D. J., “*Decision Support Systems: From the Past to the Future*,” Proceedings of the 2004 Americas Conference on Information Systems, New York, NY, August 6-8, 2004a, 2025-2031.
- [5] Silver, M.S., *Systems that Support Decision Makers: Description and Analysis*, New York: John Wiley & Sons, 1991.
- [6] Bhargava, H. and D. J. Power. *Decision Support Systems and Web Technologies: A Status Report*. Proceedings of the 2001 Americas Conference on Information Systems, Boston, MA, August 3 - 5, 2001.
- [7] <http://www.ignou.ac.in/upload/BME-063P2-06.pdf>

POSTUPAK IZRADE ANIMACIJE U 3DS MAX-U

3DS MAX ANIMATION PROCEDURE

Milan Goci , *Visoka tehni ka škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Dejan Blagojevi , *Visoka tehni ka škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu izvršena je analiza vizuelnih efekata koji su koriš eni prilikom izrade dela animacije u programskom okruženju 3ds Max. U prvom delu se govori o 3ds Max-u, njegovoj nameni, mogu nostima i na inu izrade animacija. Drugi deo obuhvata sami proces kreiranja modela aviona sa banerom, postavljanje mapa, tekstura i kamera koje e propratiti ceo tok animacije. U tre em delu rada izvršeno je animiranje aviona i banera sa logoom Visoke tehni e škole i njihovo zajedni ko delovanje u animaciji. Pored toga, u ovom radu je prikazan i opis procesa vizuelizacije (renderovanja) animacije.

Ključne reči: Modeliranje. Animacija. Renderovanje.

Abstract - In this paper are analysed the visual effects which were used during the animation development process in software package of 3ds Max. First part talks about 3ds Max, his application, possibilities, and ways of animation development. Part two covers the process of creating a model of airplane with banner, setting the map, textures and cameras that will follow the whole animation flow. In third part of paper is presented the animation of an airplane and banner with the logo of [Visoke tehni ke škole] is conducted. Further, this paper contain description of the visualization process (rendering) of animation.

Key words: Modelling. Animation. Rendering.

1. UVOD

Intuitivni 3D softverskim paketi mogu biti upotrebljeni pri kreiranju likova, predmeta, pejzaža i njihovog "oživljavanja" koriš enjem boja, tekstura i pokreta. Jedan od takvih 3D softverskih paketa je svakako i 3ds Max, veteran me u softverima ovog tipa. 3ds Max je softverski paket za modeliranje, animaciju i renderovanje. Dizajniran je da upravlja velikim projektima koji esto zahtevaju kompatibilnost sa mnogim drugim vrstama softvera. Evolutivno gledano, od prve verzije koja je bila namenjena DOS operativnom sistemu pa sve do najnovije, 3ds Max e zardžao dominantnu poziciju u svetu 3D programa [1].

Dobro razvijen korisni ki interfejs, sa dominantnim prikazom logike programa, omogu io je Maxu dominantnu poziciju u grupi programa za koje se po etnici naj eš e opredeljuju, pre svega zbog lako e u radu iako je njegov zadatak dosta kompleksan. Potencijalni nedostatak, ovog programskog paketa je ta što je namenjen samo za Windows operativni sistem, što predstavlja izvesno ograni enje jer vezuje korisnike isklju ivo za njega.

Osnova i polazna ta ka svakog projekta u 3ds Max-u jeste modeliranje. To zna i da, preduslov za bilo kakvu ozbiljnu animaciju i renderovanje (vizuelizacija), jeste kreiranje i postavka objekata na sceni. Postoje više metoda modeliranja, a izbor zavisi od složenosti objekta koji želimo da kreiramo[1,2].

Modeliranje se ne odnosi samo na objekta ve i na dodavanje materijala i mapa, odnosno tekstura, koje se koriste za oblaganje objekata kako bi se stvorio utisak da je on napravljen od nekog, nama poznatog materijala. Svi efekti koji se odnose na mape i materijale, od odre ivanja sjajnosti, providnosti materijala pa sve do reljefnosti nalaze se u *Material Editor*-u.

Ovo je samo prvi ali ne i dovoljan uslov za ostvarivanje cilja, tj, kreiranja animacije, potrebno je preduzeti joj niz koraka poput pripeme osvetljenja koje igra važnu ulogu u vizuelnom doživljavanju okruženja. Primenom nekog efekta osvetljenja stvaraju se senke iza osvetljenih objekata ime se naglašava prirodnost animacije.

Ovde je potrebno naglasti da, svaki od pomenutih koraka sadrži odre eni nivo složenosti zbog postojanja velikog broja opcija za editovanje i podešavanje parametara objekata. Pored toga tu je i paleta dostupnih "spremnih" vizuelnih efekata koja korisnicima stoji na raspolaganju. Kompleksniji vizuelni efekti se mogu dobiti kombinacijom ve ponu enih. 3ds Max poseduje razli ite alate za izradu animacije, od najjednostavnijih i najosnovnijih pa sve do naprednijih kao što su kontroleri.

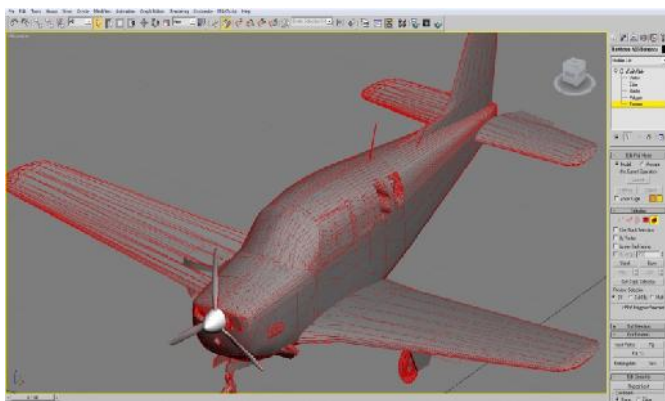
Za animaciju prikazanu u ovom radu koriš ena je metoda pomo u klju eva ili markera klju nih slika. Oni definišu gde objekat treba da bude i kako da izgleda u odre enoj slici. Kada markiramo željene frejmove tj. postavimo klju eve, Max e interpolirati sve promene izme u njih [1-3].

2. POSTUPAK IZRADE ANIMACIJE

Izrada animacije koja prikazuje let aviona prošla je kroz nekoliko razvojnih faza.

Prva faza u tom procesu je naravno modeliranje. Imaju i u vidu da se radi o simetričnom objektu ne postoji potreba za crtanjem celog modela. Dovoljno je kreirati jednu polovinu objekta i na njoj primeniti sve potrebne modifikatore i podešavanja kako bi izgledala što vernije originalu. Druga polovina se može jednostavno dodati upotrebom modifikatora *Symmetry* iz padajuće liste modifikatora (*Modifier List*) panela *Modify*. Na ovaj način, sa jedne strane, pojednostavljuje se i ubrzava proces modeliranja objekta, a sa druge, smanjujemo stepen greške koji može da nastane prilikom kreiranja celog objekta. Postoji nekoliko načina za kreiranje objekata, a to koji će biti upotrebljen zavisi donekle od afiniteta i zahteva korisnika.

Model aviona upotrebljen u animaciji nastao je od jednog od najjednostavnijih oblika u 3ds Maxu, od *Plane* objekta (sl. 1). To je posebna vrsta ravnog poligona mreže koja se može proširiti na bilo koju veličinu. Nad ovim objektom mogu a je primena različitih modifikatora, pa je zbog toga i najpogodniji za rad i esto predstavlja polaznu tačku pri kreiranju objekta. Po kreiranju ovog objekta na sceni, obavlja se njegovo konverovanje u *Editable Poly*. Na ovaj način je objekat transformisan u skup linija, tačnik, granica, poligona koje se mogu modifikovati - kopirati, se i. Modifikovanjem prvotnog (*Plane*) objekta, koji se nalazi u panelu *Create*, prate i sliku ili skicu aviona u pozadini, dobija se izgled aviona sa svim pratećim elementima. Ostaje samo da se ubace mape i materijali kako bi objekat dobio konačan izgled.



Slika 1. Model aviona nastao modeliranjem objektom *Plane*

Jedno od osnovnih svojstava materijala, jeste podrazumevana boja objekta koju Max dodeljuje metodom slučajnog izbora. Međutim, pomoću *Material Editor* objektima se može dodati potpuno novo nivo realističnosti korišćenjem materijala različitih vrsta. *Material Editor* je radno okruženje u kome se materijali definišu, prave i primenjuju. U njemu postoji i nekoliko polja za boju koja kontrolišu različite aspekte. Pored toga, za što realističniji prikaz, dostupne su i mape za izradu materijala koje se takođe primenjuju pomoću *Material Editor* i dijaloga *Material/Map Browser* gde se nalazi lista svih raspoloživih mapa po kategorijama.

Mape su po svojim svojstvima i osobinama bitmapirane slike koje se dodeljuju objektima. Materijali i mape, koje se koriste za oblaganje modela, potrebno je obraditi i pripremiti

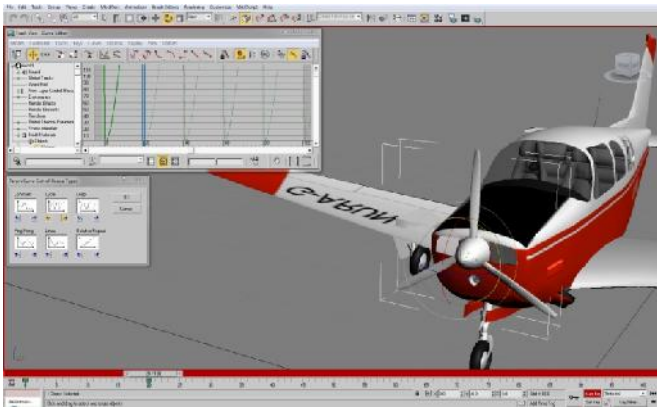
u nekom od softvera za obradu slika (Corel Photo-Paint, Adobe Photoshop itd.). Preko *Material Editor* i *Material/Map Browser* vrši se oblaganje objekta odgovarajućim mapama. Oblaganje se vrši parcijalno jer me u strukturnim elementima modela - aviona postoje jasno uočljive razlike. Npr. telo aviona je izrađeno od metala, proziri od stakla, točkovi od gume i zbog toga svi ovi elementi, moraju se izdvojiti iz celine i zasebno im se dodeljuju odgovarajući materijali i mape. Nakon ubacivanja mapa u *Material Editor*, vrše se dodatna podešavanja efekata koja se odnose na reflektujućnost i nivo, sjajnost, prozirnost, samoosvetljenje. Tek nakon svega ovoga dobija se pravi izgled modela aviona, baš onakav kakav je u stvarnosti.

Pre animiranja leta aviona, izvršeno je animiranje propelera i vioreenje banera kojeg avion vuče za sobom. Animiranje propelera aviona može se postići i najjednostavnijom metodom - pomoću ključevih (markera). Animiranje ovom metodom zahteva korišćenje komandi za kontrolu vremenske ose i animacije koje su pozicionirane na dnu korisničkog interfejsa. Pomoću ovih komandi startuje se i pauzirana animacija, određuje se broj frejmova koji se koristi u animaciji, postavljaju se ključevi ni frejmovi i postiže se potpuna kontrola vremenske funkcije.

Na samom početku potrebno je selektovati propeler aviona i aktivirati *AutoKey* mod klikom na dugme *Auto Key*. Vremenska osa i aktivni prozor za prikaz menjaju boju i na taj način nas obavestavaju da je aktiviran animacioni mod. Animiranje se vrši tako što se pomera ključevna vremenske ose do određenog frejma, koji se određuje od strane kreatora animacije, kao najpogodniji, da bi se nakon toga zarotirao propeler. Svaka transformacija ili promena parametara objekta formira ključevni ili marker koji definiše gde objekat treba da bude i kako da izgleda u određenom sceni. Komandom *Rotate* sa glavne linije vrši se rotiranje propelera i na taj način se formira ključevni u određenom frejmu. Pored toga, Max se automatski vraća i pravi ključevni za sliku 0 koja sadrži originalnu poziciju ili parametar objekta.

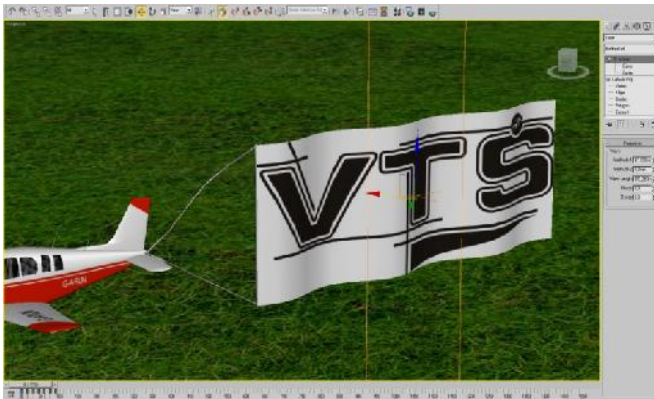
Kada se markiraju ključevni frejmovi, program će sam interpolirati (ubaciti) sve promene između ključevnih. Po pokretanju animacije, pritiskom na dugme *Play*, uočava se rotiranje propelera od prvotnog do zadanog frejma. Po završetku poslednjeg frejma propeler će prestati sa rotacijom. Da bi se obezbedilo, konstantno rotiranje otvara se dijalog *Track View - Curve Editor* koji se nalazi u meniju *Graph Editors*. Potrebno je naglasiti da objekat mora sve vreme biti selektovan. Sa linije menija bira se *Controller*, a zatim opcija *Out-of-Range Types*. Na taj način se otvara prozor u kome se biraju neke od ponuđenih mogućnosti za podešavanje parametara objekta pomoću krivih.

Odabiranjem odgovarajućih funkcija, parametri se menjaju i setuju tako da omoguće avaju konstantno rotiranje propelera tj. obezbeđuju ponovno pokretanje animacije nakon prikazivanja poslednjeg frejma (sl. 2). Brzinu rotacije možemo se podešavati preko vremenske ose na kojoj kojoj su naznačeni po etni i krajnji ključevni frejmi. Ako se želi da postigne brže rotiranje, krajnji frejm se pomera bliže prvotnom, odnosno a za sporije rotiranje isti se udaljava od prvotnog. Za prikaz i pokretanje animacije koristi se dugme *Play* koje se nalazi među komandama za kontrolu animacije.



Slika 2. Animiranje propelera aviona i upotreba dojaloga Track View - Curve Editor i Out-of Range Types

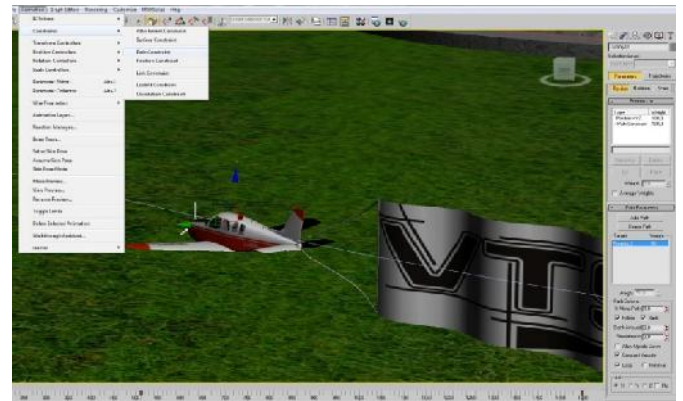
Baner sa logoom Visoke tehni ke škole kreiran je na isti na in kao i model aviona - pomo u objekta *Plane*. Postavljanjem ovog objekta na sceni u odgovaraju oj razmeri postignuto je izborom modifikatora *Wave* iz liste modifikatora u panelu *Modify*. Ovaj modifikator stvara efekat talasa koji u konkretnom slu aju koriste, da bi simulirali vioreenje platna sa natpisom, prikazano na Sl. 3. Modifikator *Wave* sadrži podešavanja amplitude, faze, dužine talasa, što u stvari predstavlja odre ivanje gustine talasa, veli ine. Prilikom podešavanja ovih parametara mogu e je uklju iti animacioni mod i na taj na in istovremeno napraviti animaciju, koriste i istu metodu kao i u predhodnom slu aju. Preko *Material Editor* ovom objektu, mogu e je dodati mapu koja predstavlja logo VTŠ. Komandom *Attach* ovako animirani baner pridodaje se modelu aviona tako da ova dva, u po etku nezavisna objekta, sada predstavljaju jednu celinu.



Slika 3. Animiranje banera modifikatorom *Wave*.

Za razliku od do sada opisanog na ina animiranja, let aviona je nešto druga iji. Dakle, da bi avion leteo odre enom putanjom, koliko daleko, kada treba da napravi zaokret, moramo da definišemo njegove osnovne parametre. Za postavljanje putanje leta aviona može se koristiti obi na liniju, kreirana preko panela *Create*, kategorije *Shapes* pa komande *Line*. Linija se kreira jednostavnim klikom miša na mestima gde se želi da bude postavljena. Na tim mestima se formiraju ta ke (*Vertex*) preko kojih se podešava oblik linije odnosno putanje kretanja aviona. Da bi se povezali avion i putanju potrebno je najpre da se ubaci *Dummy* objekt iz kategorije *Helpers* panela *Create*. Ovaj objekt se koristi kod izrade animacije kretanja, veoma je prakti an i može da poveže razli ite objekte, nema parametre i nevidi se pri renderovanju. Najpre se povezuje *Dummy* objekt i avion

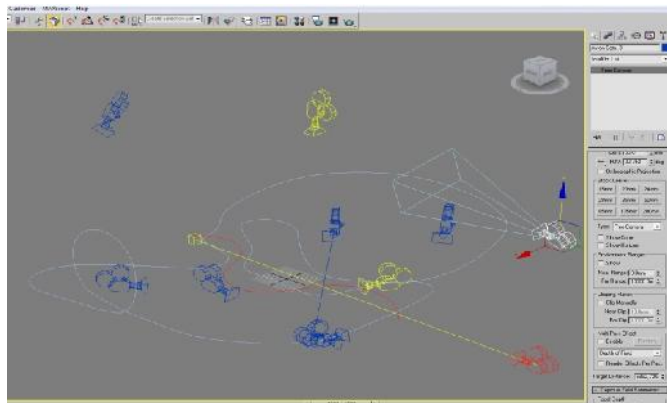
komadom *Select and Link*, zatim selektuje *Dummy* pa iz glavnog menija biraju se slede e komande *Animation - Constraints-Path Constraint*. Kao rezultat, pojavljuje se isprekidana linija koja vodi od *Dummy* objekta do strelice kursora. Nakon ovoga, dovoljan je jedan klik na putanju (liniju) kako bi se objekti povezali i avion prešao na po etak putanje. U panelu *Motion* izdvaja se meni *Path Parameters*, odakle u odeljku *Path Options* ekiraju opcije *Follow* i *Bank*. Prva opcija (*Follow*) omogu ava da avion prati putanju, a druga (*Bank*) da se naginje prilikom skretanja. Mogu e je da avion ne zauzima pravi položaj u odnosu na putanju, tj. ne e leteti pravo ve e biti orijentisan na neku od strana. Podešavanje ovog parametra vrši se primenom opcije *Axis* pomo u koje se može podesiti orijentacija objekta po X, Y ili Z osi, a može se i po potrebi i ekirati opcija *Flip* koja e zarotirati objekt za 180 stepeni. Još prilikom povezivanja aviona i putanje, u po etnom i krajnjem frejmu automatski se dodaju klju evi (markeri) i na taj na in je ve stvorena animacija (sl. 4) . Za dalje doterivanje animacije može se koristiti i animacioni mod u koji se ulazi aktiviranjem komande *Auto Key* i postavljanjem klju eva u odre enu poziciju.



Slika 4. Avion sa putanjom leta i *Motion* panelom

Celokupna animacija je pokrivena sa dvanaest kamera, od kojih su neke *target* a neke *free* tipa i snimaju najbitnije delove koji su odre eni od strane dizajnerai (sl. 5). Kamere se postvljaju posredstvom panela *Create* i kategorije *Cameras*. Odmah po odabiranju pojavljuju se dva tipa kamere: *Target* (usmerena) i *Free* (slobodna). Skoro sva podešavanja parametara za navedene tipove kamera su ista. Jedina bitna razlika je ta što *Target* kamera ima metu, koja u odnosu na kameru deluje kao žižna ta ka. Postavljanjem mete u odre enu ta ku ili objekat, osigurava se da kamera uvek gleda u tom pravcu. *Free* kamera nema svoju metu i može da gleda u bilo kom pravcu. Koja kamera e se koristiti u datoj situaciji zavisi od akcije koja se odvija i od snimka koji pokušavamo da uhvatimo. Što se samih parametara kamera ti e, možemo podešavati veli inu so iva, opseg, udaljenost mete, *Multi-Pass* efekte itd. Ina e, svaka kamera upotrebljena tokom animacije snimala je samo odre eni deo scene jer je nemogu e jednom kamerom pokriti celokupnu scenu. U slu aju da je potrebno koristi ve i broj kamera, potrebno je obezbediti da tokom trajanja animacije snimak prelazi sa jedne na drugu. Postoje nekoliko metoda za promenu kamera tokom snimanja. Neke su jednostavnije i ne zahtevaju puno vremena za podešavanje, dok neke iziskuju malo više znanja iz ove oblasti. Jednostavnija metoda, koje je koriš ena u ovoj animaciji, podrazumeva postojanje dodatne kamere *Free* tipa

koja u određenim frejmovima menja položaj snimanja. Ta nije, ova kamera prelazi sa jedne na drugu prethodno postavljenu kameru. Ona se u određenim frejmovima preslikava u kameru koju odredimo i preuzima njen ugao snimanja. Sve te promene položaja kamera animiraju se preko *Auto Key* moda. Za prikaz snimka bira se prikaz prozora koji je namenjen ovoj kameri (kameri koja menja položaj) i aktivira animaciju preko komande *Play*.

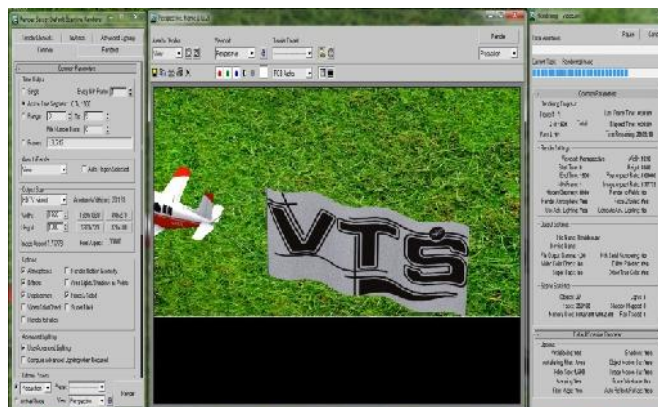


Slika 5. Kamere u sceni sa podešavanjima

Renderovanje ili vizuelizacija je proces kreiranja 2D slike ili animacije na osnovu 3D scene. 3ds Max koristi nekoliko metoda vizuelizacije: za iscrtavanje objekata u prozoru za prikaz, za prikazivanje materijala, za izradu konačne slike. Svaka od ovih metoda predstavlja kompromis između brzine i kvaliteta. Podrazumevano, 3ds Max za prikazivanje scene koristi modul za rasterizovanje *Scanline*. Ovaj modul prikazuje scene kao seriju horizontalnih linija. Dostupne su i druge opcije kao što su *Mental ray* (posедуje nove kontrole nad osvetljenjem i materijalima), *V-ray* (koristi napredne tehnike, na primer algoritam za globalno osvetljenje) i druge. Parametri renderovanja se podešavaju u okviru dijaloga *Render Setup* bloka, koji se nalazi na glavnoj paleti pod opcijom *Rendering* [1-3].

U okviru ovog dijaloga postoji više potpanela. Za podešavanje parametara renderovanja, kako ove animacije tako i generalno, najviše se koristi paleta *Common* koji sadrži i najbitnije parametre. U *Time Output*-u definiše se koji kadrovi biće prikazuju, sekvencijalni prikaz na jednom kadru ili opseg prikazivanja. *Output Size* omogućava izbor rezolucije izlaznog fajla u kojoj će se obaviti renderovanje. Na raspolaganju, korisnik ima široku paletu sa unapred definisanim rezolucijama, od najmanjih pa sve do HDTV, kao i mogućnost slobodnog izbora. Za animaciju prikazanu u ovom radu korišćena je HD rezolucija 1920x1080 piksela. U odeljku *Options* određuju se parametri koji će biti renderovani. Jedna od najbitnijih opcija jeste i *Render Output* u kojoj se definiše format izlaznog fajla, video ili slike. Odabiranjem AVI formata, po završetku renderovanja dobija se video fajl, koji uz odgovarajuću plejer, može se odmah pokrenuti. U slučaju da se korisnik opredeli za, recimo JPEG format, po završetku renderovanja dobija se niz slika (za svaki frejm po jedna) koje se mogu, uz pomoć odgovarajućih softvera, spojiti u video. U podmeniju *Assign Renderer* podešavaju se metode kojima se vrši renderovanje. Konkretno u našem slučaju izvršeno je sledeće setovanje:

Production - Scanline renderer, Material Editor - Mental ray i ActiveShade - Scanline renderer. U polju *View* bira se pozicija iz kog pogleda i realizovano renderovanje (*Cam Switch* u našem slučaju). Pokretanjem renderovanja otvaraju se dva dijaloga prozora, jedan sa osnovnim podacima a drugi sa podacima o renderovanju. Pomoću istih moguće je pratiti vreme renderovanja celokupne scene i svakog frejma pojedinačno (sl. 6). Pored toga, moguće je dobiti informacije o tome koji se frejm renderuje u datom trenutku, koliko je već završeno a koliko ostalo, informacije o podešavanjima i metodi kojom renderujemo itd.



Slika 6. Podešavanje renderovanja preko *Render Setup*-a i renderovanje sa izlaznim parametrima

Po završetku renderovanja, dobija se fajl koji se nalazi na mestu koja smo definisali za memorisanje. Pošto je u našem slučaju, izabran AVI format i maksimalnu rezoluciju, veličina zapisa je bila reda nekoliko gigabajta. Kao takav, nije pogodan za dalju manipulaciju bilo koje vrste (kopiranje, uploadovanje, deljenje, itd). Za dovođenje u prihvatljivim granicama, što se veličine i kvaliteta tiče, koristi se neki od koda i odgovarajućih formata za kompresiju. Najčešće je to H264 format jer obezbeđuje najbolji odnos kompresije i kvaliteta.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisan postupak izrade animacije u programskom paketu 3ds Max. On obuhvata stvaranje objekata (modeliranje), podešavanje efekata, animiranje i na kraju vizuelizaciju (renderovanje). Rezultati pokazuju kako korišćenjem osnovnih metoda, pomoću *Auto Key*-a i ograničavajućih (*Constraints*), možemo dobiti sasvim solidnu animaciju pokrivenu kamerama iz različitih uglova.

LITERATURA

- [1] Compton, J. A. (Ed.). (2007). Learning Autodesk 3ds Max 2008: Foundation. Taylor & Francis.
- [2] Murdock, K. L. (2001). 3d Studio Max 4 Bible with CD-ROM. John Wiley & Sons, Inc..
- [3] Murdock, K. L. (2009). 3ds Max 2010 Bible (Vol. 590). John Wiley & Sons.

POTROŠNJA ENERGIJE U SENZORSKIM VOROVIMA ENERGY CONSUMPTION IN SENSOR NODES

Mirko Kosanovi , *Visoka tehni ka škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Miloš Kosanovi , *Visoka tehni ka škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - Beži ne senzorske mreže (BSM) predstavljaju velike mreže malih, dinami kih i autonomnih senzorskih vorova (*S* -ova), koji su sposobni da samostalno prikupljaju, obra uju i razmenjuju podatke a koji su proizvoljno raspore eni u širokom geografskom podru ju. Jedan od najvažnijih zadataka pri projektovanju neke BSM aplikacije je da se unapred predvidi njeno trajanje tj. njen životni vek. Kako su *S* uglavnom napajani putem baterija, što zna i da imaju ograni enu koli inu energije na raspolaganju, efikasna potrošnja energije ima presudnu ulogu u životnom veku jednog senzorskog vora a samim tim i aplikacije. U ovom radu istraživane su softverske tehnike koje se danas koriste u BSM, sa ciljem da se prevazi e problem bespotrebne potrošnje energije. Rad pruža uvid u to kako se razne tehnike za smanjenje potrošnje elektri ne energije mogu primeniti a da se pri tome ne izgubi na kvalitetu aplikacije koja se koristi.

Ključne re i: beži ne senzorske mreže, senzorski vorovi, potrošnja energije, energetska efikasnost.

Abstract - *Wireless Sensor Networks (WSN) represent a large network of small, dynamic and autonomous sensor nodes (SNs), which are able to independently collect and exchange data which are arbitrarily distributed over a wide geographical area. One of the most important tasks in the design of a WSN application is to predict in advance that its duration i.e. battery life. As the SNs are largely powered by batteries, which means that have a limited amount of energy available, efficient energy consumption plays a crucial role in the lifetime of the sensor nodes and therefore the application. In this paper we have investigated software techniques used today in the WSN, in order to overcome the problem of unnecessary energy consumption. The paper provides insights into how various techniques for reducing electricity consumption can be applied and that without losing the quality of the applications used.*

Key words: Wireless Sensor Networks, sensor nodes, power consumption, energy efficiency

1. UVOD

Kompleksnost BSM ogleda se u širokom podru ju znanja koje je potrebno da bi se one razumele i razvijale. Od poznavanja velikog broja mikro elektromehani kih sistema (MEMS), njihovog o itavanja i upravljanja tj. D/A i A/D konverzije, preko poznavanja mikrokontrolerskih sistema kako hardvera tako i sistemskog softvera, pa sve do poznavanja osnovnih principa beži ne komunikacije, tj. prijema i predaje elektromagnetnih signala. Uz sve to potrebno je dobro poznavanje mrežnih ra unarskih sistema kao i svih problema vezanih za uspostavljanje konekcije izme u njih: odgovaraju i medijumi, topologije, protokoli i problemi vezani za rutiranje podataka jer se radi o višeskokovitim vezama (*multi-hop*). Kako se radi o jako širokom podru ju postoje mnogi faktori koji uti u na razvoj i primenu ovakvih mreža. Možda jedan od najbitnijih faktora, sa kojim se razvoj ovih aplikacija susre e, je njihova energetska efikasnost. Ona predstavlja jedan od osnovnih faktora koji direktno uti e na njihov životni vek. Osnovni snabdeva elektri nom energijom gotovo svih senzorskih vorova (*S*) je baterija, koja ima strogo limitirane kapacitete. Kako vek trajanja *S* zavisi od raspoloživog izvora energije, kao i njene ukupne potrošnje, jasno je da je

osnovni cilj da se obezbedi što efikasnije trošenje raspoložive energije, kako bi se obezbedio što duži rad BSM [1, 2].

Nakon kratkog uvoda, u podpoglavlju 2 date su neke od karakteristika BSM koje bitno uti u na potrošnju el. energije u *S* -ima a samim tim i na njen životni vek. U podpoglavlju 3 dat je pregled softverskih tehnika koje se primenjuju kod *S* -ova kako bi njihova potrošnja energije bila optimalna. Poseban osvrt dat je na sistemski softver koji je opisan u podpoglavlju 4. Podpoglavlje 5 zaklju uje ovaj rad.

2. KARAKTERISTIKE BSM

Dinami ka promena topologije – *S* -ovi moraju da imaju sposobnost da potpuno samostalno uspostave me usobnu mrežnu komunikaciju izme u sebe. Topologija ovih mreža je podložna stalnim promenama bilo da se radi o mobilnim ili stacionarnim *S* -ima. Broj *S* -ova u jednoj BSM je relativno veliki, a kako oni rade u jako otežanim uslovima, esto se doga a da neki od njih otkau tj. prestanu da rade. Više razloga dovodi do toga: *S* -ovi su osetljivi na fizi ke i prirodne promene kojima su izloženi, esta mehni ka ošte enja ili uništenja, zbog svoje male cene *S* -ovi se sastoje od hardverskih komponenata koje su slabijih kvaliteta, pa su zato podložni eš im kvarovima, raspolazu

strogo ograni enim koli inama elektri ne energije, problemi oko me usobnog uspostavljanja veze ili jako otežano komuniciranje u uslovima u kojima rade. U toku konfigurisanja mrežne topologije mogu se uoiti tri različite faze i to: inicijalna faza pre i za vreme konfigurisanja mreže, faza normalnog rada nakon konfigurisanja mreže i faza dopune/mreže nakon pripajanja novih S -ova u BSM. Do promena topologije u drugoj fazi dolazi usled promene pozicije, nedostupnosti, i otkaza pojedinih S -ova. U trećoj fazi, usled promene namene mreže ili dinamike pojava koje se nadgledaju, kao i prestanka rada pojedinih S -ova, dolazi do promene topologije, bilo dodavanjem novih ili zamenom neispravnih S -ova. BSM aplikacija mora da sadrži mehanizme za uspostavljanje i samoorganizovanje u fazi postavljanja, kao i rekonfiguracije, održavanja ispravnog rada i željene strukture mreže pri promenama topologije. Takođe, nakon prestanka rada bilo kog S -a, mreža mora da bude u stanju da se samostalno rekonfiguriše i u vidu nedostatak nekih S -ova kao i dodavanje novih, što izaziva velike promene u pronalaženju novih optimalnih puteva između S -ova a pri tome mora da se održi visok nivo konektivnosti i neprekidnosti u radu BSM [3].

Ograni en dometa – zbog malih gabarita i ograni ene snage radio primopredajnika koji se koriste u S -ima, dometa ovakvih uređaja je relativno mali, od nekoliko metara pa do 100 m. Sa jedne strane to je dobro jer se izbegavaju pojave ometanja drugih S -ova (manji broj kolizija), ali se zato javljaju drugi problemi u vidu skrivenih S -ova, asimetričnih veza između S -ova kao i angažovanju većeg broja S -ova kod prenosa podataka od izvornog S do odredišnog S (*multi-hop* prenos).

Neravnomerna zastupljenost – S -ovi se najčešće proizvoljno raspoređuju u regionu koji se nadgleda. Njihov broj nije svuda ravnomenan i kreće se od nekoliko S -ova po do nekoliko hiljada na istom prostoru. Uz to mogu da postoje velike razlike u gustini raspoređivanja S -ova po jedinici površine, na primer od nijednog S pa do više od 20 S /m², što prouzrokuje da veliki broj S -ova detektuju gotovo iste podatke, pa se samim tim nepotrebno angažuje veći broj S -ova koji sada više štete nego koriste, jer mogu znatno nepotrebno da pojačaju komunikacioni saobraćaj u BSM. Sa druge strane to može da izazove i da potrošnja u nekim S -ima, koji su opterećeni, bude znatno izraženija nego kod drugih. Ova konstatacija naročito važi za hijerarhijsku strukturu BSM, kod koje su S -ovi oko glavnog S (*sink*) znatno opterećeni, u pogledu komunikacije, nego S -ovi koji se nalaze na periferiji [4].

Skalabilnost – Broj S -ova koji optičavaju jedan fizički fenomen može biti od jednog S -a pa do nekoliko stotina ili hiljada S -ova. Velike gustine raspoređivanja S -ova obezbeđuju veći nivo redundancije BSM-e i poboljšavaju njenu toleranciju na greške, ali na drugoj strani stvaraju probleme skalabilnosti. Tokom rada BSM-e, usled otkaza S -ova ili dopunjavanja novim S -ima, dolazi do estih promena u broju S -ova u pojedinim regionima. Zbog toga, komunikacioni protokoli, mehanizmi upravljanja i algoritmi obrade podataka razvijeni za ove mreže, treba da budu dinamički prilagodljivi, kako bi bili u stanju da se trenutno prilagode novonastaloj situaciji i pronađu energetske rešenja bez obzira na broj S -ova.

Mobilnost senzorskih vorova - U pogledu mobilnosti S -ova u BSM aplikacijama razlikujemo njihovu pasivnu ili aktivnu mobilnost. Pasivna mobilnost S -ova je rezultat

prirodnih inilaca (vetar, voda, ...) ili neplaniranog pomeranja objekta na kojima se nalaze S -ovi. Aktivna, planska mobilnost se ostvaruje u cilju presmeštanja S -ova u interesne regione, radi boljeg pokrivanja, ostvarivanja energetske efikasnosti, otklanjanja nedostataka po etnog rasporeda ili pojavu koja predstavlja cilj rada BSM [17]. S druge strane, mobilnost S izaziva promenu topologije i ruta kojima idu podaci u mreži, pa postavlja dodatne probleme komunikacionim protokolima.

Ograni ena brzina prenosa – u ovim mrežama ne koriste se neke velike brzine prenosa podataka, a zbog jako ograni ene koli ine energije ni velike koli ine podataka. Brzine se obično kreću u od nekoliko kbps do nekoliko Mbps, dok su veličine okvira koji se šalju od 64 bajta do 128 bajta.

Višestruki skokovi (*multi-hop*) – zbog smanjenog dometa ovih uređaja koristi se tehnika višestrukih skokova kako bi se dometa povećalo. Upravo zbog toga svi S -ovi u okviru BSM imaju dvostruku ulogu: hostova i rutera, jer je sa jedne strane potrebno da detektuju promenu i pošalju podatke drugim nadrećnim S -ima, a sa druge strane da prihvate podatke koji im drugi S -ovi šalju i da ih preusmere dalje prema krajnjem odredištu.

Tolerancija na otkaze - hardverska ograni enja dovode do toga da S -ovi često ne mogu da odgovore na svoje zadatke tj. nisu u mogućnosti da komuniciraju sa ostalim S -ima. Ove greške se mogu pojaviti zbog nedostatka energije, fizičkih oštećenja, smetnjama u komunikacionom kanalu ili zbog problema u softveru. Prestanak rada nekih S -ova može da prouzrokuje prekid dobijanja podataka od većeg broja S -ova, što pak može da dovede do donošenja pogrešnog zaključka, a samim tim do vršenja ili nevršenja određene radnje. Od BSM se zahteva da prestanci rada pojedinih S -ova ne bi trebalo da utiču na ukupno funkcionisanje BSM. Nivo greške koja može da se dopusti a da BSM nesmetano nastavi da obavlja svoje funkcije, bez obzira na prekid rada pojedinih S -ova, definiše nivo tolerancije te BSM, tako da nivo greške direktno zavisi od vrste BSM aplikacije.

Kvalitet servisa - Pojam kvaliteta servisa (*Quality of Service, QoS*) u BSM-a ima sasvim drugačiji značaj u odnosu na klasične mrežne strukture. Specifična primena BSM-e određuje osnovne QoS zahteve, energetske efikasnost pri radu, ograni enje vremena trajanja prenosa podataka, verovatno u gubitka paketa pri prenosu i sl. Pri tome, mora se obavljati usklađivanje ovih zahteva na nivou mreže, pošto se otkazima nekih S -ova usled nestanka energije smanjuje mogućnost BSM-e da obavlja osnovnu funkciju, što je značajnije od ispunjavanja QoS zahteva [5].

Ograni eni resursi – ovo je osobina koja verovatno najviše otežava primenu standardnih komunikacionih protokola u ovim mrežama. Ograni ena koli ina energije, mala memorija, smanjena unarski kapaciteti kao i mali gabariti, predstavljaju glavne odlike S -a. Ove osobine doprinele su da cena ovih jedinica bude jako mala, ali su sa druge strane jako ograni ile njihove mogućnosti.

3. UŠTEDA ENERGIJE NA NIVOU SOFTVERA

Veliki deo današnjih istraživanja na polju senzorskih mreža svodi se na pronalaženje adekvatnog softvera koji će, sa gledišta potrošnje elektri ne energije, najoptimalnije iskoristiti skromne resurse senzorskih vorova, i tako produžiti njihovo pravilno funkcionisanje. Kompleksnost neke aplikacije u BSM ogleda se u objedinjavanju velikog

broja različitih softverskih disciplina koje moraju da se poznaju kako bi sistemski omogu ili ispravnost rada te aplikacije. To se pre svega misli na izbor odgovarajućeg operativnog sistema, konstrukciju odgovarajuće strukture za pamćenje podataka koji se sakupljaju, formulisanje odgovarajućih upita, poznavanje mrežnih funkcija, odgovarajućih protkola i algoritama kao i poznavanje na ino rada distribuiranih sistema [6]. Uopšteno gledano celokupni softver potreban za razvoj neke aplikacije u BSM-i možemo podeliti na nekoliko celina i to [3]:

Razvoj operativnih sistema – u primeni senzorskih mreža postavljaju se različiti zahtevi koje je vrlo teško realizovati zbog mnogih ograničenja koje imaju S -ovi. Uzimaju i u obzir sve to jasno je da standardni operativni sistemi kao što su Windows i Linux nisu primenljivi. Mnogi operativni sistemi koji su razvijeni za *embedded* sisteme i *ad hoc* mreže (**QNX, WinCE, Ariel, MagnetOS**) takođe nisu pogodni za primenu u BSM jer zahtevaju velike memorijske resurse kao i snažnije procesore. Zato je bilo neophodno da se razvijaju potpuno novi, odgovarajućih operativni sistemi koji će sa jedne strane uspešno upravljati reduciranim hardverskim mogućnostima S -a, a sa druge strane efikasno omogućiti modularnost i robusnost jedne BSM-e. Glavna karakteristika jednog takvog operativnog sistema je da omogućiti što jednostavnije razvijanje aplikacija za BSM-u, bez obzira na različite senzorske arhitekture koje se primenjuju i bez poznavanja hardverskih komponenti u samom S -u. Do današnjeg dana razvijeni su mnogi novi operativni sistemi za rad S -ova u BSM-a, od kojih se izdvajaju: **TinyOS, Contiki, MANTIS, LiteOS, Nano-RK, eCos, SOS, SenOS, EYES, kOS, DCOS, Bertha, Jallad, Mate, Accent, Chimes II, RetOS, MagnetOS, CORMOS** i drugi. Većina od ovih operativnih sistema su strogo aplikativno ili hardverski orijentisani, pa nisu prilagodljivi na svim hardverskim platformama, niti mogu da predstavljaju rešenje koje će biti pogodno za sve BSM aplikacije. Kod izbora operativnog sistema preporučuje se da se izabere neki *open-source* operativni sistem specijalno razvijeni za BSM-e. Takav operativni sistem omogućava prilagodačavanje različitim senzorskim arhitekturama uz minimizovanje potrebnog koda za njegovo izvršavanje. Jedan od najpopularnijih takvih operativnih sistema, koji je i najviše zastupljen u senzorskim mrežama, je **Tiny OS**. On predstavlja otvoreni, (*open source*) višekomponentni operativni sistem koji uključuje upravljanje memorijom, upravljanje jedinicama senzorskog sistema, upravljanje zadacima i upravljanje protokolima. Koristi programski model koji se zasniva na događajima (*event*) koji jedino mogu da prekinu zadatak (*task*) koji se izvršavaju. Zbog svojih karakteristika, kao i primenljivosti na gotovo svim poznatim hardverskim platformama za S -ove, predstavlja operativni sistem koji se i najviše koristi na polju istraživanja i pisanja aplikacija za BSM, pa je zato postao sinonim za BSM. Kolika je popularnost ovog operativnog sistema govori podatak da kada bi se sakupili svi ostali razvijeni operativni sistemi za BSM, ne bi dostigli toliku primenljivost i rasprostranjenost u aplikacijama kao **TinyOS** [7]. **TinyOS** postoji na komponentnoj arhitekturi kod koje su i jezgro (*kernel*) operativnog sistema i aplikacija smeštene u jednu celinu, koja predstavlja više međusobno povezanih komponenti. Na taj način ne postoji klasična podeljenost na jezgro operativnog sistema koje je nezavisno i izvršava različite, nezavisne aplikacije, već je to jedna jedinstvena

celina. Pri kompajliranju aplikacije sve neophodne komponente, i **TinyOS** komponente, i komponente potrebne za aplikaciju, smeštaju se u jednu jedinstvenu izvršnu komponentu. Sada se samo ta komponenta instalira na S i ona izvršava sve potrebne zadatke koji se od aplikacije zahtevaju. Svaku komponentu karakteriše njeno stanje (*state*) kao i zadaci (*tasks*) koji se izvršavaju. Komponente međusobno komuniciraju putem funkcijskih poziva koji mogu da budu komande (*commands*) i događaji (*events*). Komponenta koristi komande da inicira neku akciju i one se inicijalno šalju prema drugim komponentama od kojih se zahtevaju specificirane akcije. Nakon što završe zadatak, obavestava se nadređena komponenta putem događaja [7].

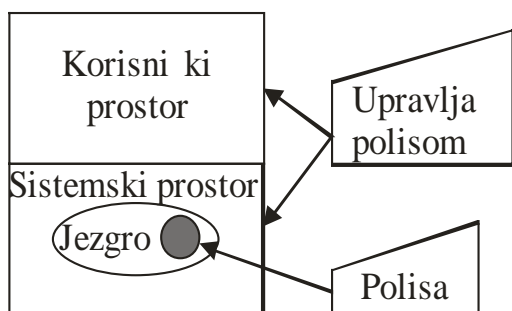
Komunikacioni programi – upravljaju međusobnom komunikacijom između S -ova i omogućuju izvršavanje različitih protkola. Zaduženi su za: energetske efikasno usmeravanje paketa, pamćenje i prosleđivanje paketa, staraju se o pravovremenom pristupu medijumu za prenos, upravljaju topologijom BSM-e, vrše šifrovanje podataka i vrše kontrolu njegove ispravnosti.

Komunikacioni drajevi – ovaj softverski modul zadužen je da na fizičkom nivou upravlja kodiranjem linijskog signala koji se šalje. Tako je on zadužen da upravlja prenosnim bežičnim kanalom, uključuje i nosi u frekvenciju signala i njihovu sinhronizaciju, kodiranjem linijskog signala, detekcijom i korekcijom greške, određivanjem nivoa snage predajnog signala kao i njegovom modulacijom.

4. UŠTEDA ENERGIJE NA NIVOU SISTEMSKOG SOFTVERA

Performanse BSM zavise i od vrste primenjenog operativnog sistema (OS) koji se izvršava na svakom S . On ima ključnu ulogu sa različitim aspektima: kontroliše potrošnju električne energije u S , određuje brzinu reagovanja sistema, kvalitet i sigurnost rada, definiše brzinu komunikacije tj. razmene poruka, itd. Postoji nekoliko operativnih sistema koji su posebno dizajnirani i specijalno namenjeni za rad u S . U najpoznatije, a samim tim i u najraširenije OS ove vrste spadaju: TinyOS (81 % zastupljenosti), Contiki (9%), Mantis (8%), SOS (1%) i ostali (1%) [8]. Osnovni ciljevi svih njih su da obezbede robusan i pouzdan rad, ali tako da dinamički prilagode trenutnu potrošnju energije, tj. u skladu sa zahtevima aplikacije u tom trenutku. OS koji uspe da izvrši operacije uz minimalnu potrošnju energije a da pri tome ne izgubi na kvalitetu funkcionisanja aplikacije, sigurno će dobiti primat u izboru i primeni. Odgovornost operativnog sistema je da obezbedi potrebne mehanizme kako bi se trošenje energije optimizovalo, sve u cilju produženja životnog veka S . Periodi noćnog spavanja S predstavlja jedan od mehanizama da se to postigne. Već smo rekli da S može da radi u različitim režimima rada, obično četiri režima: **active, idle, sleep** i **stop**, od kojih većina njih spadaju u režime sa smanjenom potrošnjom električne energije. Sve više na tržištu se mogu pronaći i savremeni 16/32 bitni CPU koji imaju i više različitih režima rada a samim tim i više mogućnosti za uštedu energije. Takvi CPU ugrađuju se u multimedijalne S -ove koji su namenjeni za prikupljanje multimedijalnih podataka kao što su zvuk i slika. Kako ovakvi S -ovi imaju povećanu potrošnju (>100mW u aktivnom režimu rada) potrebno je primeniti složenije šeme uštede energije od jednostavnog uključivanja/isključivanja režima rada. DPM ili dinamičko upravljanje energijom

(*Dynamic Power Management*) predstavlja jednu od osnovnih tehnika koja se danas koristi. Ona podrazumeva da se upravljanje potrošnjom energije vrši dinamički i to u toku rada same aplikacije. Kako kod S se ne postoji tradicionalni BIOS sistem, dinamičko upravljanje potrošnjom energije prelazi u nadležnost OS koji to mora da uradi potpuno samostalno. OS vodi računa o potrošnji energije na taj način što se svakog trenutka prilagođava zahtevima aplikacije/procesa koji se trenutno izvršava. Uz pomoć ranije definisanih politika upravljanja potrošnjom energije, OS uključuje/isključuje pojedine elemente S, povećava ili smanjuje frekvenciju sistemskog kloka, ili kontroliše upis/čitavanje u/iz memorije. Blok šema programskog upravljanja potrošnjom energije u S -u data je na slici 1.



Slika 1. Programaska kontrola DPM-a

Sa slike 1. se vidi da se politika upravljanja nalazi u samom jezgru OS a da se strategija upravljanja nalazi u korisni kom tj. aplikativnom prostoru. DPM politika ne predstavlja samostalni drajver, već je to jedna struktura podataka koja vrši veoma finu, preciznu kontrolu nad dinamičkim stanjem sistema. Podaci koji se nalaze u njoj opisuju hardverske komponente S, kao i njihovo dinamičko ponašanje, sa gledišta potrošnje energije, prilikom promene stanja. Pošto su ti podaci najbliži hardveru, pre svega zbog efikasnosti, ona se i instalira u samom jezgru OS. U stvari, ovde polazimo od činjenice, da za svaki S koji radi, možemo u određenom trenutku da definišemo karakterističnu radnu tačku (*operating point*) [9]. Ta tačka definisana je trenutnim stanjem sistema, potrebnim naponom napajanja, frekvencijom CPU-a i magistrale, stanjem perifernih jedinica i na jedinstven način definiše režim rada S -a. Normalno je da jedna aplikacija može da definiše više ovakvih radnih režima. Uloga DPM sistema je da na osnovu nekog događaja efikasno komutira sistem iz jednog režima rada u drugi. Zato i kažemo da DPM sistem predstavlja skup pravila i procedura koje treba ispoštovati kada se nešto dogodi, kako bi zahtevanu akciju izvršili sa što manjom potrošnjom energije. Činjenica je da nam savremeni CPU, kao i naponska i frekventna kontrola komponenti u S -u, omogućavaju da definišemo više radnih režima. Na taj način omogućeno nam je i da se formiraju više politika koje će biti efikasnije da utiču na uštedu energije.

Sa druge strane, upravljač DPM politike (*DPM policy manager*) predstavlja izvršni program koji je zadužen da aktivira politiku. Svaka politika ima svoje ime i u jednom S možemo da imamo više različitih politika koje možemo da koristimo. Njihovo izvršavanje omogućeno je i u sistemskom i u korisni kom prostoru što sve zavisi od strategije uštede energije koju definiše sama aplikacija. Važno je napomenuti da kada je jednom DPM sistem inicijalizovan i aktiviran, on

uvek izvršavati neku DPM politiku koja se nalazi u samom jezgru OS.

Jako je teško reći koji OS daje bolje energetske karakteristike u pogledu uštede jer to zavisi od mnogih parametara a pre svega od vrste aplikacije. Eksperimenti koji su rađeni u radu [10], pokazali su da OS Mantis daje bolje rezultate za aplikacije koje se odnose na praćenje determinističkih događaja koji se retko događaju, tj. postoji duži neaktivni period između njih. U slučajevima kada nam je energetska efikasnost na prvom mestu, a radi se o praćenju nedeterminističkih događaja, operativni sistem TinyOS predstavlja bolji izbor. Pored toga TinyOS i Contiki imaju ugrađenu kontrolu potrošnje energije S u okviru samog operativnog sistema za razliku od Mantis koji to nema.

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio da se ukaže na neke od bitnih karakteristika BSM-a, kao i da se identifikuju ograničavajući faktori koji utiču na njen rad, pri čemu je glavni akcenat stavljen na potrošnju električne energije u senzorskom okruženju, pre svega sa gledišta primenjenog softvera. Kako je problem optimizacije energetske efikasnosti kompleksan problem, jer postoje brojni faktori koji utiču u na potrošnju energije u S -u, u radu su samo delimično obuhvaćeni aspekti efikasne potrošnje energije. Ukazano je na glavne uzroke za potrošnju energije i prikazane su metode koje nam stoje na raspolaganju da taj utrošak energije bude što efikasniji tj. da se izbegnu mnoge nepotrebne aktivnosti koje troše energiju i smanjuju životni vek S -ova a samim tim i aplikacije koja se izvršava u BSM-i.

LITERATURA

- [1] Ian F.Akyildiz, Mehmet Can Vuran, *Wireless Sensor Networks*, ISBN 978-0-470-03601-3, WILEY, 2010
- [2] I.F.Akyildiz, M.C.Vuran, O.B.Akan, W.Su, "Wireless Sensor Networks: A Survey Revisited", *Computer Networks Journal* (Elsevier Science), Vol.38, Mart 2004.
- [3] K. Sohrawy, D. Minoli, T. Znati, "Wireless Sensor Networks - Technology, Protocols, and Applications", A John Wiley & Sons, 2007
- [4] Ian F. Akyildiz et al., "A Survey on Sensor Networks", *IEEE Comm. Magazine*, August 2002.
- [5] Eiko Yoneki, Jean Bacon, "A Survey of Wireless Sensor Networks Technologies: Research Trends and Middleware's Role", Technical Report 646, ISS 1476-2986, University of Cambridge, September 2005.
- [6] "Cougar: The Sensor Network Is the Database," Cornell University, Ithaca, NY, <http://www.cs.cornell.edu/database/cougar/>, 22.10.2013
- [7] P. Levis, D. Gay, *TinyOS Programming*, Cambridge University Press, New York, 2009, <http://csl.stanford.edu/~pal/pubs/tinyos-programming.pdf>, pos. 12.03.2014
- [8] R.Lajara, J.P.Sebastia, J.J.Perez Solano, "Power Consumption Analysis of Operating Systems for WSN", *Sensors* 10, 2010
- [9] IBM and MontaVista Software, "Dynamic Power Management for Embedded Systems", 2002
- [10] C. Duffy, U. Roedig, J. Herbert, and C. Sreenan, "A performance analysis of TinyOS and MANTIS" Tech.Rep.CS-2006-27-11, University College Cork, Ireland, November 2006

OCENA AKUSTI KE PODOBNOSTI PROSTORIJE ZA SASTANKE EVALUATION OF ACOUSTICAL SUITABILITY FOR MEETING ROOM

Violeta Stojanovi , *Visoka tehni ka škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Zoran Milivojevi , *Visoka tehni ka škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu izvršena je analiza akusti kih parametara (vremena reverberacije RT_{30} , ranog vremena reverberacije EDT , vremenskog težišta T_C , jasno e muzike C_{80} i definisanosti govora D_{50}), prostorije Visoke tehni ke škole strukovnih studija u Nišu koja se koristi za sastanke. Analiza je izvršena simulacionim procesom. U prvom delu rada prikazane su formule za izra unavanje akusti kih parametara i njihovi JND koeficijenti definisani standardom ISO 3382. U drugom delu rada opisan je eksperiment u kome je obavljena simulacija akusti kih impulsnih odziva, tabelarno i grafi ki su prikazani rezultati izra unatih akusti kih parametara i izvršena je njihova komparativna analiza. Na osnovu komparativne analize pokazano je da je analizirana prostorija pogodna da se koristi i kao slušaonica.

Klju ne re i: Impulsni odziv prostorije, reverberacija, akusti ki parametri.

Abstract - This paper explains the analysis of the acoustic parameters (the reverberation time RT , the early decay time EDT , the centre time T_C , the music clarity C_{80} and the definition of speech D_{50}) of the room which is used for meetings. The analysis is implemented using the simulation process. The first part of this paper shows the formulas for calculating the acoustic parameters and their JND coefficients defined by ISO 3382 standard. The second part of the paper describes the experiment where the simulation of the acoustic impulse responses is done, the results of the calculated acoustic parameters are shown both with graphical and tabular presentation, along with their comparative analysis. Based on the comparative analysis was shown that the analysis of room suitable to be used as a lecture hall.

Key words: Room Impulse Response (RIR), reverberation, acoustic parameters.

1. UVOD

Akustika prostorija kao nau na disciplina se bazira na fizi koj teoriji i akusti kim merenjima [1]. Polazna ta ka moderne akustike prostorija se vezuje za pokušaje da se prona u i definišu objektivni parametri koji imaju posredni ku funkciju izme u geometrijskih i drugih karakteristika prostorije sa jedne strane i impresija slušanja sa druge strane.

Zna ajan doprinos razvoju akustike prostorija dao je Clemens Wallace Sabine svojim eksperimentalnim radovima u periodu od 1900. do 1922. god. kada je objavio [1] empirijski obrazac (Sabinov obrazac) za izra unavanje vremena reverberacije (**engl. Reverberation Time**). Sabinov obrazac zahtevao je poznavanje zapremine prostorije kao i koeficijente apsorpcije, zidova, poda i plafona prostorije. I pored toga što nije apsolutno precizno odre ivao vreme reverberacije zadržao se sve do današnjih dana. Dalji eksperimenti mnogih nau nika doveli su do objavljivanja novih empirijskih obrazaca za ra unanje vremena reverberacije uzimaju i kao osnovu Sabinov obrazac [2]: Eyring 1930., Millington 1933., Fitzroy 1959., Kuttruf 1976., Arau 1988., i Neubauer 1999. Objavljeni su i empirijski

obraci za obra unavanje T_{10} , T_{20} i T_{30} . Rano vreme reverberacije (**engl. Early Decay Time**), EDT , definisano od strane Jordan-a 1970. mnogi nau nici smatraju najreprezentativnijim akusti kim parametrom. Vremensko težište (**engl. Centre Time**), T_C , definiše Kurer 1971. Prou avaju i percepciju tonova u prostoriji Thiele je 1953. uveo parametar definisanost (**engl. Definition**), D_{50} i D_{80} , za govor i muziku, a Abdel Alim i Reichard definišu parametar jasno a (**engl. Clarity**), C_{50} i C_{80} za govor i muziku.

Skoro svi akusti ki parametri prostorije se mogu dobiti iz impulsnog odziva prostorije [1]. Impulsni odziv prostorije odre uje se (merenjem, simulacijom) kao vremenska promena akusti kog pritiska na mestu prijema usled delovanja akusti kog izvora na mestu predaje, odnosno, predstavlja akusti ki odziv prostorije na specijalni akusti ki signal emitovan sa mesta predaje. Kao akusti ki signal koristi se modifikovani Dirakov signal: klapna kod koje se impuls proizvodi udarom dve njene površine, generator elektri ne varnice, eksplozija baruta (startni pištolj, petarda) ili nagla ekspanzija komprimovanog vazduha (pucanje naduvanog balona ili primena posebnih komora).

U ovom radu izvršena je analiza vrednosti akusti kih parametara (vremena reverberacije RT_{30} , ranog vremena

reverberacije EDT , vremenskog težišta T_C , jasno e muzike C_{80} i definisanosti govora D_{50}) prostorije za sastanke dobijenih simulacionim procesom. Simulacija je izvršena za dve pozicije zvu nog izvora i više pozicija mikrofona. Vrednosti akusti kih parametara i njihovih standardnih devijacija su dobijene pomo u programskih paketa EASERA i Matlab. Rezultati su prikazani tabelarno i grafi ki. Komparativnom analizom dobijenih vrednosti akusti kih parametara za obe pozicije izvora sa preporu enim vrednostima datim standardom ISO 3382 donosi se zaklju ak.

Dalja organizacija rada je slede a: u Sekciji 2 definisani su akusti ki parametri (analizirani u radu) i prikazane su vrednosti njihovih JND koeficijenata definisane standardom. U Sekciji 3 prikazani su eksperimentalni rezultati i analiza rezultata za akusti ki obra enu prostoriju. Sekcija 4 je Zaklju ak.

2. AKUSTI KI PARAMETRI I JND KOEFICIJENTI

Akusti ka podobnost prostorije se može opisati parametrima koji se dobijaju iz impulsnog odziva prostorije $h(t)$ i krive opadanja akusti ke energije (**engl.** *Energy decay curve*), EDC [3]:

$$EDC(t) = \int_t^{\infty} h^2(t) dt. \quad (1)$$

1) **Vreme reverberacije** RT_{60} (s) je vreme koje je potrebno da EDC opadne za 60 dB. Ako je V zapremina prostorije, \bar{r} srednji koeficijent apsorpcije zidova, poda i plafona i S njihova površina, vreme reverberacije se može izra unati pomo u [4, 5]:

a) Sabin -ove formule za $\bar{r} \leq 0.2$:

$$RT_{60} = \frac{0.164V}{\bar{r}S}, \quad (2)$$

b) Eyring – ove formule za niske frekvencije:

$$RT_{60} = \frac{0.071V}{-S \ln(1-\bar{r})}, \quad (3)$$

c) Kuttruff – ova formula:

$$RT_{60} = \frac{0.16V}{S(-\ln(1-\bar{r})) + \Delta + 4mV}, \quad (4)$$

gde je Δ refleksijski koeficijent a m apsorpcijski koeficijent vazduha.

2) **Rano vreme reverberacije** EDT (s) se definiše kao vreme reverberacije za koje EDC opadne od 0 do -10 dB.

3) **Vremensko težište** T_C (ms) odgovara energetske ravnoteži impulsnog odziva [6]:

$$T_C = \frac{\int_0^{\infty} t h^2(t) dt}{\int_0^{\infty} h^2(t) dt}. \quad (5)$$

4) **Jasno a** C_{80} (dB) se definiše kao logaritam odnosa energija impulsnog odziva pre i posle vremena t_e , gde je $t_e = 80$ s:

$$C_{t_e} = 10 \log \left(\frac{\int_0^{t_e} h^2(t) dt}{\int_{t_e}^{\infty} h^2(t) dt} \right). \quad (6)$$

5) **Definisanost** D_{50} (%) predstavlja odnos rane akusti ke energije (prvih 50 ms impulsnog odziva) i ukupne akusti ke energije u opsegu $(0 - \infty)$:

$$D_{t_e} = \frac{\int_0^{t_e} h^2(t) dt}{\int_0^{\infty} h^2(t) dt}. \quad (7)$$

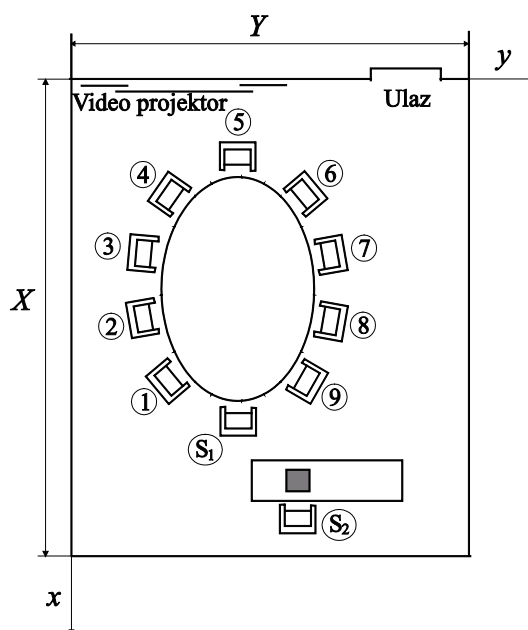
Najmanja detektovana promena vrednosti akusti kih parametara od strane slušalaca data je koeficijentom JND (**engl.** *Just noticeable difference*). U Tabeli 1 [3] prikazane su odgovaraju e JND vrednosti za analizirane akusti ke parametre, koji se izra unavaju na srednjim frekvencijama (500Hz i 1000Hz).

Tabela 1. Akusti ki parametri i JND koeficijenti.

Akusti ki parametri	JND
RT	5%
EDT	5%
C_{80}	1dB
D_{50}	5%
T_C	10ms

3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

Simulacija impulsnih odziva izvršena je za prostoriju Visoke tehni ke škole strukovnih studija u Nišu koja je namenjena za sastanke. Prikaz ove prostorije dat je na Sl. 1.



Slika 1. Prostorija u kojoj je simuliran impulsni odziv: S_1 , S_2 -lokacija zvu nog izvora, 1 – 9 – lokacija prijemnika.

Koriš enjem programskih paketa EASERA i Matlab dobijene su vrednosti za akusti ke parametre i njihove standardne devijacije. Rezultati su prikazani tabelarno i grafi ki. Srednje vrednosti veli ina: vremena reverberacije RT_{30j} , ranog vremena reverberacije EDT_j , indeksa jasno e muzike C_{80j} , definisanosti govora D_{50j} i vremenskog težišta T_{Cj} za celu prostoriju izra unate su prema:

$$X_j(f_c) = \frac{1}{MP} \sum_{i=1}^{MP} X_{j,i}(f_c), \quad (8)$$

gde su X neki od predhodno navedenih akustičkih parametara, $j = 1, 2$ broj pozicija zvuknog izvora, f_c centralne frekvencije, $f_c \in \{125, 250, 500, 1000, 2000, 4000\}$, MP ukupan broj merenja tako da $1 \leq i \leq MP$.

Standardne devijacije akustičkih parametara za celu prostoriju izražavaju se pomoću:

$$\dagger_{X_j}(f_c) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{MP} (X_{j,i}(f_c) - \overline{X_j}(f_c))^2}{MP - 1}}. \quad (9)$$

Dobijene vrednosti akustičkih parametara za obe pozicije izvora analizirane su prvo međusobno, a zatim su upoređene sa vrednostima određenim standardom ISO 3382. Na osnovu analize rezultata eksperimenata donosi se zaključak o primeni analizirane prostorije za sastanke.

3.1 EKSPERIMENT

Analizirana prostorija ima dimenzije: $X = 8$ m, $Y = 3$ m, $H = 3.5$ m, zapreminu $V = X \times Y \times H = 84$ m³. Refleksioni koeficijenti zidova, poda i tavanice su 0.90, 0.90, 0.90, 0.80, 0.85 i 0.88, respektivno. Simulacija impulsnog odziva je izvršena pomoću log sweep signala u trajanju od 5 s. Frekvencija smplovanja je $f_s = 44.1$ kHz. Pozicije zvuknika su: S_1 (5.65, 1.27, 1.20) i S_2 (7.30, 1.70, 1.50). Simulacija je realizovana u $MP = 9$ merenja tako da.

3.2 REZULTATI

U Tabeli 2 i Tabeli 4 prikazane su srednje vrednosti akustičkih parametara za pozicije izvora S_1 i S_2 , respektivno. U Tabeli 3 i Tabeli 5 prikazane su standardne devijacije akustičkih parametara za pozicije izvora S_1 i S_2 , respektivno. Za pozicije izvora S_1 i S_2 na Sl. (2 – 6) prikazane su srednje vrednosti RT_{30} , EDT , C_{80} , D_{50} i T_C na $f = 125$ -4000 Hz, respektivno.

Tabela 2. Srednja vrednost akustičkih parametara za poziciju izvora S_1 .

f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
$\overline{RT_{30,1}}$ (s)	1.19	1.15	0.90	0.71	0.76	0.76
$\overline{EDT_{1,1}}$ (s)	0.74	0.43	0.53	0.45	0.44	0.46
$\overline{C_{80,1}}$ (dB)	6.48	9.72	9.59	10.93	10.79	10.87
$\overline{D_{50,1}}$ (%)	71	73	77	82	81	80
$\overline{T_{C,1}}$ (ms)	52.34	40.09	33.68	29.57	29.86	30.26

Tabela 3. Standardna devijacija akustičkih parametara za poziciju izvora S_1 .

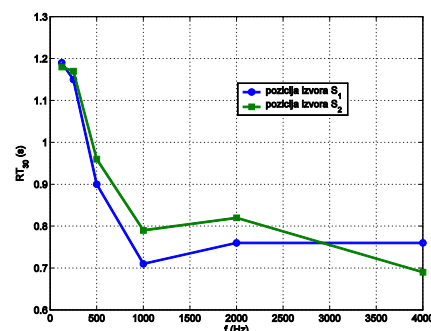
f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
$\dagger_{RT_{30,1}}$ (s)	0.037	0.057	0.057	0.031	0.068	0.030
$\dagger_{EDT_{1,1}}$ (s)	0.232	0.116	0.109	0.070	0.039	0.042
$\dagger_{C_{80,1}}$ (dB)	2.843	1.759	2.531	1.386	1.198	1.272
$\dagger_{D_{50,1}}$ (%)	10.69	12.12	7.42	6.06	4.45	5.85
$\dagger_{T_{C,1}}$ (ms)	15.354	10.171	7.207	5.607	5.784	7.337

Tabela 4. Srednja vrednost akustičkih parametara za poziciju izvora S_2 .

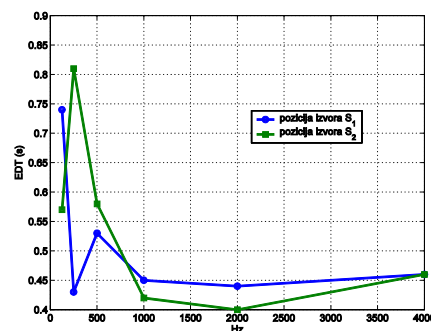
f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
$\overline{RT_{30,2}}$ (s)	1.18	1.17	0.96	0.79	0.82	0.69
$\overline{EDT_{2,2}}$ (s)	0.57	0.81	0.58	0.42	0.40	0.46
$\overline{C_{80,2}}$ (dB)	6.90	5.16	9.23	10.91	12.34	10.48
$\overline{D_{50,2}}$ (%)	62	52	77	83	82	79
$\overline{T_{C,2}}$ (ms)	55.59	63.71	32.61	29.56	28.00	30.17

Tabela 5. Standardna devijacija akustičkih parametara za poziciju izvora S_2 .

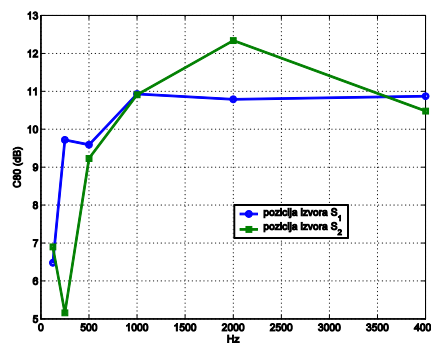
f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
$\dagger_{RT_{30,2}}$ (s)	0.036	0.037	0.064	0.033	0.049	0.057
$\dagger_{EDT_{2,2}}$ (s)	0.116	0.127	0.133	0.057	0.047	0.040
$\dagger_{C_{80,2}}$ (dB)	1.180	2.430	1.866	1.163	0.650	0.863
$\dagger_{D_{50,2}}$ (%)	13.39	8.25	9.36	3.68	5.50	3.50
$\dagger_{T_{C,2}}$ (ms)	6.116	10.606	8.148	3.305	4.137	3.417



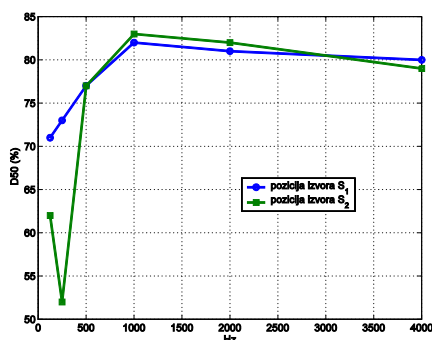
Slika 2. RT_{30} u prostoriji za pozicije izvora S_1 i S_2 .



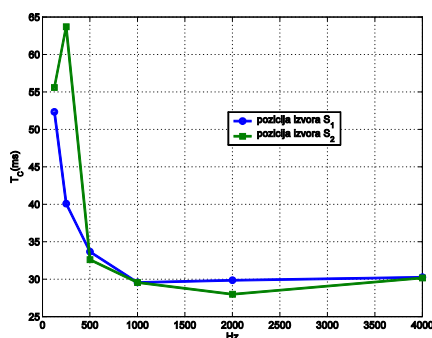
Slika 3. EDT u prostoriji za pozicije izvora S_1 i S_2 .



Slika 4. C_{80} u prostoriji za pozicije izvora S_1 i S_2 .



Slika 5. D_{50} u prostoriji za pozicije izvora S_1 i S_2 .



Slika 6. T_c u prostoriji za pozicije izvora S_1 i S_2 .

3.3 ANALIZA REZULTATA

Na osnovu rezultata prikazanih u Tabelama (2 – 5) i na Sl. (2 – 6) zaključuje se da:

a) srednje vrednosti vremena reverberacije: a.1) za poziciju S_1 zvu nog izvora $\overline{RT_{30,1}} = 0.71 - 1.19$ s i za poziciju S_2

zvu nog izvora $\overline{RT_{30,2}} = 0.69 - 1.18$ s pripadaju opsegu preporu enih vrednosti $RT = 0.45 - 1.15$ s, a.2) obuhvataju $RT = 0.8$ s i $RT = 1.15$ s preporu ene vrednosti za prostorije opšte namene i za auditorijume, respektivno;

b) su vrednosti standardne devijacije RT za obe pozicije zvu nog izvora na $f = 500$ Hz ve e od 1 JND ($\dagger_{RT_{30,1}} = 1.27$ JND; $\dagger_{RT_{30,2}} = 1.33$ JND), a na $f = 1000$ Hz su manje od 1 JND ($\dagger_{RT_{30,1}} = 0.8$ JND, $\dagger_{RT_{30,2}} = 0.83$ JND);

c) srednje vrednosti ranog vremena reverberacije: c.1) za poziciju S_1 zvu nog izvora, $\overline{EDT_1} = 0.43 - 0.74$ s, ne pripadaju opsegu preporu enih vrednosti za govor (0.8 – 1 s), c.2) za poziciju S_2 zvu nog izvora, $\overline{EDT_2} = 0.4 - 0.81$ s, pripadaju opsegu preporu enih vrednosti za govor.

d) su vrednosti standardne devijacije EDT za obe pozicije zvu nog izvora ve e od 1 JND: \dagger_{EDT_1} (500 Hz) = 4.11 JND, \dagger_{EDT_1} (1000 Hz) = 3.11 JND, \dagger_{EDT_2} (500 Hz) = 4.59 JND, \dagger_{EDT_2} (1000 Hz) = 2.71 JND).

e) srednje vrednosti jasno e za muziku za obe pozicije izvora ne pripadaju opsegu preporu enih vrednosti $C_{80} = 0 \pm 1.6$ dB ($\overline{C_{80,1}} = 6.48 - 10.87$ dB, $\overline{C_{80,2}} = 5.16 - 12.34$ dB).

f) su vrednosti standardne devijacije za obe pozicije zvu nog izvora ve e od 1 JND: $\dagger_{C_{80,1}}$ (500 Hz) = 2.53 JND, $\dagger_{C_{80,1}}$ (1000 Hz) = 1.39 JND, $\dagger_{C_{80,2}}$ (500 Hz) = 1.87 JND, $\dagger_{C_{80,2}}$ (1000 Hz) = 1.16 JND.

g) je definisanost za govor bolja za poziciju S_1 od pozicije S_2

zvu nog izvora ($\overline{D_{50,1}} = 71 - 82\%$, $\overline{D_{50,2}} = 52 - 83\%$).

h) su vrednosti standardne devijacije D_{50} samo za poziciju S_2 na $f = 1000$ Hz manje od 1 JND ($\dagger_{D_{50,1}}$ (500 Hz) = 1.93 JND, $\dagger_{D_{50,1}}$ (1000 Hz) = 1.48 JND, $\dagger_{D_{50,2}}$ (500 Hz) = 2.43 JND, $\dagger_{D_{50,2}}$ (1000 Hz) = 0.89 JND).

i) srednje vrednosti vremenskog težišta za obe pozicije zvu nika samo na nižim frekvencijama pripadaju preporu enim vrednostima vremenskog težišta za govor, 50 – 80 ms ($\overline{T_{C,1}} = 29.57 - 52.34$ ms, $\overline{T_{C,2}} = 29.56 - 63.71$ ms).

j) su vrednosti standardne devijacije T_c za obe pozicije zvu nog izvora manje od 1 JND: $\dagger_{T_{C,1}}$ (500 Hz) = 0.72 JND, $\dagger_{T_{C,1}}$ (1000 Hz) = 0.56 JND, $\dagger_{T_{C,2}}$ (500 Hz) = 0.81 JND, $\dagger_{T_{C,2}}$ (1000 Hz) = 0.33 JND.

Na osnovu sprovedene komparativne analize rezultata sa standardom ISO 3382 zaključuje se da rano vreme reverberacije $\overline{EDT_2}$, definisanost govora $\overline{D_{50,2}}$ i vremensko težište $\overline{T_{C,2}}$ za poziciju zvu nog izvora S_2 imaju povoljnije vrednosti za govor u odnosu na vrednosti istih parametara za poziciju zvu nog izvora S_1 . Vrednosti za jasno u muzike ne pripadaju opsegu preporu enih vrednosti što ukazuje da analizirana prostorija nije akusti ki pogodna za muzi ke doga aje. Vrednosti vremena reverberacije za obe pozicije izvora ukazuju na mogu nost koriš enja prostorije ne samo za sastanke ve i kao slušaonice.

4. ZAKLJU AK

U radu je izvršena akusti ka analiza prostorije za sastanke pomo u simulacionog procesa. Simulacija je realizovana za dve pozicije zvu nog izvora S_1 i S_2 u 9 mernih ta aka. Analiziranjem akusti kih parametara prostorije u skladu sa standardom ISO 3382, zaključuje se da je pozicija S_2 zvu nog izvora povoljnija za akustiku prostorije koja se ti e govora od pozicije S_1 zvu nog izvora. Akusti kom analizom se potvr uje podobnost koriš enja analizirane prostorije ne samo kao prostorije za sastanke ve i kao slušaonice.

LITERATURA

- [1] H. Kuttruff, *Room Acoustics*, E&FN Spon, London, 2000.
- [2] R. Lacatis, A. Gimenez, A. Barba Sevillano, S. Cerda, J. Romero, R. Cibrian, *Historical and cronological evolution of the concert hall acoustics parameters*, Acoustics '08 Paris, 2008.
- [3] ISO 3382: *Measurement of the Reverberation Time of Rooms with Reference to Other Acoustical Parameters*, 2001.
- [4] F. Alton Everest, *Master Handbook of Acoustics*, McGraw-Hill, 2001.
- [5] M. Kahrs, K. Brandenburg, *Applications of Digital Signal Processing to Audio and Acoustics*, Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [6] A. Farina, *Acoustic Quality of Theatres: Correlations between Experimental Measures and Subjective Evaluations*, Applied Acoustics, vol. 62, Issue 8, pp. 889-916, 2001.

KOMPARACIJA KVALITETA VODENOG ŽIGA INSERTOVANOG U NEKODOVANI VIDEO U PROSTORNOM I TRANSFORMACIONOM DOMENU

COMPARISON OF QUALITY WATERMARK INSERTED IN UNCODED VIDEO IN SPATIAL AND TRANSFORMATIONAL DOMAIN

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

Sadržaj – U ovom radu razmatran je kvalitet ekstrahovanog vodenog žiga iz nekompresovanog videa. Za objektivnu procenu kvaliteta ekstrahovanog vodenog žiga korišćen je MSSIM parametar. Dobijeni eksperimentalni rezultati ukazuju na to da se za istu vrednost faktora insertovanja ostvaruje bolji kvalitet vodenog žiga u transformacionom domenu.

Cljučne reči: Nekompresovani video. Kvalitet usluge. Vodeni žig.

Abstract - This paper is about the quality of the extracted watermark from uncompressed video. For an objective assessment of the quality of the extracted watermark was used MSSIM parameter. The experimental results indicate that for the same value factors insertion provides a better watermark in the transformation domain.

Key words: Nekompressed video. Quality of services. Watermark.

1. UVOD

Distribucija digitalnih multimedijalnih sadržaja na Internetu doživljava enormni rast i postaje dominantni oblik mrežnog saobraćaja [1]. Ovome su značajno doprineli izuzetni procesorski, memorijski i komunikacioni potencijali savremenih mobilnih uređaja. Savremene mobilne platforme su dizajnirane da podrže specifične mobilne komunikacione protokola i mreže [2], [3] čime obezbeđuju značajan mrežni protok neophodan za korišćenje multimedijalnih sadržaja. Laka dostupnost, kao i činjenica da se kopiranjem digitalnih multimedijalnih sadržaja ne gubi na kvalitetu, povećale su mogućnost pravljene nelegalnih kopija i njihove nelegalne distribucije. Nelegalno kopiranje i distribucija multimedijalnih sadržaja su posebno izraženi u muzičkoj i filmskoj industriji tako da na nelegalno filmsko tržište otpada oko 35.2% ukupno piratizovanih multimedijalnih sadržaja [4]. U cilju sprečavanja nelegalne distribucije multimedijalnog sadržaja razvijene su brojne metode zasnovane na hardverskim i/ili softverskim rešenjima. Za zaštitu od nelegalnog kopiranja multimedijalnog sadržaja u primeni su razne vrste kriptografskih metoda kao i tehnike ugrađivanja vodenog žiga u sam sadržaj.

Dok se kriptografske metode koriste za zaštitu multimedijalnog sadržaja prilikom prenosa kroz komunikacioni kanal, tehnike vodenog žiga se pored ostalog koriste i u zaštiti vlasništva, prilikom formiranja digitalnih kopija, kontroli pristupa i slično. Kriptografske metode se zasnivaju na elektronskom potpisu, odnosno, dodavanju poruci sažetka same poruke koji je šifrovan pomoću tajnog ključa pošiljaoca. Na prijemu se obavlja dešifrovanje sažetka poruke javnim ključem pošiljaoca i poredi se sa izdatim sažetkom primljene poruke. Ako se ustanovi identičnost ovih sažetaka, potvrđuje se integritet podataka, odnosno, identitet

pošiljaoca. Ako se konstatuje razlika između sažetaka, na prenosnom putu je došlo do izmene sadržaja poruke i identitet pošiljaoca se ne može utvrditi. Iako je ovo konvencionalni način utvrđivanja identiteta pošiljaoca poruke zasnovan na PKI-u (engl. *Public Key Infrastructure*), on nije podesan za korišćenje u multimedijalnim komunikacijama. PKI je razvijena za primenu u poslovnim (preduškim) komunikacijama koje nisu tolerantne na greške i zahtevaju prenos svih paketa bez grešaka. Za razliku od poslovnih aplikacija koje su netolerantne na gubljenje paketa, a tolerantne na kašnjenje paketa, multimedijalne aplikacije mogu tolerisati izvesnu količinu nedostajućih paketa, ali su netolerantne na kašnjenje paketa. Zapravo, ovo znači da u multimedijalnim aplikacijama paket koji je stigao do primaoca sa zakašnjenjem nema upotrebnu vrednost i mora se odbaciti. Ovo odbacivanje paketa u multimedijalnim komunikacijama se ne mora manifestovati u primetnoj degradaciji multimedijalnog sadržaja. Ova ideja da se u multimedijalnim aplikacijama mogu tolerisati nedostajućih paketa inspirisana je ljudskom percepcijom multimedijalnog sadržaja zasnovanoj na HVS-u (engl. *Human Visual System*).

Razlike u samoj prirodi između poslovnih i multimedijalnih aplikacija zahtevaju i korišćenje specifičnih komunikacionih protokola. Tako se za poslovne aplikacije na transportnom sloju koristi TCP/IP (engl. *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) skup protokola, dok se za prenos multimedijalnog sadržaja koristi UDP (engl. *User Datagram Protocol*). Maksimalno dozvoljena kašnjenja paketa u multimedijalnim komunikacijama zavise od klase komunikacione usluge koja se zahteva [5]. Navedene specifičnosti multimedijalnih aplikacija ih čine nepodesnim za klasičnu proveru identiteta pošiljaoca i dokazivanje vlasništva, tako da se PKI retko koristi u Web baziranim multimedijalnim aplikacijama koje rade u realnom vremenu.

Tehnike vodenog žiga podrazumevaju ugrađivanje nevidljivih digitalnih informacija u multimedijalni sadržaj [6], [7]. Ovaj koncept se bazira na zakonskoj regulativi u borbi protiv piraterije koji zahteva efikasno i pouzdano dokazivanje vlasništva nad multimedijalnim sadržajem. Insertovani vodeni žig treba svojim sadržajem nedvosmisleno da identifikuje vlasnika multimedijalnog sadržaja i da sve vreme bude prisutan. Ugrađivanje vodenog žiga ne sme da ima za posledicu vidljivu degradaciju multimedijalnog sadržaja. Pored ovog osnovnog zahteva, ugrađeni vodeni žig treba da bude robustan na prokušaj degradiranja ili njegovog uklanjanja iz multimedijalnog sadržaja. U real-time video aplikacijama je izuzetno važno da vodeni žig bude robustan na kompresiju i transkodovanje video sadržaja različitim bitnim brzinama [8], [9].

U drugoj sekciji su opisani algoritmi insertovanja i ekstrakcije vodenog žiga i date su matematičke osnove pouzdanog algoritma insertovanja. U sekciji tri prikazani su dobijeni rezultati i obavljena je njihova analiza, dok su u završnoj četvrtoj sekciji izvedeni zaključci na bazi obavljenih eksperimenata.

2. ALGORITMI UTISKIVANJA/IZDVAJANJA VODENOG ŽIGA

U osnovi postoje dve velike klase algoritama za ugrađivanje vodenih žigova u multimedijalni sadržaj. Prva klasa algoritama se zasniva na insertovanju vodenog žiga u prostornom domenu (engl. *spatial domain*), dok se druga klasa algoritama zasniva na modifikovanju koeficijenata u transformacionom domenu (engl. *transform domain*). U slučaju kada se prva klasa algoritama primenjuje na slike ili video, vodeni žig je sakriven u vrednostima luminentne (engl. *luminence*) i/ili hromanentne (engl. *chromanence*) komponente prostorno raspoređenih piksela. Algoritmi koji pripadaju ovoj klasi se relativno jednostavno realizuju ali su nedovoljno robustni pri procesiranju video signala, a posebno pri realizaciji video-kompresije [5]-[8]. Druga klasa algoritama se bazira na modulisanju koeficijenata nekog od transformacionih domena multimedijalnog sadržaja na osnovu sadržaja vodenog žiga. Transformacioni koeficijenti se mogu dobiti primenom DCT-a (engl. *Discrete Cosine Transform*), FFT-a (engl. *Fast Fourier Transform*) ili SVD-a (engl. *Singular Value Decomposition*). Dobijeni transformacioni koeficijenti se modulišu shodno transformacionim koeficijentima slike za insertovanje koja predstavlja vodeni žig. Inverznim postupkom se iz modifikovanih transformacionih koeficijenata mogu ekstrahovati insertovane informacije i time se dokazuje vlasništvo nad multimedijalnim sadržajem [6]-[9]. Algoritmi ove klase imaju bolje performanse robusnosti u odnosu na watermarking insertovan u prostornom domenu.

Za insertovanje žiga u sliku u ovom radu je korišćen algoritam baziran na SVD dekompoziciji koji je predložen u [7]. Ovaj algoritam predstavlja poboljšanu verziju algoritma u cilju otklanja problema lažne detekcije žiga. Primenom ovog algoritma na svaki frejm iz nekodovane video sekvence, dobija se zaštita eni video. U jednom slučaju insertovanje žiga se obavlja u prostornom domenu, dok se u drugom slučaju insertovanje vodenog žiga obavlja u transformacionom DCT domenu. U nastavku su prikazane matematičke osnove oba metoda.

Ulazni, odnosno, izlazni parametri algoritma za ugrađivanje vodenog žiga su:

Ulaz:

- Niz matrice $A_{m \times n}$ koje predstavljaju nekodovane frejmove video sekvence.
- Matrica $W_{m \times n}$ koja predstavlja vodeni žig koji se ugrađuje u video.
- Faktor utiskivanja γ .

Izlaz:

- Niz matrica sa ugrađenim vodenim žigom $A_{w, m \times n}$.

Algoritam ugrađivanja vodenog žiga u jedan frejm videa je prikazan u četiri koraka za obe razmatrane klase algoritama za ugrađivanje vodenog žiga:

Korak 1: SVD dekompozicija matrice frejma A :

Prostorni domen	$A = USV^T$
Transformacioni domen	$B = dct2(A), B = USV^T$

gde je A originalni nekodovani frejm, U i V ortogonalne matrice dimenzija $m \times m$ i $n \times n$, respektivno, S dijagonalna matrica dimenzija $m \times n$ sa elementima koji predstavljaju singularne vrednosti. Kolone matrice U nazivaju se *levi singularni vektori* i oni su sopstveni vektori (engl. *eigenvectors*) od AA^T , dok su kolone matrice V sopstveni vektori $A^T A$ *desni singularni vektori*. Singularni vektori specificiraju geometriju slike dok singularne vrednosti specificiraju luminansu (energiju) slike.

Korak 2: SVD dekompozicija matrice žiga:

Prostorni domen	$W = U_w S_w V_w^T = A_{wa} V_w^T$
Transformacioni domen	$W = dct2(U_w S_w V_w^T) = A_{wa} V_w^T$

Korak 3: Insertovanje principal komponente A_{wa} u dijagonalnu matricu S sa koeficijentom utiskivanja γ :

Prostorni domen	$S_1 = S + \gamma A_{wa}$
Transformacioni domen	$S_1 = S + \gamma A_{wa}$

Korak 4: Formiranje slike sa vodenim žigom:

Prostorni domen	$A_w = US_1 V^T$
Transformacioni domen	$B_w = US_1 V^T,$ $A_w = idct2(B_w)$

Ekstrakcija vodenog žiga iz slike A_w^* koja se potencijalno, zbog superponiranih šumova razlikuje od A_w , realizuje se algoritmom koji se sastoji od sledećih koraka:

Ulaz:

- Slika sa žigom A_w^* ,
- Originalna slika,
- Faktor utiskivanja γ .

Izlaz:

- Vodeni žig W^* .

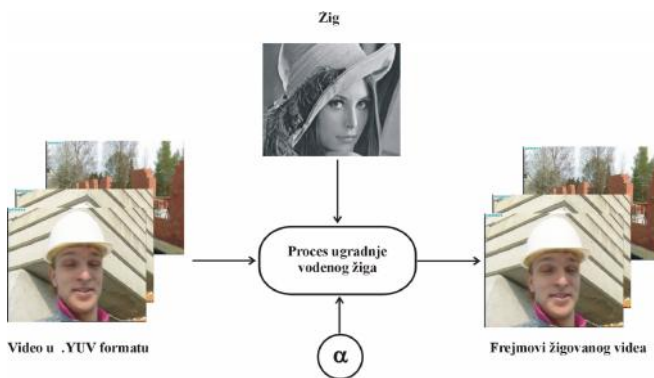
Korak 1: Formiranje razlike originalne A i slike sa žigom A_w^* :

Prostorni domen	$(A_w^* - A) = A_1$
Transformacioni domen	$(dct2(A_w^*) - dct2(A)) = A_1$

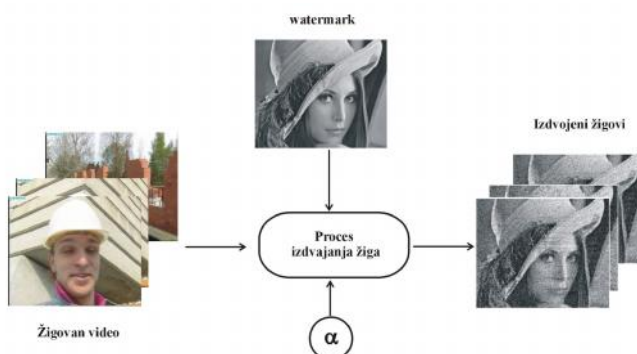
Korak 2: Određivanje žiga W^* na sledeći način:

Prostorni domen	$W^* = \frac{(U^{-1}A_1(V^T)^{-1})}{r} V_w^T$
Transformacioni domen	$W^* = idct2\left[\frac{1}{r}(U^{-1}A_1(V^T)^{-1})V_w^T\right]$

Na slici 1 je prikazana bazna procedura ugradnje vodenog žiga koje se odvijaju na predajnoj strani komunikacionog kanala. Ugradnja vodenog žiga se obavlja u svaki frejm nekodovanog videa. Kako se sa slike 1 može videti, argumenti procedure insertovanja vodenog žiga su scaling factor α , vodeni žig W i frejmovi video strima. Na slici 2 je prikazana procedura koja se obavlja na prijemnoj strani komunikacionog kanala. Zapravo prijemnik mora da obavi inverzne procedure od onih obavljenih na predajniku. Procedura ekstrakcije vodenoje žiga je bazirana na opisanom SVD algoritmu iz žigovanog videa. Kada se iz svakog frejma ekstrahuje ugrađeni vodeni žig dobija se niz vodenih žigova koji je osnova algoritma za unapređenje kvaliteta vodenog žiga. Primenom algoritma za poboljšanje kvaliteta ekstrahovanog vodenog žiga može se jednoznačno utvrditi vlasništvo nad video sadržajem. Iterativni algoritam poboljšanja kvaliteta žiga je prikazan u [9].



Slika 1. Procedura utiskivanja vodenog žiga i kodovanje H.264 koderom



Slika 2. Procedura dekodovanja video strima i izdvajanje insertovanog vodenog žiga

Insertovanje vodenog žiga u video zavisi od faktora insertovanja $(0,1)$, sadržaja vodenog žiga i sadržaja samog frejma. Ove injenice e imati za posledicu varijabilni kvalitet žigovanog videa, odnosno, ekstrahovanih vodenih žigova. Zbog varijabilnog kvaliteta ekstrahovanog vodenog žiga u nekim situacijama je neophodno primeniti procedure za popravku kvaliteta [9] video žiga. Algoritmu za poboljšanje kvaliteta vodenog žiga je na raspolaganju veliki broj žigova sa promenljivim kvalitetom. Osnovna ideja iterativnog algoritma za popravku kvaliteta ekstrahovanog žiga se sastoji u usrednjavanju luminiscentne komponente video žiga na skupu ekstrahovanih žigova.

3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Objektivna procena kvaliteta ekstrahovanih žigova je zasnovana na SSIM (engl. *Structural SIMilarity*) indeksu koji se određuje na sledeći način [9]:

$$SSIM = \frac{(2\tilde{x}\tilde{y} + C_1) \cdot (2\ddagger_{xy} + C_2)}{(\tilde{x}^2 + \tilde{y}^2 + C_1) \cdot (\ddagger_x^2 + \ddagger_y^2 + C_2)} \quad (1)$$

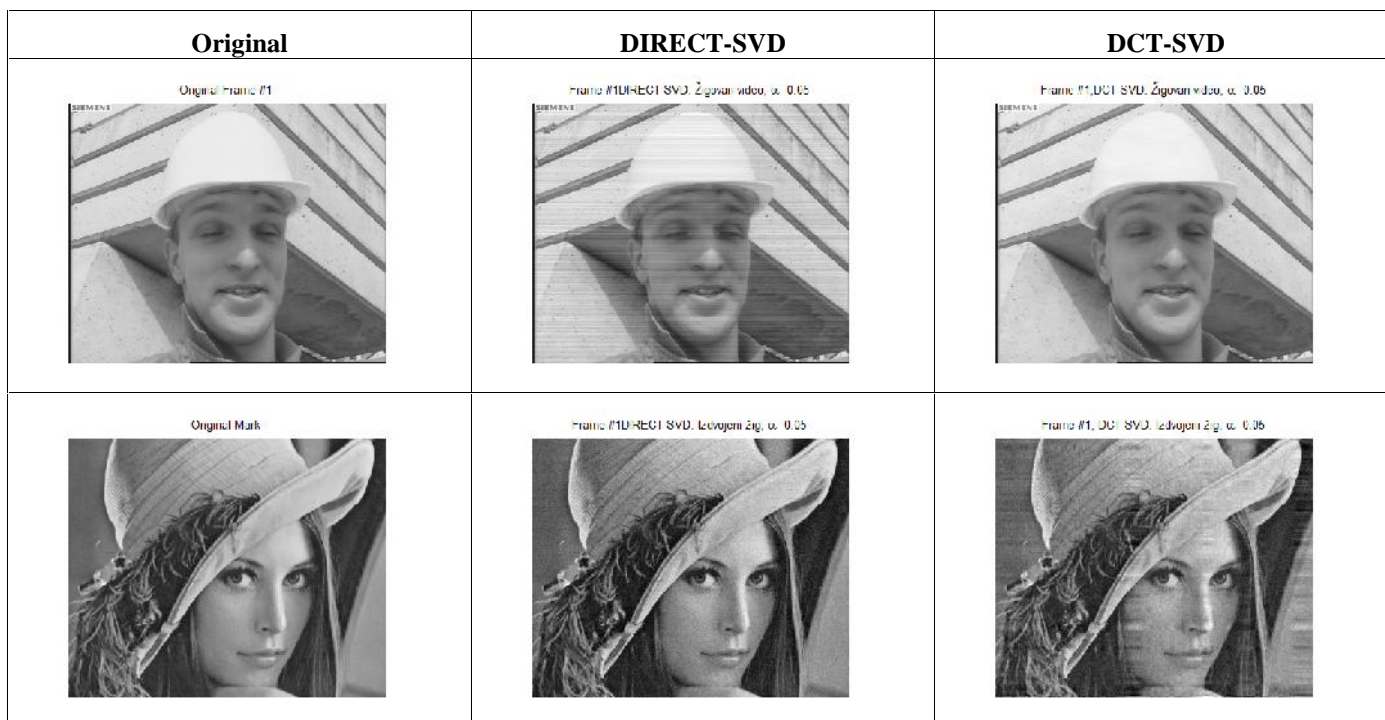
Gde su \tilde{x} , \ddagger srednja vrednost i standardna devijacija ili kovarijansa semplovanih uzoraka, a C_1 i C_2 su dve pozitivne stabilizacione konstante, respektivno. Indeksi x i y odnose se na originalnu i ekstrahovanu verziju vodenog žiga.

Na slici 3 su prikazani dobijeni rezultati obavljenog eksperimenta. U prvoj koloni na slici 3. su prikazani prvi frejm originalnog videa (prvi red) i originalni vodeni žig (drugi red). Sledeći ovaj na prikazivanja, u drugoj koloni su prikazani dobijeni rezultati za video kod koga je vodeni žig insertovan u prostornom domenu, dok se u trećoj koloni nalaze dobijeni rezultati za insertovanje vodenog žiga u transformacionom DCT domenu. U eksperimentu je korišćen scaling faktor konstantne vrednosti $\alpha = 0.05$. Kako je to veće, ugradnja vodenog žiga ne treba da izazove vidljive degradacije u kvalitetu videa. Probajte da subjektivno procenite kvalitet ekstrahovanog žiga, odnosno, uticaj ugradnje vodenog žiga na kvalitet videa.

U eksperimentu je korišćen nekodovani video strim „Foreman-cif“ u rezoluciji 352×288 piksela. Kao vodeni žig korišćen je centralni deo slike „lena“ iste rezolucije.

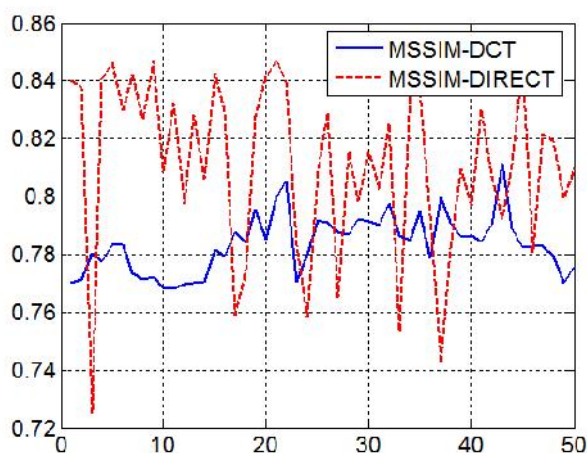
4. ZAKLJUČAK

Na slici 4 su prikazani dobijeni rezultati procene kvaliteta ekstrahovanog vodenog žiga za algoritam ugradnje u prostorni i transformacioni DCT domen. Punom linijom su predstavljeni dobijeni rezultati za algoritam ugradnje u prostornom domenu, dok su isprekidanom linijom prikazane vrednosti SSIM-a za algoritam ugradnje vodenog žiga u transformacionom domenu. Vrednosti SSIM-a su prikazane za prvih 50 frejmova razmatrane sekvence. U oba slučaja primetna je varijacija kvaliteta ekstrahovanog vodenog žiga što se moglo i očekivati. Varijacije u kvalitetu ekstrahovanog žiga kod algoritma ugradnje u prostorni domen (MSSIM-DIRECT) su veće u poređenju sa algoritmom ugradnje u transformacionom domenu (MSSIM-DCT), ali je srednja vrednost u oba slučaja gotovo jednaka. Veća vrednost parametra SSIM odgovara kvalitetnijem vodenom žigu i obratno. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da oba algoritma daju prihvatljive rezultate.



Slika 3. Kvalitet videa i vodenog žiga za algoritam ugradnje u prostornom i transformacionom DCT domenu.

Ako se posmatra uticaj ugradnje vodenog žiga na kvalitet samog videa, sa slike 3 se može uoiti značajna degradacija videa kod primene algoritma u prostornom domenu. Ovo znači da se u transformacionom DCT domenu mogu ostvariti prihvatljivi rezultati i za manje vrednosti faktora insertovanja. činjenica koja u ovom radu nije razmatrana odnosi se na robustnost prikazanih algoritama insertovanja vodenog žiga na kodovanje nekim od video kodera. Kvalitet ekstrahovanog vodenog žiga iz videa insertovanog u direktnom (MSSIM_DIRECT) i transformacionom domenu (MSSIM-DCT) je prikazna na slici. 4. S obzirom da se radi o algoritmima koji obavljaju kompresiju video sadržaja i u prostornom i u vremenskom domenu može doći do značajnog pada kvaliteta ekstrahovanih vodenih žigova. Ovaj problem je razmatran u nekim od prethodnih radova [6], [7], [8].



Slika 4. Kvalitet ekstrahovanog vodenog žiga iz videa insertovanog u direktnom (MSSIM-DIRECT) i transformacionom domenu (MSSIM-DCT)

LITERATURA

- [1] B. Ramamurthy, G. Rouskas, K. M. Sivalingam, Edited, Next-Generation Internet Architectures and Protocols, Cambridge University Press 2011.
- [2] Z. Veli kovi , M. Jevtovi , V. Pavlovi , “Throughput Cross-layer Optimization in Slow Wireless Fading Channel”, International Journal Elektronika I Ir Electrotehnika, Vol. 19, No 6, pp. 131-137, 2013.
- [3] M. Jevtovi , Z. Veli kovi , “Protokoli prepletenih slojeva”, Akademska misao, Beograd, 2012.
- [4] <http://www.go-gulf.com/blog/online-piracy/>
- [5] M. Jevtovi , Z. Veli kovi , Kvalitet usluga digitalnih mreža, Akademska Misao, 2014.
- [6] X. Zhang, K. Li, Comments on “An SVD-Based Watermarking Scheme for Protecting Rightful Ownership”, IEEE Transactions on Multimedia, vol. 7, no. 2, April 2005.
- [7] C. Jain, S. Arora, P. Panigrahi, “A Reliable SVD based Watermarking Scheme”, Journal CoRR, vol. abs/0808.0309, 2008, <http://dbpl.uni-trier.de>.
- [8] Z. Milivojevi , Z. Veli kovi , „Robustness of SVD Watermarks in Video Sequences Encoded with H.264/AVC“, ICEST 2014, pp. 385-388, Niš, 2014.
- [9] Z. Veli kovi , Z. Milivojevi , M. Jevtovi , „Iterative Algorithm for improvements of the quality of the watermark in the H.264 encoded video“, UNITECH, 2014.

KVALITET USLUGE U JAVNOM GRADSKOM PREVOZU QUALITY OF SERVICE IN PUBLIC TRANSPORT

Milan Stanković, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Dejan Bogićević, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Pavle Gladović, *Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad.*
Nada Stojanović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – U ovom radu izvršena je identifikacija aktivnosti neophodnih za realizaciju željenog kvaliteta na osnovu ocenjenog (doživljenog) kvaliteta usluge od strane korisnika. Opisani su parametri svojstava kvaliteta usluge i bliže objašnjena njihova značenja. Putnici u vozilima gradskog prevoza svakodnevno su suojeni sa jednim delom kvaliteta usluge koji im se nudi, zbog čega u nekim slučajevima mogu da budu nezadovoljni ponudom uslugom. Zbog toga je potrebno izvršiti detaljnu analizu, a dobijeni rezultati bi trebalo da doprinesu realizaciji željenog kvaliteta. Na osnovu toga može se u budućem periodu planirati takav sistem prevoza koji će zadovoljiti očekivanja što većeg broja korisnika, a samim tim doprineti boljem kvalitetu usluge.

Cljučne reči: Kvalitet usluge. Javni prevoz.

Abstract - In this paper, the activities necessary for the realization of the desired quality are identified on the basis of the quality of service as perceived (experienced) by the user. The parameters of the characteristics of the quality of service are described and their meanings are explained in more details. Every day, passengers in public transport vehicles experience one part of the quality of service offered to them, with which they may be dissatisfied. Therefore it is necessary to conduct analyses more frequently, and the results should contribute to the realization of the desired quality. On that basis, it should be possible to plan such a transport system which will meet the expectations of a large number of users, and thus contribute to a better quality of service.

Key words: Quality of Service. Public transport.

1. UVOD

Putnici, odnosno korisnici javnog prevoza, svakodnevno se sreću sa jednim delom sistema javnog prevoza na direktan ili indirektan način. Zato je od izuzetne važnosti njihovo mišljenje, implementacija njihovih predloga i uvažavanje objektivnih (subjektivnih) sugestija odnosno primedbi.

Da bismo definisali kvalitet prevozne usluge, najpre je potrebno objasniti kvalitet sistema javnog prevoza čija korisnici doživljavaju subjektivno, odnosno korisnik se stvarno ponaša prema svojoj proceni podobnosti prevoza koja po pravilu nije objektivna. Kvalitet usluge čini tačnost, ravnomernost, komfor, pešačenje, cena, informisanost, ljubaznost, isto važi u vozilu. Posledica kvaliteta usluge generiše kvalitet sistema u pojavnim oblicima kao što su red vožnje, tarifni sistem, obim rada...[1].

Najpre je definisan pojam kvaliteta i njegov značaj u javnom prevozu posmatran sa aspekta putnika. Ukratko je objašnjeno ponašanje putnika i njihov bihevioristički pristup celokupnom sistemu javnog prevoza. U ovom poglavlju je prikazana struktura svojstava kvaliteta usluge prema važećim standardima. Svako svojstvo kvaliteta je pojedinačno objašnjeno. Na osnovu definisanih svojstava, u ovom poglavlju dati su parametri kvaliteta usluge kao i evropski

standard sa osam atributa kvaliteta usluge. Peto poglavlje je karakteristično po tome što se u njemu objašnjava razlika između kvaliteta i pogodnosti usluge, a takođe je data petlja kvaliteta koja bi trebalo da definiše što efikasniju uslugu.

2. DEFINISANJE KVALITETA U JAVNOM PREVOZU PUTNIKA

U zavisnosti od autora, postoji različitost u definisanju kvaliteta prevozne usluge. Prema nekim autorima predložen je metod za „prepoznavanje“ kvaliteta poznat kao privlačan, jednodimenzionalan i obavezan. U standardima serije JUS ISO 9000 kvalitet se definiše kao sveukupno svojstvo nekog entiteta koje se odnosi na njegovu sposobnost da zadovolji izražene potrebe [2]. U standardima IEC 50-191 (1/191-19-01) kvalitet usluge definiše se kao opšti efekat svojstava usluge koji određuje stepen zadovoljenja (potreba) korisnika usluge, pri čemu se naglašava da kvalitet usluge određuje kompleks svojstava kvaliteta.

Iz gore navedenih definicija može se zaključiti da kvalitet nije lako definisati i da su u njima sadržani pojmovi koji karakterišu pojam kvaliteta i to [3]:

kvalitet je sposobnost nekog entiteta da zadovolji potrebe odnosno zahteve, kvalitet se izražava skupom svojstava odnosno karakteristika,

kvalitet kao sposobnost pored opisne ima i komparativnu dimenziju.

2.1. PONAŠANJE KORISNIKA JAVNOG PREVOZA

Biheoristi ko izu avanje i definisanje pojedinih parametara kvaliteta prevozne usluge, treba obuhvatiti u celini kako bi se proces povezanosti kvaliteta sistema javnog prevoza i kvaliteta prevozne usluge doveo do kraja.

Radi uticaja na ponašanje putnika okruženje po inje da sufinansira pojedine troškove i kategorije putnika, ili se prelivanjem troškova (markice) deluje na obezbe enje mobilnosti dominantnih kategorija putnika i koriš enjem javnog prevoza.

Osim pozitivnih primera u nekim gradovima ovaj proces je defanzivan, jer se mere poduzimaju tek nakon uo avanja loših tendencija. Za ilustraciju mogu e je navesti primer defanzivnog delovanja okruželja, da na prigradskim koridorima gradova deluju simultano: prigradski prevoz, me ugradski prevoz i železnica, a da putnici ne mogu, zbog nejednostavnog tarifnog sistema, koristiti ukupnu ponudu.

Prilago avanje kvaliteta sistema javnog prevoza kvalitetu prevozne usluge na biheoristi kim osnovama zahteva razumevanje svrhe tog procesa od strane gradske uprave i prevoznika, kako bi se uticalo na ponašanje korisnika.

3. SVOJSTVA KVALITETA USLUGE

Svojstva kvaliteta usluge prema standardima, mogu se definisati kao kompleks kvantitativnih i opisno uporedivih svojstava-karakteristika sistema, koja su okrenuta korisniku, odnosno kao i kompleks svojstava pouzdanosti tehni kih sistema-transportnih sredstava i svojstava pouzdanosti organizacijsko-tehnoloških sistema (tehnološki sistem logisti ke podrške i održavanja).

Parametri kojima se opisuju svojstva transportnog sistema i kvalitet transportne usluge, treba da budu preuzeti ili kao karakteristi ni parametri iz standarda, ili kao parametri koji su izvedeni od parametara iz standarda ili se moraju uvesti novi parametri. Bitno je naglasiti da suštinski svi parametri u realnom vremenu pokazuju kvalitet strukture i funkcionisanja sistema, da se mere (odre uju), da imaju jasan fizi ki smisao, da pripadaju homogenim skupovima onih parametara koji se koriste u ocenjivanju i balansiranju rada osnovnog sistema.

Svako svojstvo kojim se u zavisnosti od potrebe transportnog procesa upravljanja, planira, projektuje i ocenjuje kvalitet transportne usluge, mogu e je opisati odre enim brojem kvantitativnih pokazatelja, koji mogu imati verovatnosni, apsolutni, relativni ili bezdimenzionalni oblik, a po na inu odre ivanje stati ki, ekspertni ili teorijski.

Kako se prevozna usluga odlikuje mnogim specifi nostima, kao najprihvatljivije struktuiranje svojstava kvaliteta može se smatrati [4]:

Organizacijska podrška usluge,
Pogodnost usluge za koriš enje,
Raspoloživost usluge,
Stabilnost usluge,
Proizvodna sposobnost sistema,
Eksploataciona sposobnost.

Organizacijska podrška usluge može se definisati kao skup aktivnosti na obezbe enju osnovnih elemenata transportne proizvodnje (materijalnih resursa-sredstava rada, objekata i opreme, ljudskih resursa i dr.) i njihovom organizacionom povezivanju preko transportnog procesa, koji kao rezultat daje transportnu uslugu.

Pogodnost usluge za koriš enje se definiše kao svojstvo kvaliteta usluge koje omogu ava i olakšava uspešno i lako koriš enje sistema javnog gradskog putni kog prevoza (JGPP). Ovo svojstvo kvaliteta usluge u najve oj meri reprezentuje zahteve i ciljeve korisnika sistema javnog prevoza.

Raspoloživost usluge može se definisati kao spremnost sistema JGPP-a da izvrši (pruži) uslugu, u trenutku kada je zahtevana od korisnika, i kontinualno nastavi (bez prekida) i dalje da je obezbe uje u zahtevanom vremenu trajanja, u zadatim tolerancijama i drugim zadatim uslovima.

Stabilnost usluge se može definisati kao sposobnost linije da se ve pružena usluga i dalje obavlja bez ekcesnih pogoršanja. Prekidi u funkcionisanju sistema JGPP karakterišu osobine "ekscenog" pogoršanja usluge.

Proizvodna sposobnost može se definisati kao sposobnost sistema javnog prevoza putnika da zadovolji transportne zahteve zadanog obima (zadatih kvantitativnih karakteristika) u zadatim internim uslovima. Proizvodna sposobnost sistema JGPP odre ena je pre svega efektivnoš u koriš enja potencijalnih svojstava tehni kih podistema, a pre svega vozila, a pri emu efektivnost koriš enja vozila zavisi od ograni enja proizašlih iz karakteristika zahteva korisnika (u pogledu obima i kvaliteta usluge) i uslova eksploatacije (uslovi puta, vremena i saobra aja) i eksploatacione pouzdanosti sistema.

Eksploataciona sposobnost može se definisati kao sposobnost sistema JGPP-a da pod zadatim uslovima obezbedi odgovaraju a aktivna sredstva za rad (u kvantitativnom i kvalitativnom smislu) u cilju zadovoljenja transportnih zahteva zadanog obima u zadatim internim uslovima. U realnim uslovima funkcionisanja sistema JGPP, ovaj kompleks treba da obezbedi potreban broj raspoloživih vozila, koji se raspore uju po linijama JGPP. Taj broj vozila treba da obezbedi pokrivanje merodavnih transportnih zahteva i dodatne zahteve izazvane poreme ajima u okruženju ili iznenadnim otkazima vozila.

4. PARAMETRI KVALITETA USLUGE

Kvalitet usluge u sistemu javnog gradskog putni kog prevoza može se posmatrati preko etiri aspekata koji su od izuzetne važnosti i ije neprepoznavanje može zna ajno usporiti napore da se postigne uskla enost izme u realizovanog kvaliteta usluge i onog kakav žele korisnici transportne usluge. Tako se razlikuje [4]:

1. Željeni (o ekivani) kvalitet – bazira se na tokovima putnika i njihovim zahtevima. U svom delu doti e se i zahteva kvaliteta.

2. Projektovani (planirani) kvalitet – objedinjuje stati ke i dinami ke elemente linije. Posebna pažnja posve uje se nakupljanju i protoku putnika, vremenu ekanja kao i komforu u vozilu.

3. Realizovani (objektivni) kvalitet – podrazumeva objektivno utvrđivanje u šta spadaju realizovani: redovi vožnje, intervali, tačnost i ravnomernost, ekanje na stajalištu... Na osnovu objektivno utvrđenih činjenica, generiše se dobijeni kvalitet prevozne usluge koji se bavi gubicima u vremenu, pešačenjem, cenom usluge, mogućnostima informisanja, isto om vozila i stajališta, ljubaznošću u voznog osoblja...

4. Doživljeni (ocenjeni) kvalitet – predstavlja nivo kvaliteta usluge kakvim ga korisnici sistema doživljavaju. Ovakav subjektivno doživljeni kvalitet rezultira procenjeno vreme ekanja, doživljeni komfor, mobilnost i na insku raspodelu.

4.1. EVRPOSKI STANDARDI KVALITETA USLUGE

Kvalitet usluge se vrlo često poredi sa terminom pogodnost. Iako to nisu sinonimi, neki autori ova dva izraza poistovećuju. Zbog toga su definisana dva evropska standarda kvaliteta usluge, stvorena da pomognu u definisanju (EN13816, iz 2002.god.) i merenju (EN15140) kvaliteta usluga. Prema metodologiji za utvrđivanje stavova korisnika usluge javnog prevoza putnika, definisano je osam osnovnih parametara kvaliteta usluge, gde je svaki parametar bliže obrazložen sa svojim karakteristikama kao što je navedeno u tabeli 1:

Tabela 1. Osam atributa kvaliteta usluge kao što su definisani u EN 13816 [5]

Dostupnost	Obim usluge ponuđene u smislu pokrivenosti mreže, radnog vremena, frekvencije, dužina putovanja
Pristupačnost	Podrazumeva eksterni (pešaci, biciklisti) i interni interfejs, pristup vozilu, kretanje unutar vozila, kupovina karata
Informacije	Sistemska pružanje znanja o sistemu kako bi se pomoglo u planiranju i realizovanju putovanja
Vreme	Aspekti vremena putovanja od znatna za planiranje putovanja, tačnost, pouzdanost
Briga o korisniku	Servisni elementi uvedeni da odgovaraju zahtevima svakog pojedinog korisnika, uključujući i osoblje, na žalbe, sugestije, ljubaznost osoblja
Komfor	Podrazumeva gužvu, isto u, temperaturu, osvetljenost, broj mesta za sedenje, lako kretanje/zaustavljanje, dužina vožnje
Bezbednost	Sigurnost i osećaj bezbednosti u toku vožnje i ekanja na stajalištu
Okruženje	Uticaj na životnu sredinu usled pružanja usluge javnog prevoza

5. MERENJE KVALITETA I POGODNOSTI USLUGE

Kvalitet usluge i pogodnost su od velike važnosti u svim poslovima, uključujući i autotransportna preduzeća koja se bave javnim prevozom. Uti u na zadovoljstvo korisnika, zahteve putnika, odluke o investicijama i prihode.

Međutim, da bi se obezbedio dovoljan nivo pogodnosti, i da bi samim tim ponuda bila atraktivna putnicima, radnici i rukovodioci moraju da osiguraju da pogodnost koja se pruža zadovoljava potrebe i očekivanja kako postoje ih tako i potencijalnih korisnika. Da bi se ovo postiglo, potrebno je

jasno razumevanje odlika putovanja, ali i potreba i očekivanja putnika, kao i precizna kvantifikacija prednosti i slabosti ove usluge. Stoga je neophodno izmeriti kvalitet ponuđene usluge kako bi mere preduzete sa ciljem povećanja zadovoljstva korisnika i zauzimanja većeg udela na tržištu bile što efikasnije. Međutim, definisati tačna merila je složen zadatak, s obzirom da podrazumeva razumevanje percepcija i stavova.

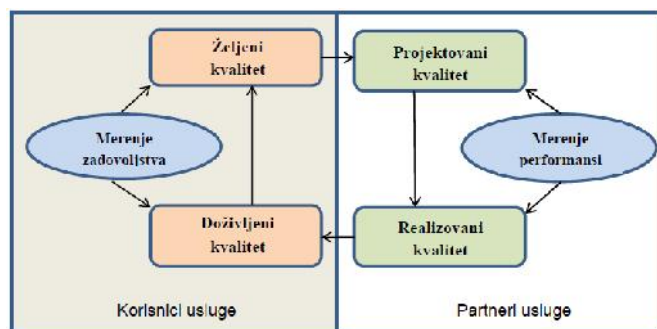
Dostupnost usluge i obezbeđivanje adekvatnih kapaciteta su među najvažnijim elementima pogodnosti, naročito u veoma gusto naseljenim gradskim sredinama. Najbitnija merila obuhvataju frekventnost, vremensku raspoloživost, mrežu linija, pouzdanost (omogućiti putnicima da na željenu destinaciju stignu na vreme) i udobnost. Za što veći u upotrebu javnog prevoza izuzetno je važno da javni prevoz bude dostupan svima, naročito ljudima koji imaju posebne potrebe. Dostupnost može da se meri prema tome koliko je lako doći na stanicu (stajalište) i oti sa nje, koliko je lako ući i izaći iz vozila i kupiti kartu.

Evropski standard EN13816 institucijama pruža koristan teorijski i praktični okvir za definisanje pogodnosti. Nudi preporuke za izradu metodologije definisanja ciljeva i merenja kvaliteta, i pruža detaljnu listu elemenata koji zajedno čine kvalitet usluge koja se pruža korisnicima. Lista elemenata može da pomogne institucijama da u obzir uzmu kompletan doživljaj putnika. Na primer, iako je trajanje putovanja najočevidniji aspekt pogodnosti, korisnicima je takođe bitna i dostupnost informacija ili vremenska raspoloživost [5].

5.1. PETLJA KVALITETA

Na slici 1 predstavljena je petlja kvaliteta opisana u standardu EN13816 koji definiše jasan proces što efikasnijeg obezbeđivanja usluga odgovara potrebama postojećih i potencijalnih korisnika i samim tim bude pogodna što je najviše moguće.

Petlja kvaliteta povezuje perspektivu klijenata (korisnika usluge – „Service Beneficiaries”) sa perspektivom radnika i rukovodilaca (partnera usluge – „Service Partners”) tako što definiše mere uz pomoć kojih bi odgovorna lica u gradu izašla u susret potrebama korisnika, i na taj način in maksimizovali pogodnost usluge. Postizanje cilja dobrog javnog prevoza treba da bude „minimalizovanje razlika“ između željenog kvaliteta, ciljanog kvaliteta, kvaliteta koji je pružen i doživljaja istog. [6]



Slika 1. Petlja kvaliteta usluge prema EN 13816.

Prva faza, „željeni kvalitet”, predstavlja idealnu uslugu koja bi podmirila potrebe korisnika - može se smatrati „maksimizacijom pogodnosti“. Važno je da institucije javnog prevoza razumeju potrebe korisnika, i, u idealnim uslovima,

pokušaju da pruže uslugu koja se najviše podudara sa tim potrebama – prema tome „ciljani kvalitet usluge“ treba da bude što približniji „željenom kvalitetu“.

Kvalitet usluge onako kako ga doživljavaju putnici obično odražava kvalitet koji zapravo jeste pružen, pa tako merenje zadovoljstva odražava odnos između pruženog kvaliteta i željenog kvaliteta, što je poslednja veza u spirali kvaliteta – ovo pokazuje u kojoj meri usluga odgovara očekivanjima putnika. Pošto zadovoljstvo povezuje doživljaj kvaliteta i željeni kvalitet, ne postoji direktna veza između zadovoljstva i isplanirane usluge (ciljanog kvaliteta). Zbog toga je moguće da je zadovoljstvo na niskom nivou čak i kada se nivo pružene usluge u potpunosti podudara sa ciljanim kvalitetom, odnosno, kada se sve odvija po planu.

6. ZAKLJUČAK

Povećanje kvaliteta javnog prevoza smanjenjem vremena putovanja je postepen i spor proces realizacije statičkih i dinamičkih parametara koji karakterišu javni prevoz kao sistem. Planiranje i projektovanje javnog prevoza mora polaziti od korisnika koji subjektivno ocenjuju kvalitet i imaju različite stavove i ponašanja.

Sistem razmišljanja korisnika javnog prevoza ide od cilja. Njihovi ciljevi se razlikuju, ali su jedinstveni po pitanju kvaliteta prevozne usluge i sistema u celini. Istraživanje koje bi se vršilo trebalo bi da obuhvata sve kategorije korisnika srazmerno statističkom uzorku, njihove objektivne stavove i subjektivna mišljenja, optimistički očekivanja i suočavanje sa realnim problemima, obradu odgovora dobijenih anketiranjem kao i ukraštanje pojedinih da bi se stvorila jasna slika trenutnog stanja.

Logično razmišljanje korisnika o značaju prevoza doprinosi tome da se oni preopredelili da plate više u cenu karte da bi dobili bolju uslugu. Lični dohodak građana ima uticaj na bihevioristički pristup kvalitetu sistema.

Svakako da postoji bolje rešenje za većinu problema, samo što to mi ne vidimo ili namerno okrećemo glavu pred tim. Nismo dovoljno spremni da bi ispratili uticaje spoljne sredine i promene u ambijentu koje generišu putovanja. Nema dobrog

sistema bez dobre usluge. Živimo u vremenu kada se prevoznike niko ne treba da pita, njihovo je samo da voze, pa je nemoguće očekivati da ekonomičnost i rentabilnost prevoza donosi visoku zaradu. Ipak realan pristup je moguće jedino na osnovu funkcionalnosti i efikasnosti javnog prevoza jer se jedino tako može govoriti o kvalitetu usluge, gledano sa strane korisnika i prevoznika koji ne može u potpunosti iskoristiti kapacitete vozila, ali on se ovde ništa ne pita. Permanentna analiza sopstvenih iskustava treba da ukaže na tendenciju koja nije u skladu sa planiranom organizacijom, kako bi se unapred pripremljenim merama moglo reagovati. Poverenje putnika se teško i dugoročno stiče, a naglo gubi!

LITERATURA

- [1] P. Gladovi, „Sistem kvaliteta u drumskom transportu“, udžbenik, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2013.
- [2] <http://www.iso.org>, International Organization for Standardization (ISO), na dan 20.09.2014.
- [3] A. Orojevi, „Ben marking u transportu putnika“, monografija, Zadužbina Andrejevi, Beograd, 2012.
- [4] M. Veselinovi, „Sistem kvaliteta u drumskom transportu“, udžbenik, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2008.
- [5] Anderson R., Condry B., Findlay N., Brage-Ardao R., Li H., Measuring and Valuing Convenience, Discussion paper No. 2013-16, Imperial College London, UK, 2013.
- [6] M. Stankovi, P. Gladovi, D. Bogičević, A. Martinović, M. Morović, „Analiza parametara kvaliteta usluge javnog gradskog prevoza putnika“, 8. Savetovanje sa meunarodnim učesnicima na temu: Saobraćajne nezgode, osiguranje vozila, procena štete, transport, obrazovanje, Zlatibor, 2014.

**OCENA ODRŽIVOSTI SCENARIJA UPRAVLJANJA OTPADOM PRIMENOM
VIŠEKRITERIJUMSKE ANALIZE**
**ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY OF WASTE MANAGEMENT SCENARIO US-
ING MULTI-CRITERIA ANALYSIS**

Biljana Milutinovi , *Visoka tehni ka škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Aleksandra Bori i , *Visoka tehni ka škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – *U današnje vreme razvijeni su različite metode i tehnologije za upravljanje otpadom. Za ocenu održivosti odre enog tretmana otpada, neophodno je sprovesti analizu svih uticajnih faktora: ekoloških, ekonomskih i društvenih. U ovom radu izvršena je ocena održivosti pojedinih tretmana otpada u gradu Nišu. Razvijena su etiri scenarija za tretman otpada koja obuhvataju slede e metode: deponovanje, kompostiranje, insineraciju, reciklažu i anaerobnu digestiju. Ocena održivost svakog scenarija izvršena je koriš enjem višekriterijumske analize, zasnovane na skupu kriterijuma (indikatora održivog razvoja): ekoloških, ekonomskih i društvenih. Za ocenu održivosti koriš ena je metoda analiti kih hijerarhijskih procesa (AHP metod) višekriterijumske analize.*

Ključne reči: Održivost, Tretmani otpada, Višekriterijumska analiza, Indikatori.

Abstract - *Today there are many waste management methods and technologies. To assess the sustainability of a certain waste treatment, it is necessary to carry out an adequate analysis of all influential criteria: environmental, economic and social. The presented study was carried out on the example of waste management in the city of Niš. The four waste treatment scenarios have been made based on the following methods which have been considered: disposal, composting, incineration, recycling and anaerobic digestion. Sustainability assessment of each scenario was performed based on multi-criteria analysis, founded on a set of sustainable indicators: environmental, economic and social. For assessing the sustainability of waste treatment scenario multi-criteria analysis the Analytic hierarchy process (AHP method) is used.*

Key words: Sustainability, Waste treatment, Multi-criteria analysis, Indicators.

1. UVOD

Problem vrstog otpada nije nov, ali je postao aktuelan sa porastom broja stanovnika i naglim razvojem tehnologije, što je dovelo do generisanja sve ve ih koli ina otpada. Poslednjih decenija vršena su različita istraživanja u cilju iznalaženja najoptimalnije metode za tretman otpada.

Od trenutka kada je održivi razvoj postao aktuelan u svim sferama života, posebna pažnja se poklanja oceni održivosti do sada razvijenih metoda za tretman otpada. Različita istraživanja su vršena u cilju razvijanja modela za ocenu održivosti tretmana otpada [1-3]. Kao mera održivosti tretmana otpada ustanovljeni su različiti indikatori održivog razvoja, koji su delimi no ili potpuno konfliktni i po prirodi veoma raznovrsni i izraženi u različitim jedinicama i podložni subjektivnoj proceni. Zbog toga se, kao alat za ocenu održivosti pojedinih tretmana otpada, višekriterijumska analiza name e kao odgovaraju i metod. Pogodnosti koje pruža višekriterijumska analiza u oceni održivosti tretmana otpada je što omogu ava koriš enje i kvalitativnih i kvantitativnih indikatora.

U literaturi se mogu na i različite višekriterijumske metode koje su primenjivane za ocenu održivosti tretmana

otpada [4,5]. Naj eš e koriš ene metode višekriterijumske analize za rangiranje scenarija upravljanja otpadom sa dobijanjem energije su: metod PROMETHEE, ELECTRE i AHP metod [6-10].

U ovom radu je izvršena ocena održivosti scenarija upravljanja otpadom u gradu Nišu. Razvijena su etiri scenarija upravljanja otpadom koja podrazumevaju slede e metode: deponovanje, kompostiranje, insineracija, reciklaža i anaerobna digestija. Ocena održivost svakog scenarija izvršena je koriš enjem višekriterijumske analize, zasnovane na skupu kriterijuma (indikatora održivog razvoja): ekoloških, ekonomskih i društvenih.

U sekciji dva predstavljena je metoda koja je koriš ena za ocenu održivosti scenarija upravljanja otpadom – metoda višekriterijumske analize, metoda analiti kih hijerarhijskih procesa (AHP). U sekciji tri dat je opis eksperimentalnog istraživanja, dok su u sekciji etiri predstavljeni rezultati i data diskusija dobijenih rezultata. Zaključak je dat u sekciji pet.

2. METODOLOGIJA

Metoda analiti kih hijerarhijskih procesa (AHP) kao metoda višekriterijumske analize se esto primenjuje za

donošenje odluka i rešavanje problema u oblasti upravljanja otpadom [11-13]. Metoda je bazirana na principima višekriterijumskog odlučivanja, gde se iz jedne raspoložive grupe alternativa bira najpovoljnija, a na osnovu definisanog broja kriterijuma za odlučivanje.

AHP metoda se sastoji od četiri osnovna koraka:

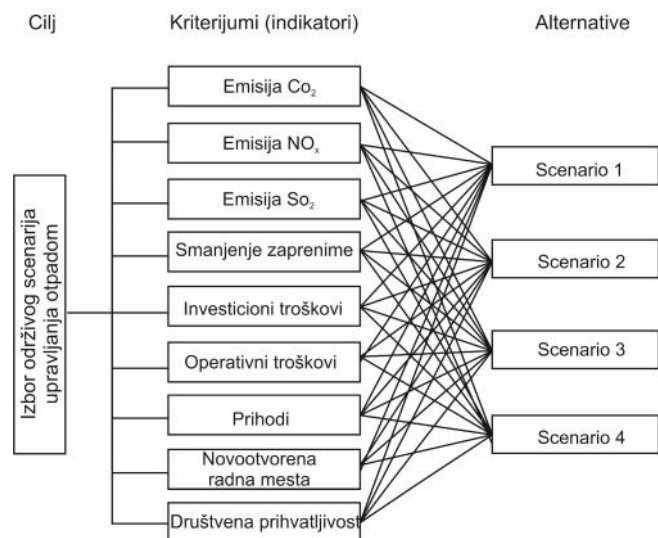
1. Napravi se hijerarhija modela problema odlučivanja s ciljem na vrhu, kriterijima i podkriterijima na nižim nivoima i alternativama (scenarijima) na dnu modela.

2. Na svakom nivou hijerarhijske strukture u parovima se međusobno uspoređuju elementi te strukture, pri čemu se davanje prvenstva donosioca odluke izražavaju uz pomoć odgovarajućih Saaty-jevih skale relativne važnosti {9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9}[14].

3. Iz procena relativnih važnosti elemenata odgovarajućeg nivoa hijerarhijske strukture problema pomoću odgovarajućeg matematičkog modela izračunavaju se lokalni prioriteti (težine) kriterija, podkriterija i alternativa, koji se zatim sintetiziraju u ukupne prioritete alternativa.

4. Vršiti se analiza osetljivosti.

Na slici 1 prikazana je hijerarhijska struktura za ocenu održivosti scenarija upravljanja otpadom u gradu Nišu, koja kao cilj ima izbor održivog scenarija upravljanja otpadom, za šta je korišćeno devet kriterijuma (indikatora održivog razvoja).



Slika 1. Hijerarhijska struktura za ocenu održivosti scenarija upravljanja otpadom.

3. EKSPERIMENTALNO ISTRAŽIVANJE

3.1. Scenariji

Podaci o količinama i sastavu generisanog otpada koji su korišćeni za razvijanje scenarija upravljanja otpadom preuzeti su iz Plana upravljanja otpadom Grada Niša do 2015. godine i literature [15].

Tabela 1. Sastav i godišnja količina otpada u gradu Nišu.

Otpad	Procentualni udeo (%)	Godišnja količina (t/god)
Otpad od hrane	33.7	24,298

Dvorišni otpad	10.4	7,494
Papir	15.3	11,031
Plastika	17.7	12,762
Staklo	5.1	3,677
Metal	1.9	1,370
Ostalo	15.9	11,464
Ukupno	100.0	72,100

U ovom radu, razvijena su četiri scenarija upravljanja otpadom korišćenjem sledećih tretmana: recikliranje, kompostiranje, anaerobna digestija, insineracija otpada sa dobijanjem energije i deponovanje otpada.

Scenario 1: Osnovni scenario koji odgovara trenutnoj situaciji u gradu Nišu: 68,440 t otpada se deponuje na deponiju, dok se samo 3,560 t otpada reciklira (metal i staklo). Godišnja kilometraža kamiona za sakupljanje otpada 109,500 km, a kamiona za sakupljanje reciklablnog otpada 8,900 km. Kamioni koriste dizel gorivo sa efikasnošću od 2.5 km/l. Energija koja se troši pri deponovanju 0.22 l/t. Energija koja se troši u postrojenjima za reciklažu: električna energija 25 kWh/t, gas 0.264 m³/t.

Scenario 2: Reciklabilni otpad (28,840 t) – plastika, staklo, papir i metal se reciklira. Organski otpad (31,790 t) se kompostira. Ostali otpad (11,464 t) se deponuje. Godišnja kilometraža kamiona za sakupljanje otpada 47,700 km, kamiona za sakupljanje reciklablnog otpada 17,196 km, a kamiona za sakupljanje organskog otpada 47,700 km. Energija koja se troši pri deponovanju 0.22 l/t. Energija koja se troši u postrojenjima za kompostiranje: električna energija 21 kWh/t.

Scenario 3: Staklo i metal (5,047 t) se reciklira, a ostali otpad (6,753 t) se šalje u kogenerativno postrojenje. Godišnja kilometraža kamiona za sakupljanje otpada 100,579 km, a kamiona za sakupljanje reciklablnog otpada 7,570 km. Stepenn korisnosti kogenerativnog postrojenja je 75 %. Energija koja se troši u kogenerativnom postrojenju: 70 kWh/t.

Scenario 4: Scenario koji predviđa najmanju količinu otpada za deponovanje – 17,809 t otpada (staklo, metal i plastika) se reciklira. Ostali otpad (54,291 t) se šalje u postrojenje za anaerobnu digestiju za dobijanje električne energije. Godišnja kilometraža kamiona za sakupljanje otpada 81,437 km, a kamiona za sakupljanje reciklablnog otpada 26,713 km. Sastav dobijenog biogasa: CO₂ 45%, CH₄ 55%. Stepenn korisnosti postrojenja za anaerobnu digestiju je 20 %. Energija koja se troši u postrojenju je 22 % dobijene energije.

3.2. Izbor i vrednovanje indikatora održivog razvoja

Izabrano je devet indikatora održivog razvoja. Ekološki indikatori: emisija CO₂ po toni otpada, emisija kiselih gasova (NO_x i SO₂) po toni otpada i smanjenje zapremine otpada. Ekonomski indikatori: investicioni troškovi, operativni troškovi i prihodi. Društveni indikatori: broj novootvorenih radnih mesta i društvena prihvatljivost pojedinih tretmana otpada.

Ekološki indikatori: Količina CO₂, NO_x i SO₂ koja se emituje u atmosferu pri tretiranju otpada priuzeta je iz

literature [15] u kojoj je za izra unavanje emisije ovih gasova koriš en Integrated Waste Management Model [16]. Procenat otpada koji ostaje za deponovanje nakon tretmana otpada tako e je izra unat koriš enjem Integrated Waste Management Model [16].

Ekonomski indikatori: Izra unavanje investicionih i operativnog troškova je ura eno na osnovu podataka koji važe u Evropskoj uniji [17], obzirom da u Srbiji još ne postoje postrojenja za kompostiranje, reciklažu, anaerobnu digestiju i insineraciju otpada. U okviru investicionih troškova u obzir su uzeti troškovi zemljišta, troškovi projektovanja i izgradnje postrojenja za tretman otpada, troškovi nabavke vozila za sakupljanje i transport otpada. U okviru operativnih troškovi u obzir su uzeti troškovi održavanja, troškovi radne snage, goriva i energije. Za izra unavanje prihoda u obzir su uzete tržišne cene komposta, cene elektri ne energije dobijene spaljivanjem otpada i anaerobnom digestijom.

Društveni indikatori: Broj novootvorenih radnih mesta je izra unat na osnovu podataka iz literature [18]. Društvena prihvatljivost je kvalitativni indikator koji se ne može meriti ve se koristi skala od 9 nivoa ustanovljena u AHP metodi [14] za vrednovanje ovog indikatora.

Vrednosti izabranih indikatora prikazani su u Tabeli 2.

Tabela 2. Vrednosti indikatora održivog razvoja.

Indikatori	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Emisija CO ₂ (kg/t)	701.48	-1184.35	247.64	-966.55
Emisija NO _x (kg/t)	-0.035	-1.793	0.336	-1.550
Emisija SO ₂ (kg/t)	-0.047	-2.422	-0.090	-1.982
Smanjenje zapremine (%)	4.65	80.59	90.48	95.69
Investicioni troškovi (€t)	8.90	16.70	59.10	24.40
Operativni troškovi (€t)	14.20	45.9	58.20	70.20
Prihodi (€t)	0.60	51.50	16.80	28.20
Novootvorena radna mesta	368	450	368	488

4. REZULTATI I DISKUSUJA

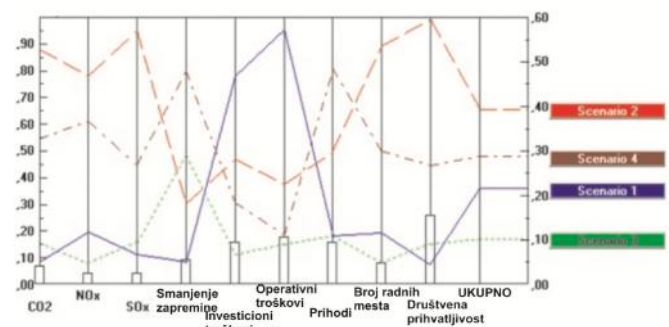
Nakon sprovedene procedure višekriterijumske analize AHP metode i upore ivanje parova indikatora, dobijeni su težinski koeficijenti kriterijuma koji su prikazani u Tabeli 3.

Tabela 3. Normalizovani težinski koeficijenti indikatora.

Indikatori	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Emisija CO ₂	0.003	0.0311	0.005	0.019
Emisija NO _x	0.004	0.016	0.002	0.012
Emisija SO ₂	0.002	0.019	0.003	0.009
Smanjenje zapremine	0.004	0.015	0.024	0.039
Investicioni	0.070	0.042	0.010	0.028

troškovi				
Operativni troškovi	0.096	0.038	0.015	0.019
Prihodi	0.016	0.044	0.016	0.072
Novootvorena radna mesta	0.008	0.039	0.004	0.022
Društvena prihvatljivost	0.011	0.150	0.023	0.068

Na slici 2 prikazano je rangiranje scenarija upravljanja otpadom nakon odre ivanja težinskih koeficijenata kriterijuma (indikatora održivog razvoja).



Slika 2. Rangiranje scenarija upravljanja otpadom.

Prema dobijenim rezultatima vidi se da je najbolje rangirani scenario sa aspekta održivosti, Scenario 2 koji predvi a reciklažu otpada (plastika, staklo, papir i metal) i kompostiranje organskog otpada.

Scenario 4 koji predvi a najmanju koli inu otpada za deponovanje rangiran je kao drugi, dok je tre e rangirani scenario Scenario 1, koji odgovara trenutnoj situaciji upravljanja otpadom u gradu Nišu. Scenario 3 koji predvi a insineraciju otpada rangiran je zadnji sa aspekta održivosti zbog velikih investicionih i operativnih troškova, kao i zbog loše društvene prihvatljivosti.

4.1. Analiza osetljivosti

Analiza osetljivosti se vrši u cilju ispitivanja uticaja pojedinih indikatora na rangiranje scenarija, obzirom da je proces me usobnog upore ivanja važnosti indikatora i svih elemenata hijerarhijske strukture subjektivan.

U analizi osetljivosti ispitivani su slede i grani ni slu ajevi:

1. Svi indikatori imaju iste težinske koeficijente od 11.11%.
2. Svaki od indikatora ima težinski koeficijent 100%, dok svi ostali imaju težinski koeficijent 0%.
3. Grupa ekoloških indikatora ima ukupno težinski koeficijent 100% (svaki indikator ima težinski koeficijent 25%), dok ostale grupe indikatora imaju težinski koeficijent 0%.
4. Grupa ekonomskih indikatora ima ukupno težinski koeficijent 100% (svaki indikator ima težinski koeficijent 33.33%), dok ostale grupe indikatora imaju težinski koeficijent 0%.

5. Grupa društvenih indikatora ima ukupno težinski koeficijent 100% (svaki indikator ima težinski koeficijent 50%), dok ostale grupe indikatora imaju težinski koeficijent 0%.

Nakon sprovedene analize osetljivosti, rezultati pokazuju da je u slu ajevima 1, 3, 4 i 5 Scenario 2 najbolje rangiran sa aspekta održivosti, što pokazuje da je proces me usobnog upore ivanja važnosti indikatora i svih elemenata hijerarhijske strukture pravilno ura en. U slu aju 2 (koji ima 9 podslu ajeva), Scenario 2 je najbolje rangiran u 5 podslu ajeva, što tako e ukazuje na pravilno ura en postupak me usobnog upore ivanja važnosti indikatora.

5. ZAKLJU AK

U ovom radu, primenjena je AHP metoda višekriterijumske analize za ocenu održivosti scenarija za tretman otpada. Izbor indikatora održivog razvoja izvršen je na osnovu prepoznatih prioriteta ekoloških, ekonomskih i društvenih kriterijuma.

Dobijeni rezultati su pokazali da, u skladu sa odabranim indikatorima, najodrživiji scenario upravljanje otpadom je Scenario 2, reciklaža neorganskog otpada (plastika, staklo, papir i metal) i kompostiranje organskog otpada. Scenario koji se pokazao kao najmanje održiv je Scenario 3 (kombinacija reciklaže neorganskog dela otpada i insineracija preostalog otpada), zbog visokih troškova i negativne društvene prihvatljivosti. Scenario koji predvi a najmanju koli inu otpada za deponovanje na deponiju, Scenario 4 (reciklaža neorganskog otpada i anaerobne digestije organskog otpada), nije najbolje rangiran u pogledu održivosti, uglavnom zbog relativno visokih troškova i niskih prihoda.

LITERATURA

[1] E.J. Wilson, F.R. McDougall, J. Willmore, *Euro-trash: searching Europe for a more sustainable approach to waste management*, Resour Conserv Recy, vol. 31, pp 327–346, 2001.

[2] P. Costi, R. Minciardia, M. Robba, M. Rovatti, R. Sacile, *An environmentally sustainable decision model for urban solid waste management*, Waste Manage, vol. 24, pp 277–295, 2004.

[3] M.-L. Hung, H.-W. Ma, W.-F. Yang, *A novel sustainable decision making model for municipal solid waste management*, Waste Manage, vol. 27, pp 209–219, 2007.

[4] S. Chenga, C.W. Chana, G.H. Huangb, *Using multiple criteria decision analysis for supporting decisions of solid waste management*, J Environ Sci Heal, vol. 37, pp 975-990, 2002.

[5] N. Roussat, C. Dujet, J. Mehu, *Choosing a sustainable demolition waste management strategy using multi-criteria decision analysis*, Waste Manage, vol. 29, pp 12–20, 2009.

[6] A. Karagiannidis, N. Moussiopoulos, *Application of ELECTRE III for the integrated management of municipi-*

pal solid wastes in the Greater Athens Area, Eur J Oper Res, vol. 97, pp 439-449, 1997.

[7] A. Karagiannidis, A. Papageorgiou, G. Perkoulidis, G. Sanida, P. Samaras, *A multi-criteria assessment of scenarios on thermal processing of infectious hospital wastes: A case study for Central Macedonia*, Waste Manage, vol. 30, pp 251–262, 2010.

[8] M. Herva, E. Roca, *Ranking municipal solid waste treatment alternatives based on ecological footprint and multi-criteria analysis*, Ecol Indic, vol. 25, pp 77-84, 2013.

[9] E. Triantaphyllou, S.H. Mann, *Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges*, Int J Ind Eng-Appl P, vol. 2, pp 35-44, 1995.

[10] M.A.A Samah, L.A. Manaf, N.I.M. Zukki, *Application of AHP Model for Evaluation of Solid Waste Treatment Technology*, Int J Eng Tech, vol. 1, pp 35-40, 2010.

[11] J.D. Nixon, P.K. Dey, S.K. Ghosh, P.A. Davies, *Evaluation of options for energy recovery from municipal solid waste in India using the hierarchical analytical network process*. Energy; vol. 59, pp 215-223, 2013.

[12] D.G. Feo, D.S. Gisi, *Using an innovative criteria weighting tool for stakeholders involvement to rank MSW facility sites with the AHP*. Waste manage, vol. 30, pp 2370-2382, 2010.

[13] F. Contrerasa, K. Hanaki, T. Aramaki, S. Connors, *Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholders preferences for municipal solid waste management plans, Boston, USA*, Resour Conserv Recy, vol. 52, No 7, pp 979–991, 2008.

[14] T.L. Saaty, *Decision making with the analytic hierarchy process*, Int J Serv Sci, vol. 1, pp 83–98, 2008.

[15] G. Stefanovi , D. Markovi , *Life cycle assessment of municipal solid waste management: case study of Nis, Serbia*, In Proc The 24th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Systems, pp 3930-3937, 2011.

[16] Integrated Waste Model – Available at: <http://www.iwm-model.uwaterloo.ca/> [accessed 10.1.2013].

[17] K. Tsilemou, D. Panagiotakopoulos, *Approximate cost functions for solid waste treatment facilities*, Waste Manage Res, vol. 24, pp 310–322, 2006.

[18] *Employment Effects of Waste Management Policies*, Final Report – January 2001, Risk & Policy Analysts Limited – Available at: <http://ec.europa.eu/environment/enveco/waste/index.htm> [accessed 8.2.2013].

ULOGA CAD SISTEMA U PROJEKTOVANJU PROIZVODA THE ROLE OF CAD SYSTEM IN PRODUCT DESIGN PROCESS

Milan Pavlović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Miloš Ristić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Vukašin Pavlović, *Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, Niš*

Sadržaj - U ovom radu je prikazan proces projektovanja medicinskog uređaja beskona ne pokretne trake upotrebom CAD softvera SolidWorks. U procesu projektovanja, izvršeno je konceptualno i funkcionalno definisanje konačnog proizvoda pomoću CAD softvera, odnosno, definisan je koncept uređaja i izvršeno je modeliranje i simulacija opterećenja kritičnih delova uređaja. Cilj simulacije bio je da se utvrdi da li kritični delovi mogu podneti odgovarajuće opterećenje koje potiče od kretanja pacijenta po pokretnoj traci. Rezultati simulacije su pokazali da je celokupan model proizvoda, sa svim kritičnim podsklopovima, prihvatljiv sa aspekta pouzdanosti i sigurnosti u radu. Na osnovu toga, a prema projektnoj dokumentaciji, uređaj je proizveden i testiran u medicinskoj ustanovi, u realnim uslovima, gde su dobijeni zadovoljavajući rezultati, a uređaj i danas uspešno radi.

Ključne reči: Projektovanje. Pokretna traka. CAD. Simulacija.

Abstract - In this paper, design process of medical device treadmill, using of CAD software SolidWorks is presented. In framework of design process, concept and functional defining of final product was performed, i.e. device concept was defined and modeling and load simulation of critical device parts was performed. Goal of simulation was determining if critical parts can withstand load that comes from patient's movement on treadmill. Results of simulations showed satisfying characteristics of critical parts. Based on that and according to the design documentation, device was produced and tested. Testing process was performed in medical institution in real conditions, results were satisfying, and device successfully works.

Key words: Design process. Treadmill. CAD. Simulation.

1. UVOD

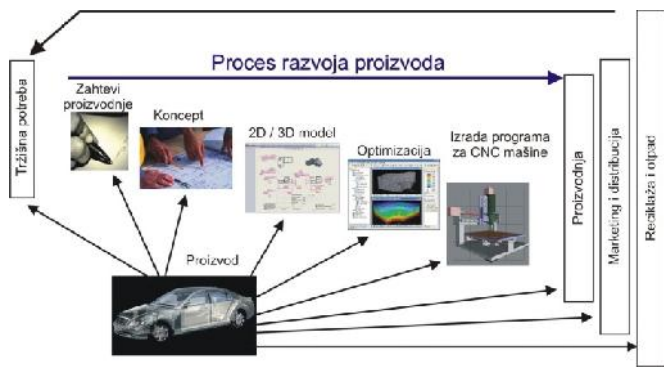
Danas, kada se proizvodi i utrkuju u primeni inovacija kako bi finalni proizvod bio potpuno adekvatan zahtevima tržišta [1], proces projektovanja [2], razvoja i izrade proizvoda [3] je nezamisliv bez upotrebe računara i savremenih softvera [4, 5]. Kao rezultat stalnih težnji ka bržoj i savremenijoj proizvodnji, razvijen je virtuelni razvoj proizvoda (engl. *virtual prototyping*) [6, 7] kao metod prevođenja fizičkog proizvoda (sklopa ili mašinskog dela) iz proizvodnog prostora u prostor projektovanja inženjerskog sistema, upotrebom računara podržanih oblasti, tzv. CA (engl. *Computer Aided*) discipline. Tehnologije virtuelnog proizvoda [6] koriste tzv. integrisani model proizvoda npr. baza STEP¹ zapisa, u kome treba da budu smešteni svi relevantni podaci proizvodu koji su potrebni za rad sistema za računarski podržani razvoj proizvoda - CAPD² (engl. *Computer Aided Product Development*).

Sa stanovišta teorije proizvoda [8] mogu se navesti brojni faktori koji utiču na proces projektovanja proizvoda: porast društvenih potreba iskazan tržišnim zahtevima, skraćeno vreme projektovanja i izrade proizvoda, smanjenje veka trajanja proizvoda, upotreba zahtevanih ili reciklažno prihvatljivih materijala, zahtevi za kvalitetom rastu a troškovi proizvoda se moraju smanjivati, itd. Ovakav mnogostruki uticaj na proces projektovanja za proizvodnju - DFM (engl. *Design for manufacturing*) [9, 10], kompleksnost procesa, kao i širina potrebnih znanja zahtevaju multidisciplinarnu timove stručnjaka koji rade simultanim radom na razvoju proizvoda [11, 12], sagledati sve potrebne zahteve i ostvariti najviše uštede u životnom ciklusu izrade proizvoda [13].

Rezultati istraživanja, kao i iskustva iz industrije naglašavaju potrebu integracije informacionih tokova u proces izrade proizvoda (Slika 1), gde je deo proces projektovanja i konstruisanja [14]. Savremeno projektovanje se ne može zamisliti bez upotrebe CAD/CAE softvera. Računarski podržano projektovanje - CAD (engl. *Computer Aided Design*) je softverski alat [15], koji u kombinaciji sa drugim alatima, kao npr. CAE (engl. *Computer-Aided Engineering*) [16], predstavlja jedan deo celokupne aktivnosti razvoja digitalnih (virtuelnih) proizvoda u okviru upravljanja životnim ciklusom proizvoda [17].

¹ STEP (engl. *Standard for The Exchange of Product model data*) je ISO standard (ISO 10303) za razmenu podataka o proizvodima i procesima. Njegov je uloga obezbeđivanje podrške automatizaciji projektovanja u industrijskom okruženju. STEP uzima u obzir sve podatke iz životnog ciklusa proizvoda.

² U literaturi se pored akronima CAPD može naći i akronim CAx (engl. *Computer-Aided Technologies*). Oba akronima označavaju skup sistema za projektovanje proizvoda i proizvodnih procesa pomoću računara (CAD, CAE, CAPP, CAM, itd.).



Slika 1. Proces izrade proizvoda [14].

U ovom radu je predstavljen proces projektovanja i izrade medicinskog uređaja – beskonačne pokretne trake, korišćenjem CAD softvera za izradu 3D modela i simulaciju opterećenja određenih delova uređaja. Na ovaj način se, pre izrade samog proizvoda, virtuelni proizvod ispituje u simuliranim uslovima rada, slično realnim opterećenjima i uslovima eksploatacije, čime se ostvaruju znatne uštede neizradom (velikog broja) prototipova.

U toku rada, izvršeno je konceptualno definisanje proizvoda u saradnji sa stručnjacima iz odgovarajuće naučne oblasti. Zatim je medicinski uređaj funkcionalno definisan korišćenjem CAD softvera. Funkcionalnim definisanjem je obuhvaćena izrada modela uređaja i simulacija opterećenja kritičnih delova uređaja. Nakon toga, izvršena je analiza rezultata simulacije i diskutovana zaključna razmatranja.

2. PRIMENA CAD SOFTVERA NA MODELU BESKONAČNE POKRETNOSTI TRAKE

Funkcionisanje moderne medicine bez upotrebe uređaja koji omogućavaju brže, bolje i sigurnije rukovanje je nezamislivo. Uloga modernih uređaja u medicini je veoma važna, pogotovu u rizici u oblastima kao što su hirurgija, radiografija, rehabilitacija, itd. Sa druge strane, razvoj i testiranje medicinskih uređaja je veoma složen proces koji mora biti izvršen veoma brzo i kvalitetno, obzirom na specifičnost njihove uloge i specijalnih uslova u kojima treba da rade. Zbog toga je upotreba CAD softvera u procesu projektovanja i izrade medicinskih uređaja neophodna, jer smanjuje vreme projektovanja i testiranja kroz korišćenje metode "virtual prototyping" [18, 19, 20].

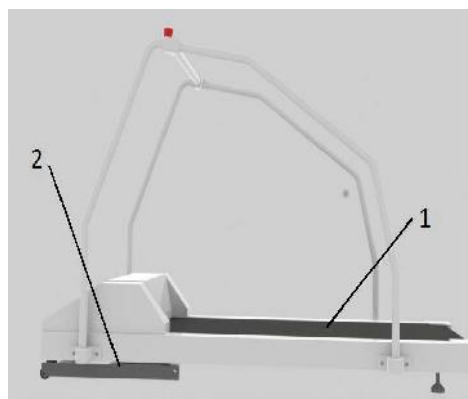
Značaj upotrebe CAD softvera se može ista i kroz prikazan proces projektovanja i izrade medicinskog uređaja – beskonačne pokretne trake, koji se sastoji od konceptualnog i funkcionalnog definisanja konačnog proizvoda [21]. Cilj konceptualnog definisanja je da se utvrdi tehnika rešenja proizvoda koje će izvršiti zadate zahteve, dok funkcionalno definisanje obuhvata korišćenje CAD softvera u procesu projektovanja uređaja i njegovo testiranje u realnim uslovima nakon izrade.

Obzirom na primenu beskonačne pokretne trake u kardiologiji [22], definisanje koncepta beskonačne pokretne trake je izvršeno na osnovu zahteva i konsultacija sa lekarom – specijalistom kardiologije. Definisane su dve funkcije uređaja, rotacija beskonačne pokretne trake i elevatorno kretanje (promena ugla) uređaja.

Nakon toga, izvršeno je funkcionalno definisanje uređaja. U okviru toga, određene su potrebne sile za izvršavanje

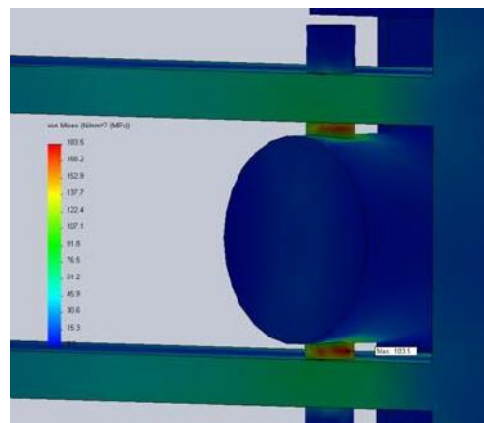
funkcija, i na osnovu toga su definisani i izabrani odgovarajući i pogonski elementi, elementi za prenos snage, kao i izvršni i pomoćni elementi uređaja. U sledećoj fazi izvršeno je potpuno definisanje i dimenzionisanje elemenata i podskloпова uređaja, nakon čega je izvršeno modeliranje uređaja korišćenjem softverskog paketa SolidWorks.

Modeliranje uređaja je izvršeno na osnovu multy-body-systems teorije [23], gde je mehanički deo sistema definisan kao sklop tela koja su međusobno povezana zglobovima i koji omogućavaju linearno ili rotaciono kretanje, u zavisnosti od definisanih stepena slobode kretanja. U skladu sa definisanim funkcijama, uređaj je modeliran, tako da se sastoji iz dva podsklopa – podsklopa za rotaciju beskonačne pokretne trake i podsklopa za elevaciju, kako je i prikazano na slici 2.



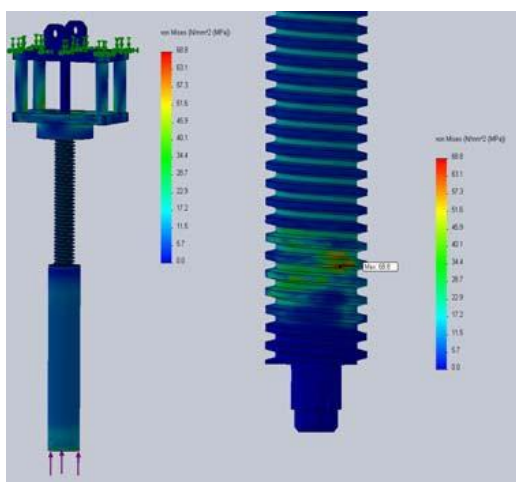
Slika 2. Podskloповi uređaja: 1) Podsklop za rotaciju beskonačne pokretne trake; 2) Podsklop za elevatorno kretanje.

Glavni problem u procesu projektovanja uređaja je bio dimenzionisanje podsklopa za elevatorno kretanje i to konstrukcije i pogonskog elementa, s obzirom na to da je funkcionalnim zahtevima predviđena potreba da ovaj podsklop podnese opterećenje nastalo od kretanja pacijenta po beskonačnoj pokretnoj traci u svim elevatorskim pozicijama. Zbog toga je izvršena simulacija opterećenja kritičnih delova uređaja, korišćenjem modula SolidWorks Simulation. Ovaj modul koristi prethodno izrađen 3D model i vrši simulaciju korišćenjem metode konačnih elemenata (MKE) [24]. Kao rezultat simulacije, dobijeni su grafički prikazi naponskog stanja podsklopa za elevaciju (Slika 3) i pogonskog elementa (Slika 4).



Slika 3. Naponsko stanje podsklopa za elevaciju - Kritična zona.

Na prikazima napona se mogu videti kriti ne zone, koje su označene crvenom bojom, sa odgovarajućim vrednostima napona.



Slika 4. Naponsko stanje pogonskog elementa.

Rezultati simulacije su pokazali da su dimenzionisanje podsklopa i usvajanje vrste i tipa materijala izvršeni pravilno, pa je uređaj, prema projektnoj dokumentaciji, proizveden (Slika 5) i testiran u realnim uslovima u odgovarajućoj medicinskoj ustanovi, gde i danas, bez problema, radi.



Slika 5. Proizvedeni uređaj.

3. ZAKLJUČAK

Novi pravci u projektovanju i razvoju proizvoda, zahtevaju korišćenje bržeg i savremenijeg pristupa. To obuhvata smanjenje troškova u svim delovima procesa, smanjenje vremena razvoja, izrade i ispitivanja proizvoda uz upotrebu kvalitetnijih materijala i korišćenje savremenih tehnologija. Iz tih razloga, dolazi do integracije informacionih tehnologija u proces projektovanja i izrade proizvoda. Savremeno projektovanje podrazumeva obavezno korišćenje CAD/CAE softvera koje ima mnoštvo prednosti. Glavna prednost korišćenja CAD softvera u procesu projektovanja proizvoda se ogleda u mogućnosti lakše i brže izmene koncepta i karakteristika proizvoda bez prethodne proizvodnje prototipa.

Virtuelni ili digitalni model proizvoda zapisan u STEP format, obezbeđuje da pored podataka o geometriji, u model

proizvoda unesemo i znanje o celokupnom životnom ciklusu proizvoda, ime CAD softver dobija svoju nadogradnju različitim modulima kao i pojedinim bazama znanja – što predstavlja osnovu za rad ekspertnih sistema koji odlučuju o modelu proizvoda.

Upravo ta prednost je iskorišćena u ovom radu, gde je prikazana primena CAD softvera u procesu projektovanja medicinskog uređaja beskonačne pokretne trake. Nakon izvršenog konceptualnog definisanja konačnog proizvoda uz saradnju stručnjaka iz oblasti kardiologije, izvršeno je funkcionalno definisanje. U okviru toga, uređaj je modeliran u softveru SolidWorks i izvršena je simulacija kritičnih delova uređaja upotrebom modula SolidWorks Simulation.

Rezultati simulacije su pokazali da kritični delovi uređaja imaju zadovoljavajuće karakteristike, pa je uređaj, prema projektnoj dokumentaciji, proizveden i testiran u realnim uslovima gde i danas radi.

Na osnovu toga, može se zaključiti da je upotreba informacionih tehnologija sastavni deo procesa savremenog projektovanja i izrade proizvoda, a sama upotreba CAD softvera ima značajnu ulogu kroz više prednosti koje utiču na poboljšanje karakteristika konačnog proizvoda.

LITERATURA

- [1] G. Devedži, *CAD/CAM tehnologije*, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2006.
- [2] G. Boothroyd & A. H. Redford, *Mechanized Assembly*, McGraw-Hill, London, 1968.
- [3] Boothroyd G., & Radovanovic P., *Estimating the cost of machined components during the conceptual design of a product*. Annals of CIRP, 38 (1), 157., 1989.
- [4] U. S. Congress, Office of Technology Assessment, *Computerized manufacturing automation*, DIANE Publishing, p. 48., 1994.
- [5] M. Mani, D. Spasi, *Numerički upravljane mašine*, Mašinski fakultet Niš i Viša tehnička škola u Nišu, Niš, 1998.
- [6] Erastos F., and B. Eion, *Towards the smart organization: An emerging organizational paradigm and the contribution of the European RTD programs*, Journal of Intelligent Manufacturing 12, pp. 101–119., 2001.
- [7] Lawrence A., *VM User Workshop Final Report, V2*, Virtual Manufacturing User Workshop, Dayton. pp. 2., 1994.
- [8] V. Miltenovi, *Razvoj proizvoda: strategija, metode, primena*, Mašinski fakultet u Nišu, Niš, 2003.
- [9] Gupta S. K., Nau D. S., *Systematic approach to analyzing the manufacturability of machined parts*, Computer Aided Design, Volume 27, Issue 5, pp: 323-342., May 1995.
- [10] D. Hsiao, *Feature Mapping and Manufacturability Evaluation with an open set feature modeler*. PhD thesis, Mechanical Engineering, Arizona State University, Tempe, Arizona, 1991.
- [11] Domazet D., *Concurrent Design and Process Planning of Rotational Parts*, Annals of the CIRP, Vol. 41/1, str. 181 – 184., 1992.

- [12] Shehab E. M., Abdalla H. S., *Manufacturing cost modelling for concurrent product development*, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Vol. 17, pp. 341-353., 2001.
- [13] 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.
- [14] Risti M., *Projektovanje proizvoda sa aspekta tehnologi nosti*, Magistarski rad, Mašinski fakultet u Nišu, 2012.
- [15] Akman V., ten Hagen W.J.P., Tomiyama T., *A fundamental and theoretical framework for an intelligent CAD system*, Computer-Aided Design, Vol. 22, No. 6., pp. 352-367., 1990.
- [16] Venkatachalam, A. R. Mellichamp, J. M. and Miller, D. M., *A knowledge-based approach to design for manufacturability*, Journal of Intelligent Manufacturing, vol. 4, pp. 355–366. 1993.
- [17] Karthik R. et al., *Integrated Sustainable Life Cycle Design: A Review*, Journal of Mechanical Design, vol. 139, Issue 9, ASME – The American Society of Mechanical Engineers, 2010.
- [18] M. Milošević, S. Mladenović, S. Popić, G. Čorović, *Contemporary Approach of Computer Aided Design of Universal Radiography System*, In. Proc. of International Scientific-expert Conference INFOTEH-JAHORINA 2011, pp. 59-63, 2013.
- [19] M. Milošević, M. Tomić, A. Milojević, S. Mladenović, G. Čorović, *Application of CAD Software for Developing new Radiography Positioner System*, In. Proc. of International Scientific-expert Conference INFOTEH-JAHORINA 2013, 2013.
- [20] M. Milošević, V. Pavlović, M. Tomić, M. Pavlović, M. Banić, *Utilization of CAD software for developing blood filtration system*, In. Proc. of the Eight International Symposium "KOD 2014", pp. 93-96, 2014.
- [21] V. Pavlović, M. Milošević, M. Pavlović, G. Čorović, *Use of CAD software in developing mechatronic medical devices in example of Treadmill*, In. Proc. of International Scientific-expert Conference INFOTEH-JAHORINA 2011, pp. 517-521, 2011.
- [22] LM Giangregorio, AL Hicks, CE Webber, SM Phillips, BC Craven, JM Bugaresti and N McCartney, *Body weight supported treadmill training in acute spinal cord injury: impact on muscle and bone*, Spinal Cord (2005) 43, 649–657
- [23] W. Schiehlen, *Advanced Multibody Systems Dynamics*, Kluwer Academic 1993.
- [24] R. D. Cook, *Concept and application of finite element analysis*, New York: Wiley 1989.

PROCENA TEHNOLOGI NOSTI KONSTRUKCIJE UPOTREBOM TEHNI KIH ELEMENATA

CONSTRUCTION MANUFACTURABILITY ASSESSMENT USING FEATURES

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

Sadržaj – Tehnologija nastanka konstrukcije kao mera izradljivosti proizvoda veoma je važna u uslovima današnje proizvodnje i potrebe da se proizvod nađe na tržištu u najkraćem vremenskom roku i sa konkurentnom cenom. U ovom radu biće opisan značaj projektovanja proizvoda upotrebom tehničkih elemenata kako bi se izvršila rana procena tehnološke nosti adekvatnim softverom. Savremeni softveri omogućuju implementaciju znanja o proizvodu i procesima u sam model, čime geometrijski model proizvoda postaje virtuelni model proizvoda sa svim neophodnim elementima da si isti može proizvesti. Na kraju rada, dat je primer procene tehnološke nosti konstrukcije pomoću softvera koji pomaže projektantu u procesu donošenja konačne odluke.

Ključne reči: Procena tehnološke nosti, Tehnički element, Virtuelni model proizvoda.

Abstract - Construction manufacturability as a measure of product manufacturability is very important in terms of contemporary production and the need that the product is on the market as soon as possible and with a competitive price. This paper will describe the importance of product design using features in order to perform early manufacturability assessment using adequate software. Modern software enables implementation of the knowledge about product and processes into the model itself, by means of which product geometrical model becomes product virtual model with all the elements necessary to produce the model. At the end of the paper, there is an example of construction manufacturability assessment using software which helps a designer in the process of final decision making.

Key words: Manufacturability assessment, Feature, Product virtual model.

1. UVOD

Projektovanje zasnovano na tehničkim elementima (**engl. Feature**) [1, 2, 3] sastavni je deo svakog savremenog procesa razvoja i izrade proizvoda [4]. Upotreba savremenih CAD softvera [5, 6] omogućuje projektantu da u geometrijski model proizvoda unese i znanje o proizvodu [7]. Na taj način projektant integriše izvesne osobine i atribute proizvoda sa tehnologijom izrade, procesima planiranja proizvodnih tokova, pa sve do same distribucije proizvoda, čine i tako ranu procenu tehnološke nosti proizvoda dostupno svim članovima tima, što u mnogome olakšava svaki od procesa donošenja odluka o proizvodu [8, 9].

Sam tehnički element nije sam po sebi dovoljan. Preduslov kvalitetnom virtuelnom modelu proizvoda zasnovan je na parametarskom projektovanju upotrebom tehničkih elemenata [10]. Adekvatne relacije i druge zavisnosti obezbeđuju ugradnju znanja [7] čime se dalje obezbeđuju moguće simuliranja uslova eksploatacije i obavljanja potrebnih analiza i ispitivanja. Dodavanjem ekspertnih sistema [11, 12] i različitih modela zaključivanja pomoću veštačke inteligencije [13, 14], savremeni CAD/CAM sistemi obezbeđuju ogromne uštede u razvoju proizvoda, a procenjivanje tehnološke nosti konstrukcije time

se podiže na viši nivo, pa same izmene ili varijacije idejnih rešenja postaju stalni predmet razmatranja.

Ovaj rad opisuje postupak procene tehnološke nosti konstrukcije zasnovan na upotrebi tehničkih i tehnoloških elemenata (formi). Kreiranjem pravila pomoću VB skripta i dodavanjem elektronskih kataloga u formi excel dokumenata obezbeđeno je da softver zaključuje i ponaša se savetodavno. U radu je prikazan proizvod modeliran pomoću CATIA V5 sa pravilima unetim u modul Knowledge-er-a, što čini ovaj softver savremenim PLM sistemom.

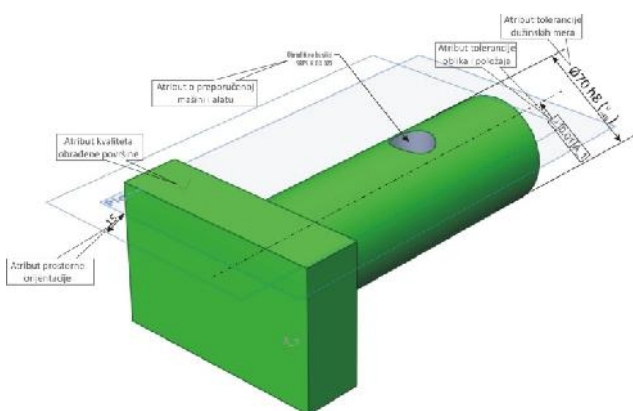
U radu su definisani atributi i prikazane određene osobine tehničkih elemenata. Zatim je izvršena podela sistema za analizu tehnološke nosti na osnovu odgovarajućih karakteristika, prikazana upotreba tehničkih i tehnoloških elemenata u proceni tehnološke nosti i primer rada virtuelnog tehnološkog savetnika. Na kraju rada su dati odgovarajući zaključci sa diskusijom.

2. ATRIBUTI I OSOBINE TEHNIČKIH ELEMENATA

Tehnički elementi sadrže određene osobine kojima su detaljnije opisani ili povezani sa drugim tehničkim elementima u kompletnom modelu proizvoda. Informacija o određenoj osobini tehničkog elementa zapisana je u atributu tehničkog elementa. Atributi objekta bi trebalo da

oblikuju „vrednosne“ osobine tehni kog elementa. Ove osobine menjaju vrednost (stanje) tokom vremena, ime atributi postaju objekti nekog tipa atributa, koji definiše mogu e vrednosti posmatranog atributa. Nasuprot tome, relacije se koriste da oblikuju osobine koje nisu sastavni delovi tehni kog elementa. Pristup koji podrazumeva fizi ko modeliranje pr a eno je ve inom postoje ih objektno orijentisanih metoda, dok su objektno orijentisano modeliranje i implementacioni jezici esto bazirani na programskim pristupima orijentaciji objekta, sa naglaskom na objektima kao bazama podataka i operacija, na enkapsulaciji i na ponovnom koriš enju programskog koda [15].

Atributi tehni kog elementa mogu biti lokacija (pozicija, koaksijalnost i simetri nost), orijentacija, dimenzije, oblik, hrapavost ili tolerancije. Atributi koji karakterišu vezu dva tehni ka elementa nose informacije me usobnom postavljanju, geometrijskim uslovima ili kompatibilnosti. Atributi geometrijskim entitetima mogu da sadrže kvalitet odre ene površine ili toleranciju oblika (pravost, ravnost, kružnost, cilindri nost, itd.). Primeri za relacije izme u dva entiteta su susednost i me usobna orijentacija (paralelnost, upravnost i ugaonost) prikazani su na slici 1 [15]. Atributi sklopova mogu, pored ostalog, da sadrže informacije kao što su: sklopne površine, tolerancije sklopa dužinskih mera (složene tolerancije), naleganja, preklopi/zazori, me usobna orijentacija. Atributi dela mogu da sadrže specifikacije materijalu, broju dela, ili administrativne podatke.



Slika 1. Prikaz atributa tehni kih elemenata [15].

Asocijativnost izme u entiteta pri definisanju proizvoda posledica je primene tehni kih elemenata i odnosi se na mogu nost da razli ite aplikacije koje rade sa modelom proizvoda mogu koristiti informacije i ograni enja koja se ugra uju u tehni ke elemente tokom drugih CAPD (CAx) procesa. Postoje informacije (podaci) o tehni kim elementima koje nisu od velike važnosti u kontekstu definisanja geometrije, ali mogu da budu od zna aja u drugim aplikacijama. Ovi atributi mogu imati odre ene vrednosti ili tekstualni opis i mogu biti opisani u formi algoritamskih procedura, implementirani kao referenti elementi ili u formi matemati kih izraza napisanih u interpretabilnom jeziku i mogu se svrstati u grupu tzv. *ostalih atributa*.

2. PODELA SISTEMA ZA ANALIZU TEHNOLOGI NOSTI

Postoje tri primarne karakteristike [8] prema kojima se vrši podela sistema za analizu tehnologi nosti:

- **pristup** u razmatranju tehnologi nosti koji ovi sistemi koriste ugrubo se može podeliti na:
 - direktan pristup koji je zasnovan na upotrebi pravila i prover a; i
 - indirektan pristup je zasnovan na generisanju tehnološkog postupka, a zatim na modifikaciji raznih postupaka u cilju redukcije troškova tog postupka;
- **mere tehnologi nosti** kojima utvr uje stepen tehnologi nosti
 - Binarno ocenjivanje (0 ili 1 / ide ili ne ide / izradljiv ili neizradljiv / ...);
 - Kvalitativno ocenjivanje kojim se opisno ocenjuje tehnologi nost virtuelnog prototipa (slabo, dobro, odli no – izradljivo, i sl.);
 - Abstraktno-kvantitativno ocenjivanje izražava stepen tehnologi nosti dodeljivanjem numerikih vrednosti na abstraktnoj skali (npr. dodeljivanje indeksa tehnologi nosti u opsegu vrednosti od 0 do 1 i njihovo kombinovanje u kona nu ocenu takozvanom fazi logikom – engl. Fuzzy logic);
 - Vreme i troškovi kao mera tehnologi nosti oslanja se na pra enje dva najzna ajnija parametra tehnološkog procesa lako se kombinuju u zbirnu ocenu tehnologi nosti, ali ne mogu direktno pomo i konstruktoru u proceni da li je postigao zadovoljavaju i stepen tehnologi nosti proizvoda; i
- **Nivo automatizacije** procesa koji ukazuje na na in intereagovanja konstruktora sa sistemom (za proveru tehnologi nosti) i koji tip povratnih informacija se prosle uje prema konstruktoru.

U zavisnosti od trenutka u kome se vrši procena tehnologi nosti, možemo definisati dva pristupa: analiza tokom procesa projektovanja (on-line); i procena tehnologi nosti nakon završetka procesa konstruisanja (off-line) [16].

3. PROCENA TEHNOLOGI NOSTI POMO U TEHNI KO – TEHNOLOŠKIH ELEMENATA

Smanjenje troškova i složenosti izrade proizvoda su uglavnom karakteristike odre ene odlukama koje donosi konstruktor, dok inženjer koji planira i projektuje tehnološki proces može direktno uticati na veli inu troškova do 10% [17]. To je razlog, zbog koga se ranim analizama i procenama tehnologi nosti (koje imaju za cilj otkrivanje mogu ih proizvodnih problema) posve uje veliki zna aj. Kako bi se izbegli problemi u fazi izrade prototipova ili tokom pokretanja proizvodnje, pristupa se integraciji razvojnih poslova, od konstrukcije proizvoda do detaljnog projektovanja tehnologije izrade proizvoda.

Integrirani razvoj proizvoda je sistemski pristup razvoju kvalitetnih, tržišno konkurentnih proizvoda uz integrisanu primenu celovitih i multidisciplinarnih metoda uz upotrebu manuelnih i kompjuterski podržanih alata, ime se osigurava minimizacija pojava grešaka u svim, a posebno u ranim fazama razvoja, kao i projektovanje tehnologi nog proizvoda ve u prvoj iteraciji razvoja. I pored ovih prednosti, treba naglasiti da integralni razvoj nosi sa sobom velika ulaganja, te nije posebno adekvatan za mala preduze a.

Kod tzv. kvalitativnih tehnoloških analiza koje se obi no koriste zajedno sa tehnološkim elementima, razmatraju se slede a pitanja:

- Koji obradni procesi su neophodni da bi se izradio projektovani model? ,
- Da li su svi zahtevani proizvodni resursi (materijal, mašine, alati, stezni pribor, dodatni materijali itd.) raspoloživi? ,
- Da li je fizi ki mogu e primeniti sve potrebne obradne procese? ,
- Da li su utvr eni parametri tehnoloških elemenata u skladu sa pozitivnim iskustvima?

Odgovori na ova pitanja mogu biti ili binarnog tipa (da/ne; 1/0) ili su fuzzy vrednosti [18]. Deo može biti procenjen kao „dobar“ ili kao „loš“, ali bez jasnog pore enja i uo avanja razlike izme u dva dela koliko je jedan bolji ili lošiji od drugog.

Kvalitativne analize mogu biti sprovede putem primene pravila koja sadrže znanja iz oblasti tehnologije obrade. Obi no se upotrebljavaju if – then (ako-onda) pravila gde AKO – deo odre uje tehni ko-tehnološki element ili skup elemenata na koji se pravilo primenjuje, a ONDA – deo sadrži odgovaraju u akciju (direktni uticaj na menjanje parametara tehnoloških elemenata ili savetodavno izveštavanje korisnika). U najjednostavnijem slu aju pravilo se odnosi na jednu tehnološku operaciju i jedan tehnološki element. Na primer, pravilo:

AKO	<i>je tehnološki element N cilindri ni otvor pre nik otovora D je manji od odgovaraju e veli ine alata koji bi mogli da se iskoriste za izradu /pre nik burgije ve i od pre nika otvora/</i>
I	<i>otvor N nije tehnologi an</i>
ONDA	<i>otvor N nije tehnologi an</i>

odre uje tehnologi nost izvesnog žljeba u odnosu na mogu i izbor alata. Ovakvo pravilo je primenljivo u slu aju da je obradna operacija glodanje žljeba zahtevana operacija u nizu operacija koje ine proces izrade.

U zavisnosti od proizvodnog okruženja, deo pravila koji se odnosi na izbor alata može biti ograni en na izbor iz skupa alata koji su na raspolaganju u datom okruženju ili može uklju ivati skup alata koji se uopšte mogu nabaviti.

Pored binarne reakcije, pravila u vezi sa utvr ivanjem tehnologi nosti konstrukcije mogu izražavati i fuzzy [19], i kvalitativne vrednosti:

AKO	<i>je tehnološki element S1 žleb na površini A dela D;</i>
I	<i>S2 je tehnološki element žleb na površini A dela D;</i>
I	<i>dubina elementa S1 nije isti kao dubina S2;</i>
I	<i>da je kvalitet obra enih površina S1 i S2 u opsegu izme u N6 i N8;</i>
ONDA	<i>je mogu e izraditi deo D,</i>
I	<i>„razmotri mogu nost da dubine žlebova rupa (savet) S1 i S2 budu iste i istog kvaliteta obrade“</i>

Ovakvo pravilo vrši procenu tehnologi nosti dela kvalitativno u okviru mogu ih vrednosti: „dobro“, „mogu e“, „loše“, odnosno u opsegu izme u N6 i N8; ali i daje savet za uve anje tehnologi nosti.

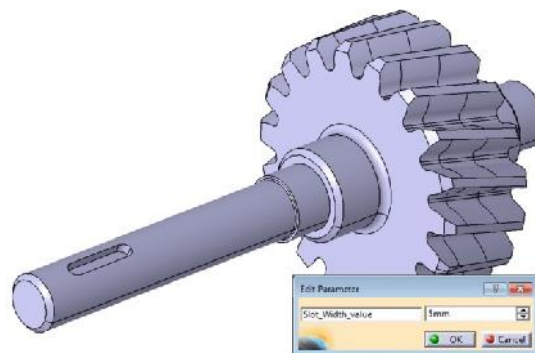
4. PRIMER RADA VIRTUELNOG TEHNOLOŠKOG SAVETNIKA

Svaki razvojni proces koristi ta no definisan domen znanja, pri emu se odre ena znanja nalaze u više domena, što zapravo zna i da se to znanje istovremeno koristi u više razvojnih procesa. Svaki od procesa koristi poseban CAX Template (novi CAX fajl) koji sadrži informacije i ugra eno znanje koje je potrebno ekspertu u razvojnom procesu. Ovi templejti, ija je uloga davanje virtuelnih saveta u razvojim procesima, nazvani su obrascima sa ugra enim znanjem (engl. *Knowledge Embedded Template* – KET) i predstavljaju odgovaraju i CAX zapis sa inicijalno ugra enim odgovaraju im sadržajem znanja (baza pravila i instant tabele) u formi korisni ki definisanog tehni kog elementa (engl. *User Defined Feature*).

Primer rada savremenog PLM sistema, kakav je CATIA V5, zasniva se na parametarski projektovanom CAD modelu proizvoda u koji su, pored podataka o geometriji, unešeni i atributi o samom virtuelnom modelu proizvoda.

Implementacija pravila i provera na modelu vratila sa zup anikom izvršena je uz pomo CATIA V5 integrisanog softverskog paketa za razvoj proizvoda koji poseduje modul Knowledgeware. Ovaj modul omogu uje projektantu da definiše odre ena pravila i procedure, s obziorn na to da je u model proizvoda uneto znanje o proizvodu (baze znanje, atributi, i sl.) Ugra ivanje prihva enog znanja u model zahteva potpuno razumevanje logike objektno orijentisanog programiranja i osnovno razumevanje objedinjenog jezika za modeliranje (engl. *Unified Modeling Language* – UML).

Navedeni primer objašnjava postupak pronalaženja najadekvatnijeg alata za proces obrade u fazi planiranja tehnološkog procesa. Projektant pokušava da na vratilu promeni širinu žleba za klin (slika 2).



Slika 2. Promena širine žleba za klin na vratilu sa zup anikom.

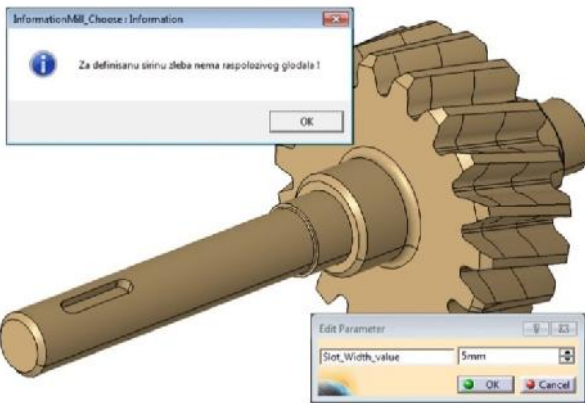
Kako je ovaj parameter (širina žleba) povezan adekvatnim pravilom sa bazom podataka o dostupnim alatima u samoj firmi, (u konkretnom slu aju re je o bazi dostupnih vretenastih glodala koja postoji u formi elektronskih kataloga, slika 3), ovaj modul izvrši e proveru mogu nosti zahteva i dati odgovaraju i odgovor.

Ovde Knowledgeware upravo ukazuje kolika je ušteda u razvoju proizvoda njegovom upotrebom, odnosno aktiviranjem pravila za pretraživanje baze alata.

Line	CUTTER_SIZE	TOTAL_LENGTH
1	8.000 mm	12.000 mm
2	8.000 mm	13.000 mm
3	20.000 mm	22.000 mm
4	12.000 mm	29.000 mm
5	31.000 mm	26.000 mm
6	16.000 mm	37.000 mm
7	20.000 mm	26.000 mm
8	22.000 mm	28.000 mm
9	25.000 mm	40.000 mm
10	30.000 mm	40.000 mm

Slika 3. Pravilo poziva prethodno kreiranu tabelu vretenastih glodala.

Baza alata je prethodno definisana u formi tabele (Excel baza), a Knowledgeware modul daje savet koriste i rezoluciju konflikta. Na osnovu definisanog pravila, i shodno izvršenoj proverbi, došlo se do toga da ne postoji odgovaraju e glodalo, pa je time i nemogu e smanjiti žirinu žleba sa 6mm na 5 mm. Kako je najmanje raspoloživo glodalo pre nika 6mm, reakcija Knowledgeware-a, prema prethodno definisanom obliku ima oblik prikazan na slici 4.



Slika 4. Prikazivanje informacije o glodanju (nepostojanju adekvatnog glodala).

Naknadnom izmenom i usklaivanjem parametara, projektant traži tehnologi no rešenje i do njega dolazi. U okviru dalje rezolucije konflikata mogu e su i preporuke tipa “izvršiti nabavku glodala” ili da ako postoji adekvatan alat Knowledgeware proceni vreme obrade ili koliko je vremena glodalo provelo u eksploataciji pa da na taj na in da preporuku koji alat koristiti iz grupe alata koji zadovoljavaju kriterijume pretrage, shodno dodatnim parametrima i relacionim uslovima.

5. ZAKLJU AK

Savremeni procesi razvoja proizvoda uklju uju multidisciplinarnu timove stručnjake koji svoje znanje i iskustvo integrišu u virtuelni model proizvoda. Na taj na in, uklju ivanjem svih eksperata u najraniju fazu projektovanja proizvoda, ostvaruje se najve e ušteda. Takav proces mora da prati adekvatna softverska podrška koja je zasnovana na CAD modelu i koja obezbe uje da se u proizvod unese dodatno znanje o proizvodu. Kreiranjem adekvatnih pravila i procedura zasnovanih na bazi unetih znanja obezbe uje se da softver vrši procenu tehnologi nosti tokom samog procesa projektovanja i razvoja proizvoda (on-line).

Dalje tendencije razvoja se mogu baviti semantikom modela ili uklju ivanjem paralelnih ekspertskih sistema za složenije procene, što je svakako plan daljih istraživanja.

LITERATURA

- [1] G. Devedži , *CAD/CAM tehnologije*, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2006.
- [2] 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.
- [3] Devireddy C. R., Ghosh K., *Feature-Based Modeling and Neural Networks-Based CAPP for Integrated Manufacturing*, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 12 (1), pp. 61-74., 1999.
- [4] V. Miltenovi , *Razvoj proizvoda: strategija, metode, primena*, Mašinski fakultet u Nišu, Niš, 2003.
- [5] Akman V., ten Hagen W.J.P., Tomiyama T., *A fundamental and theoretical framework for an intelligent CAD system*, Computer-Aided Design, Vol. 22, No. 6., pp. 352-367., 1990.
- [6] Chandrasekaran B., *A Framework for Design Problem-Solving*, Research in Engineering Design, Vol. 1, No. 2, pp. 75-86., 1989.
- [7] Stojkovic M., Manic M., Trajanovic M., *Knowledge-Embedded Template Concept*, CIRP - Journal of Manufacturing Systems, Vol. 34., No 1., 2005.
- [8] Gupta S. K., Nau D. S., *Systematic approach to analyzing the manufacturability of machined parts*, Computer Aided Design, Volume 27, Issue 5, May 1995.
- [9] Gupta S. K., Nau D. S., Regli W. C., Nau D., *Automated Manufacturability Analysis: A Survey*. Research in Engineering Design, 9 (3): 168-190., 1997.
- [10] Manic M., Miltenovic V., Stojkovic M., Banic M., *Feature Models in Virtual Product Development*, Strojišni vestnik, 56 (3). 2010.
- [11] Miller G. S., Colton J. S., *The Complementary Roles of Expert Systems and Database Management Systems in a Design for Manufacture Environment*, Engineering with Computers, Vol. 8, No. 3, pp. 139-149., 1992.
- [12] Studer R., Benjamins V. R., Fensel D., *Knowledge Engineering: Principles and methods, Data & Knowledge Engineering*, Vol. 25, pp. 161-197., 1998.
- [13] Blount G. N., Clarke S., *Artificial Intelligence and Design Automation Systems*, Journal of engineering Design, Vol. 5, No. 4, pp. 299-314., 1994.
- [14] Cagan J., Grossman I. E., Hooker J., *A Conceptual Framework for Combining Artificial Intelligence and Optimization in Engineering Design*, Research in Engineering Design, Vol. 9, No. 1, pp. 20-34., 1997.
- [15] Risti M., *Projektovanje proizvoda sa aspekta tehnologi nosti*, Magistarski rad, Mašinski fakultet u Nišu, 2012.
- [16] Risti M., Mani M, Cvetanovi B., *Manufacturability Analysis of Die-Cast Parts*, 34th International Conference on Production Engineering, Faculty of Mechanical Engineering Niš, 2011.
- [17] S. Kalpakjian, *Manufacturing Engineering and Technology*, 3rd edition, Addison-Wesley Publishing Company, 1995.
- [18] E. Cox, *The Fuzzy Systems Handbook*, AP Professional, 1995.
- [19] Young R.E., Giachetti R.E., Ress D., *Fuzzy constraint satisfaction in design and manufacturing*, Proceedings of the fifth IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 2, pp. 1106-1112., 1996.

RADNE POVRŠINE KAO REGULATOR BRZINE TE ENJA U ALATIMA ZA ISTOSMERNO ISTISKIVANJE PROFILA OD AL LEGURA

WORKING SURFACES AS REGULATORS OF FLOW SPEED IN DIES FOR ONE- WAY EXTRUSION OF AL-ALLOY PROFILES

Tomislav Marinković, Visokatehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj—U ovom radu posvećena je posebna pažnja konfiguraciji radnih površina alata za istosmerno istiskivanje profila i u njemu se prezentuju neki rezultati teorijsko-eksperimentalnih istraživanja u ovoj oblasti. Konfiguracija radnih površina alata za obradu materijala deformisanjem, odnosno njihov oblik, dimenzije i odnos segmenata radnih površina utiču na naponsko i deformaciono stanje koje se stvara u materijalu, što se sve odražava na pravilnost njegovog tečenja.

Ključne riječi: Matrice, radna dužina, radne površine, tečenje.

Abstract - In this paper is emphasized configuration of working surfaces of dies for one-way extrusion of profiles. There are also, some results of theoretical and experimental researches in this field. Configuration of working surfaces in dies for processing by deformation i.e., their shape, dimensions and segment ratio in working surfaces, have effect upon tension and deformation state produced in material, which is reflected upon regularity of material flow.

Key words: Dies, bearing, working surfaces, flowing.

1. UVOD

Projektant alata za istiskivanje profila od Al-legura u vrhu stanju polazi od zahteva kupca profila koji obično sadrži: definisan oblik profila, mere, tolerancije, kvalitet površine, vrstu i stanje materijala, elektrohemijsku zaštitu profila i sl. Projektant mora uzeti u obzir i elemente koji se odnose na raspoloživu opremu, tehnološke mogućnosti izrade alata, troškove izrade i slično. Prema tome, pri razmatranju i odlučivanju o konceptu alata i njegovoj konfiguraciji, moraju se imati u vidu svi parametri koji proizilaze iz postavljenih zahteva i raspoloživih mogućnosti.

Kao prvi problem pri projektovanju alata, koji se nameće projektantu je da izvrši ocenu deformabilnosti materijala koji se istiskuje. Ovo se može uraditi preko parametra deformabilnosti (f_d), po Rajtbergu uz primenu istraživanja stepena složenosti koji je definisao prof. Popović [1].

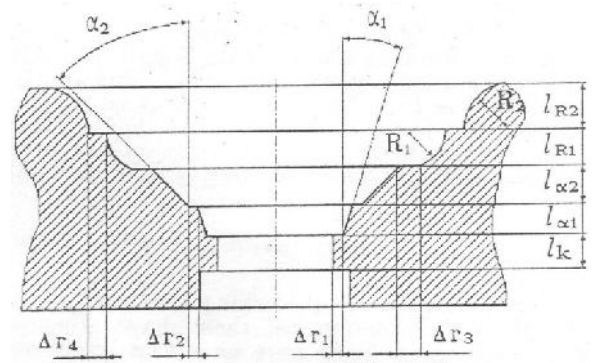
Struktura rada je sledeća. U sekciji 2 opisane su moguće varijante radnog otvora alata. Analiza tečenja materijala u matrici i upravljanje tečenjem radnim površinama prikazana je u sekciji 2. Sekcija 4 je zaključak a spisak korišćene literature je na kraju rada.

pa se u ovom radu razmatraju neki elementi konfiguracije alata koji utiču na tečenje materijala pri izradi profila od Al-legura istosmernim istiskivanjem, a posebno radne površine.

2. KONFIGURACIJA RADNOG OTVORA ALATA

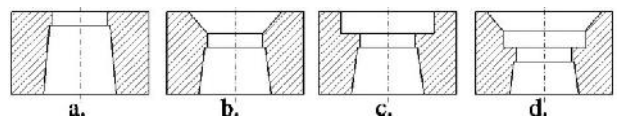
Oblik, veličina i položaj radnog otvora u matrici za istiskivanje određuju u osnovi, oblik i dimenzije profila. Međutim, na odvijanje procesa istiskivanja a time i na dobijanje krajnjeg rezultata – željenog profila utiče i veliki

broj faktora a dominantan je koncept i konfiguracija matrice. Savremeni način izrade radnog otvora i cele matrice za istiskivanje, posebno primenom elektroeroziona obrade sa masivnom i žičanom elektrodom, kao i primenom glodalica sa numeričkim upravljanjem, omogućuje da se dobiju radni otvori sa željenom tačnošću i sa mogućnošću relativno lake korekcije.



Slika 1. Kompleksni model matrice za istiskivanje.

Primena mašinske obrade visoke tačnosti iziskuje potrebu da se i proračun potrebnih dimenzija radnog otvora sprovede sa zahtevanom tačnošću, tako da se ne bi prepustilo alatničaru da ručno doteruje alat po svojoj osjećaju.



Slika 2. Konfiguracija ulivnog dela matrice za istiskivanje.

Pri projektovanju matrice za istiskivanje treba, pored ostalog, obratiti pažnju na:

- karakteristike prese za istiskivanje;
- izbor vrste alata;
- broj profila (žila) koji se istovremeno istiskuju;
- položaj profila na matrici za istiskivanje;
- oblik i dimenzije matrice;
- oblik ulazne površine otvora matrice za istiskivanje;
- debljine zidova profila koji se dobija istiskivanjem;
- veličinu kalibrirajućih (radnih) dužina.
- ukupnu visinu alata itd.

Tabela 1. Neki osnovni oblici matrice za istiskivanje

Osnovne varijante				
α_1	α_2	R_1	R_2	
0	0	0	0	
0	$0 < \alpha < \pi/2$	0	0	
0	$\pi/2 < \alpha < \pi$	0	0	
$0 < \alpha < \pi/2$	$0 < \alpha < \pi/2$	0	0	 $\alpha_1 > \alpha_2$ $\alpha_1 < \alpha_2$
$\pi/2$	$0 < \alpha < \pi/2$	0	0	
$\pi/2$	0	0	0	
$\pi/2$	$\pi/2 < \alpha < \pi$	0	0	
0	0	0	$R_2 > 0$	
0	0	$R_1 > 0$	0	
0	0	$R_1 > 0$	$R_2 > 0$	

Radi omogućenja sistematizovanog istraživanja optimalnog rešenja, formiran je kompleksni model matrice za istiskivanje, prikazan naslici 1, i u tabeli 1, dati su neki njegovi osnovni oblici.

Konfiguracija ulivnog dela matrice za istosmerno istiskivanje profila od Al-legura zavisi od vrednosti i redosleda površina koje definišu parametri: $\alpha_1, \alpha_2, R_1, R_2, l_1, l_2, l_{R1}, l_{R2}, r_1, r_2, r_3, r_4$ kompleksnog modela, pri emu postoje etiri generalna oblika, prikazana na slici 2, i to:

- matrica bez ulivnog dela ili ravna matrica za istosmerno istiskivanje, prikazana na slici 2a;
- matrica sa ulivnim delom u obliku levka, prikazana na slici 2b;
- matrica sa predkomorom, prikazana na slici 2c;
- kombinovana matrica, koja se sastoji od predkomore i levkastog ulivnog dela, prikazana na slici 2d.

U pogledu izrade matrica može biti:

- jednodelna i
- višedelna.

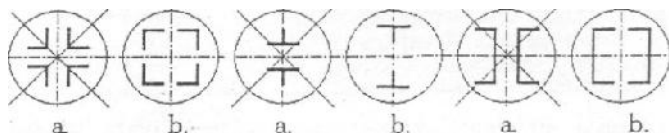
3. TE ENJE MATERIJALA U MATRICI ZA ISTISKIVANJE

3.1. Položaj otvora koji formiraju profil

Jedini na masa profila, njegova geometrija i prenik opisanog kruga, najzastupljenija debljina zida i raspoloživa

presa uti u na donošenje odluke koliko e se profila istovremeno istiskivati iz iste matrice.

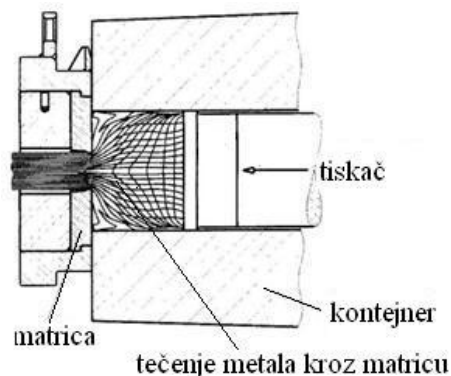
Neravnomerni raspored masa materijala u poprečnom preseku profila izaziva tendenciju ka neujednanim brzinama isticanja. Zbog toga se elementi profila sa većom koncentracijom masa moraju postaviti u periferne zone alata, pošto material koji se istiskuje brže teče u središnjem delu alata nego u perifernim zonama. Ovo je posebno važno za matrice koje imaju veći broj žila, pa se stoga položaj žila treba izvesti tako da se veći deo završetaka na profilima okrene prema centru kako bi se ti delovi sa najvećim otporima tečenja stimulirali.



Slika 3. Raspored profila u matrici: a. – neispravan i b. – ispravan.

3.2. Upravljanje tečenjem materijala

U toku istiskivanja Al-trupac se zagreva do temperature od 480°C, za legure Al iz serije 6000. Usled deformacije i unutrašnjeg smicanja aluminijumske legure, izlazna temperatura profila biće u granicama 520 do 530 °C. Pri ovakvoj temperaturi i radnom pritisku od oko 200 bari dolazi do tečenja metala kroz matricu.



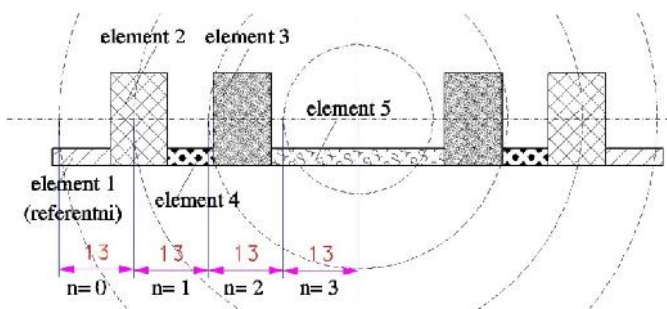
Slika 4. Tečenje metala pri istosmernom istiskivanju [2].

Ravnomernost tečenja materijala jednog profila u principu se postiže upravljanjem veličinom trenja između materijala koji se istiskuje i radne površine kalibrirajućeg dela alata i ograničenjem temperature u toj zoni. Pri tome se vodi računa o rasporedu masa po preseku profila. Velikom silom trenja se upravlja podešavanjem dužine pojasa za kalibrisanje (l_k) – radnom površinom.

Radi lakšeg usaglašavanja brzine isticanja profila, preporučuje se da se njegova konfiguracija podeli na karakteristične elemente - segmente, kako je pokazano na slikama 5 i 6.



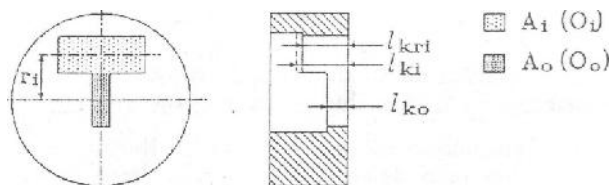
Slika 5. Istisnuti profil od Al-legure.



Slika 6. Podela konture profila na elemente.

Poluhin [3] napominje da se za iznalaženje dužine pojasa za kalibrisanje na pojedinim segmentima profila može koristiti teza prema kojoj su radne površine dva elementa profila koji se istiskuje obrnuto srazmerne relativnim obimima tih elemenata. Treba se napomenuti i da ovaj izraz ne uzima u obzir položaj elementa u odnosu na osu matrice za istiskivanje.

Na te enje materijala prilikom istikivanja profila od Al-legura uti e veliki broj parametara. Me u dominantnim metodama za regulisanje brzine te enja pojedinih segmenata profila je metoda usaglašavanja radnih površina.



Slika 7. Elementi profila.

Radi iznalaženja korektnog izraza za odre ivanje dužine pojasa za kalibrisanje radne površine, sprovedena je analiza te enja materijala. Na slici 7 prikazan je otvor na ravnoj matrici koji se sastoji od dva elementa 0-tog i i-tog. Relativne obime elemenata možemo odrediti izrazima:

$$f_{00} = \frac{O_0}{A_0}, \quad (1)$$

$$f_{0i} = \frac{O_i}{A_i}, \quad (2)$$

Gde su:

O_0 (O_i) – obim o-tog (i-tog) elementa i

A_0 (A_i) – površina popre nog preseka o-tog (i-tog) elementa.

Koli ine materijala Q_0 i Q_i koje isti u pri istiskivanju kroz elemente profila su:

$$Q_0 = A_0 \cdot v_0, \quad (3)$$

$$Q_i = A_i \cdot v_i. \quad (4)$$

Gde su: v_0 (v_i)- brzine isticanja segmenata profila za slu aj nezavisnih otvora.

Kako elementi profila nisu nezavisni, ve se naslanjaju jedan na drugi, to njihove brzine istiskivanja moraju biti jednake jer bi u suprotnom došlo do krivljenja profila, nagomilavanja materijala u matrici pa ak i loma matrice.

$$v_0 = v_i = v, \quad (5)$$

izrazi (3) i (4) dobijaju oblik:

$$Q_0 = A_0 \cdot v, \quad (6)$$

$$Q_i = A_i \cdot v. \quad (7)$$

Sile trenja materijala koji se istiskuje kroz otvore za kalibrisanje su definisane izrazima:

$$F_{t0} = O_0 \cdot l_{k0} \cdot R_V \cdot \sim, \quad (8)$$

$$F_{ti} = O_i \cdot l_{ki} \cdot R_V \cdot \sim. \quad (9)$$

gde su:

l_{k0} (l_{ki})-dužina pojasa za kalibrisanje 0-tog (i-tog) elementa;

R_V - tehni ka granica velikih izduženja;

μ - koeficijent trenja.

Ovde treba napomenuti:

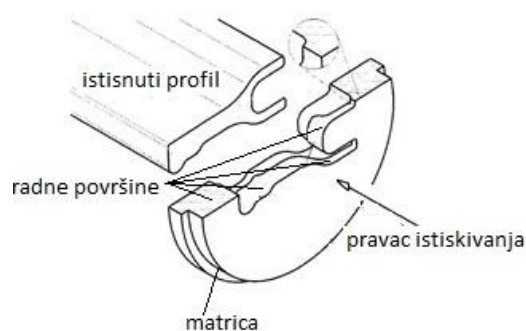
- da su, tehni ka granica velikih izduženja i koeficijent trenja isti za sve segmente profila, pošto se radi o istom materijalu;
- sile trenja u svim segmentima profila moraju biti iste da bi se profil istiskivao sa željenom geometrijom.

Imaju i u vidu predhodne napomene i sre ivanjem izraza (8) i (9),može se dobiti zakon promene kalibriraju eg pojasa u obliku:

$$l_{ki} = \frac{O_0}{O_i} \cdot l_{k0}, \quad (10)$$

Iz izraza (10) proizilazi da su radne površine matrice obrnuto srazmerne relativnim obimima elemenata profila.

Izraz (10) daje mogu nost da se za zadatu vrednost radne površine referentnog elementa profila l_{k0} izra una radna površina i-tog elementa l_{ki} .



Slika 5. Radne površine matrice[3]

Problem je kako zadati vrednost radne površine referentnog elementa i kako uzeti u obzir položaj elemenata profila u odnosu na središte matrice. U praksi su se pokazala kao dobra slede a rešenja ovog problema:

- kao referentni, bira se najudaljeniji element profila od centra matrice sa najmanjom debljinom zida;

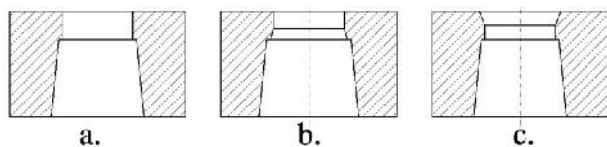
- njemu se dodeljuje radna površina koja mora biti najmanje 1.5 mm a najveća vrednost zavisi od geometrije profila.
- Za najudaljeniji referentni element, radna površina se računa po formuli (10).
- Zbog različite udaljenosti elemenata profila od središta matrice neophodno je uvesti radnu površinu za 0.5 mm na svakih 13 mm, po ev od perifernih elemenata prema centru matrice.

Na osnovu navedenih napomena predlaže se formula za određivanje radnih površina i-tog elementa koja uzima u obzir rastojanje i-tog elementa od središta matrice.

$$l_{ki} = \frac{O_0}{O_i} \cdot l_{k0} + r_i \quad \text{gde je} \quad r_i = 0.5 \cdot n. \quad (11)$$

U obrascu (11), vrednost za n uzeti kao broj deonica od referentnog elementa do središta matrice (primer sl. 6).

Zbog složenosti problema, svaka presaonica koja se bavi ovom tehnologijom ima u svom sastavu službu korekcije alata. Naknadna korekcija dužine kalibrirajućeg pojasa može se izvesti skidanjem materijala sa ulazne ili izlazne strane, što je prikazano na slici 9.



Slika 9. Korekcija kalibrirajućeg pojasa: a.-matrica pre korekcije, b.-smanjenje košenjaja i c.-povećanje košenjaja.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu svega izloženog u ovom radu mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Postavljena je funkcionalna zavisnost između dužina kalibrirajućeg pojasa matrice, sa jedne strane i parametra relativnog obima elemenata profila sa druge strane kao i položajnog parametra istih elemenata profila r_i .
2. Na bazi eksperimentalnih istraživanja te se određuju i korektivni faktor r_i koji uzima u obzir položaj elemenata profila u odnosu na središte alata, kao i optimalnu dužinu kalibrirajućeg pojasa svih elemenata profila.

LITERATURA

- [1] T. Marinković, D. Temeljkovski, Lj. Janković, D. Vukićević, P. Popović: *Prilog istraživanju uticaja oblika profila na tečenje materijala pri istosmernom istiskivanju*, Prvi međunarodni naučno-stručni skup iz oblasti teške metalurgije, Kruševac, 7-8 oktobar 1993.
- [2] K. Müller i saradnici: *Fundamentals of extrusion technology*, Giesel Verlag GmbH, 2004.
- [3] P. Poluhin i dr.: *Presovanje aluminievih splavov*, Metalurgija, Moskva, 1993.
- [4] D. Stöckel, K. Müller, H. Claus, *Metall*41,1987.

ANALIZA OSCILATORNE UDOBNOŠTI TRAKTORA SA ASPEKTA SISTEMA ELASTI NOG OSLANJANJA

ANALYSIS OF THE OSCILLATORY COMFORT OF TRACTOR FROM ASPECT OF SUSPENSION SYSTEMS

Boban Cvetanovi , *Visoka tehni ka škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Miljan Cvetkovi , *Visoka tehni ka škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – Smanjenje vibracija i amortizacija udara, kod poljoprivrednih traktora, izvodi se preko odgovaraju ih sistema elasti nog oslanjanja. Ve ina starijih modela traktora, osim sedišta i pneumatika, nemaju drugi efikasni sistem oslanjanja, dok proizvo a i savremenih modela traktora konstantno usavršavaju postoje e i razvijaju nove sisteme elasti nog oslanjanja. Ovaj rad daje pregled razli itih sistema elasti nog oslanjanja kod savremenih traktora sa analizom sposobnosti tih sistema da obezbede oscilatornu udobnost vozila i komfor voza a.

Ključne reči: Vibracije. Traktori. Ogibljenje.

Abstract – *The reduction of vibration and shock at agricultural tractors performed through appropriate suspension system. 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 improving and develop new solutions and suspension systems. This paper provides an overview of the different systems of suspension at modern tractors with the analysis of the ability of these systems to ensure oscillatory comfort of vehicles and driver comfort.*

Key words: Vibrations. Tractors. Suspension system.

1. UVOD

Pri kretanju traktora u radnim uslovima, itava konstrukcija vozila, pogonski i pomo ni agregati izloženi su snažnom dejstvu vibracija. Vibracije su posledica delovanja sila i momenata nastalih u samom motoru u procesu rada, pomeranja i rotacije delova vozila, kao i obrtanja pneumatika u interakciji sa neravninama podloge po kojoj se vozilo kre e. Radi se o vibracijama visokih intenziteta, širokog frekventnog opsega, koje se od motora, preko transmisije i šasi je, putem elasti nih, poluelasti nih i krutih veza prenose do kabine i dalje preko poda, sedišta i radnih komandi do donjeg dela le a ili stopala voza a. Ove vibracije mogu nepovoljno uticati na voza a izazivaju i kratkoro ne i dugoro ne negativne efekte po zdravlje [1].

Iz ovih razloga se, danas, pri konstrukciji traktora, pored ostalog, postavljaju sve stroži zahtevi u pogledu postizanja maksimalne oscilatorne udobnosti vozila. Drugim re ima od vozila se zahteva da u toku vožnje, pri razli itim uslovima koriš enja, svede negativni uticaj oscilacija pojedinih delova konstrukcije na oveka, na najmanju meru i obezbedi komfor voza a pri radu [2],[3].

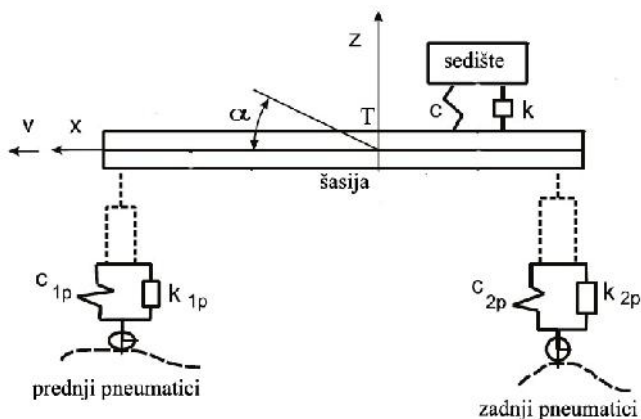
Poboljšanje oscilatornog komfora na poljoprivrednim traktorima ostvaruje se primenom odgovaraju ih sistema elasti nog oslanjanja, a zna ajnu ulogu igraju i pneumatici i sedišta traktora. Sistemi elasti nog oslanjanja nalaze se na vitalnim delovima traktora koji trpe najve e udare i vibracije, a to su osovine i kabina [4],[5].

U radu e se izvršiti analiza sistema elasti nog oslanjanja kod savremenih traktora, sa akcentom na njihovu sposobnost obezbe ivanja oscilatorne udobnosti i komfora voza a.

Nakon uvoda, u drugom poglavlju, razmotri e se teorijski i prakti ni ravanski oscilatorni modeli traktora sa aspekta oscilatorne udobnosti. U tre em poglavlju e se dati pregled sistema elasti nog oslanjanja koji se ugra uju u savremene traktore (kabinski i osovinski). Na kraju je dat zaključak i literatura.

2. TEORIJSKI MODEL TRAKTORA SA ASPEKTA OSCILATORNE UDOBNOŠTI

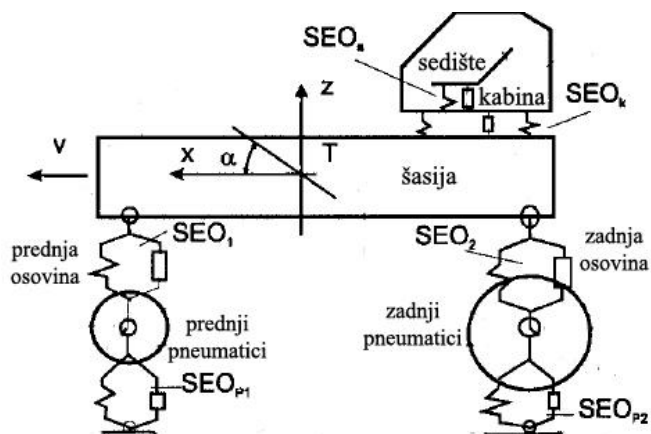
Prve savremene konstrukcije poljoprivrednih traktora, koje su se pojavile pedesetih godina prošlog veka, predstavljale su zna ajan napredak u pogledu poboljšanja performansi kao što su snaga, prenos ili brzina. Ipak, ve ina poznatih proizvo a a traktora smatrala je optimiziranje sistema elasti nog oslanjanja na traktoru, složenim poslom koji nema veliki ekonomski efekat. Kod ovih traktora, amortizovanje udara i obezbe enje odre ene udobnosti pri vožnji, vršili su pneumatici (sa svojim prigušnim svojstvima) i uglavnom prosta mehani ka sedišta, bez dodatnih sistema elasti nog oslanjanja. U literaturi se ovakvi traktori nazivaju neogibljeni ili elasti no neoslonjeni. Ravanski oscilatorni model takvog traktora, prikazan je na slici 1.



Slika 1. Ravanski oscilatorni model traktora bez sistema elasti nog oslanjanja [6],[7].

Sa c , c_1 i c_2 oznaeni su krutost sedišta i krutosti prednjih i zadnjih pneumatika dok su sa k , k_1 i k_2 oznaeni prigušenja sedišta, odnosno pneumatika. Iako bi ovaj model, sa razvojem traktorskih sistema, trebalo sada da bude teorijski, on je i dalje realan model jer dosta malih proizvođača traktora (među njima i srpski proizvođač IMT) i dalje proizvodi modele traktora ovakvog tipa.

Drugi referentni slučaj je potpuno elastično ogibljeno traktorsko vozilo. To je teorijski idealni poljoprivredni traktor, sa aspekta udobnosti vozila i redukcije vibracija (slika 2.).



Slika 2. Teorijski idealni oscilatorni model traktora sa aspekta oscilatorne udobnosti [6],[7].

Ovakav traktor bi imao odgovarajuće sisteme elastičnog oslanjanja (SEO) na svim kritičnim tačkama cele konstrukcije. Osim elastično-prigušnih svojstava pneumatika (SEO_{p1} i SEO_{p2}) i elastično-oslonjenog sedišta (SEO_s) koji su sastavni delovi svakog traktora (i možemo govoriti samo o njihovom kvalitetu tj. efikasnosti), ovakav traktor bi imao elastično-oslonjenu kabinu (SEO_k) i elastično-oslanjanje na prednjoj i na zadnjoj osovini (SEO_1 i SEO_2). U praksi ovakav traktor ne postoji jer se smatra ekonomski neisplativim, a nije praktično ni proverena efikasnost kombinacije ogibljenja svih vitalnih delova sa strane redukcije oscilacija.

Danas svi značajni proizvođači traktora (Massey Ferguson, John Deere, Claas, Fendt, CAT, Case, New Holland, Fendt, Kubota, Valtra, JCB ...), u skladu sa specifičnom namenom traktora, razvijaju veoma različite koncepte i

konstruktivne izvedbe sistema za elastično oslanjanje i amortizovanje dinamičkih opterećenja. Tako se danas proizvode traktori sa ogibljenom kabinom, sa ogibljenim osovima, kao i kombinovani sistemi (npr. ogibljena kabina i prednja osovina).

3. SAVREMENI SISTEMI ELASTI NOG OSLANJANJA KOD TRAKTORA

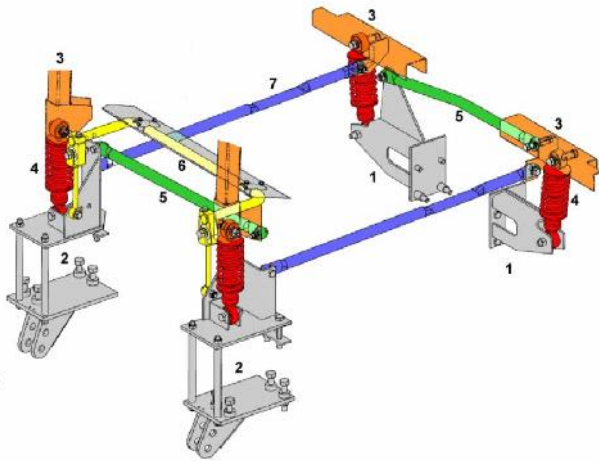
Tokom sedamdesetih godina prošlog veka razvijani su eksperimentalni sistemi ogibljenja traktora i to samo kao dokaz da takvi sistemi mogu postojati kod ovakvih vozila. Nakon ostvarenja značajne redukcije nivoa vibracija na sedištu, pokušalo se da takve sisteme uklope u postojeću konstrukciju traktora. Nažalost, iako je nekoliko proizvođača traktora razmatralo uvođenje ovih sistema u svoje proizvode, veina nije ništa konkretno uradila sve do kraja osamdesetih godina, smatrajući da ne postoje zahtevi za ovim segmentom konstrukcije na tržištu.

Međutim, od devedetih godina prošlog veka svi vodeći proizvođači traktora pošli su da razvijaju različite koncepte i konstruktivne izvedbe sistema za elastično oslanjanje. Kod veina proizvođača traktora, aktivnosti su, uglavnom, bile usmerene ka razvoju i primenu sekundarnih elastičnih oslanjanja, tj. ogibljenja kabine i u određenoj meri sedišta, a u manjoj meri razvoju primarnog oslanjanja, tj. oslanjanju osovina. Naime, ugradnja efikasnog oslanjanja na osovima traktora predstavlja skupo rešenje i težak konstruktorski zadatak jer traktor treba da vuče oruđe koja zahvataju zemljište, da ima stabilan sistem za nošenje priključnih mašina i da vuče težak teret u nepovoljnim, terenskim uslovima (sa gumama velikog pritiska), a pri tom ima jednodelnu konstrukciju za prenos snage motor-menjač-zadnja osovina. Zbog toga su, mnogi proizvođači traktora koji su uspeli da smanje nivo vibracija pomoću sedišta, kao naredni, logični korak (a potencijalno i najekonomičniji) videli ugradnju elastičnog oslanjanja na kabini vozača.

3.1. Kabinski sistem elasti nog oslanjanja

Tokom 70-ih prošlog veka brojni istraživački instituti i univerziteti su razvijali eksperimentalne sisteme elastičnog oslanjanja na kabinama, u početku kao prototipove. Nakon što su postignuta značajna sniženja nivoa vibracija, naredni sistemi su konstruisani na takav način da bi mogli da budu jednostavno ugrađeni u tadašnje traktore. Na žalost, u to vreme (kasne 80-te), zbog male potražnje na evropskom tržištu, mali broj proizvođača je razmatrao ugradnju sistema oslanjanja kabine, bez obzira na njihovu efikasnost. U narednih 10 godina, nijedan od poznatih proizvođača traktora (Ford, John Deere, Massey Ferguson, International Harvester) nije nudio ovo konstruktivno rešenje. Međutim, danas svaki ozbiljniji proizvođač traktora nudi neki oblik oslanjanja na kabini ili se trudi da razvije neko drugo rešenje kako bi zadovoljio potražnju na tržištu.

Prvi poznati sistem elastičnog oslanjanja koji je ušao u masovnu proizvodnju, razvio je i ponudio tržištu Renault (danas Claas). Radi se o, sada već uvećanom, "Hydrostable" kabinskom sistemu oslanjanja (slika 3.). Od 1987. godine, kada se prvi put pojavio, našao je primenu u mnogim modelima traktora [5].



Slika 3. Renault 'Hydrostable RZ' kabinski sistem elasti nog oslanjanja [5].

Ovaj sistem oslanjanja sastoji se od zavojnih opruga i teleskopskih amortizera (4) na koje se oslanja kabina na svakom svom uglu (3), dok se bo ni položaj kabine obezbe uje putem popre nih Panhard stabilizacionih poluga napred i nazad (5), a me usobno identi ne stabilizacione poluge (7) obezbe uju uzdužno pomeranje. Prevtiranje oko popre ne y-ose se spre ava pomo u stabilizacione poluge (6) koja je ugra ena pozadi.

Ve ina evropskih proizvo a a traktora bira jednostavnije sisteme oslanjanja na kabinama, kod kojih je zadnji deo kabine oslonjen o zadnju osovinu traktora, s tim da su prednji pivoti postavljeni na elasti ne oslonce, a bo ni položaj u zadnjem delu se obezbe uje Panhard stabilizacionim polugama. Ovo rešenje je standardizovano i primenjuje se kao sistem oslanjanja kabine "Comfort ride" kod traktora serije TM, proizvo a a New Holland (slika 4.).



Slika 4. New Holland 'Comfort Ride' kabinski sistem elasti nog oslanjanja [5].

Neki proizvo a i u ovim sistemima koriste hidro-pneumatske elemente, omogu uju i na taj na in kontrolu klirensa kabine kada voza i imaju razli itu težinu. Me utim, ve ina proizvo a a bira jednostavnija rešenja koja se sastoje od kombinacije mehani ke opruge i hidrauli nog amortizera, kao što se vidi iz primera traktora proizvo a a New Holland (slika 5.).



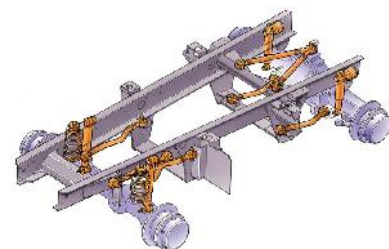
Slika 5. New Holland 'Comfort Ride' kabinski sistem elasti nog oslanjanja- detalj [5].

3.2. Osovinski sistem elasti nog oslanjanja

Tokom 1980-ih, za mnoge proizvo a e je ugradnja elasti nog oslanjanja na osovine bila složeni konstruktorski zadatak i neizvesna ekonomska investicija. Ve ina ovih rešenja je inilo elasti no oslanjanje samo na prednjoj osovini, dok je ugradnja oslanjanja na zadnju osovinu bila znatno složeniji zadatak, s obzirom na promenljivu težinu priklju nih mašina i jednodelnu konstrukciju traktora u tom periodu.

Jedan model traktora Trantor (proizvo a Trantor International Ltd.), konstruisan i prodavan tokom 1970-ih, bio je dokaz da je mogu e napraviti traktor sa elasti nim oslanjanjima na obe osovine. Me utim, ovaj traktor je imao i dosta ograni enja u pogledu konstrukcije i raspoloživosti delova. Pored toga, verovatno je napravljen bez provere potražnje na tržištu, tako da je bio finansijski promašaj. Ostali traktori sa oslanjanjima na obe osovine, (kao što je bio traktor Unimog, proizvo a a Mercedes-Benz), su imali prodaju me u poljoprivrednicima, ali nisu ispunjavali neke osnovne zahteve koji se stavljaju pred traktor.

Nakon višegodišnjih pokušaja krajem 1980-ih, firma JCB je napravila model traktora "Fastrac", sa pogonom na sva etiri to ka, sa elasti nim oslanjanjem na obe osovine, koji je bio u stanju da obavlja sve radne operacije i bude vožen bezbedno po putevima brzinom do 65 km/h. Neoptere eni prethodnim pokušajima, u JCB su prvo napravili vozilo sa oslanjanjem na obe osovine (verovatno koriste i principe za konstruisanje komercijalnih vozila), a zatim su ga doradili kako bi vozilo radilo kao traktor. Nakon što se jednodelna konstrukcija više nije izra ivala, spojene su pogonjene osovine, preko delova za vešanje, sa šasijom koja ima profil kao merdevine (sl. 6.).



Slika 6. JCB Fastrac osovinski sistem elasti nog oslanjanja [5].

Zakrivljene stabilizacione poluge, zavojne opruge, teleskopske opruge i Panhard stabilizaciona poluga (nije prikazana na slici) ine oslanjanje prednje osovine. Samoravnaju i hidro-pneumatski sistem oslanjanja podupire zadnju osovinu, dok gornje i donje stabilizacione poluge obezbe uju položaj osovine. Poluge protiv prevrtanja (tako e nisu prikazane na slici) su spojene i sa prednjom i sa zadnjom osovinom kako bi se obezbedila bo na stabilnost na prevrtanje. Sistem priklju ivanja u tri ta ke i kuka za prikolicu su vezani direktno za zadnju osovinu. Više od dve decenije unazad, sa osnovnim konstruktivnim rešenjima koja nisu menjana i ponudom od 6 modela, JCB sa pravom može da tvrdi da je u pogledu vešanja na obe osovine, Fastrac najuspešniji traktor koji je ikada napravljen.

3.2. Kombinovani sistem elasti nog oslanjanja: kabina-prednja osovina

Ostali glavni proizvo a i traktora nisu previše istraživali opcije sa elasti nim oslanjanjem na obe osovine koji bi na evropskom tržištu bio konkurencija Fastracu, ve su po etkom dvadesetog veka na tržište izbacili traktore sa pogonom na sva etiri to ka, a koji su imali "opciono" oslanjanje na prednjoj osovini (slika 7.).



Slika 7. New Holland 'Terraglide' sistem elasti nog oslanjanja na prednjoj osovini

Njihova konstrukcija je, ina e, bila "konvencionalna" i imali su snagu ve u od 70 kW. Potražnja na današnjem tržištu za ovim rešenjem je takva da se oslanjanje o prednju osovinu i kabinu mogu smatrati kao standardna ponuda kod svih traktora za profesionalnu upotrebu. Dva velika proizvo a a traktora New Holland i John Deere, imaju u svojoj ponudi standardni primer "konvencionalnog" oslanjanja o prednju osovinu traktora sa pogonom na sva etiri to ka. Oba modela koriste samoravnaju e hidro-pneumatske elemente u oslanjanju, koje pokre e traktorski hidrauli ni sistem i koje služe kao opruge i amortizeri. Uzdužno pomeranje osovine se obezbe uje preko cevaste stabilizacione poluge koja pivotira i koja obuhvata prednju osovinu, a njen zadnji deo je spojen sa centrom šasije traktora preko sfernog ležaja. Panhard stabilizaciona poluga uti e na bo ni položaj osovine, ali je osovina slobodna i može da osciluje na isti na in kao i kod konstrukcije bez elasti nog oslanjanja, ali ne može da spre i prevrtanje.

4. ZAKLJU AK

Bez obzira na kvalitetno sedište i efikasne pneumatike, traktori koji ne poseduju neki od sistema elasti nog oslanjanja (kabine ili na osovinama) imaju zabrinjavaju e visoke nivoe vibracija koje štetno deluju na voza a traktora. Ti nivoi su, kod savremenih traktora sa sistemima elasti nog oslanjanja, osetno manji.

Vode i proizvo a i traktora u svetu, danas, veliku pažnju posve uju usavršavanju postoje ih i razvijanju novih sistema oslanjanja traktora sa ciljem obezbe enja oscilatorne udobnosti vozila. Razlozi ulaganja u ove traktorske sisteme su, pored obezbe enja komfora voza a i produženja radnog veka vozila, i vrlo stroga zakonska regulativa koja se odnosi na nivoe dnevne izloženosti voza a vibracijama.

LITERATURA

- [1] P. Servadio, A. Marsili, N. P. Belfiore, Analysis of driving seat vibrations in high forward speed tractors, *Biosystems Engineering* 97, pp. 171-180., 2007.
- [2] B. Cvetanovi , Uperedna analiza nivoe vibracija kod traktora, u zavisnosti od sistema ogibljenja, Zbornik radova Visoke tehni ke škole strukovnih studija u Nišu, Niš, 2013.
- [3] B.Cvetanovi , M. Cvetkovi , D. Cvetkovi , M. Risti , Effect of the suspension on whole body vibration: Comparison of high power agricultural tractors, VIII International Conference "Heavy Machinery-HM 2014", Zlatibor, 2014.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] R.Radonji i os., Optimiranje traktorskih sistema sa aspekta optere enja ljudskog operatora, *Poljoprivredna tehnika* 37 (4) pp. 13-22., 2012.
- [7] R.Radonji , Prilog analizi nelinearnih oscilacija traktora, *Traktori i pogonske mašine* 10 (4), pp. 47-51., 2005.

TEHNOLOGIJE RECIKLAŽE OTPADNIH OLOVNIH AKUMULATORA RECYCLING TECHNOLOGIES OF WASTED LEAD BATTERY

Petar S. Seki, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Slavana Nedeljković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - *Od ukupne svetske proizvodnje, oko 70 % olova se koristi za proizvodnju akumulatora. Ako se uzme u obzir da su akumulatori proizvedeni sa kratkim vekom trajanja i da su sastavni deo svih motornih vozila, onda je jasno zašto se generišu značajne količine otpadnih akumulatora. Ukoliko se njima nepravilno rukuje pri odlaganju, otpadni olovni akumulatori zbog svojih sastavnih elemenata (olovo i sumporna kiselina) predstavljaju veliku opasnost po ljudsko zdravlje i životnu sredinu. U radu je dat pregled postupaka koji se koriste pri reciklaži otpadnih akumulatora u cilju iskoristišnja sirovine i smanjenja štetnog uticaja na životnu sredinu i ljudsko zdravlje, kao i njihove prednosti i nedostaci.*

Cljučne reči: *Opasan otpad, olovo, akumulatori, reciklaža*

Abstract - *Of the total world production, about 70% of lead is used for battery production. If we take into consideration that the batteries are produced with a short lifespan and are an integral part of all motor vehicles, it is clear why generate significant amounts of waste batteries. If they are improperly handled at the landfill, waste lead-acid batteries because of its constituent elements (lead and sulfuric acid) pose a significant threat to human health and the environment. The paper gives an overview of the procedures used in the recycling of waste batteries in order to utilization of raw materials and reducing the harmful impact on the environment and human health as well as their advantages and disadvantages.*

Key words: *Hazardous waste, lead, batteries, recycling.*

1. UVOD

Zaštita životne sredine i očuvanje prirodnih resursa postali su jedan od najvećih izazova nauke i svetske javnosti. Razvoj tehnologije i neprestano ulaganje u proizvodnju novih hemijskih proizvoda stvara sve veće količine opasnog otpada koji predstavlja potencijalnu pretnju životnoj sredini i ljudskom zdravlju. Zbog toga se posebna pažnja poklanja pronalazenju različitih na ina tretmana opasnog otpada (insineracija, reciklaža, solidifikacija itd.).

Pod reciklažom opasnog otpada se podrazumeva proces prikupljanja opasnog otpada, sortiranje i prerada otpada u sekundarnu sirovinu. U najvećem delu se reciklirani opasan otpad spadaju: električni i elektronski otpad, otpadna ulja, otpadne gume i otpadni olovni akumulatori.

Olovni akumulatori spadaju u visoko reciklabilne proizvode, a jedini problem u vezi sa njima je toksičnost olova (Pb) i agresivnost sumporne kiseline (H₂SO₄).

Činjenica da se 60-70% od ukupne svetske proizvodnje olova koristi za proizvodnju akumulatora i da su akumulatori proizvedeni sa kratkim vekom trajanja, ukazuju da su oni dominantni opasan otpad koji sadrži olovo. Od proizvoda koji sadrže olovo, a koje se recikliraju najkompleksniji su otpadni akumulatori čiji sastav varira u zavisnosti od vrste starih akumulatora. Najveći deo otpadnih akumulatora (oko 80%)

nastaje od tzv. "lakih" starter akumulatora koji sadrže 8-10 kg olova. Ostalih 20% odnosi se na tzv. "teške" akumulatore koji sadrže 20-35 kg olova [1].

Procenat reciklaže olova razlikuju se u svetu, tako da se na primer u Japanu se reciklira 80-90% otpadnih akumulatora, u zemljama EU 30-40%, a u Srbiji samo 6-8%.

Reciklaža starih akumulatora se u Srbiji za sada vrši u topionici u Zaji i (kapacitet od oko 10.000 t/god) i u fabrici akumulatora u Somboru (kapacitet od 2.000 t/god) [1,2].

U ovom radu je prikazana mogućnost reciklaže otpadnih akumulatora radi dobijanja sirovina koje se mogu ponovo iskoristiti i da se promoviše reciklaža starih akumulatora.

U drugoj sekciji opisan je princip rada olovnih akumulatora. U trećoj sekciji su prikazani postupci reciklaže otpadnih akumulatora dok je u poslednjoj sekciji dat zaključak.

2. PRINCIP RADA OLOVNIH AKUMULATORA

U prirodi se olovo najčešće javlja u vidu sulfida (PbS), kao deo rude galenit. Topljenjem rude galenita se prevodi u oksidacijom redukcijom nastaje neperena olovo. Isto olovo je plavi astobele boje, samo na svežem preseku je metalnog sjaja, a potom brzo potamni od stvorenog sloja oksida i baznog olova (II) karbonata Pb(OH)₂*2PbCO₃, koji

ga štite od dalje oksidacije. To je mek, otrovan, teški metal, velike gustine i niske temperature topljenja.

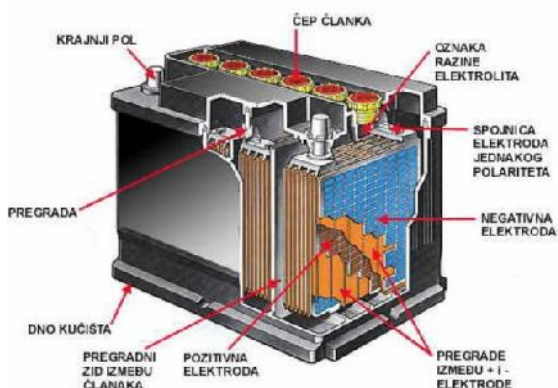
Olovo se u destilovanoj vodi ne rastvara, dok se rastvara u kiselinama sa oksidacionim dejstvom. Pri dejstvu razblažene sumporne kiseline stvara se zaštitni sloj olovo-sulfata $PbSO_4$ te rastvaranje prestaje. Hidroksidi alkalnih metala ne deluju na olovo.

Olovo se koristi za izradu limova, kanizacionih i vodovodnih cevi ukoliko vode nisu kisele, a naro ito za izradu automobilskih akumulatora i akumulatora za teretni program.

2.1. Plo asti akumulatori

Akumulator je ure aj koji služi za proizvodnju elektri ne energije neposrednim pretvaranjem hemijske energije u elektri nu, a fizi ki se temelji na principu rada galvanskog elija (baterije) koji se u najjednostavnijem obliku sastoji od 2 elektrode i elektrolita. Akumulator spada u sekundarne galvanske elije, tj. one u kojima su promene reverzibilne, što zna i da se postupcima punjenja akumulator vra a u po etno stanje i tako ponovno ini sposobnim za stvaranje jdnosmerne struje. Elektrode u akumulatoru su sun erasta olovna plo a (elementarno olovo sive boje, negativna elektroda) i rešetka s olovnim dioksidom (tamno sme a pozitivna elektroda), dok je elektrolit razre ena sumporna kiselina (33% kiseline i 67% destilisane vode) [1-3].

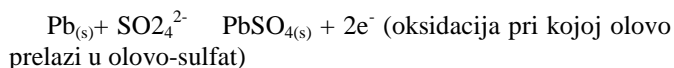
Na temelju razlike potencijala izme u te dve elektrode dolazi do toka struje me u njima. Osnovni element akumulatora je elija (dve elektrode u elektrolitu me usobno odvojene pregradom) iji je nazivni napon 2V i kojih ima više, a me usobno su spojeni serijski. Tako su napravljeni akumulatori koji sa 6 elija daju napon od 12V. Kada se na akumulator priklju i potroša elektrode od olovnog dioksida se naelektrišu pozitivno, a one od elementarnog olova negativno. Hemijskom reakcijom se na površini obe elektrode stvara olovni sulfat, pri emu se sumporna kiselina veže s plo ama, a elektrolit se pretvara u vodu. Kada se aktivna supstanca obe elektrode u potpunosti pretvori u olovni sulfat akumulator je prazan. Prilikom punjenja akumulatora elektri nom strujom doga a se upravo obrnuta reakcija. Vremenom se na površinama elektroda u elijama po inje da hvata kora olovnog sulfata i akumulator postepeno postaje neupotrebljiv, odnosno, nije ga više mogu e napuniti [1-3].



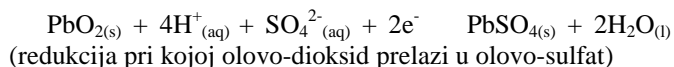
Slika 1. Sastavni elementi plo astog akumulatora

Prilikom pražnjenja odvijaju se slede e elektrohemijske reakcije:

Anoda:



Katoda:



Ukupna reakcija

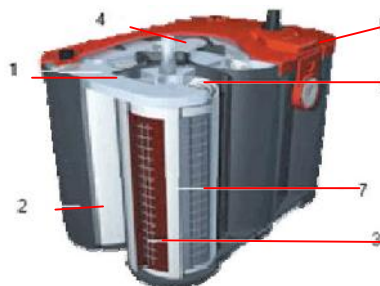


Kada postanu neupotrebljivi, olovni akumulatori zahtevaju poseban tretman deponovanja i reciklaže. Zbog svog sastava (olovnih plo a, sumporne kiseline i kadmijuma) akumulatori spadaju u grupu opasnih otpada sa toksi nim i nagrizaju im svojstvima opasnim po životnu sredinu i zdravlje ljudi.

2.2. Spiralni akumulatori

Tehnologija spiralnih elija je radikalna rekonstrukcija klasi nih plo astin olovnih akumulatora koji je prikazan na slici 1. Primenom olovnih plo a visoke isto e, koje su proizvedene u obliku spirale, izra uju se akumulatori kod kojih je površina olova vrlo velika. Specijalna staklena vuna koja se nalazi izme u plo a, upija elektrolit i na taj na in se stvara mali unutrašnji napon [1].

Zahvaljuju i jedinstvenoj konstrukciji, akumulatori sa spiralnim elijama daleko nadmašuje ve e klasi ne plo aste akumulatora u ekstremnim temperaturnim okolnostima (od -40°C do +40°C). Snaga startovanja akumulatora na hladno i izražava se u CCA (struja hladnog starta), je merilo kojim se izražava koliko ampera se može proizvesti za 30 sekundi na temperaturi od -18°C. Što se ti e te karakteristike, akumulatori sa spiralnim elijama imaju najbolje karakteristike. Visoka temperatura je drugi faktor koji nepovoljno uti e na rad akumulatora. Kada se akumulator zagreje, elektrolit isparava i kapacitet akumulatora se smanjuje. Što se ti e ovog problema, akumulatori sa spiralnim elijama manje su podložni štetnim uticajima visokih temperatura u odnosu na klasi ne plo aste akumulatore. Izgled spiralnog akumulatora prikazan je na slici 2.



Slika 2. Presek spiralnog olovnog akumulatora

1-kompaktni, liveni priklju ci, 2-liveno plasti no ku ište, 3-olovne plo e velike isto e, 4-sigurnosna slavina protiv požara, 5-polovi zašt i eni protiv korozije, 6-kompaktno umotane spiralne elije, 7-specijalna mikroporozna staklena vuna.

Specijalna mikroporozna staklena vuna u celosti upija elektrolit izme u spiralnih plo a, zbog toga i prilikom fizi kog ošte enja akumulatora, elektrolit ne može da iscuri, što predstavlja daleko ve u sigurnost za ljudsko zdravlje i za životnu sredinu.

Akumulatorska posuda osigurava dobru zaštitu, tako da baterija nastavlja sa radom ak i ako je jedna od elija ošte ena. Ne zahteva održavanje, vodonik i kiseonik koji se stvara unutar akumulatora, automatski se pretvara u vodu. Zato nema potrebe dopunjavati elije vodom. Akumulatori sa spiralnim elijama zbog minimalnog "samopražnjenja", mogu se skladištiti više od godinu dana, bez dodatnog punjenja [3].

3. POSTUPCI PRIMARNE PRIPREME I RECIKLAŽE OTPADNOG OLOVA

Iz gore navedenog, zaklju uje se da je olovni akumulator složen proizvod koji se sastoji od olova, olovnih legura, olovnih oksida, olovosulfata, delova od plastike (polietilen, polipropilen, polivinilhlorid, tvrda guma), kiseline i bakarnih, odnosno mesinganih delova.

Reciklaža otpadnih akumulatora se danas realizuje na dva na ina:

- direktnim topljenjem i
- topljenjem posle prethodne pripreme - separacije, odnosno posle razlaganja starih akumulatora na razli ite korisne frakcije odvojene od nekorisnih frakcija.

3.1. Direktno topljenje

Direktno topljenje je najstariji na in reciklaže otpadnih akumulatora. Prvi ure aji za reciklažu bile su šahtne pe i, koje se u metalurgiji olova koriste za redukciono topljenje olovnog aglomerata. Razlomljeni akumulatori dodavani su u šaržu ovih pe i u mnogim topionicama olova. Kasnije su ove pe i podešene za isto pretapanje otpadnih akumulatora. Nastajanje sve ve ih koli ina otpadnih akumulatora dovelo je do razvijanja i usavršavanja procesa prerade. Danas se direktno topljenje realizuje u šahtnim pe ima, elektrope ima i kratkim bubnjastim pe ima. Samo u šahtnim pe ima mogu e je direktno pretopiti otpadne akumulatore bez ikakve prethodne pripreme. Za druge agregate potrebno je šaržirati prethodno "razgra ene" otpadne akumulatore. Sam proces razgra ivanja je spor i skup, bilo da se obavlja ru no ili upotrebom testera za otsecanje glave akumulatora i pražnjenje kutija. Sva tri na ina topljenja zahtevaju dodatak gvož a za vezivanje sumpora iz akumulatora. Zbog toga nastaje me uprodukt - olovni kamen sa 5-15% olova koji se dalje teško prera uje [2].

Sušтина ovih postupaka je da se metalne komponente pretupe, oksidne redukuju do metala, a sulfatne prevode u sulfide. Kao korisni proizvod dobija se olovo sa manjim sadržajem antimona koje se mora dalje prera ivati u odgovaraju u leguru. Najve i nedostatak ovih postupaka je što u procesu topljenja sagorevaju PVC-separatori, pa produkti sagorevanja sadrže veliku koncentraciju hlora (do 25%), što stvara velike teško e pri pre iš avanju produkta sagorevanja.

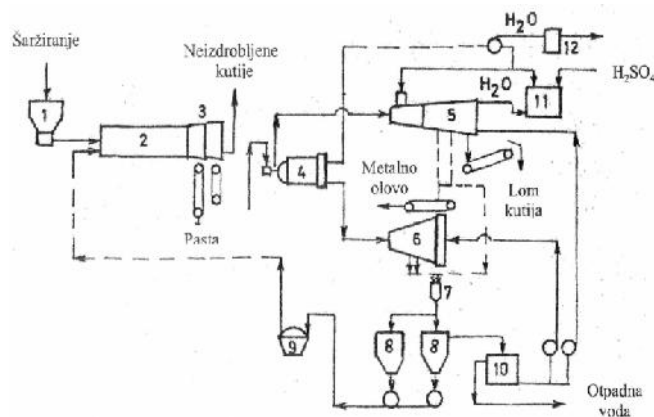
Izneti nedostaci direktne metalurške prerade otpadnih akumulatora doveli su do razvijanja postupaka za prethodnu pripremu otpadnih akumulatora.

3.2. Tonoli postupak

Tonoli postupak koristi teško-topljivu separaciju sa suvim usitnjavanjem. Preko ure aja za doziranje materijal dospeva u bubanj za sušenje. Sušnica se greje protivstrujno i

istovremeno se vrši i drobljenje. Na izlazu iz bubnja-sušnice materijal prelazi preko dva sita (otvori 10x10 i 100x100 mm). Kroz prvo sito ispada sitan materijal, tj. osušeni mulj, dok kroz drugo sito prolaze izlomljene kutije, separatori i metalni delovi. Fina frakcija (pasta) odvodi se na pretapanje u kratku bubnjastu pe , gruba se još priprema i onda se daje na teško-topljivu separaciju u kojoj se odvoje plasti ni delovi od metalnih. Za stvaranje teške sredine služi sam mulj (pasta) iz akumulatora. Proizvodi separacije su: metalni deo, pasta (mulj) i izlomljene kutije sa separatorima [2].

Prerada proizvoda separacije izvodi se prema lokalnim uslovima. Metalni deo se pretopi i po skra enom postupku rafiniše (odbakri i oslobodi arsena), dolegira se antimonom i lije. Nemetalni oksidni deo (pasta), dodaje se šarži za aglomeraciono prženje, ili se pak prera uje u kratkim bubnjastim pe ima, uz dodatak reducenta i topitelja. Fina frakcija (pasta) pre pretapanja u kratkim bubnjastim pe ima, može se prethodno peletizirati ili iz nje proizvesti olovo-sulfat. Oksidni deo može da posluži i kao sirovina za dobijanje visokokvalitetne olovne gledi i Pb-minijuma.



Slika 3. Aparativna tehnološka šema Tonoli - postupka za pripremu olovnih akumulatora

1-ure aja za šaržiranje, 2-bubanj za sušenje i drobljenje, 3-bubnjasta sito 10 i 10 mm i 100x100 mm, 4-TTseparator, 5-sito za plastiku, 6-sito za olovo, 7-vibrodozava, 8-taložnik, 9-vakuum filtri, 10-taložnik, 11-medjuzerivoar, 12-posuda za vodu.

U "RMHK-Trep a" u Kosovskoj Mitrovici instalirano je postrojenje za reciklažu otpadnih akumulatora Tonoli postupkom kapaciteta 20 000 t/god.

3.2. Kontinuirana prerada

Kontinuirana prerada otpadnih akumulatora u metalurškim agregatima za proizvodnju antimona je tako e jedna od metoda prerade otpadnih akumulatora. Osnovni nedostatak ovih agregata jeste njihova dispozicija, što pove ava transportne puteve, kako sirovina i me uprodukata, tako i produkata sagorevanja. Priprema otpadnih akumulatora izvodi se tako što se testerom odse e poklopac akumulatora zajedno sa gornjim delovima " ešlja", spojnicama i polovima. Slede a operacija je istresanje elektroda, tako što se kutija postavi tako daje dno okrenuto nagore. Povla enjem nagore kutija se skine i ispere vodom. Posle skidanja kutije razmaknu se elektrode i povade separatori. Elektrode bez separatom se odlažu, a zatim prenose do mesta ispod kratkih bubnjastih pe i. Sve operacije se izvode nad prvim taložnim delom neutralizacione jame, tako da se sva te nost (elektrolit i voda od ispiranja) sliva u taložni deo jame. Ovaj deo jame

se povremeno isti, a mulj odnosi na redukciju u kratke bubnjaste pe i, dok se drugi deo jame se dodaje isitnjeni kalcijum-oksidi dok se ne dostigne pH 7-8. Deponovani metalni materijal (ešljevi, spojnice, polovi, rešetke i traka iz negativne elektrode), olovni oksidi (PbO) i olovo- sulfat (PbSO₄) prikuplja se u zagrejanj pe i uz dodatak koksa [3].

Na konstantnoj temperaturi u rasponu od 480°C do 500°C, pretapa se metalni deo i izliva olovo-antimon legura u odgovaraju e kokile. Posle izlivanja metala, izlivni otvor se zatvori, uklju i elektromotor za rotiranje pe i, doda topitelj i pe zagreva do temperature od 1000 do 1100°C. Posle odre enog vremena se obustavi zagrevanje, izlivni otvor namesti u najnižu ta ku i metal izlije u kokile. Nakon izlivanja metala, u lonce se izlije šljaka koja se posle hla enja i razbijanja odnosi na deponiju. Ohla eni metal dobijen u prvoj fazi bogat antimonom, vadi se iz kokila i u datom momentu podvrgava dolegiranju. Metal dobijen redukcijom predstavlja veoma siromašnu legura antimona tako da se oksidnom rafinacijom lako može do i do tzv. mekog olova. Produkti sagorevanja koji nastaju u kratkim bubnjastim pe ima sadrže mnogo prašine. Odstranjivanje prašine iz produkata sagorevanja vrši se kroz filter vre e i ona se vra a na redukciju u kratke bubnjaste pe i. Dobijena šljaka za vreme redukcionog topljenja akumulatorskog otpada, zavisno od na ina vo enja procesa, sadrži ve i ili manji procenat antimona. Ukoliko hemijske analize pokazu daje sadržaj antimona iznad 10%, to se ova šljaka podvrgava posebnoj preradi [3].

3.2. Hidroseparacija

Hidroseparacija je visoko automatizovan postupak. Olovni akumulatori sadrše dve osnovne frakcije tešku (metalno Pb, Pb-Sb legura, sulfati i oksidi) i laku (plastika, ebonit, polietilen, polihlorvinil, fenolit, polipropilen i sl.). Nakon drobljenja akumulatora, ove dve frakcije se mogu razdvojiti u suspenziji odre ene gustine (hidroseparacija). Pri gustini suspenzije od 1800 kg/m³, razdvajaju se laka i teška frakcija u hidrociklonu. Na ovaj na in se dobijaju tri proizvoda Pb-Sb legura sa 91-92 % olova, oksidno-sulfatna pasta i mulj sa 62-68 % olova i laka nemetalna frakcija [4].

Tabela 1. Tehnološki parametri prerade otpadnih olovnih akumulatora hidroseparacijom [4].

Produkt	Udeo [%]	Sadržaj [%]			Izvla enje [%]		
		Pb	Sb	Cl	Pb	Sb	Cl
Krupnije Pb	16.0	91.35	3.27	0.01	23.84	28.6	0.09
Sitnije Pb	17.3	89.26	5.80	0.08	25.23	54.7	0.79
Pasta	21.1	71.01	0.80	0.61	24.50	9.1	6.91
Mulj	23.1	66.88	0.57	0.35	25.28	7.1	4.47
Kutije	15.1	2.37	0.03	0.64	0.58	0.3	5.18
Separatori	7.4	4.73	0.05	20.71	0.57	0.2	82.61

Treba napomenuti da je usitnjavanje akumulatora veoma težak posao, jer imamo više vrsta plastike ija se sposobnost usitnjavanja menja sa promenom temperature. Postoji problem i kod usitnjavanja metalnih delova koji su skloni plasti noj deformaciji. Samim tim proizvodi usitnjavanja su krupna zrna koja zahtevaju upotrebu robusnih ure aja za tešku sredinu.

U daljoj preradi paste i oksida iz otpadnih akumulatora, postoji zahtev da pre iš eni gasovi ne sadrže u sebi SO₂ i SO₃ u koli inama ve im od dozvoljenih. Taj problem se rešava procesom desulfuracije, tako da 97% koli ine sumpora koji se nalazi u pasti (PbSO₄) prelazi u Na₂SO₄, a svega 3% se vezuje u šljaci u obliku dvojnog sulfida. Na ovaj na in se neutrališe i mala, zaostala koli ina sumporne kiseline, pa se i taj opasni zaga iva tako eliminiše [5].

4. ZAKLJU AK

Otpadni olovni akumulatori spadaju u opasan otpad koji se generiše u velikim koli inama obzirom da su akumulatori proizvodi sa kratkim vekom trajanja a sastavni su delovi svih motornih vozila. Otpadni akumulatori su visoko reciklabilni proizvodi, a jedini problem u vezi sa njima je toksi nost olova (Pb) i agresivnost sumporne kiseline (H₂SO₄).

U cilju smanjenja negativnog uticaja koje ovaj otpad ima na ljudsko zdravlje i životnu sredinu, do sada su razvijeni razli iti postupci za reciklažu otpadnih akumulatora: direktno topljenje, Tonoli postupak, kontinuirana prerada, hidroseparacija.

Prednosti reciklaže otpadnih akumulatora su slede e:

- Štednja prirodnih resursa,
- Štednja energije (nema trošenja energije u primarnim procesima prerade sirovine, kao ni u transportu koji te procese prati, a dobija se dodatna energija sagorevanje materijala koji se ne recikliraju),
- Zaštita životne sredine (otpadni materijali zaga uju životnu sredinu, pa se reciklažom smanjuje negativan uticaj na životnu sredinu),
- Otvaranje novih radnih mesta (proces i u reciklaži materijala podrazumevaju ulaganje znanja i rada, što stvara potrebu za radnim mestima).

LITERATURA

- [1] A. Stojanov, D. Ugrinov, *Problematika prikupljanja i reciklaže istrošenih olovnih akumulatora*, Zaštita materijala, Vol. 51, No. 4, 2010.
- [2] R. Vra ar, B. Nikoli , *Ekstraktivna metalurgija olova*, Beograd 1995.
- [3] I. Ili , Z. Gulišija, N. Radovanovi , M. Soki , V. Matkovi , J. Marinkovi , *Resursi i reciklaža sekundarnih sirovina obojenih metala*, RTB Bor, Institut za bakar, Indok centar, Bor, 2002.
- [4] J. Milivojevi , S. Arsovski, M. or evi , *Pristup oceni postoje eg sistema reciklaže motornih vozila na kraju životnog ciklusa u Srbiji*, Kvalitet, Vol. 18, No. 7-8, pp. 74-77, 2008.
- [5] Jakši LJ., Vra ar R., Januševi Z., ikara D., *Mogu nosti prerade paste i oksida iz starih akumulatora bez zaga enja atmosfere*, Zbornik radova Eko-konferencija "Ekološki pokret grada Novog Sada"; 2003.

HIDROGEOTERMALNI POTENCIJAL NIŠKE BANJE HYDROGEOTHERMAL POTENTIAL OF NIŠKA BANJA

Anica Milošević, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.
Mladen Tomić, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - Geotermalni resursi termalnih i termomineralnih voda se u Srbiji simbolično ne koriste, i ako naša zemlja po geotermalnom potencijalu spada u bogatije zemlje. Veliki značaj za Srbiju imalo bi korišćenje geotermalnih resursa termalnih i termomineralnih voda za potrebe grejanja i toplifikaciju područja, što predstavlja sigurnu energetska alternativu. U ovom radu je izvršena analiza postojećih hidrogeotermalnih izvora u opštini Niška banja, na bazi ostvarenih ušteda u energiji i smanjenja emisije CO₂.

Cljučne reči: hidrogeotermalni potencijal, energija, emisija CO₂

Abstract - Geothermal resources of thermal and mineral waters in Serbia are only symbolically used, although Serbia has one of the highest potentials. Geothermal resources of thermal and mineral waters could have significant importance for Serbia as a safe energy alternative for heating. This paper analyzes the existing hydrogeothermal resources in the municipality of Niska Banja, on the basis of actual energy savings and CO₂ emission reductions.

Key words: hydrogeothermal potential, energy, CO₂ emission

1. UVOD

Republika Srbija se nalazi u zoni povoljnih geotermalnih potencijala i resursa, sa petrotermalnim i hidrogeotermalnim energetskim izvorima kojima obiluje u značajnoj meri. Korišćenje ovog vida energije za proizvodnju električne i toplotne energije je nedovoljno iskorišćeno u odnosu na procenjeni potencijal i resurse, obzirom na veliki broj banja i prirodnih izvora sa vodama temperature većim od 30°C i različitim stepenom prirodne izdašnosti. Na osnovu urađenih merenja toplotni tok je iznad prosečnog za Evropu (60 mW/m²), odnosno od 80 do 120 mW/m² [1,2,3].

U strukturi domaće proizvodnje primarne energije za 2013. godinu, obnovljivi izvori energije u estvuju sa 1.835 Mtoe što je 16 %, u domaćoj proizvodnji primarne energije. U ovoj strukturi najveće je udeo vrste biomase 58 %, hidropotencijala 41 %, dok biogas, energija vetra, sunca i geotermalna energija u estvuju sa manje od 1% [4]. S druge strane, u domaćinstvima u Srbiji se troši približno 40% finalne energije, od čega skoro polovina otpada na grejanje (slika 1) [5,6]. Struktura potrošnje energije za grejanje je izuzetno nepovoljna: 14 % stanova su povezani na centralno grejanje; 12% je povezano na lokalne kotlarnice, 14 % domaćinstava koristi električnu energiju za grejanje, 10% prirodni gas, dok 50% koristi fosilno gorivo [7].

U ovom radu je izvršena analiza potencijala hidrogeotermalnih izvora u opštini Niška banja. Rad ima sledeću strukturu: u drugom poglavlju je dat pregled hidrogeotermalnih potencijala u Republici Srbiji, u trećem poglavlju je analiziran potencijal opštine Niška Banja i u četvrtom poglavlju je data diskusija rezultata.



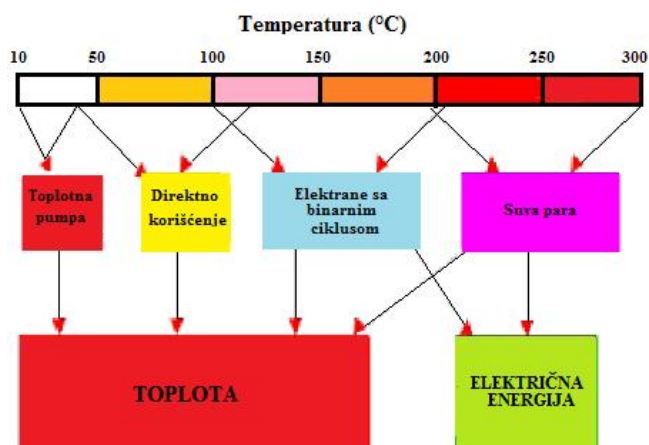
Slika 1. Potrošnja finalne energije u domaćinstvima [5]

2. GEOTERMALNI IZVORI U REPUBLICI SRBIJI

U Republici Srbiji postoji 160 izvora geotermalnih voda sa temperaturama većim od 15°C, pri čemu je najtopliji izvor u Vrnjačkoj banji sa 96°C [1,2,3,8,9]. Ukupna snaga tih izvora na teritoriji Vojvodine i centralne Srbije zavisno od procene iznosi 158÷216 MW i potencijalom od 0,18 Mtoe, odnosno oko 2100 GWh [1,2,3,8,9]. Generalna karakteristika geotermalnih izvora je [1,2,3,8,9]

- izdašnost je 10÷20 l/s,
- temperatura vode je 40÷60°C,
- geotermalni gradijent je 4.5÷7.5°C/100 m
- voda najčešće sadrži primese gasova (metan),
- količina suvog ostatka varira 0.42÷13.94 g/l.

Energetski potencijal je uglavnom niskotemperaturni, tako da se hidrogeotermalna energija može koristiti, sa izuzetkom nekoliko izvora, primenom toplotnih pumpi (slika 2.).



Slika 2. Odabir sistema za korišćenje geotermalne energije u zavisnosti od temperature [1,10]

Toplotna snaga koja se može iskoristiti iz jednog izvora se može sračunati pomoću izraza

$$\dot{Q} = \dot{m} c_w \Delta t, \quad (1)$$

odnosno

$$\dot{Q} = \dot{V} \rho c_w \Delta t, \quad (2)$$

gde su: \dot{m} - maseni protok u kg/s, \dot{V} - zapreminski protok u l/s, ρ - gustina u kg/l, c_w - toplotni kapacitet u kJ/kgK, Δt - razlika temperatura vode na ulazu i izlazu iz sistema u K ili °C.

Za temperaturu na izlazu je usvojeno da iznosi 10°C.

3. POTENCIJAL HIDROGEOTERMALNI IZVORA U OPŠTINI NIŠKA BANJA

U opštini Niška Banja postoje tri izvora: Glavno vrelo, Školska esma i Suva banja, čije su karakteristike date u tabeli 1.

Tabela 1 Karakteristika hidrogeotermalnih izvora u opštini Niška banja [11]

Izvorište	Izdašnost [l/s]	Temperatura [°C]	Mineralizacija
Glavno vrelo	35	39	slaba
Suva banja	25	39	slaba
Školska esma	zanemarljive osobine		

Toplotna snaga ovih izvora na osnovu izraza (2) je jednaka

$$\dot{Q} = 60 \cdot 4,19 \cdot (39 - 10) = 7290 \text{ kW}, \quad (3)$$

Na osnovu sračunatih vrednosti toplotne snage, godišnje se može proizvesti 63860 MWh, odnosno 5491 toe energije. Istraživanje koje je sprovedela opština Niška banja, izdašnost izvora je moguće povećati na 100 i 500 l/s, međutim u tom slučaju dolazi do zamiranja izvora i pada temperature na 21°C, odnosno 11°C [11].

Specifična snaga grejne instalacije po metru kvadratnom iznosi 150 W, što u odnosu na maksimalnu moguću toplotnu snagu samog izvora daje približno 48600 m². Sa ukupno 258400 m² stambenog prostora i 15400 stanovnika, prosečno

stambena površina po glavi stanovnika iznosi 17 m² [12], te je toplotna snaga izvora dovoljna za toplifikaciju naselja od 2900 ljudi, što iznosi približno jednu petinu potreba Niške banje.

4. DISKUSIJA REZULTATA

Specifična toplotna snaga od 150 W/m² odgovara približno uslovima spoljne projektne temperature, koja je za Niš i okolinu -14.5°C [13,14]. Kako je potrebna toplotna snaga u razmeri sa razlikom između spoljašnje i unutrašnje temperature, odnosno

$$Q_i \sim \Delta t_i, \quad (4)$$

može se na osnovu spoljnih temperatura proceniti maksimalna površina koja se može grejati pri datim uslovima. Rezultati dobijeni za srednju temperaturu zimi, spoljašnju projektnu temperaturu, srednju temperaturu u januaru i najnižu zabeleženu temperaturu u januaru su dati i prikazani u tabeli 2.

Tabela 2. Odnos spoljašnje temperature i kapaciteta grejanja

	t_{sp} °C	$t/t_{pro.}$	Populacija
sr. temp.	5.4	0.42	7000
sp. proj. temp.	-15.6	1	2900
sr. temp. u jan.	-2.3	0.5	5900
najniža temp. u jan.	-23.7	1.23	2400

Sa stanovišta projektovanja relevantni su rezultati koji odgovaraju spoljašnjoj projektnoj temperaturi. Međutim, u slučaju viših spoljašnjih temperatura višak energije od hidrogeotermalnih izvora može da zameni konvencionalne izvore energije za korisnike priključene na daljinski sistem grejanja. S druge strane, u slučaju kratkotrajnog pada spoljašnje temperature u trajanju od nekoliko dana, domaćinstva bi mogla manjkati energije da nadoknade eventualnim uskladištenjem toplotne energije.

Prema procenama, godišnja potrošnja energije za grejanje stanova u Srbiji kreće se između 150-250 kWh/m² god u zavisnosti od starosti i stanja objekata [16,17]. Kao referentna vrednost uzima se 172 kWh/m² prosečno potrošnje energije za grejanje [17]. Na osnovu ovog se može proceniti ukupna potrošnja energije za grejanje kao

$$E = 48360 \cdot 172 = 836 \text{ MWh}, \quad (5)$$

Ukupna emisija CO₂ pri proizvodnji toplotne energije data je izrazom

$$EM = \sum_i E_i F_{EM_i} = 227.2 \text{ tCO}_2, \quad (6)$$

gde je E_i - količina i-tog energenta, F_{EM_i} - faktor emisije i-tog energenta [14].

Energija potrebna za pokretanje toplotnih pumpi za grejanje na hidrogeotermalnu energiju se računa deljenjem vrednosti od 836 MWh sa vrednošću u COP-a, koja se kreće od 3 do 5. Potrošnja električne energije za rad toplotnih pumpi je s toga

$$E_{el} = \frac{E}{COP} = \frac{836}{3} = 279 \text{ MWh}, \quad (7)$$

Razlika vrednosti energije za grejanje i potrebne elektri ne energije iznosi 627 MWh i predstavlja ostvarenu uštedu.

Na osnovu faktora emisije za elektri nu energiju, koji iznosi $F_{EM}=0.53$ kg/kWh dobija se godišnja emisija CO_2 za slu aj koriš enja hidrogeotermalnih izvora

$$EM = E_{el} F_{EM} = 110,7 \text{ tCO}_2 \quad (8)$$

Iz ovoga se vidi da je smanjenje godišnje emisije CO_2 skoro 117 t.

Tako e treba ista i da je energetska efikasnost naših objekata na jako niskom nivou, pri emu oni mahom spadaju u klasu E. Ako bi se dodatnim izolovanjem objekata smanjila potrošnja energije u individualnim ku ama i u objektima za kolektivno stanovanje na 80 kWh/m^2 god moglo bi se uštedeti približno 100 kWh/m^2 god, odnosno oko 40% trenutne potrebe, a time bi se dodatno pove ali kapaciteti za grejanje i dodatno smanjila emisija CO_2 .

5. ZAKLJU AK

U ovom radu je razmatrana mogu nost za koriš enje niskotemperaturnih hidrogeotermalnih izvora za grejanje na teritoriji opštine Niška banja. Analizom izvorišta se došlo do zaklju ka da postoje znatni potencijali za grejanje, kao i za smanjenje emisije ugljendioksida, što pored ekonomskih daje i ekološko opravdanje za njihovo koriš enje.

LITERATURA

- [1] Dušan Markovi *et al.*, Development of system for exploitation of hydrogeothermal resources of thermomineral water of the Niška banja municipality, IRMES, 2011.
- [2] [http://www.jeffersoninst.org/sites/default/files/Geothermal na%20energija.pdf](http://www.jeffersoninst.org/sites/default/files/Geothermal%20energija.pdf)
- [3] <http://www.bogatic.rs/index.php?§id=3&listpage=9&pgconid=72> Republi ki zavod za statistiku, Energetski bilans Republike Srbije za 2013.
- [4] Energetski bilans 2008., *Ministarstvo za infrastrukturu i energetiku*
- [5] Mladen Josijevi , Dušan Gordi , Milun Babi , Indikatori potrošnje finalne energije: pore enje potrošnje energije u Kragujevcu, Srbiji, Evropi i Svetu, *Festival kvaliteta*, 2013.
- [6] Mileti M., Luki N., Koriš enje finalne energije u doma instvima u Srbiji, *42. Me unarodni kongres KGH*, Srbija, Decembar 2011.
- [7] Golusin M. *et al.*, Exploitation of geothermal energy as a priority of sustainable energetic development in Serbia, *Renewable and sustainable energy reviews*, 14 (2), pp. 868-871, 2010.
- [8] Milojevi M, Martinovi M., Geothermal energy possibilities, exploration and future prospects in Serbia, *Proceedings of World Geothermal Congress Kyushu - Tohoku*, Japan, 2000.
- [9] Dejan Mileni , Petar Vasiljevi , Ana Vranješ, Criteria for use of groundwater as renewable energy source in geothermal heat pump systems for building heating/cooling purposes, *Energy and Buildings*, 42 (5), pp. 649-657, 2010.
- [10] Mini V., Hidrogeološki uticaj sliva rautova kog potoka na kvalitet termalnih voda niške banje, *Acta medica Medianae*, 40 (4), pp. 5 - 37, 2001.
- [11] Opštine i regioni u republici Srbiji, *Republi ki zavod za statistiku*, 2012.
- [12] http://www.eldi-nis.co.rs/projektovano_grejanje.html
- [13] Pravilnik o energetskej efikanosti zgrada, *Sl. glasnik RS*, 061/2011
- [14] Holness G., "Energetska efikasnost u postoje im zgradama-naša najve a šansa za održivu budu nost", *40. me unarodni kongres KGH, Beograd*, Decembar, 2009
- [15] Mili evi D., Vranješ A., Utilisation of hydrogeothermal energy by use of heat pumps in Serbia – current state and perspectives, *World Renewable Energy Congres*, Sweden, 2011.
- [16] Bajc T., Kotamina M., Todorovi M., Mani D., Racionalizacija potrošnje energije primenom mera za poboljšanje energetske efikasnosti na primeru predškolske ustanove, *KGH*, pp. 65 - 70, 2012.

SMANJENJE KOLIČINE MINERALNIH MATERIJA U ZEMLJIŠTU PRIMENOM MODELA CEMOS/BUCKETS

REDUCING THE AMOUNT OF MINERAL MATTER IN THE SOIL WITH MODEL APPLICATION CEMOS / BUCKETS

Danijela Zlatković, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - Preterana upotreba mineralnih đubriva dovodi do promene klime, zagađivanja zemljišta i podzemnih voda. Sa trenutnom tendencijom rasta stanovništva potrebe za hranom se svakodnevno povećavaju. Bez primene mineralnih đubriva nemoguće se očekivati adekvatni prinosi a primenom mineralnih đubriva dolazi do degradacije zemljišta. Samo kontrolom unosa mineralnih đubriva dolazi do smanjenja zagađivanja zemljišta i podzemnih voda.

Cljučne reči: Zagađivanje zemljišta, kontrola zagađivanja, Cemos/Buckets,

Abstract - Excessive use of fertilizers leads to climate change, pollution of soil and groundwater. With the current tendency of population growth the need for food is increasing daily. Without the application of mineral fertilizers can not be expected to yield adequate and application of fertilizers leads to land degradation. Only the control input of mineral fertilizers leads to the reduction of pollution of soil and groundwater.

Key words: Soil contamination, pollution control, Cemos / Buckets,

1. UVOD

Preterana upotreba mineralnih đubriva dovodi do promene klime i promene količine padavina na zemlji, što predstavlja najveću opasnost za opstanak živog sveta na planeti. Iako se smatra da je najveći uzročnik promene klime neumereno ispuštanje ugljen-dioksida u atmosferu, nesme se zaboraviti da je i ispuštanje drugih štetnih gasova – azotnih oksida (pretežno od azotnih đubriva u poljoprivredi) veliki problem koji dovodi do stvaranja efekta staklene bašte. Mineralna đubriva proizvode azotne okside koji su 300 puta opasniji za klimu od ugljen-dioksida[1]. Ne samo da poljoprivreda koja se zasniva na mineralnim đubrivima prekomerno troši vodu i dovodi do iscrpljivanja podzemnih voda, već isto tako razara i prirodnu plodnost zemljišta i doprinosi promeni klime. U ovom radu najveća pažnja biće posvećena degradaciji zemljišta hemizacijom iz poljoprivrede. U drugom poglavlju razmatraće se problemi opadanja plodnosti zemljišta sa primerima koji prikazuju veliku problematiku. U sledećim poglavljima prikazuje se model CEMOS/BUCKET koji predstavlja model koji prati kretanje mineralnih materija kroz zemljište. To je mali pokušaj posmatranja kretanja mineralnih materija, korišćenjem jednačina Henderson-Hasselbach i pokušaj da se odredi količina procesiranja, kao i sastav i količina mineralnih materija koja ostaje u sedimentu.

2. OPADANJE PLODNOSTI ZEMLJIŠTA

Posle relativno kratkog razdoblja, koje se meri u decenijama, intenzivna primena mineralnih đubriva povećava prinose useva ali, ako se ona primenjuju u prevelikim dozama, dolazi do strukturnog propadanja zemljišta i opadanja njegove plodnosti. Prema ovogodišnjem izveštaju o stanju prirodne sredine [2], skoro polovina plodnog zemljišta u Indiji je zahvaćena procesom degradacije. Uzroci ovakvog stanja su višestruki, ali jedan od osnovnih je neracionalno korišćenje mineralnih đubriva. Korišćenje mineralnih đubriva je poraslo sa 69,8 kg po hektaru u 1991-92 na 118,3 kg po hektaru u 2011-12 godini[2]. Sa povećanjem mineralnih materija u tlu dolazi do povećanja nivoa azotnog taloga u plodnom zemljištu, što može da dovede do toksičnog nivoa acidifikacije i značajnog opadanja plodnosti zemljišta kao i do povećanja nitrata i nitrita kako u podzemnoj, tako i u površinskoj vodi. Obnova ovakvog zagađivanog zemljišta može se očekivati samo u dužem vremenskom periodu, što je neprihvatljivo sa ovakvom ekspanzijom rasta stanovništva na planeti.

Nešto preciznija slika o stanju poljoprivrednog zemljišta u Evropi može se dobiti iz dokumenata Evropske komisije iz 2012 godine[3]. Prema ovoj proceni, degradacija zemljišta uključuje više aspekata među kojima je najvažniji smanjenje količine organske materije u zemljištu. Organska materija u zemljištu igra glavnu ulogu u ciklusu ugljenika

zemljišta. Zemljište je najveći i rezervoar organskog i neorganskog ugljenika koji iznosi oko 1500 gigatona organskog i neorganskog ugljenika. Približno 45% zemljišta u Evropi ima veoma nizak sadržaj organske materije (sto znači 0 – 2% organskog ugljenika) i 45% zemljišta ima srednji nivo ugljenika (što znači 2 – 6% organskog ugljenika). Problem je naročito izražen u zemljama na jugu Evrope ali isto tako i u delovima Francuske, Britanije, Nemačke i Švedske[3].

Da bi se bolje razumeli pravi razlozi degradacije zemljišta u evropskim i drugim zemljama, od velikog značaja je nedavno objavljeno istraživanje grupe naučnika sa Univerziteta Ilinoj u SAD[4]. Prema istraživanjima sintetički azot (u mineralnom ubrivu) ne povećava sadržaj ugljenika u zemljištu, odnosno da sintetički azot, smanjuje količinu organske materije u zemljištu. Prema njihovim istraživanjima, sintetički azotno ubrivo podstiče razvoj mikroorganizama u zemljištu, koji se hrane organskom materijom – time se smanjuje sadržaj organske materije u zemljištu. Razlaganjem organske materije u zemljištu njegova sposobnost da zadrži organski azot opada, tako da se veliki deo azota procesuje kroz zemljište i zagađuje podzemne vode u formi nitrata dok jedan deo odlazi u atmosferu u obliku azotnog oksida (N₂O) koji je kao gas sa efektom staklene bašte opasniji od ugljen-dioksida. Smanjivanjem sadržaja organske materije, zemljište ima sve manju sposobnost da zadrži vodu u svom sastavu i postaje zavisno od navodnjavanja, što dovodi do novog procesa isušivanja azotnih jedinjenja, a u isto vreme takvo zemljište postaje osetljivo i na padavine zbog povećanog oticanje vode i podložno eroziji.

3. CEMOS/BUCKETS – MODEL ZA TRANSPORT MINERALNIH MATERIJA U ZEMLJU

Povećanje količine mineralnih ubriva, ne povećava količinu mineralnih materija dostupnih biljkama, već se samo povećava zagađenost zemljišta i podzemnih voda. Sa kretanjem vode kroz sediment kreću se i mineralne materije. Model CemoS/Buckets[5] prikazuje proces isušivanja azotnih ubriva kroz sediment, i njihov sadržaj po dubini. Osnove modela zasnivaju se na zemljanim kolonama podeljenih na (n) kolona u zemljanom sloju. Hemijska distribucija u zemlji po njima se mešusobnom interakcijom. Pomoću kretanja mineralnih materija kroz zemlju je putem kiše. Količina mineralnih materija sadržana u vodi u svakom sloju posebno, računava se za svaki dan drugim imenom. Za počinak, za svaki vremenski korak, potrebno je sračunati vodeni bilans na površini zemlje "WB". U slučaju pozitivnog vodenog bilansa program startuje proces infiltracije, a u slučaju negativnog procesa evaporacije. Jednodimenzionalni hemijski transfer računava se sumom kretanja vode kroz proporcionalnu sredinu.

4. JEDNA IZ OBLASTI HENDERSON-HASSELBACH

Za podelu mineralnih materija na delove izmeću u zemljane osnove i vode zavisi od pH-vrednosti vode. Zbog toga taj koeficijent se mora korigovati sledećom jednačinom,

$$\Phi = \begin{cases} (1 - 10^{pH - pK_a})^{-1} & \text{ako je sredina kisela} \\ 1 & \text{ako je sredina neutralna,} \\ (1 + 10^{-(pH - pK_a)})^{-1} & \text{ako je sredina bazna} \end{cases} \quad (1)$$

gde je:

pK_a – negativan logaritam od konstante upijanja

5. PROCES IVANJE

Količina mineralnih materija iz zemljanog sloja (j) u zavisnosti od $A_{old}(j)$ kreće se iz tog sloja $T_L(j-1)$ u sloj $T_L(j)$. Kretanje zavisi od količine vode u tom sloju zemlje, tj. infiltrira se u sledeći sloj.

$$A_{new}(j) = A_{old}(j) + T_L(j-1) - T_L(j), \quad (2)$$

$$T_L(j) = \begin{cases} \text{input } x(j) & \text{ako je } j=1 \\ \left(A_{old}(j) + T_L(j-1) \frac{x(j) + M(j) - F(j)dL}{x(j) + M(j)} \right) & \text{ako je } 1 < j \end{cases}, \quad (3)$$

po etni grani ni uslov je:

$$A_{old}(t=0)(j) = A_0(j), \quad (4)$$

gde je:

$A_0(j)$ – količina mineralnih materija u zemljanom sloju (j) pre početka simulacije, dL – debljina zemljanog sloja, F – poljski kapacitet, input – koncentracija mineralnih materija u posmatranom sloju, $M(j)$ – sadržaj vode u sloju $M_{old}(j)$ i kretanje do $M_{new}(j)$ sadržaj vode u zavisnosti od vremenskog intervala, n – broj slojeva zemlje, $x(j)$ – količina vode koja infiltrira iz sloja (j-1) u sloj (j).

6. DEO HEMIKALIJA KOJI OSTAJE U ZEMLJI

Količina mineralnih materija u sloju zemlje (j) zavisi od $A_{old}(j)$ prethodne količine u tom sloju. $T_C(j-1)$ je količina mineralnih materija u vodenom rastvoru koja kapilarno raste do sledećeg sloja $T_C(j)$, a u zavisnosti je od porasta kapilarne vode u sledećem sloju $X_C(j)$ i u zavisnosti je od evaporacije $S(j)$.

$$A_{new}(j) = A_{old}(j) + T_C(j+1) - T_C(j) \quad j = 1 \dots n, \quad (5)$$

gde je :

$$T_C(j) = \begin{cases} 0 & \text{ako je } j=1 \\ A_{old}(j) \frac{S(j)}{M(j)} & \text{ako je } 1 < j \wedge S(j) < |X_C[j]| \\ A_{old}(j) \frac{|X_C[j]|}{M(j)} & \text{ako je } 1 < j \wedge |X_C[j]| \leq S(j) \end{cases}, \quad (6)$$

po etni grani ni uslovi su:

$$A_{old}(t=0)(j) = A_0(j), \quad (7)$$

gde je:

$A_0(j)$ – količina mineralnih materija u sloju (j), M_j – sadržaj vode u zemlji, S – rastuća količina vode, $X_C(j)$ – količina vode koja se uzdiže kroz sloj (j) do sledećeg sloja.

7. ZAKLJUČAK

Zagađenje zemljišta, i zagađenje podzemnih voda kao univerzalni problem zagađenja životne sredine, je možda jedan od najvećih problema naše države. Degradacija tla koju vrši čovek, a i priroda, postoje u količinu obradivih

površina svake godine sve više smanjuje. Istraživanja ukazuju i na povećanje procesa erozije zemljišta vetrom i smanjanje sloja plodnog zemljišta. Intenzivna primena mineralnih ubriva dovodi do uništenja površinskog sloja zemljišta, zato što mineralno, hemijsko ubrivo razara biofloru zemlje. Korišćenjem matematičkih modela može se pratiti kretanje zagađenja, kretanje vode kroz tlo, i prenošenje zagađenih materija u dublje slojeve do podzemnih voda. Poznavanjem mehanizama kretanja mineralnih materija i degradacije tla, sama degradacija može se kontrolisati smanjenjem unosa vešnih količina mineralnih ubriva. Takođe se može doći do povećanja hemikalija jer se njihova količina smanjena.

LITERATURA

- [1] Drought and India's Looming Food and Water Crisis, Climate Change,
- [2] The State of the Environment report 2013,
- [3] Thematic Strategy for Soil Protection - summary of the impact assessment,
ec.europa.eu/environment/soil/three_en.htm
- [4] R. Mulvaney, S. Khan, T. Ellsworth, *Synthetic nitrogen destroys soil carbon*, Environ Qual, No.1, pp 1821-1832, 2010,
- [5] Group of authors, Water management models supported at Temple, Texas, 2012.,

RAZVOJ ZGRADA ZA PARKIRANJE OD NASTANKA DO SAVREMENIH ZGRADA DEVELOPMENT OF PARKING STRUCTURES FROM THEIR APPEARANCE TO THE LATEST EXAMPLES

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

Sadržaj - U ovom radu je predstavljena forma, obrada fasadnih površina i organizacija kretanja kroz zgrade za parkiranje, od pojave ovog tipa zgrada do savremenih primera.

Ključne riječi: zgrade za parkiranje, rampa/zavojnica, fasada.

Abstract - In this paper is presented the form, treatment of facades and organization of internal movement through parking structures, since the appearance of this type of buildings to the contemporary examples.

Key words: parking structures, spiral ramp, facade.

1. UVOD

Objekti zgrada za parkiranje decenijama se izdvajaju kao prepoznatljiviji arhitektonski sklopovi, karakteristični njihovim longitudinalnim formi i sa ujednaenim ritmom horizontalnih punih i praznih traka na fasadama. Ovo su tradicionalno objekti čija forma je u potpunosti podređena funkciji i na njih se dugo gledalo kao na ruglo arhitekture koje treba sakriti. Ipak, od pojave do savremenih primera, objekti zgrada za parkiranje su se menjali u skladu sa potrebama i brojem vozila, na čijem doživljaju automobila u javnosti i kretanjem aktuelnih arhitektonskih tendencija. Iste su bile deo veština ili smeštene ispod nivoa terena, dok su poslednjih decenija njihove fasade od prirodnih materijala, pokrivene solarnim panelima ili predstavljaju zaseban ekosistem.

U ovom radu predstavljena je tranzicija zgrada od „staje za automobile“ do održive višenamenske strukture primenom istorijskog metoda u hronološkom prikazu nastanka i fasadne obrade zgrada, metode analize prilikom razmatranja ključnih uticaja na primenjenu formu zgrada i studija slučaja u prikazu relevantnih primera objekata iz određenih perioda.

Nakon uvodnog dela, koji prikazuje metodologiju izrade rada i upoznavanje čitaoca sa pojmom i značenjem zgrada za parkiranje, u drugom delu dat je hronološki prikaz nastanka ovih zgrada, od pojave preko prvih izvedenih objekata i obrade prvobitnih fasada do njihovog pozicioniranja kao neizbežnih struktura u urbanističkim i arhitektonskim planovima. U trećem delu govori se o dva osnovna načina kretanja kroz zgrade za parkiranje, koji su osnova za tipološku poddelu ovih objekata. Četvrti deo predstavlja podzemne zgrade za parkiranje dok se u petom delu govori o obradi fasada nadzemnih objekata ove vrste, iz čega sledi zaključak.

2. NASTANAK ZGRADA ZA PARKIRANJE

Termin garaža je u upotrebi od 1902. godine i preuzet je iz francuskog jezika u kome glagol „garer“ znači i „odlagati

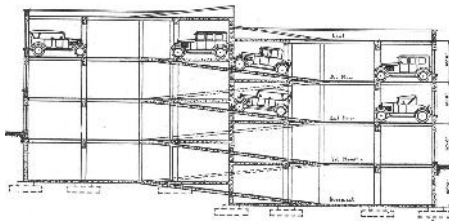
robu, skladištiti“. Prvobitne zgrade za parkiranje upravo su i bile na skladišta, uklapane u stil okolnog urbanog tkiva, sa fasadama koje nisu odavale namenu objekta. Do prvog svetskog rata izgrađene su male zgrade čija je isključiva namena bilo deponovanje vozila, ovo je dugo bila samo prateća namena zgrada. Prvi automobili bili su bez krova, sa kožnim sedištim a boje kojima su farbani nisu trpele dugu izloženost suncu, što ih je činilo neopornim na vremenske uslove. Parkirani su u unutrašnjosti zgrada, kako bi bili zaštićeni od hladnoće, kiše, sunca i lošeg vremena. Iste su parkirani u konjskim stajama i cena parkiranja je bila ista kao cena prenoćišta za konja [1].

Najstarijom višetažnom zgradom za parkiranje na svetu smatra se Garaža automobilskog društva (sl. 1) koju je projektovao Pere Laugier a izgrađena je u Parizu 1905. U SAD je zatim izgrađena Garaža ikškog automobilskog kluba 1907. Ovo je projekat Maršala i Foksa, kojim se vozilima omogućava ulaz u zgradu sa ulice dok su parking mesta dostupna stanovnicima sa svake od etaža zgrade. Fasada je u kolonijalnom stilu, obložena crvenom opekama. Sa početkom proizvodnje Modela T firme Ford, 1908. automobil ulazi u masovnu proizvodnju i broj ovog tipa zgrada naglo raste.

Garaža botaničke bašte, izgrađena 1912. godine (sl. 6) se smatra najstarijom višetažnom zgradom za parkiranje u Britaniji. Projektovao ju je arhitekta Vili koji je tokom karijere projektovao stambene zgrade, fabrike, skladišta i staje za konje, dok je zgrada za parkiranje bila poslednji projekat na kome je radio i u njemu se očrtava kulminacija plodne karijere ovog arhitekta. Građena je namenski za parkiranje, ali ne je konstrukcije, sa ornamentima stila Beaux Arts i fasadnom obradom od glaziranog fajansa, svetlozelene i mlečno bele boje. Veliki lukovi, vidljivi na fasadi, uokvireni su keramičkim pločicama u kombinaciji ove dve boje. Spoljni izgled zgrade je vrlo sličan arhitekturi skladišta, iz kojih fasada vuče korene fasadna obrada ranih zgrada za parkiranje. Ova zgrada je uz Blubrd garažu u Parizu, iz 1924. i Leks garažu u Sohou jedna od retkih sačuvanih zgrada te vrste u Britaniji.



Sl. 1. Izgled fasade iz 1905.



Sl. 2. Sistem rampi je prvi put primenjen 1918. Etaže u polunivoima upotrebljene su da bi se rampa maksimalno iskoristila i dobio veći broj parking mesta.



Sl. 3. Enterijer sa podom u nagibu.



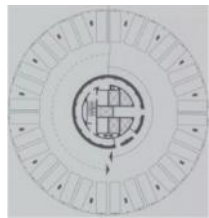
Sl. 4. Ulaz/izlaz preko rampi.



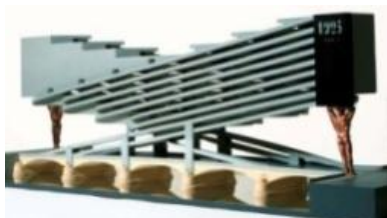
Sl. 5. Auto kao ornament kod obrade prozorskih otvora.



Sl. 6. Fasada u stilu Beaux Arts.



Sl. 7. Osnova tipske etaže sa zavojnicom.



Sl. 8. Maketa zgrade Melnikova.

Do 1920. broj automobila u SAD se popeo na deset miliona i javlja se potreba za parkiranjem u centru grada, jer sve više ljudi vozilima svakodnevno dolazi u grad. Tokom 1920-tih prvi put se pojavljuje zagušenje saobraćaja na ulicama, izazvano velikim brojem automobila, koje narednih decenija raste. Do 1929. na američkim putevima je bilo 23 miliona automobila. Parkiranje je postalo problem i tražio se na in da se uparkira što je moguće više automobila na što manjoj prostornoj površini. Korišćenje delova zgrada drugih namena (skladišta, industrijskih zgrada i dr.) za parkiranje, prestalo je da pruža dovoljno mesta. Gradski planeri počinju da traže nova rešenja za smeštanje vozila. Ovakvo stanje navodi Enoa, planera poznatog po tome što je prvi uveo pravila parkiranja u Americi, na odluku da se u njujorškom centralnom delu posebe jedan broj stabala kako bi se oformio praking prostor [1]. Ovo je prvi primer svesnog uništavanja zelene površine zarad formiranja parking prostora.

Nova vrsta zgrada privlači pažnju stručne javnosti, pa je tako u Bostonu, već 1927. prestižna nagrada za dostignuće u oblasti arhitekture dodeljena višetažnoj zgradi za parkiranje Motor Mart, sa fasadnim ornamentima, delu arhitekta Dana. U to vreme se aktuelni stilovi već uveliko primenjuju u detaljima ovih zgrada - garaža Rica u Hajd Parku, ikako, u fasadnoj obradi ima ornamente od terakote u obliku guma i krilatih točkova (sl. 5), detalje koji su u skladu sa aktuelnim Eklektičnim stilom.

Masovna upotreba automobila inspiriše neke od najpoznatijih arhitekata da se bave smeštanjem parking mesta u osnove privatnih kuća. Rajt u projekat stambene zgrade u Oak Parku unosi novinu primenom kombinovane namene zgrade. Garažu smešta unutar zgrade a skicira i radionicu za popravku automobila kao prateći objekat. Arhitekta Flag je u prizemnoj etaži objekta projektovao prostor za automobil. Ovaj projekat je u javnosti postao poznat pod imenom „Novi tip gradske kuće“. Le Korbizije 1928. u projekat vile Savoy unosi parking mesta za tri vozila. Bel Geddes 1931. projektuje „Kuću u sutrašnjice“ kako je sam naveo „u duhu novog doba“. Ova zgrada je projektovana u stilu, tada aktuelne, Moderne i imala je aerodinamičnu polucilindričnu formu obavijenu oko parking mesta za dva vozila.

Posle II sv. rata i znatnog rasta broja vozila na ulicama, dolazi do popularizacije predgrađa i produžetka svakodnevnog putovanja do gradskih centara. U ovo doba su pojedine zgrade u SAD imale cele etaže u kojima su samo žene mogle da parkiraju svoja vozila. Drugde je nužna usluga uvođenja dece dok vozači kupuju u zgradi koju zgrada za parkiranje opslužuje. Automobili su u to vreme smatrani i jednim od simbola ženske nezavisnosti, jer je poslovna žena ili domaćica mogla samostalno da se odveze do posla, prodavnice ili centra grada. Sa povećanjem broja radnika koji vreme i novac troše u gradskim centrima povećava se i potreba za novim parking mestima. Investitorima i preduzetnicima postaje jasno da je „Dobro mesto za parkiranje - dobro ulaganje“ i od 1952. dolazi do naglog porasta izgradnje zgrada za parkiranje.

3. KRETANJE UNUTAR ZGRADE

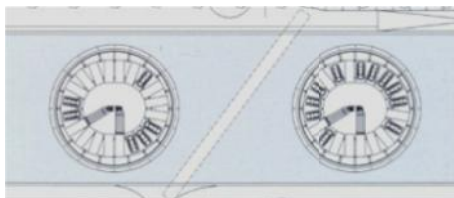
Organizacija prostora u zgradama za parkiranje tradicionalno je povezana sa asocijacijama koje idu uz automobile te su ove asocijacije u osnovi nastanka dva

Od pojave automobila na njih se gleda na dva načina. Za jedne su samo mašine dok ih drugi povezuju sa slobodom i pokretljivošću u koja se ima dok se automobil vozi. Prvobitno su automobili predstavljali statusni simbol pa ih u najranijim oblicima zgrada za parkiranje dovoze privatni šoferi. Blubrdska garaža je imala stambeni prostor za personalne šofere, koji su tada, kao stručni rukovodioci mašinom, bili nerazdvojni deo vožnje automobilom. Kasnije, vozači i nisu sami parkirali svoj auto već su radnici u zgradi obavljali taj posao. Da su automobili u početku tretirani kao mašine govori i podatak da u Britaniji toga doba nije bilo dozvoljeno parkiranje po ulicima i na javnom prostoru. U ikako je već 1918. uklanjanje vozila sa ulice, kako bi se zaštitile vizure „soliterskog grada“, postao prioritet. Holabird i Roš projektuju vetrikalnu petoetažnu strukturu sa spiralnom rampom, koja će opsluživati Hotel La Sale. Uzani prostor u koji je smeštena ova zgrada, i potreba da se vozila što brže uvezu i izvezu iz zgrade za parkiranje, uslovlila je vlasnika zgrade da uposli radnike koji su uparkiravali i isparkiravali vozila.

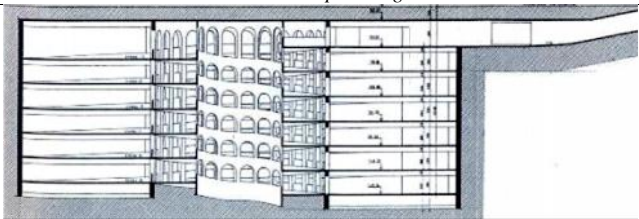
razlika tipa zgrada za parkiranje – mehanizovanih i zgrada sa rampama.

Mehanizovane zgrade se pojavljuju još 1920-tih godina. Automobil se ostavljao na ulazu u zgradu a radnici su ga dovozili do lifta, koji ga je dalje smeštao u slobodno parking mesto. Mehanizovane zgrade su preteča današnjih automatizovanih zgrada za parkiranje. Ipak, ovom tipu zgrade falio je detalj koji je nekim vozima jako važan – nisu imali slobodu da sami uparkiraju vozilo i da se uvezu i izvezu iz zgrade kada požele.

Automatizovane zgrade su najskuplji tip zgrada za parkiranje, no budući da se izvode na lokacijama sa velikom gustinom izgradnje i da najčešće opslužuju poslovne zgrade, ulaganje se isplati. Nemačke firme Klaus i Vor su lideri u proizvodnji sistema za automatsko upravljanje. Jedan od najpoznatijih primera automatskog parkirališta su zgrade u Wolfsburgu (sl. 9) koje u osnovi predstavljaju dve elipse koje se uzdižu nad pravougaonim vodenim ogledalom [2]. Ušteda vremena korisnika, pri odluci da se parkira u automatizovanoj zgradi, evidentna je kod garaže Ibn Batuta u Dubaiju, sa 765 PM i srednjim vremenom čekanja na povratak automobila, od trenutka kada se u aparat ubaci kartica sa podacima do postavljanja vozila u položaj za vožnju, od samo 2,5 minuta.



Sl. 9. Situacioni prikaz zgrada.



Sl. 10. Poprečni presek.



Sl. 11. Brutalistički pristup fasadnoj obradi.

Projektovanje zgrade za parkiranje sa rampama, kojima se cirkuliše između etaža, predstavlja za projektante uvek novi izazov, jer se lokacija i zahtevi razlikuju za svaku pojedinačnu zgradu. Rampe ne smeju da budu predugačke jer se tako gubi površina korisnog prostora a time i jedan broj parking mesta. Međutim, ne smeju da budu previše strme kako bi vozila mogla da se uspinu uz njih. Jedan od najvećih nedostataka ovog tipa zgrade je što se na istoj površini i zapremini prostora može smestiti znatno manje vozila nego kod automatizovanih zgrada, jer rampe zauzimaju značajni procenat površine osnove. Ipak, od nastanka do danas, velika većina ovih zgrada je sa rampom. Razlog tome može biti cena zemljišta u gradskim centrima, koja je prethodnih decenija bila manja od cene izgradnje automatizovane zgrade

[3]. Zagovornici ideje o oslobađaju slobode, koji ide paralelno sa vožnjom, pak tvrde da je ovo zbog toga što je mogućnost parkiranja vlastitog vozila jako važna vozačima. Parking strukture sa rampom, prema njihovim tvrdnjama, vozačima doživljavaju kao produžetak autoputa.

Zgrada za parkiranje sa rampama predstavlja sistem rampi, pravih ili zavojnih, koji vodi do mesta i kroz nizove mesta za parkiranje. Ovo je tip objekta koji je maksimalno podređen formi - fasada je najčešće svedena na minimum, sa vidljivim barijerama za zaustavljanje vozila, dok je organizacija objekta u potpunosti definisana kretanjem kroz njega. Možda najefikasniji i svakako jedan od najatraktivnijih primera zgrade za parkiranje sa rampom je neizgrađeni projekat Melnikova, iz 1925. (sl. 8). Zgrada je trebalo da bude smeštena iznad jednog od pariskih mostova preko Sene. Longitudinalna forma zgrade za parkiranje, uslovljena pravim rampama duž kojih su nizovi parking mesta, koja vremenom postaje prepoznatljiva odlika ovih struktura, definisana je 1948. na zgradi za parkiranje Lu Rida u Majamiju.

Tipičan predstavnik parkinga sa zavojnom rampom su dva tornja, Marina Siti, u Čikagu, (sl. 7) izgrađena 1962. Izgledom asociraju na klipove kukuruza i evociraju dugu tradiciju američkih farmara u uzgajanju kukuruznih polja. Zgrade su kružnih osnova, prečnika 32m, sa parking prostorom u prvih 19 etaža i stambeno/komercijalnim prostorom u narednih 40 etaža. Forma zgrade podređena je kretanju po zavojnici toliko da, iako se radi o zgradi sa kombinovanim namenom, do danas ni kod jedne zgrade za parkiranje nije do te mere naglašena. Duž spirale koja spaja 19 etaža, radijalno je postavljeno 32 PM pa svaka od dve zgrade ima ukupno po 450 PM. Spirala je dvosmerna, uzana, dužine 1 km od nivoa terena do poslednje etaže parkinga, što dovodi do čestih zastoja pri uspinjanju i silasku. Poslednjih godina aktuelna je inicijativa za revitalizaciju ovih betonskih struktura, kako bi se učinile energetski efikasnim.

4. PODZEMNE ZGRADE ZA PARKIRANJE

Zgrade za parkiranje se često grade u osnovi već postojećih stambenih i komercijalnih zgrada i često se grade kao deo suterenskog prostora, što je jeftinije i praktičnije od izgradnje zasebne zgrade za parkiranje. Ovakav pristup štiti korisnike i vozila od nepovoljnih vremenskih uslova koji smanjuju/povećavaju temperaturu u vozilu do nivoa koji je neugodan za boravak. Podzemnom gradnjom se parking prostor smešta ispod zemlje, ostavljajući i slobodnu površinu u ravni terena, što pruža mogućnost korišćenja zemljišta u druge svrhe. Još pre II sv. rata, ideja da je jedina dobra zgrada za parkiranje ona koja se ne vidi imala je pristalice. Na Union Trgu u San Francisku je 1942. izgrađena podzemna zgrada za parkiranje sa četiri etaže. U ovoj zgradi je bilo mesta za 1700 vozila i mogla je da služi, po predratnim standardima, kao sklonište u slučaju vazdušnog napada. I u drugim američkim gradovima zgrade za parkiranje su čak i u doba najveće ekspanzije, 50-tih i 60-tih godina prošlog veka, građene pod zemljom dok je površinski prostor pretvaran u parkove.

Podzemni parking sa samo dve etaže je smatran inovativnim konceptom kada ga je izgradio Leser izgradio 1964. ispod desetoeetažne stambene strukture na Univerzitetu Kalifornija u Los Angelesu. Razlog za ovakav izbor je bio nedostatak prostora za horizontalno proširenje zgrade.

Selestinski Park (sl. 10) izgrađen 1994. u Lionu je zgrada projektovana tako da se teatralnost njenog enterijera poigrava sa voza evim osećajem stvarnosti i fantazije. Ova građevina, sa 435 PM, smeštena je 22m ispod zemlje i predstavlja sedmoetažnu „igru svetlosti i senke“ kroz koju se prolazi u potrazi za slobodnim mestom [2]. Konstrukciju čine tri betonska cilindra i dve spirale. Prvi je obimni cilindar, prenika 53m, a između u ovom i srednjem cilindru je silazna zavojna rampa sa obostranim nizovima PM. Uzlazna zavojna rampa je između u srednjem i centralnom cilindru i služi samo za izlaženje iz zgrade parkinga.

5. OBRADA FASADNIH OBLOGA

Tokom 70-tih i 80-tih godina arhitekta projektuju sve veće i sve ogoljenije strukture zgrada za parkiranje. Rudolf projektuje masivnu individualnu betonsku strukturu u Nju Hejvenu (sl. 11). Takav Brutalistički pristup projektovanju zgrada za parkiranje u principu je da se na ovaj tip zgrada gleda kao na objekte koji ruže ulice ne vizure. Ipak, pojedine arhitekta i tih godina kreiraju projekte koji ostaju zapamćeni. Sa približavanjem XXI veku pojavljuju se fasade koje skrivaju unutrašnjost zgrade a od njene spoljašnosti prave umetničko delo. Ovakva je fasada koja predstavlja prednji deo Rols Rojs automobila, delo Tigermana iz 1986. (sl. 12).

Svaka od pet platformi Parkhaus Zoo u Lajpcigu, iz 2002. (sl. 13), koje nose veliki na konstrukcija, podeljena je na dve polovine po kojima se kreću u automobilu i svaka je sa po jednom prilaznom rampom, postavljenom po krajevima strani objekta. Cela struktura je obavijena „velom“ od bambusovog pruća, obuhvatajući i konveksne i konkavne fasadne ravni. Naizgled kompaktna fasadna obloga sastavljena od bambusovog pruća širine 110mm sa razmacima od 75mm, zaklanja automobile od sunčevih zraka i omogućava ventilaciju objekta, pritom formiraju i razigrane senke na površinama enterijera. Primena bambusa aludira na povezanost sa prirodom, što je i glavna premisa zgrade Zoo vrta koji ovo parkiralište opslužuje [2].



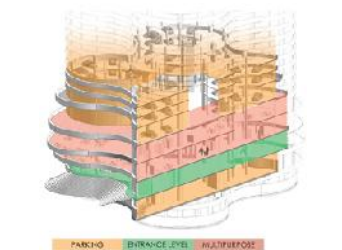
Sl. 12. Fasada u obliku prednje šasije Rols Rojsa.



Sl. 13. Fasadna obloga od bambusovog pruća.



Sl. 14. Izgled zgrade.



Sl. 15. Presek kroz višenamenske etaže.

Pletena žica i perforirani metalni paneli su relativno jeftino rešenje za prikrićvanje glomaznih betonskih površina na fasadama zgrada za parkiranje, ako pritom ispunjavaju uslove o sigurnosti i bezbednosti zgrade. Atraktivna fasadna obloga često izdvaja prepoznatljivije zgrade od onih drugih, a fasada LAPD Motor Transport Divizijska iz Los Angelesa, sa

800 PM karakterističan je po načinu na koji je upotrebljen metalni omotač. Paneli od pletene mreže, naglašene vertikalnošću, prostiru se preko četiri gornje etaže zgrade. Oni su po vertikali presavijeni ka, od i oko konzolne nadstrešnice koja natkriva prilaz zgradi i glavne ulaze i izlaze. Pažljivim razmeštanjem horizontalnih elipsi i šipki različitih dužina postiže se vizuelni efekat uvijanja vertikalnih mreža. Paneli su obojeni u zelenu boju, čije dve nijanse se prepliću u formiraju i šare nalik listovima, koji se presijavaju kada svetlost padne na njih.

Velika gustina naseljenosti u Hong Kongu, rastu i broj neobdora i sklonost projektantata ka inovacijama, izvori su inspiracije za projekat kule za parkiranje iz 2011. (sl. 14). Kako bi optimalno iskoristili lokaciju na kojoj je kula građena, projektanti su se odlučili za automatizovano parkiralište na najnižim etažama nalaze se punktovi za ostavljanje i preuzimanje vozila. Prve tri etaže su delimično ukopane u tlo i mešovite su namene, sa velikim unutrašnjim prostorom koji po potrebi može biti korišćen kao komercijalni prostor ili za parkiranje (sl. 15). Odavde se, do šezdesete etaže, uzdižu četiri tornjeva sa po 7 PM na svakoj etaži. Vrhovi tornjeva su zasebni kako bi na solarne panele po njihovoj površini pala što više sunčeve svetlosti, ali i da usmere pešaka, pokazujući i stranu sa koje se nalazi ulaz u zgradu. Parkirana vozila su vidljiva kroz staklenu fasadu, dok su tornjevi međusobno povezani mrežom horizontalnih i vertikalnih šipki od eloksiranog aluminijuma. Ova mreža služi i kao ram za biljke penjalice, koje se zalivaju atmosferskim vodama. Ideja o održivosti zgrade je bila pokretač za ovu odluku u vezi sa projektnim rešenjem ovog objekta. Foto elije su utisnute u južnu fasadu zgrade i predviđeno se da će u budućnosti energija koja se akumulira putem njih moći da se koristi za punjenje parkiranih vozila na električni pogon. Ova energija se koristi za višestruko osvetljenje fasada zgrade, kako bi vozači i sa velike udaljenosti mogli da se orijentišu ka njoj ali i kako bi se razaznavala u silueti grada.

6. ZAKLJUČAK

Forma i fasadna obrada zgrada za parkiranje znatno je izmenjena tokom veka njihovog postojanja. Od preuzimanja forme i fasade postoje ih tipova zgrada drugih namena do potpunog podređivanja forme nameni. Kombinovanje ove namene sa drugim namenama, u sastavu jednog višenamenskog objekta, primenjivano je zbog atraktivnih fasadnih površina koje se dobijaju promenom ritma punih i praznih delova fasade. Na obradi fasada novijih zgrada mogu se prepoznati arhitektonski trendovi koji su aktuelni u vreme njihove izgradnje, od prirodnih materijala i organskih formi, preko atraktivnog osvetljenja i razigranih fasadnih površina do fasadnih obloga koje svojim performansama – primenom solarnih panela i mikro ekosistema, doprinose samoodrživosti novijih zgrada.

LITERATURA

- [1] Holtz Kay, J., *A Brief History of Parking: The Life and After-life of Paving the Planet*, Architecture Magazine, Februar 2001.
- [2] Henley, S., *The Architecture of Parking*, Thames & Hudson, Njujork, 2007.
- [3] McDonald, S., *The Parking Garage: Design and Evolution of a Modern Urban Form*, Urban Land Institute, 2007.

VARIJACIJA NORMALNE KRIVINE USLED BESKONA NO MALOG SAVIJANJA POVRŠI

CHANGE OF THE NORMAL CURVATURE UNDER THE INFINITESIMAL BENDING OF A SURFACE

Milica Cvetković, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - Koriste i osnovnu definiciju normalne krivine u datoj tački p površi S , u pravcu proizvoljnog vektora iz tačke p , i koriste i vektor koji opisuje sve te pravce, možemo izraziti normalnu krivinu preko koeficijenata druge kvadratne forme i odrediti njenu varijaciju usled beskona no malog savijanja površi date u eksplicitnom obliku.

Ključne reči: Operator oblika. Normalna krivina. Beskona no malo savijanje. Varijacija.

Abstract - Using the basic definition of the normal curvature at a given point $p \in S$, associated with every direction from p , and using the vector to represent all these directions, we can express the normal curvature by coefficients of the second fundamental form, and find its variation under infinitesimal bending of a surface given in an explicit form.

Key words: Shape operator. Normal curvature. Infinitesimal bending. Variation.

1. UVOD

Operator oblika je vektorska funkcija koja meri savijanje površi u različitim pravcima, o čemu je bilo reči u radu [1]. Međutim, korisno je imati i realnu funkciju sa istom svrhom. Upravo takva je normalna krivina. U ovom radu je normalna krivina izražena preko koeficijenata druge kvadratne forme i razmatrana njena varijacije usled beskona no malog savijanja površi date u eksplicitnom obliku.

Poznato je da je varijacija geometrijskih veličina koje zavise od koeficijenata prve kvadratne forme površi, to jest, od objekata unutrašnje geometrije površi, jednaka nuli pri infinitezimalnom savijanju [2].

Varijacija operatora oblika, glavnih krivina i Vilmoreove energije u tački površi razmatrane su u radovima [3], [4] i [5] redom. Varijacija krivina i funkcija krivina Gaudijeve površi data je u radu [6].

U ovom radu je, najpre, izražena normalna krivina površi preko koeficijenata druge kvadratne forme (poglavljje br.2.), koriste i pritom vektor koji opisuje sve pravce iz date tačke površi. Zatim su u poglavljju broj 3. dati osnovni pojmovi u vezi sa beskona no malim savijanjima površi. U 4. poglavljju data je suština ovog rada: izražena je varijacija normalne krivine usled beskona no malog savijanja površi, i na kraju (5. poglavljje) dat je zaključak.

2. NORMALNA KRIVINA IZRAŽENA PREKO KOEFICIJENATA DRUGE KVADRATNE FORME

Jedna od fundamentalnih funkcionala koja meri savijanje površi je normalna krivina. Koriste i vektore u standardnoj bazi $\{x_u, x_v\}_s$:

$$(x_u)_s \in N(1, 0), \quad (x_v)_s \in N(0, 1), \quad (1)$$

i operator oblika S , izrazimo normalnu krivinu preko koeficijenata druge kvadratne forme.

Definicija 2.1. [7] Neka je u_p tangenti vektor površi $S \in \mathbb{R}^3$, tako da je $\|u_p\| = 1$. Tada je **normalna krivina** površi S u pravcu vektora u_p jednaka:

$$k_n(u_p) = \langle S(u_p), u_p \rangle. \quad (2)$$

Može se pokazati sledeći lema:

Lema 2.1. Normalna krivina površi S u tački $p \in S$, u pravcu vektora $\vartheta_u(t)_s$, jednaka je:

$$k_n(t) = L \cos^2 t < 2M \sin t \cos t < N \sin^2 t, \quad (3)$$

gde vektor $\vartheta_u(t)_s$ predstavlja sve pravce:

$$\vartheta_u(t)_s = N \begin{pmatrix} \cos t \\ \sin t \end{pmatrix}_s, \quad (4)$$

$t \in [0, 2\pi)$ i indeks "s" označava vektor u standardnoj bazi $\{x_u, x_v\}_s$.

Dokaz: Neka je $T_p(S)$ skup svih jediničnih tangenti vektora površi S u tački p . Pokazujemo najpre da skalarni proizvod dva proizvoljna vektora $a, b \in T_p(S)$ uključuje

matricu prve kvadratne forme W_I (vidi [1]). Posmatra emo vektore \mathbf{a} i \mathbf{b} u nestandardnoj bazi $\{\mathbf{x}_u, \mathbf{x}_v\}$:

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{a} = a_1^2 x_u^2 + a_2^2 x_v^2, \quad \mathbf{b} \cdot \mathbf{b} = b_1^2 x_u^2 + b_2^2 x_v^2, \quad (5)$$

i izra unati njihov skalarni proizvod.

$$\begin{aligned} \mathbf{a} \cdot \mathbf{b} &= a_1 b_1 (x_u \cdot x_u) + a_1 b_2 (x_u \cdot x_v) + \\ &+ a_2 b_1 (x_v \cdot x_u) + a_2 b_2 (x_v \cdot x_v) = \\ &= a_1 b_1 E + a_1 b_2 F + a_2 b_1 F + a_2 b_2 G. \end{aligned} \quad (6)$$

Odnosno,

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E & F \\ F & G \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} = \mathbf{a}^T W_I \mathbf{b}. \quad (7)$$

Koriste i da se matrica operatora oblika može izraziti preko matrica prve i druge kvadratne forme (rad [1]): $\underline{S} = W_I^{-1} W_{II}$, i jedna ine (2) i (7), za normalnu krivinu važi slede e:

$$\begin{aligned} k_n(\mathbf{u}_p) &= \underline{S}(\mathbf{u}_p) \cdot \mathbf{u}_p = \\ &= W_I^{-1} W_{II}(\mathbf{u}_p) \cdot \mathbf{u}_p = \\ &= W_I^{-1} W_{II}(\mathbf{u}_p)^T W_I(\mathbf{u}_p). \end{aligned} \quad (8)$$

Kako je $(\mathbf{A}\mathbf{B})^T = \mathbf{B}^T \mathbf{A}^T$ za proizvoljne matrice \mathbf{A} i \mathbf{B} , i kako su W_I i W_{II} simetri ne matrice, sledi da je:

$$\begin{aligned} k_n(\mathbf{u}_p) &= (\mathbf{u}_p)^T W_{II}^T (W_I^{-1})^T W_I(\mathbf{u}_p) = \\ &= (\mathbf{u}_p)^T W_{II} W_I^{-1} W_I(\mathbf{u}_p) = \\ &= (\mathbf{u}_p)^T W_{II}(\mathbf{u}_p) \cdot \mathbf{u}_p. \end{aligned} \quad (9)$$

U datoj ta ki $\mathbf{p} \in S$ normalna krivina se posmatra u odnosu na odre eni pravac koji polazi iz ta ke \mathbf{p} . Dakle, u datoj ta ki \mathbf{p} treba izabrati neku vrstu "mernog alata" koji bi obuhvatio sve pravce u datoj ta ki \mathbf{p} , odnosno, pametno izabrati vektor koji e predstaviti sve pravce. Neka je, zato, vektor oblika:

$$\mathbf{u}(t) = \begin{pmatrix} \cos t \\ \sin t \end{pmatrix}, \quad t \in [0, 2\pi). \quad (10)$$

U ovom slu aju je:

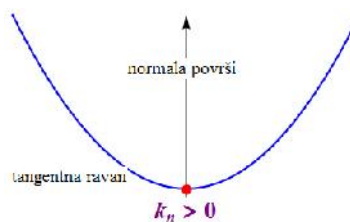
$$\mathbf{u}(0) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \mathbf{x}_u, \quad (11)$$

$$\mathbf{u}(\pi/2) = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \mathbf{x}_v, \quad (12)$$

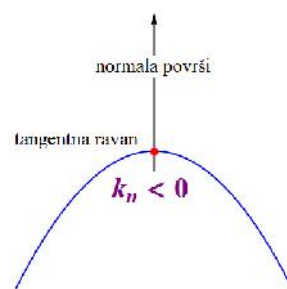
i važi da je $\|\mathbf{u}\| = 1$ za svako t . Sa ovakvim izborom vektora, koriste i (9), važi:

$$\begin{aligned} k_n(t) &= \begin{pmatrix} L & M \\ M & N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos t \\ \sin t \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos t \\ \sin t \end{pmatrix} = \\ &= L \cos^2 t + 2M \sin t \cos t + N \sin^2 t. \end{aligned} \quad (13)$$

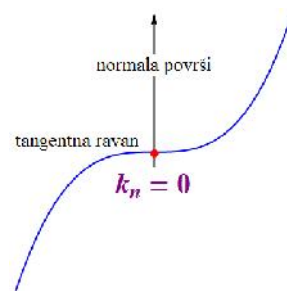
Normalna krivina služi da izmeri savijanje regularne površi S u svakoj ta ki $\mathbf{p} \in S$ (sl.1., sl.2., sl.3.).



Slika 1. Pozitivna normalna krivina.



Slika 2. Negativna normalna krivina.



Slika 3. Normalna krivina jednaka nuli.

3. BESKONA NO MALO SAVIJANJE POVRŠI

Geometrijske veli ine, usled beskona no malog savijanja površi, se menjaju i tu promenu meri *varijacija geometrijskih veli ina*. Definisemo, najpre, beskona no malo savijanje površi prema [8], a varijaciju geometrijskih veli ina prema [9].

Definicija 3.1. Neka je $S: \mathbf{r} = \mathbf{r}(u, v)$ vektorska jedna ina regularne površi S i neka je površi S pridružena familija površi:

$$S_v: \tilde{\mathbf{r}}(u, v, v) = \mathbf{r}(u, v) + v \mathbf{z}(u, v), \quad (14)$$

gde je $v \in \mathbf{R}$, $v \in \mathbf{0}$, a $\mathbf{z} \in C^m$ ($m \geq 3$) je neprekidno diferencijabilna vektorska funkcija, definisana u ta kama površi S i predstavlja polje infinitezimalnih deformacija površi S . Familija površi S_v je *infinitezimalna deformacija površi S* .

Definicija 3.2. Infinitezimalna deformacija površi S kod koje važi:

$$ds_v^2 > ds^2 \quad \forall v, \quad (15)$$

naziva se *beskona no malo savijanje površi S* . Polje $\mathbf{z}(u, v)$ je polje beskona no malog savijanja površi.

Definicija 3.3. Polje savijanja je *trivijalno*, to jest, predstavlja polje kretanja površi kao krutog tela bez unutrašnjih deformacija, ako se može predstaviti u obliku:

$$z \mathbf{N} \mathbf{a} \mathbf{\bar{I}} \mathbf{r} < \mathbf{b}, \quad (16)$$

gde su \mathbf{a}, \mathbf{b} konstantni vektori.

Definicija 3.4. Površ je *kruta* ako dopušta samo trivijalna polja savijanja. U suprotnom, površ je *nekruta* ili *fleksibilna*.

4. VARIJACIJA NORMALNE KRIVINE

Koriste i Lemu 2.1., odnosno, izražavaju i normalnu krivinu preko koeficijenata druge kvadratne forme, odredi mo njenu varijaciju usled beskona no malog savijanja površi.

Definicija 4.1. Neka je $R \mathbf{N} R(\mathbf{u}, \mathbf{v})$ veli ina koja karakteriše geometrijsko svojstvo na površi S , a $\tilde{R}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{v})$ odgovaraju a veli ina na površi S_v , koja predstavlja beskona no malo savijanje površi S . Tada je

$$uR \mathbf{N} \frac{d}{dv} \tilde{R}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{v})|_{v=0} \quad (17)$$

varijacija geometrijske veli ine R usled beskona no malog savijanja S_v površi S .

Poznato je da je varijacija geometrijskih veli ina, koje zavise od koeficijenata prve kvadratne forme površi, jednaka nuli pri infinitezimalnom savijanju [2]; na primer, Kristofelovi simboli, prva kvadratna forma, determinanta prve i druge kvadratne forme, dužina luka krive, uglovi izme u krivih na površi, površina oblasti na površi, Gausova i geodezijska krivina, su stacionarni usled beskona no malog savijanja površi.

Neka je S površ zadata parametrizacijom:

$$\mathbf{r}(\mathbf{u}, \mathbf{v}) \mathbf{N}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{f}(\mathbf{u}, \mathbf{v})), \quad (18)$$

i polje beskona no malog savijanja površi S :

$$z(\mathbf{u}, \mathbf{v}) \mathbf{N}(\langle \mathbf{u}, \mathbf{v} \rangle, \mathbf{y}(\mathbf{u}, \mathbf{v}), \mathbf{v}'(\mathbf{u}, \mathbf{v})). \quad (19)$$

Tada je beskona no malo savijanje površi S :

$$S_v : \tilde{\mathbf{r}}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{v}) \mathbf{N}(\mathbf{r}(\mathbf{u}, \mathbf{v}) < \mathbf{v} \mathbf{z}(\mathbf{u}, \mathbf{v}) \mathbf{N}(\mathbf{u} < \mathbf{v} < \langle \mathbf{u}, \mathbf{v} \rangle, \mathbf{v} < \mathbf{v} \mathbf{y}(\mathbf{u}, \mathbf{v}), \mathbf{f}(\mathbf{u}, \mathbf{v}) < \mathbf{v}'(\mathbf{u}, \mathbf{v})). \quad (20)$$

Koeficijenti druge kvadratne forme površi S_v imaju oblik:

$$\begin{aligned} \tilde{L} \mathbf{N} \frac{1}{\sqrt{\tilde{g}}} |\tilde{r}_{uu}, \tilde{r}_u, \tilde{r}_v| \mathbf{N} \\ \mathbf{N} \frac{1}{\sqrt{\tilde{g}}} \int f_{uu} < \mathbf{v}'_{uu} (1 < f_u^2 < f_v^2) < \mathbf{v}^2 \mathbf{A}_1 < \mathbf{v}^3 \mathbf{A}_2', \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} \tilde{M} \mathbf{N} \frac{1}{\sqrt{\tilde{g}}} |\tilde{r}_{uv}, \tilde{r}_u, \tilde{r}_v| \mathbf{N} \\ \mathbf{N} \frac{1}{\sqrt{\tilde{g}}} \int f_{uv} < \mathbf{v}'_{uv} (1 < f_u^2 < f_v^2) < \mathbf{v}^2 \mathbf{B}_1 < \mathbf{v}^3 \mathbf{B}_2', \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \tilde{N} \mathbf{N} \frac{1}{\sqrt{\tilde{g}}} |\tilde{r}_{vv}, \tilde{r}_u, \tilde{r}_v| \mathbf{N} \\ \mathbf{N} \frac{1}{\sqrt{\tilde{g}}} \int f_{vv} < \mathbf{v}'_{vv} (1 < f_u^2 < f_v^2) < \mathbf{v}^2 \mathbf{C}_1 < \mathbf{v}^3 \mathbf{C}_2'. \end{aligned} \quad (23)$$

Funkcije $\mathbf{A}_i, \mathbf{B}_i, \mathbf{C}_i, i \mathbf{N} 1, 2$ dobijamo u razvoju odgovaraju ih determinanti a

$$\tilde{g} \mathbf{N} \tilde{E} \tilde{G} > \tilde{F}^2 \mathbf{N} 1 < f_u^2 < f_v^2 < \mathbf{v}^2 \dots < \mathbf{v}^4 \dots \quad (24)$$

Lema 4.1. Varijacija koeficijenata druge kvadratne forme data je jedna inama:

$$\mathfrak{D} L \mathbf{N}'_{uu} \sqrt{g}, \quad (25)$$

$$\mathfrak{D} M \mathbf{N}'_{uv} \sqrt{g}, \quad (26)$$

$$\mathfrak{D} N \mathbf{N}'_{vv} \sqrt{g}. \quad (27)$$

Dokaz: Koriste i koeficijente druge kvadratne forme površi S_v , odnosno jedna ine (21-23) i definiciju varijacije veli ina (17), dobijaju se jedna ine (25-27).

Direktno iz Leme 4.1. dokazuje se slede a teorema.

Teorema 4.1. Varijacija normalne krivine površi (18) usled beskona no malog savijanja površi (20) data je jedna inom:

$$u k_n(t) \mathbf{N} \sqrt{g} \int_{uu} \cos^2 t < 2'_{uv} \sin t \cos t < '_{vv} \sin^2 t', \quad (28)$$

gde je $g \mathbf{N} 1 < f_u^2 < f_v^2$.

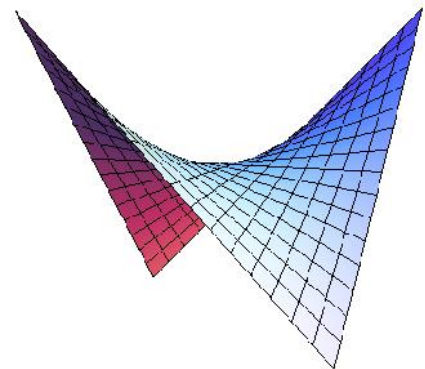
Posledica 4.1. Varijacija normalne krivine površi (18) usled beskona no malog savijanja površi (20), bi e jednaka nuli ako je tre a koordinata odgovaraju eg polja savijanja z linearna funkcija.

Primer 4.1. Hiperboli ki paraboloid (sl.4.) je površ data parametrizacijom:

$$S : \mathbf{r}(\mathbf{u}, \mathbf{v}) \mathbf{N}(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{u} \mathbf{v}), \quad (29)$$

a njegovo polje savijanja odre eno je jedna inom:

$$z(\mathbf{u}, \mathbf{v}) \mathbf{N}(> \mathbf{u} \mathbf{v}, > \mathbf{u} \mathbf{v}, \mathbf{u} < \mathbf{v}). \quad (30)$$



Slika 4. Hiperboli ki paraboloid.

Ako izra unamo parcijalne izvode tre e koordinate polja savijanja z :

$$u'_{N1}, v'_{N1}, \quad (31)$$

$$u'u_{N0}, u'v_{N0}, v'v_{N0}, \quad (32)$$

dobijamo:

$$u k_n(t)_{N0}, \quad (33)$$

odnosno, normalna krivina u svakoj ta ki hiperboli kog paraboloida je stacionarna usled beskona no malog savijanja hiperboli kog paraboloida.

5. ZAKLJU AK

Kao jedna od fundamentalnih funkcionala koja meri savijanje površi, normalna krivina ima veliku ulogu kako u analizi postoje ih, tako i u modelovanju novih oblika površi, posebno u projektovanju komplikovanih geometrijskih struktura u arhitekturi.

U novije vreme, koriš enje geometrije i kompjuterske matematike zajedno, doprinosi unapre enju moderne arhitekture, a kao rezultat toga proisti e nova oblast, poznata kao *arhitekturna geometrija*, koja predstavlja tanku granicu izme u diferencijalne geometrije, kompjuterske matematike i arhitekture/gra evine.

LITERATURA

[1] M. Cvetkovi , "Operator oblika", *Zbornik radova 2013*, VTŠ Niš, pp. 88-91, 2013.

[2] N. Efimov, "Kachestvennye voprosy teorii deformacii poverhnosti", *UMN 3.2.*, pp. 47-158, 1948.

[3] Lj. Velimirovi , M. Cvetkovi , M. iri , N. Velimirovi , "Variation of shape operator under infinitesimal bending of surface", *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 225, pp. 480-486, 2013.

[4] M. Cvetkovi , "Curvature based functions variations", *FACTA UNIVERSITATIS (Niš), Ser.Math.Inform.* 28, No 1, pp. 51-63, 2013.

[5] Lj. Velimirovi , M. iri , M. Cvetkovi , "Change of the Willmore energy under infinitesimal bending of membranes", *Computers and mathematics with applications*, Vol. 59, No 12, pp. 3679-3686, 2010.

[6] Lj. Velimirovi , M. Cvetkovi , "Gaudi surfaces and curvature based functional variations", *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 228, pp. 377-383, 2014.

[7] A. Gray, "Modern differential geometry of curves and surfaces with Mathematica", *2nd ed. CRC Press*, 1998.

[8] Lj. Velimirovi , "Infinitesimal bending", *Faculty of Science and Mathematics, Niš*, ISBN 86-83481-42-5, 2009.

[9] I. Vekua, "Obobschennye analiticheskie funkicii", *Moskva*, 1959.

DIGITALNI VODENI ŽIG U FUNKCIJI PRAVNE ZAŠTITE SVOJINE

DIGITAL WATERMARK IN THE FUNCTION OF THE LEGAL PROTECTION OF PROPERTY

Milica Mladenović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš, Srbija.*
Zoran Milivojević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš, Srbija.*

Sadržaj - U ovom radu analiziran je digitalni vodeni žig i njegov pravni aspekt u cilju zaštite autorskih i svojinskih (distributerskih) prava kod multimedijalnih dokumenata (audio, slika, video). Najpre je analiziran istorijski aspekt vodenog žiga kao i zaštita papirnatih dokumenata. U drugom delu rada analiziran je digitalni vodeni žig. Na kraju je razmatran pravni scenario kod dokazivanja prava svojine.

Ključne reči: Vodeni žig, Digitalni vodeni žig.

Abstract - This paper brings the analysis of the digital watermark and its legal aspect for the purpose of protection of the copyrights and property (distribution) rights in media documents (audio, picture, video). First of all the historical aspect of the watermark was analyzed as well as the protection of the paper documents. In the second part the digital watermark was analyzed and in the end the legal scenario of proving the property rights was taken into consideration.

Key words: Watermark. Digital watermark.

1. UVOD

Problem zaštite autorskih i svojinskih prava multimedijalnih sadržaja (audio, slika, video,...) izuzetno je aktualizovan sa pojavom digitalnih sistema za snimanje i reprodukciju, medijuma za memorisanje, sistema za prenos i distribuciju. Pojava Interneta je omogućila relativno laku razmenu multimedijalnih sadržaja, a samim tim i dovela do mogući zlopotrebe. Problem zaštite autorskih i svojinskih prava danas je vrlo specifičan i oslanja se prvenstveno na primeni visoko sofisticirane tehnike [1].

Video materijal je se u početku snimao filmskim kamerama na specijalnim trakama i emitovao pomoću u kino projektora (od 1895. god.). Mogućnost zlopotrebe autorskih i svojinskih prava je svedena na malu mogućnost (zbog potrebe korišćenja specijalnih uređaja) dok je sa pravne strane dokazivanje prava svojine bilo lako. Situacija je postala da se komplikujem konstrukcijom uređaja za memorisanje video materijala na magnetnim trakama. Prvi uređaj za snimanje slike konstruisan je u firmi Ampex (USA) 1956. god. pod nazivom VTR (**engl.** *Video Tape Recorder*). U početku ovaj uređaj bio izuzetno skup dok je početkom osamdesetih godina XX veka počeo da se masovno proizvodi i, samim tim, dolazi do drastičnog smanjenja cene. Poznat je pod imenom *rikorder* ili *magnetoskop* [2]. U ovoj etapi je već bilo moguće praviti kopije kopija i neovlašćeno raspolagati video materijalom. Problem koji se javljao kod pravljenja kopija je taj što se sa svakom novom kopijom dolazilo do neizbežne degradacije video sadržaja. Pojavom sistema za digitalno snimanje video materijala (devedesete godine XX veka) došlo se do situacije da su sve kopije praktično jednake originalu. Samim tim je bilo teško dokazati svojinu. Slično

put su prošli i sistemi za snimanje audio materijala, počev od magnetnih žica, preko magnetnih traka, gramofonskih ploča i kompaktnih diskova (**engl.** *Compact Disc*, CD). Pojava interneta je dodatno uproštila mogućnost kopiranja materijala i, praktično, neograničenu i teško kontrolisanu distribuciju (na Internetu nema ambalaže! Uobičajeno označavanje vlasnika (tekst na kutiji ili nosiocu – gramofonskoj ploči, traci,...) ne postoji [3]). Samim tim teško je zaštititi kao i pravno dokazati autorska i svojinska prava [4].

U početnim danima Interneta je se u cilju zaštite vršilo kriptovanje multimedijalnog sadržaja. Samo je zakonit kupac znao ključ za dekriptovanje. Svima drugima sadržaj bi bio nedostupan bez posedovanja ključa. Međutim, kupac koji poseduje ključ, nakon dekriptovanja može neovlašćeno da distribuira materijal. U cilju pravnog dokaza intelektualne svojine počinju se da se primenjuju različite metode označavanja, odnosno obeležavanja dokumenata. Obeležavanje podrazumeva ubacivanje vidljive ili nevidljive oznake vlasnika. Po ugledu na vodene žigove kojima se označava proizvođača papira, oznake kod multimedijalnih sadržaja nazvane su elektronski vodeni žigovi (**engl.** *watermark*).

U ovom radu prikazane su oblasti primene vodenih žigova kao i primeri insertovanja digitalnih vodenih žigova. Nakon toga je analiziran pravni aspekt vodenih žigova kod multimedijalnih sadržaja.

Organizacija ovog rada je sledeća. U sekciji 2 opisani su vodeni žigovi. U sekciji 3 opisani su digitalni vodeni žigovi. U sekciji 4 opisan je pravni aspekt digitalnih vodenih žigova.

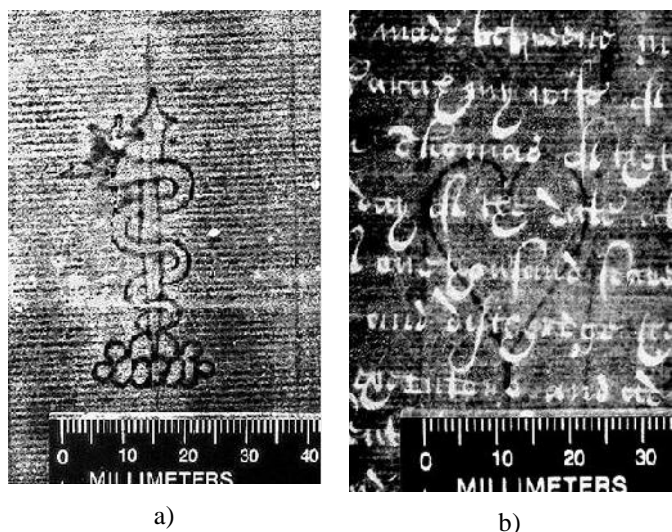
2. VODENI ŽIG

U ovom poglavlju je prikazan nastanak vodenog žiga kao i nekoliko oblasti primene.

2.1 Istorijat

Vodeni žig je po eo da se primenjuje u Italiji pre više od 700. god. Njegova primena je bila da označi vrstu papira kao i radnju koja ga je proizvela. Preciznije, prvi vodeni žig utisnula je radionica za izradu papira u gradu Fabriano 1292. god. U to vreme u okolini ovog grada bilo oko 40 fabrika koje su proizvodile papire različitog oblika, kvaliteta i cene. Proizvedeni papir je imao grubu površinu i kao takav nije bio pogodan za pisanje. Zbog toga su ga zanatske radnje dodatno obrađivale procesom omekšavanja sa ciljem dobijanja glatkije površine kao i dalje prodaje. Sve to je dovelo do potrebe jednodne identifikacije proizvođača papira. Taj problem je rešen na taj način što je na površinu papira u toku proizvodnje, dok je papir još mokar, pomoću prese utisnut žig proizvođača. Na mestu pritiska žig je prozirniji (transparentniji) i lak uo lživ. Tako utisnut žig obezbedio je jednodnu određivanje, odnosno prepoznavanje marke ili fabrike papira. Na taj način utisnut žig nazvan je vodeni žig [4].

Ubrzo nakon toga vodenim žigom počinju da se označavaju i drugi podaci kao što su: a) kvalitet, b) vrsta i format papira, c) datum proizvodnje i dr. Zbog svoje efikasnosti kod označavanja i identifikacije proizvođača i marke, papirni princip vodenog žiga se relativno brzo proširio Evropom [5]. Na sl. 1. prikazani su vodeni žigovi iz XVII veka.



Slika 1. Primeri vodenih žigova iz XVII veka: a) vodeni žig u obliku zmije (1618. god.) i b) vodeni žig u obliku srca (1656. god.).

2.2 Zaštita novčanica

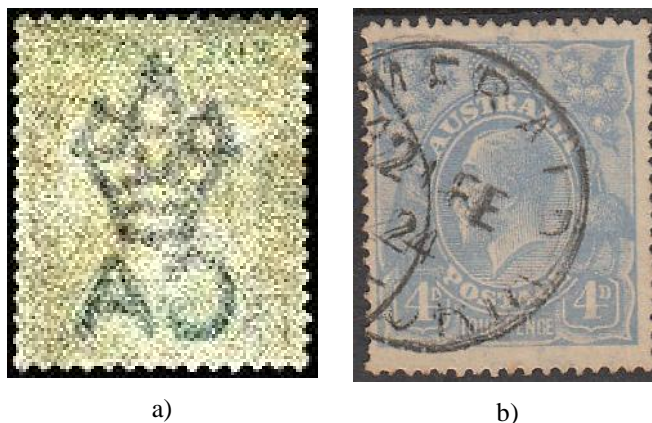
Kao dodatni vid zaštite papirnih novčanica od falsifikovanja, pored umetnutih obojenih vlakana, sigurnosnih niti, holograma, nevidljivih oznaka, kinegrama, optički promenljivih boja, površina osjetljivih na ultravioletnu svetlost, i dr., primenjuje se i vodeni žig. Na delu površine novčanice, gde je smešten vodeni žig, vidi se portret, tekst ili slika kada se gleda prema svetlosti [6]. Na sl. 2. prikazani su delovi novčanica gde su utisnuti vodeni žigovi.



Slika 2. Vodeni žig na novčanica od: a) 50E i b) 10E.

2.3 Zaštita poštanskih maraka

Poštanske marke pojavile su se sredinom XIX veka u Engleskoj sa idejom rešavanja velikih korupcija u pošti. Poštanska usluga se plaćala na predajnoj strani, što je potvrdivano lepljenjem poštanske marke koja je overavana na pošti, i, samim tim, označena da je marka upotrebljavana. U cilju dodatne zaštite od falsifikovanja poštanskim markama se dodaju vodeni žigovi. Vodeni žig može biti utisnut pod različitim uglovima što marki daje određenu vrednost. Kao motiv na žigu koriste se simboli povezani sa poštom, državom, istorijski simboli i dr. [7]. Na sl. 3. prikazane su poštanske marke sa insertovanim vodenim žigom.



Slika 3. Primeri poštanskih maraka sa insertovanim vodenim žigom.

2.4 Zaštita dokumenata

Dokumenta od važnosti (diplome, obveznice,...) mogu se, pored suvog žiga koji se utiskuje naknadno pomoću specijalne prese ili kleštima, i koji dokumentu daje ozbiljnost, dodatno štiti i vodenim žigom. Kao primer na sl. 4. prikazane se delovi površina obveznica Jugoslovenske udružene banke na kojima se vide vodeni žigovi pod infracrvenom svetlošću [8].

2.5 Zaštita ličnih dokumenata

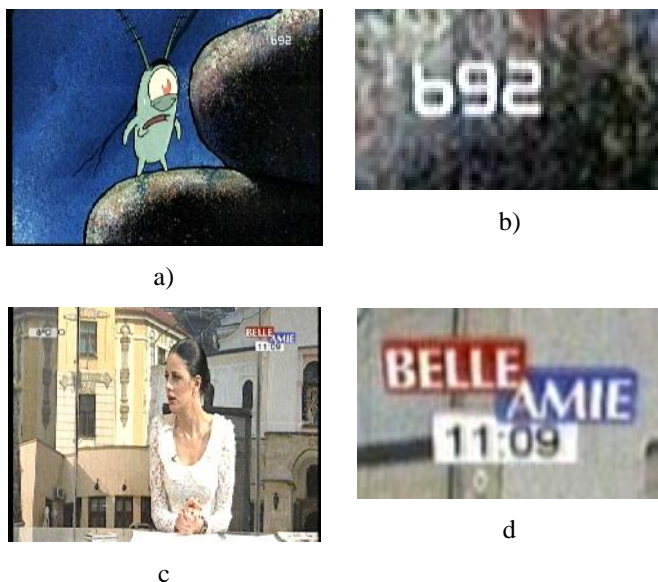
Kod ličnih dokumenata (lične karte, pasoši, vozačke dozvole,...) kao dodatni vid zaštite koriste se vodeni žigovi. Kod pasoša se na praznim listovima gde se postavljaju vize, odnosno udaraju granice, insertuju vodeni žigovi.



Slika 4. Detalji dionica Jugoslavenske udružene banke.

3. DIGITALNI VODENI ŽIG

Digitalni vodeni žig predstavlja niz informacija utisnutih u multimedijalni podatak, kojima vlasnik dokazuje svoje autorsko pravo [9, 10]. Utiskivanje žiga vrši se algoritmom za insertovanje žiga, i to tako da utisnuti žig bude nevidljiv u slici (da nema vidljive degradacije slike kao posledice prisustva vodenog žiga), odnosno da ne izaziva audio efekte kod audio materijala gde se utiskuje žig. Izdvajanjem žiga algoritmom za ekstrakciju autor može dokazati autorsko pravo. U daljem delu rada analiziraju se samo vodeni žigovi u slici.



Slika 5. Primeri vidljivog žiga za označavanje televizijskih stanica: televizijske slike (a, c) i vidljivi žigovi (b, d).

Utiskivanje digitalnog vodenog žiga može se realizovati u: a) prostornom i/ili b) transformacionom domenu. U prostornom domenu utiskivanje se vrši direktnom modifikacijom vrednosti piksela originalne slike, dok se u transformacionom domenu žig utiskuje modulacijom koeficijentata transformacije i, u tu svrhu, se koriste složene transformacije poput SVD (**engl.** *Singular Value Decomposi-*

tion) transformacije [9, 11], diskretne kosinusne transformacije DCT [12, 13], diskretne wavelet transformacije DWT [14, 15].

Prema kriterijumu vidljivosti žigovi se dele na: a) vidljive i b) nevidljive. Vidljivi žig je oznaka na slici pomoću koje je vidljivo i jasno naznačen vlasnik. Primer vidljivih žigova je logo televizijske stanice koji je insertovan, najčešće, u gornjem levom ili desnom uglu slike. Na sl. 5 prikazane su slike i izdvojeni vidljivi žigovi nekih TV stanica. Za zaštitu autorskih prava koriste se isključivo nevidljivi žigovi.

Kod nevidljivih žigova ne sme da dođe do narušavanja vizuelnih karakteristika slike, kao i da se ni na koji način ne ukazuje da postoji nevidljivi žig. To je osnovni zadatak algoritma za utiskivanje i, na osnovu toga, vrši se procena kvaliteta algoritma. Na sl. 6 prikazana je slika pre (a) insertovanja žiga, (b) žig, (c) slika posle insertovanja žiga i (d) izdvojeni žig koji se može koristiti u pravnom procesu dokazivanja prava svojine nad slikom (a) [10]. Rezultati prikazani na sl.6 dobijeni su primenom modifikovanog LiT algoritma [9].



a) Originalna slika.

b) žig.

c) slika sa žigom.

d) izdvojeni žig.

Slika 6. Primeri nevidljivog žiga.

Mogućnost neovlašćene eliminacije žiga u slušajevima ataka na sliku deli digitalne vodene žigove na: a) robusne i b) slabe (**engl.** *fragile*). Da bi se postigla veća otpornost žigova na raznovrsne atake primenjuju se složeni algoritmi za utiskivanje i izdvajanje. Robusni žigovi se, po pravilu, realizuju utiskivanjem u transformacionom domenu. Robusnost podrazumeva da žig u slici bude otporan na namerno ili nenamerno dejstvo na sliku kao što je filtriranje, geometrijske transformacije, superponiranje šuma ili sl. no. U svim ovim slučajevima žig ne sme da bude eliminisan iz slike bez značajne degradacije originalne slike. Jednostavnije rešenje, sve dok je slika posle gore pomenutih ataka upotrebljiva, žig mora da bude sačuvan i da postoji mogućnost njegovog izdvajanja iz slike.

Prema načinu izdvajanja utisnutog žiga algoritmi se dele na tri klase: a) non-blind metod, koji u procesu detekcije

zahteva originalnu sliku i, u nekim slu ajevima, originalni žig; b) semi-blind metod, koji u procesu detekcije koristi samo originalni žig ili neku drugu informaciju; i c) blind metod koji u procesu detekcije ne koristi ni originalnu sliku ni originalni žig [10].

4. PRAVNI ASPEKT VODENOG ŽIGA

Nosioci prava (intelektualnog, autorskog) nad multimedijalnim sadržajem imaju poteškoće kod kontrole korišćenja zaštite sadržaja, kod savremenih digitalno informativnih sistema. Vlasnici (nosioci) autorskih prava pored ostalih na ina zaštitu (kriptografija, digitalni potpisi, steganografija,...) imaju na raspolaganju i digitalni vodeni žig kod multimedijalnog sadržaja. *Digitalni vodeni žig je neupadljivi element koji je ugrađen u elektronski sadržaj tokom njegove proizvodnje ili distribucije u cilju praćenja i kontrole njegove upotrebe* [4]. Tehnologija vodenog žiga se koristi u različite svrhe, a najvažnije su: a) označavanje vlasnika autorskih prava, b) označavanje distributera, c) označavanje distributivnog lanca i d) identifikovanje kupca. Insertovani vodeni žig ne štiti multimedijalni sadržaj od neovlašćenog kopiranja, distribuiranja i korišćenja već za prikupljanje dokaza u sudskim postupcima vezanim za upravljanje digitalnim pravima.

Sa pravne tačke gledišta multimedijalni sadržaj sa insertovanim vodenim žigom se može koristiti za: a) dokazivanje autentičnosti sadržaja, b) praćenje emitovanja (putem radija, televizije,...), c) ostavljanje otisaka (za praćenje ilegalno proizvedenih kopija, poznato pod imenom praćenje izdajica (**engl. traitor tracing**)), d) zaštite autorskih prava (vodeni žig sadrži informaciju o vlasniku autorskog prava), i dr.

U slučaju spora oko prava svojine nad multimedijalnim sadržajem gde je utisnut vodeni žig, legalni vlasnik treba na sudu da ima mogućnost dokazivanja prava svojine. To je moguće realizovati na taj način što stvarni vlasnik dokumentuje originalni dokument kao i detektor vodenog žiga. U slučaju detektovanja vodenog žiga u spornom dokumentu, sa pravne tačke gledišta, smatra se da je dokazano pravo svojine. Posebni uslovi se predviđaju za algoritme za insertovanje i detekciju vodenog žiga u smislu pouzdanosti kod donošenja pravne odluke. Prvenstveno se misli na pojave eventualnih grešaka koje se manifestuju kao: a) detektovanje vodenog žiga u dokumentu u koji nije insertovan i b) nemogućnost detekcije u dokumentu u kome postoji a razlozi mogu biti određeni uticaji na integritet slike (superponiranje šumova, promene dimenzije, odsecanje, kompresije i dr.).

5. ZAKLJUČAK

U radu je analiziran digitalni vodeni žig kao sredstvo dokazivanja prava svojine nad multimedijalnim sadržajem. Ukazana je veza između vodenog žiga koji se koristi za označavanje proizvedenog papira i digitalnog vodenog žiga. Veza se ogleda prvenstveno u pristupu insertovanja vidljivog i/ili nevidljivog podatka kao sredstva dokazivanja prava

svojine. Osim toga ne postoji nikakva veza ovih vrsta žigova jer se radi o tehnološki sasvim različitim principima utiskivanja i itanja žiga. Ukazano je na pravnu proceduru dokazivanja prava svojine kao i na uslove koje žig treba da ispuni da bi pravna odluka bila pravno valjana. Najznačajniji uslov je pouzdanost odluke, koja podrazumeva detektovanje žiga kada je stvarno prisutan kao i odluka da žig ne postoji kada stvarno nije insertovan.

LITERATURA

- [1] M. Gaji, A. Hadrović, Hasaneffendi, D. Mićunović, *Kako da zaštitite prava intelektualne svojine*, EXIT Centar, Banjaluka, 2006.
- [2] Z. Milivojević, *Analogni televizijski sistemi*, Punta, Niš, 2010.
- [3] D. Vučković, *Digitalni vodeni žig i njegova uloga u digitalizaciji kulturne baštine*, Pregled naučnih centara za digitalizaciju, br. 7, str. 8-13, 2005.
- [4] V. Spasić, *Digitalni vodeni žig u funkciji zaštite digitalnog sadržaja*, Zbornik radova Pravnog fakulteta, str. 59-81, Niš, 2009.
- [5] NCERT-PUBDOC-2010-08-310, *Digitalni vodeni žigovi*, Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, 2013.
- [6] http://www.numizmatika.rs/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=64&lang=sr
- [7] <http://www.haoss.org/t8991-postanske-marke>
- [8] <http://www.tiskarstvo.net/tiskarstvo2011/clanciWeb/Matas/Matas.html>
- [9] R. Liu, T. Tan, *A SVD-based watermarking scheme for protecting rightful ownership*, IEEE Trans. Multimedia, Vol. 4, No. 1, pp. 121-128, March 2002.
- [10] Z. Stevanović, Z. Milivojević, *Algoritam za utiskivanje binarnog vodenog žiga zasnovan na SVD transformaciji*, TELFOR'09, Sekcija: Obrada signala, OS 5.29, Beograd, 2009.
- [11] A. Mohammad, A. Alhaj, S. Shaltaf, *An improved SVD-based watermarking scheme for protecting rightful ownership*, Signal Processing Vol. 88, pp. 2158-2180, 2008.
- [12] J. Hernandez, M. Amado, F. Perez-Gonzalez, *DCT-domain watermarking techniques for still images: detector performance analysis and a new structure*, IEEE Trans. Image Processing, Vol. 9, No. 1, pp. 55-67, January 2000.
- [13] W. Chu, *DCT-based image watermarking using subsampling*, IEEE Trans. Multimedia, Vol. 5, No. 1, pp. 34-38, March 2003.
- [14] A. Reddy, B. Chatterji, *A new wavelet based logo-watermarking scheme*, Pattern Recognition Letter, Vol. 26, pp. 1019-1027, May 2005.
- [15] P. Kumsawat, K. Attakitmongkol, A. Srikaew, *Multiwavelet-based image watermarking using genetic algorithm*, in: Proceedings of the IEEE TENCON Conference, pp. 275-278, November 2004.

PUBLIC APPEARANCE IN BUSINESS COMMUNICATIONS

***Abstract** - Business communication is an important factor in the success of the organization, which provides, among other things, the business strategy of public relations. Public appearances have an important role in this. The purpose of public performance is the creation, retention, and increase of all forms of public affection, which are important for the life of the organization by direct public contact. Successful public performances require speakers who have certain psychological, sociological, economic, politicological, and most of all outstanding communication skills.*

Key words: business communication, public speaking, presentation at the public speaking

1.

(communicare

[5].

[4].

3.

2.

5.

[3]

[2].

introduction.

– *naratio*

– *conclusion.*

4.

: 1.

, 2.

, 3.

Allun – Bacon Public Speaking Website,

[6].

[2].

non esse" – "
[2]."

"Idem est non probari et

”[6].

: "Finis coronat opus" –

– "pars pathetica".
– epilogos,

: "totum laudatur, si finis laude beatur". –
"[2].

6.

[1]

[2]?

"[2].

15

: 50% , 10% , 40% [3].

7.

[2].

[1] Michael J, Rouse, Sandra Rouse, , 2005.

[2] , , , *Ars rhetorica* –

, 2002.

[3] , , , , .10, .22, .271-288, 2013.

[4] , : *Rhetorike techne* –

& , ; 2008.

[5] x, , 2006.

[6] www.abacon.com/pubspeak/organiye/begend.html

EVALUACIJA STUDENATA U OKVIRU ENGLESKOG JEZIKA ZA POSEBNE NAMENE

STUDENT ASSESSMENT IN THE FIELD OF ESP

Danica Milošević, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - U ovom radu dat je prikaz osnovnih strategija evaluacije studenata koji pohađaju nastavu engleskog jezika za posebne namene. Rad ima za cilj da predoči prednosti i mane ovih strategija u pogledu formiranja kriterijuma za evaluaciju i da predloži kako efikasno sprovesti evaluaciju u praksi uzimajući u obzir brojne specifičnosti vezane za ovakav tip kursa.

Ključne riječi: Evaluacija. Strategija testiranja. Kriterijumi ocenjivanja.

Abstract - In this paper an overview of the basic student evaluation strategies is given for the students who are taking the English for Specific Purposes (ESP) course. The paper points out advantages and disadvantages of these strategies in view of establishing the evaluation criteria and suggests the ways of efficient implementation of evaluation in practice taking into account various specificities related to this type of a course.

Key words: Evaluation. Assessment strategy. Assessment criteria.

1. INTRODUCTION

No serious language course can be imagined without a well-devised strategy for testing the knowledge and skills of students who are involved in the process of language learning. ESP courses are no exception in this respect and many authors starting from Hutchinson and Waters [1] who were the pioneers in studying ESP in the mid 70s when ESP courses appeared for the first time over Dan Douglas who gave significant contribution to the study in the beginning of the 21st century and finally Day and Krzanowski who have done recent studies in this area have all recognized the importance and specificity of testing students in ESP. Hutchinson and Waters [1] emphasized almost forty years ago that evaluation requirements in ESP "are brought sharply into focus by the fact that the ESP course normally has specified objectives" and this attitude towards ESP testing has been maintained until the present day by many of contemporary ESP authors. Testing in ESP is an integrative part of the overall teaching/learning process which due to the specific nature of the ESP teaching concept asks from examiners to be particularly sensitive, believes Tratnik [3], while Dudley Evans as quoted in [3] adds that ESP testing contributes to the overall learning process. Many authors have made it clear that susceptible character of ESP requires ESP tests to be aimed at measuring the specific language abilities and skills of examinees to comprehend and reproduce the specialized language items of professional English as second language with the high level of precision. However, in order to meet the objectives of the desired performance in the specific vocational language use, a careful design of ESP tests must be ensured and the criteria for student assessment must be firmly and justly established, which implies that the well known concepts of testing principles in ESP established by renowned

linguists in the area of ESP need to be adapted to the specific needs of the ESP classroom and flexible enough to take into account the specific needs of students as well as the specific conditions under which the ESP tuition is taking place. This paper is trying to present how well-known principles of ESP testing have been adjusted to suit the needs of ESP students at the College of Applied Technical Sciences in Niš, bearing in mind not only the target language needs of students but also the conditions under which the students study English language for specific purposes. First, the paper discusses why ESP placement tests cannot be used to serve fully their purpose at the College of Applied Technical Studies, then how achievement tests can be beneficial to all students in general and in particular to those with low language proficiency, and how the final test can be devised to incorporate strict but just criteria for evaluating student results.

2. ASSESSMENT STRATEGIES

Hutchinson and Waters [1] have indicated the three main assessment strategies in ESP. According to them, each ESP course should encompass a placement test, achievement tests and the overall proficiency test. The purpose of the placement test is to determine the current level of knowledge and skills in L2 which is a pre-requisite for a successful follow-up of a specifically profiled ESP course. Given prior to the start of the ESP course, a placement test is a sort of *classifying* test whose successful completion can grant student a chance to attend ESP classes on a certain level of difficulty but at the same time it is a diagnostic test which can undoubtedly indicate to the teacher which language areas are strong and/or weak points in their future students. In this respect, a placement test from the view point of ESP practitioner is a good introduction for conducting a needs analysis which is in itself a crucial impact factor in the process of designing a course

and selecting the teaching material. However, in vocational higher education in Serbia it is often not possible to use placement tests with the purpose of allocating students to ESP classes of different level of difficulty within one higher education institution and organize ESP tuition on different levels of proficiency. The curriculum simply cannot take such a great number of ESP classes since the focus of curriculum in a vocational higher education institution is normally on classes covering the problematics specific for a certain profession. The fact that all students are asked to follow an ESP course together no matter what their previous English learning background is presents a stumbling block for the students who do not have enough language competence but also proves to be a tough case for teachers who find it difficult to manage such heterogeneous classrooms, which demand for much more investment in class interaction. Furthermore, this also leads to a slow down effect in more advanced students who can be prone to stagnation in language acquisition lacking enough language challenge and motivation in such a learning environment. Although, it is in general pre-supposed that an ESP course should be taken by candidates who are at least at the intermediate level of English or preferably a higher one, in reality, no distinction is made among students at the College of Applied Technical Studies in Niš due to the restraints placed before ESP practitioners who are required to adjust to the given resources and respect the allotted time and space in the curriculum and the financial assets provided. It is quite common then to encounter inside the ESP classroom absolute beginners who have never studied English before through their primary or secondary education, who currently constitute the minority; then students who have very basic knowledge and face difficulties in the use of English, and finally a small percentage of students who have satisfactory language skills and knowledge, with just few of them who have at some point obtained a language diploma as a result of completing a language course in some other than public teaching facility, investing that way more into their English language knowledge. The disbalance in the English language competence in the ESP classroom creates another no less important problem which is the setting of assessment criteria for the ESP course itself. Administration of placement tests among heterogeneous groups of ESP students thus proves not to be an adequate tool which can account for a fair testing method at the beginning of a course since some students tend to be discredited at the start. Thus placement tests in our case can be used solely with the diagnostic purpose. They are not and cannot be used to grant attendance to an ESP course since the policy is such that an ESP course is obligatory for all the students no matter how competent they are in using English. This kind of practice is applied at the College of Applied Technical Sciences in Niš but the same practice can probably be found at majority of vocational colleges in Serbian system of education.

The second group of tests are so called achievement tests, which should be according to Hutchinson and W. [1] conducted throughout the semester on continual bases with the aim to monitor the progress and performance of students regularly and collect feedback not only on the achieved level of ESP competence but also on the quality of the course itself and the adequacy of the teaching material applied. These tests fall within the requirements of the Bologna declaration principles which have been already introduced in our system of

higher education in the form of continual student assessment and are universally applied in practice. Findings stemming from the results of the achievement tests are useful signals to the ESP practitioners who can become more aware of the improvements that need to be made in each area of the teaching process. Assessment tests are of particular importance at the level of the College of Applied Technical Sciences in Niš since they offer a number of opportunities to students to show their knowledge and skills and work on improving their language competence. For the students at the beginner level these tests are very significant since they form in them the habit for learning the language and motivate them to build their knowledge gradually and systematically.

From the perspective of Dudley-Evans who claims that ESP tests are "an aid to learning" or the standpoint of Tratnik who emphasizes the importance of ESP tests in giving learners a sense of accomplishment, it must be kept in mind that ESP tests should be designed in such a way so as to initiate flesh back effects in examinees by insisting exclusively on the areas of ESP language that have been previously encountered and processed in class and the ones exclusively aimed at the specific target language areas of professional discourse. An ESP test needs to refer to authentic materials and be based on real-life language situations which learners are likely to encounter during their future careers, since only then it will serve its purpose and the purpose of the ESP course itself. Although all of the above mentioned aspects of good testing practice are taken into consideration at the College, the students of the College of Applied Technical Sciences are usually asked to undergo testing of their speaking abilities during their pre-exam activities. During interviews students can more easily get flesh-backs on their study material than if they were doing a written test where they would be asked to provide specific and concrete answers. Assisted by their teachers/examiners who can help them by asking additional questions, students can achieve much better results.

Day and Krzanowski [2] who have more empirical approach to ESP testing suggest introduction of role plays or simulations in the oral testing of ESP candidates but oral presentations on professional topics seem also to satisfy the criteria of both authenticity and specialized language use and thus prove to be more than welcome. Achievement tests at the College of Applied Technical Sciences mainly consist of oral presentations and seminar papers of students on different professional topics and they offer a great opportunity for checking students' knowledge of the specialized language, its accuracy and fluency. Written tests which can on their part include examination of vocabulary, grammatical structures, useful phrases, check on the appropriate use of register and the discourse also take place but not on such regular bases. However, inclusion of regular mock tests and skill checks of this kind is not to be regarded upon as an additional nuisance for students but rather a valuable component of ESP tuition which can be beneficial to everyone. These additional tests would only create new opportunities for students and help them master the material for their final exam and thus should be introduced more often during the tuition process.

Proficiency test, unlike achievement test which may focus on only one language skill or a specific area of content should as a rule be comprehensive and systematic, trying to encom-

pass the entire study material covered throughout ESP language course. Thus, it is normal to organize a proficiency test for students upon completion of the ESP tuition to scan the outcomes and results of the teaching process and get an insight into individual competence of each student, which is in our teaching conditions what we basically call the final exam/test. This kind of testing can also prove to be unfair in classroom situations in which students are on a different level of English knowledge. It is highly unlikely for the absolute beginners to attain in such a short notice that level of proficiency that the students possess after gaining much more experience and accumulating language knowledge over the years of studying. This makes it hard to define assessment criteria which therefore have to be flexible enough but valid and consistent. At the College of Technical Sciences all the students do the same kind of final test which can take the form of an essay, a translation of a scientific text, or a written test each followed by an oral interview so that in each of these forms of testing it is possible to take into consideration personal traits of a student and specific competences and define marks based on a holistic approach to each student and an overall observation of his/her capacities, skills and knowledge.

Lack of knowledge in GE can indeed create a serious obstacle in achieving perfection in ESP for which reason not all students stand equal chances when taking the final test. However, if less-competent students are encouraged to reach good results on achievement tests throughout the academic year, they will find it less stressful and much easier to cope with the final test of their proficiency. For the sake of these less experienced language users the rule, the more achievement tests organized the better, seems to be quite reasonable and should be firmly grounded in the testing practice.

Although Hutchinson and Water insist on no pass/fail distinction in ESP proficiency tests but rather a descriptive assessment of candidates, such distinction is necessary and must be made at the end of the ESP course since each student must be evaluated and his/her knowledge must be assessed as qualifying for a pass or failure. For that reason, it is not possible to label students as, for instance, extremely limited user, modest user, competent user, good user or expert user as pointed in [1].

3. CONCLUSION

The most important characteristics of either placement, achievement or a proficiency test in ESP are, as Tratnik [3] says, to test content, vocabulary and cohesion first and foremost in the specific context of professional language application and then no less importantly to test language skills through situations and activities closely related to the area of ESP expertise in question. Such tests can be a good learning device according to Dudley Evans which can facilitate the process of learning and help students to internalize the subject matter more easily. It is of greatest importance then that all the tests “reflect the nature and content of the course itself”, test exactly what the learners have learnt not requiring any additional knowledge outside the course material and measure specialized language skills in authentic target language situations. This kind of testing practice is indeed established at the College of Applied Technical Sciences in Niš with the significant difference that the assessment has been adjusted to all the specificities of the ESP course, bearing in mind the profile of each individual student who is taking the ESP course and respecting competences of each individual student.

LITERATURE

- [1] Tom Hutchinson and Alan Waters, *English for Specific Purposes: A Learning Centered Approach*, Cambridge: Cambridge University Press, 1975.
- [2] Jeremy Day and Mark Krzanowski, *Teaching English for Specific Purposes: An Introduction*, Cambridge: Cambridge University Press, 2011.
- [3] Alenka Tratnik, “Key Issues in Testing English for Specific Purposes”, *Scripta Manent* 4(1)3-13, pp. 3-12, 2008.
- [4] Dan Douglas, “Language for Specific Purposes assessment criteria: where do they come from?”, *Language testing* 18(2), pp. 171-185, 2001.