



ZBORNİK RADOVA





VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA STRUKOVNIH STUDIJA U NIŠU

ZBORNİK RADOVA

VISOKE TEHNIČKE ŠKOLE STRUKOVNIH STUDIJA

NIŠ
2015.

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

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

Adekvatno predstavljanje naućnih rezultata, njihova struktura, kao i njihova popularizacija predstavljaju inicijalni korak u procesu implementacije naućne ideje u realnom okrućenju.

Kroz ovaj zbornik radova nastavnici i saradnici Visoke tehnićke škole strukovnih studija iz Niša, daju svoj puni doprinos razvoju struke u skladu sa potrebama tržišta. Kroz predstavljanje naućno stručnih rezultata koji pokrivaju oblasti informaciono komunikacionih tehnologija, pa preko oblasti industrijskog inženjstva, aktuelnih problema saobraćajnog inženjerstva, graćevine, zaštite životne sredine pa do društveno humanistićkih nauka, jasno istiću akzuelne probleme u ovim oblastima i daju predloge i modele za njihova rešenja.

Ovaj zbornik radova, predstavlja još jedan u nizu doprinosa naše ustanove aktuelnim procesima razvoja u regionu i šire.

*Direktor Škole
dr Dejan Blagojević*

SADRŽAJ:

1. MODELI ZA PRORAČUN DALJINE KOD INFRACRVENOG SENZORA SHARP 2Y0A21	1
Dušan Stefanović, Vladimir Mirković	
2. RAZVOJ JEDNOSTRANIČNIH WEB APLIKACIJA U ANGULARJS	5
Zoran Veličković, Vladislav Živković	
3. MAKRO DIVERZITI SISTEM SA TRI SC MIKRO DIVERZITI SISTEMA U PRISUSTVU FEDINGA I EFEKTA SENKE	9
Srđan Jovković	
4. ENERGETSKI PROFIL KOMPONENTI SENZORSKOG ČVORA	12
Mirko Kosanović, Miloš Kosanović	
5. ANALIZA EFIKASNOSTI PARAMETARSKIH INTERPOLACIONIH KONVOLUCIONI JEZGRA KOD PROCENE FUNDAMENTALNE FREKVENCIJE SIGNALA	16
Nataša Savić, Zoran Milivojević	
6. IN MEMORY BAZE PODATAKA	20
Borivoje Milošević, Danica Milošević, Saša Stančić	
7. INTEGRALNE KARAKTERISTIKE MAKSVEL-BOLCMANOVE FUNKCIJE RASPODELE	24
Stanislav Veljković, Dejan Blagojević, Dimitrije Stefanović	
8. KOMPARATIVNA ANALIZA VREMENA REVERBERACIJE I AKUSTIČKIH PARAMETARA ZA GOVOR POMOĆU SOFTVERSKIH PAKETA EASERA I ARTA	28
Violeta Stojanović, Zoran Milivojević	
9. PRIMENA MAXENT ALGORITMA ZA ETIKETIRANJE REČI NA SRPLEMKOR KORPUSU	32
Miloš Kosanović, Slavimir Stošović	
10. OPTIČKE KOMUNIKACIJE U SLOBODNOM PROSTORU	36
Nataša Nešić, Nebojša Dončov	
11. ANALIZA RADA ANTIVIRUSNOG PROGRAMA ESET ENDPOINT SECURITY U MREŽI VISOKE TEHNIČKE ŠKOLE	40
Miloš Perić, Goran Milosavljević, Dušan Stefanović	
12. ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА СКОСЯВАНЕТО НА ПОСТОЯННИТЕ МАГНИТИ ВЪРХУ ЗАДЪРЖАЩАТА СИЛА НА ЛИНЕЙНИ СИНХРОНИ ДВИГАТЕЛИ	44
Peter Uzunov, Borivoje Milošević	
13. JAČANJE KAPACITETA VISOKOG OBRAZOVANJA KROZ RAZVOJ KURIKULUMA U SARADNJI SA PRIVATNIM I JAVNIM SEKTOROM	48
Aleksandra Boričić, Dejan Blagojević, Biljana Milutinović	
14. EKSPERIMENTALNO ISTRAŽIVANJE TERMO-STRUJNIH PROCESA U RAZMENJIVAČU TOPLOTE SA PERFORIRANIM PLOČAMA	52
Mladen Tomić	
15. IZRADA CILINDRIČNOG KLIZNOG LEŽAJA TEHNOLOGIJOM 3D ŠTAMPE	56
Miloš Ristić, Milan Pavlović, Živko Simić	

16. PREDVIĐANJE SPREMNOSTI STANOVNIŠTVA DA AKTIVNO UČESTVUJE U SISTEMU UPRAVLJANJA OTPADOM PRIMENOM VEŠTAČKIH NEURONSKIH MREŽA	60
Biljana Milutinović, Petar Đekić, Milan Pavlović, Aleksandra Boričić	
17. NOVA KONSTRUKTIVNA REŠENJA VETROGENERATORA ZA EFIKASNIJE KORIŠĆENJE ENERGIJE VETRA	64
Boban Cvetanović, Miljan Cvetković	
18. ENERGETSKA EFIKASNOST U VISOKOJ TEHNIČKOJ ŠKOLI STRUKOVNIH STUDIJA U NIŠU	68
Milan Pavlović, Mladen Tomić	
19. UMREŽAVANJE RECIKLITANOG GUMENOG PRAHA SINTEROVANJEM	72
Petar Đekić, Biljana Milutinović, Slađana Nedeljković	
20. PRIMENA SOLARNE ENERGIJE U ŽELEZNIČKOJ INFRASTRUKTURI	75
Anica Milošević, Nevena Nedeljković	
21. OPASNOSTI I MERE ZAŠTITE PRI RADU SA SISTEMIMA ZA EKSTRUDIRANJE PLASTIČNIH FOLIJA	78
Slađana Nedeljković, Petar Đekić, Nevena Nedeljković	
22. PRIMENA TRANSPORTNOG PROBLEMA U OPTIMIZACIJI TRANSPORTA	81
Milan Stanković, Dejan Bogićević, Nada Stojanović, Tomislav Marinković	
23. OVE – UKUPNA EFEKTIVNOST VOZILA	84
Dušan Radosavljević, Marjana Radosavljević	
24. REDUKOVANJE REAKCIJE OSLOMCA DRVENOG MOSTA OMOGUĆAVANJEM NJEGOVOG DELIMIČNOG POMERANJA	88
Nenad Stojković, Dragan Perić	
25. POPULARNI PRSTUPI REŠAVANJU PROBLEMA PREKOMERNE UPOTREBE VOZILA I PARKIRANJA U GRADSKIM CENTRIMA	92
Aleksandra Marinković	
26. ŠTETNO DEJSTVO MATERIJALA HEMIJSKOG POREKLA KOJI SE KORISTI ZA ŽIMSKO ODRŽAVANJE PUTEVA NA ŽIVOTNU SREDINU	96
Dragan Perić, Nenad Stojković	
27. STATISTIČKA ANALIZA POVREDA NA RADU NEMEDICINSKIH RADNIKA KLINIČKOG CENTRA U NIŠU	99
Milica Cvetković, Miloš Spasić	
28. ANTROPOCENTRIČNA I EKOCENTRIČNA ETIKA	102
Staniša Dimitrijević, Milan Dimitrijević	
29. THE ENGLISH LANGUAGE IN THE ERA OF GLOBALIZATION AND TECHNOLOGICAL ADVANCES	106
Slađana Živković	
30. ESP METODE I TEHNIKE: UPOTREBA EVALUACIONIH UPITNIKA STUDENATA ZA DEFINISANJE KOMPETENCIJA NASTAVNIKA ENGLSKOG JEZIKA ZA POSEBNE NAMENE	109
Danica Milošević	
31. PRAVNA ZAŠTITA UZBUNJIVAČA	113
Jelena Petković, Milica Mladenović	

МОДЕЛИ ЗА ПРОРАЧУН ДАЉИНЕ КОД ИНФРАЦРВЕНОГ СЕНЗОРА SHARP 2Y0A21

MODELS FOR DISTANCE CALCULATION FOR INFRARED SENSOR SHARP 2Y0A21

Душан Стефановић, *Висока Техничка Школа струковних студија, Ниш*
Мирковић Владимир, *Висока Техничка Школа струковних студија, Ниш*

Садржај – Инфрацрвени сензори су сензори уз помоћ којих се одређује удаљеност објекта или се користе као детектори присуства. Имају брже време реаговања, у односу на ултразвучне сензоре. Нелинеарна излазна карактеристика инфрацрвеног сензора sharp 2Y0A21, представља проблем уколико се овај сензор користи за одређивање даљине предмета. Током истраживања коришћени су различити модели који се користе за апроксимације излазне криве овог сензора. Кроз мерења и тестирања, предложена је апроксимација која даје најпрецизније резултате.

Кључне речи – инфрацрвени сензор, sharp 2Y0A21, даљина.

Abstract – Infrared sensors are sensors which determine distance of an object or they are used as presence detectors. They have a faster response time compared to ultrasonic sensors. Non – linear output of the infrared sensor sharp 2Y0A21, presents a problem if the sensor is used to determine distance of an object. During the research we used different models for the approximation of the output curve of this sensor. Through measurement and testing, we will try to find the most accurate model.

Keywords – infrared sensor, sharp 2Y0A21, proximity.

1. УВОД

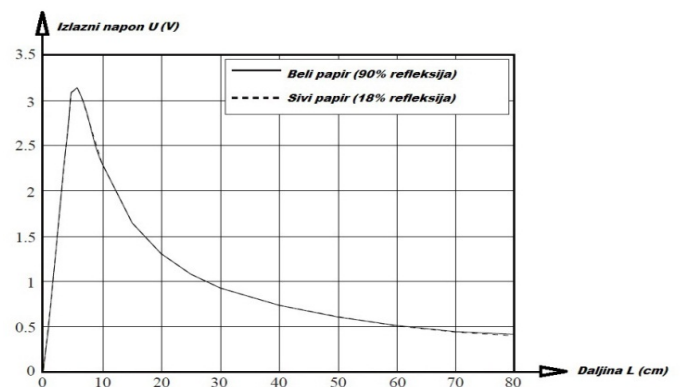
Светлост је део спектра електромагнетног зрачења из опсега таласних дужина видљивих голим оком. Инфрацрвено зрачење заузима део електромагнетног спектра чије су таласне дужине веће од таласних дужина видљиве светлости. Не може се видети, али се може детектовати. Објекти који генеришу топлоту такође генеришу и инфрацрвено зрачење. Такви објекти могу бити животиње али и људи. Инфрацрвено зрачење ове таласне дужине неће проћи кроз већину материјала кроз коју пролази видљива светлост као што су пластика и обично стакло. Подручје инфрацрвеног спектра обухвата таласне дужине од 780 nm до 1 mm односно фреквенције од $3 \cdot 10^{11}$ Hz до $4 \cdot 10^{14}$ Hz.

Инфрацрвени сензори су сензори уз помоћ којих се одређује удаљеност објекта или се користе као детектори присуства. Имају брже време реаговања, у односу на ултразвучне сензоре. Међутим, због нелинеарне карактеристике коју имају на излазу, и њихове зависности од рефлексије објеката у окружењу, мерења на основу интензитета распршене инфрацрвене светлости су веома непрецизна за одређивање удаљености [1].

Нелинеарна карактеристика је највећи проблем код одређивања удаљености. Апроксимације које се анализирају у овом раду примењене су у разним пројектима, или приликом описа инфрацрвеног сензора на специјализованим сајтовима.

2. ПРИНЦИП РАДА ИНФРАЦРВЕНОГ СЕНЗОРА SHARP 2Y0A21

Инфрацрвени сензор sharp 2Y0A21, спада у активне сензоре, и налази се у групи инфрацрвених сензора који раде на принципу рефлексије светлости. То значи да емитује инфрацрвену светлост, посредством инфрацрвене диоде, а затим прима одбијену светлост и на основу тога на излазу даје напон у зависности од даљине детектованог предмета. Напон је обрнуто пропорционалан даљини предмета, односно, са повећањем даљине предмета напон на излазу сензора се смањује (Слика 1).



Слика 1. излазна карактеристика инфрацрвеног сензора sharp 2Y0A21.

3. МОДЕЛИ ЗА ПРОРАЧУН ДАЉИНЕ

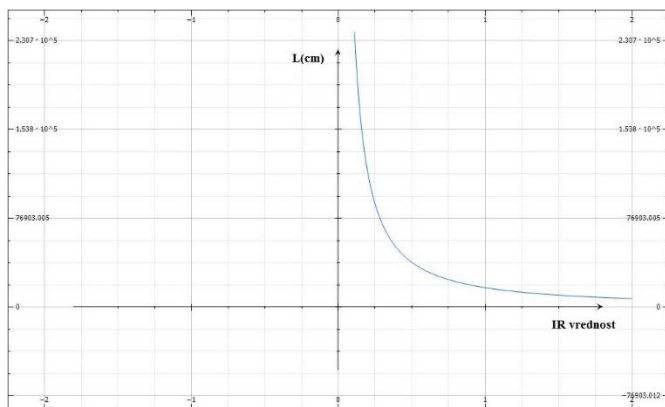
Инфрацрвени сензор има нелинерну карактеристику, и треба пронаћи најбољи модел која ће најпрецизније израчунати излазну вредност сензора, односно модел који ће на основу напона који се налази на излазу из сензора, најпрецизније израчунати удаљеност објекта. Апроксимације које су истраживачи користили за рад са инфрацрвеним сензором *Sharp 2Y0A21*, мерењем, одређен је најбољи модел на тестираном предмету.

Мерења ће бити одрађена, са кораком од 5 cm, односно на сваких 5 cm биће постављен предмет и забележени резултати. На даљинама најближим сензору, корак ће бити 2 центиметара, да бисмо видели понашање сензора на мањим удаљеностима, односно на удаљеностима које он не би требало да детектује по спецификацији произвођача. За све једначине које буду обрађене, биће коришћен исти предмет, исти корак за мерење, како би могли да упоредимо добијене резултате. Предмет који је коришћен је кутија за дискове, димензија 14 cm × 12 cm.

3.1. МОДЕЛ 1

Први модел који је тестиран, коришћен је за израду пројекта „*Autonomous Soccer Robot Using Triple Infrared Sensor for Ball Detection*“ [2]. У овом пројекту, било је потребно одредити удаљеност лопте од робота и то је урађено уз помоћ апроксимације:

$$L(\text{cm}) = \left(\frac{3027.4}{IR\text{vrednost}} \right)^{1.2134} \quad (1)$$



Слика 3. график функције за модел 1.

На слици 3, графички је приказан изглед функције за модел 1.

У овом пројекту [2], аутор је тестирао сензор и дао табеларно резултате мерења које је сензор показивао, а показана је и процентуална грешка до које се дошло приликом мерења у односу на посматрану вредност. Мерења која је аутор овог рада одрадио нису узета као релевантна јер нису обављена у истим условима у којима ће бити обављена мерења, нити са истим предметом. Резултати за обављена мерења приказани су у табели 1.

Просечна вредност одступања од тачне вредности код овог модела износи 0,852 центиметара, односно приближно 3,2%, што значи да ова апроксимација просечно прави грешку мању од 1 центиметра. Највећа грешка, налази се у опсегу даљина од 25 – 45

центиметара, где је грешка ишла од 1,5 – 2 центиметара, односно од 4% - 8% од тачне вредности. Процентуално највећа грешка била је на удаљености од 8 центиметара и износила је 10%.

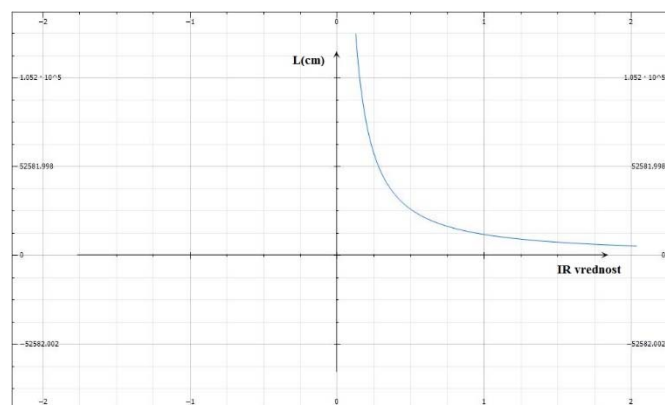
Табела 1. резултати мерења за први модел.

Даљина (cm)	Израчуната вредност (cm)	Одступање од тачне вредности	% Грешка
6	6,13	0,13	2,17
8	7,19	0,81	10,12
10	9,16	0,84	8,4
12	11,08	0,92	7,67
15	15,05	0,05	0,33
20	20,52	0,52	2,6
25	27,03	2,03	8,12
30	30,73	0,73	2,43
35	33,89	1,89	3,17
40	38,02	1,98	4,95
45	43,55	1,45	3,22
50	49,24	0,76	1,52
55	54,63	0,37	0,67
60	61,19	1,19	1,98
65	65,86	0,86	1,32
70	70,28	0,28	0,4
75	75,27	0,27	0,36
80	79,75	0,25	0,31

3.2. МОДЕЛ 2

Други модел који ће бити тестиран, налази се на сајту који се бави продајом хардвера, www.tindie.com [3]. Пошто се бави продајом различите опреме, на овом сајту дају кратак опис опреме која се продаје, па су тако за овај инфрацрвени сензор дали и неке моделе за израчунавање даљине, па ће за потребе овог рада бити тестиран следећи модел:

$$L(\text{cm}) = 12343.85 \cdot (IR\text{vrednost})^{-1.15} \quad (2)$$



Слика 4. график функције за модел 2.

На слици 4, графички је приказан изглед функције за модел 2.

Резултати мерења приказани су у табели 2. Просечно одступање од тачне вредности код овог модела, износи 0,992 центиметара, односно приближно 3,8%. То је и даље просечна грешка испод 1 центиметра, али у односу на претходни модел, представља већу грешку, тако да овај модел има резултате који нису задовољавајући. Овај модел је направио највећу грешку у два сегмента и то на

даљинама од 15 и 30 центиметара и даљинама од 75 и 80 центиметара. У тим сегментима грешка мерења износила и преко 2 центиметара, или процентуално око 7,5%. Процентуално највећа грешка била је на удаљености од 6 центиметара и износила 16%.

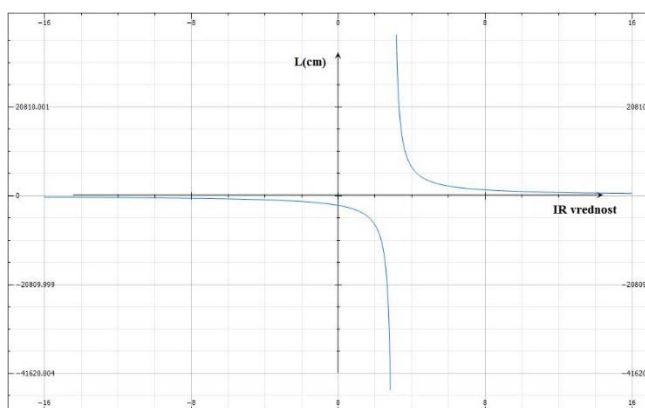
Табела 2. резултати мерења за други модел

Даљина (cm)	Израчуната вредност (cm)	Одступање од тачне вредности	% Грешка
6	6,98	0,98	16,33
8	8,21	0,21	2,62
10	10,19	0,19	1,9
12	12,49	0,49	4,08
15	16,12	1,12	7,47
20	20,71	0,71	3,55
25	27,25	2,25	9
30	31,88	1,88	6,27
35	35,78	0,78	2,23
40	40,35	0,35	0,87
45	44,57	0,43	0,95
50	49,22	0,78	1,56
55	54,31	0,69	1,25
60	59,14	0,86	1,43
65	65,62	0,62	0,95
70	68,95	1,05	1,5
75	72,71	2,19	3,05
80	77,73	2,27	2,84

3.3. МОДЕЛ 3

Трећи модел који је тестиран налази се на сајту <https://acroname.com> [4]. Сајт се као и претходни, бави продајом компонената, и такође је за овај инфрацрвени сензор дао модел који нам помаже за одређивање даљине неког предмета. Тестирана апроксимација има облик:

$$L(\text{cm}) = \frac{6787}{(IR\text{vrednost} - 3)} - 4 \quad (3)$$



Слика 5. график функције за модел 3.

На слици 5, графички је приказан изглед функције за модел 3.

Код овог модела, просечна вредност одступања од тачне вредности износи 0,754 центиметара, односно око 2,7% и то је за сада најпрецизнија вредност, односно најмања вредност одступања од тачне вредности. Грешка код овог модела је углавном била мања од 1 центиметра осим у 3 наврата, и то на удаљеностима од 25, 35 и 75 центиметара, и грешка у тим случајевима се кретала од

1,4 – 1,8 центиметара, односно процентуално грешка код овог модела ишла је највише до 7% од тачне вредности

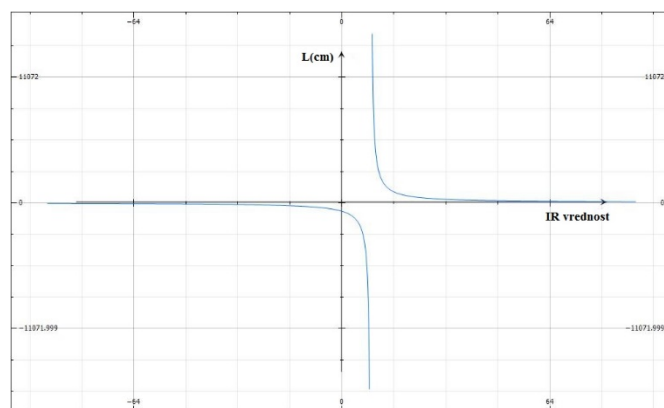
Табела 3. резултати мерења за трећи модел

Даљина (cm)	Израчуната вредност (cm)	Одступање од тачне вредности	% Грешка
6	6,18	0,18	3
8	7,62	0,38	4,75
10	10,02	0,02	0,2
12	12,59	0,59	4,92
15	16,02	1,02	6,8
20	20,86	0,86	4,3
25	26,57	1,57	6,28
30	30,98	0,98	3,27
35	36,4	1,4	4
40	39,51	0,49	1,22
45	44,13	0,87	1,93
50	50,73	0,73	1,46
55	55,64	0,64	1,16
60	60,64	0,64	1,07
65	65,97	0,97	1,49
70	69,77	0,23	0,33
75	76,8	1,8	2,4
80	79,79	0,21	0,26

3.4. МОДЕЛ 4

Последњи модел који ће бити тестиран, узет је са сајта www.instructables.com [5]. Модел који се налази на овом сајту коришћен је у пројекту који се бави почетком рада са сензорима за даљину, односно упознавањем са сензорима који мере удаљеност. Апроксимација је дата у следећем облику:

$$L(\text{cm}) = \frac{6762}{(IR\text{vrednost} - 9)} - 4 \quad (4)$$



Слика 6. график функције за модел 4.

На слици 6, графички је приказан изглед функције за модел 4.

Просечна грешка код овог модела износи 0,545 центиметара, односно одступање од 2,12% од тачне вредности, што представља најпрецизнији резултат од свих модела. Највећа грешка код овог модела била је на даљинама од 8, 12, 20 и 45 центиметара, и грешка се у та три мерења кретала у интервалу од 1,3 – 2 центиметара, односно процентуално грешка приликом мерења се кретала највише до 6,65%. У осталим мерењима, грешка

је углавном била око 0,5 центиметара, а у неким мерењима је била реда стотог дела милиметра, процентуално око 0,5%, што представља веома прецизне резултате.

Табела 4. резултати мерења за четврти модел

Даљина (cm)	Израчуната вредност (cm)	Одступање од тачне вредности	% Грешка
6	6,05	0,05	0,83
8	7,48	0,52	6,5
10	9,91	0,09	0,9
12	12,57	0,57	4,75
15	15,6	0,6	4
20	21,33	1,33	6,65
25	24,41	0,59	2,36
30	30,15	0,15	0,5
35	35,09	0,09	0,26
40	40,49	0,49	1,22
45	46,84	1,84	4,1
50	50,1	0,1	0,2
55	55,32	0,32	0,58
60	59,79	0,21	0,35
65	65,71	0,71	1,09
70	71,98	1,98	2,83
75	74,63	0,37	0,49
80	79,48	0,52	0,65

4. АНАЛИЗА МОДЕЛА

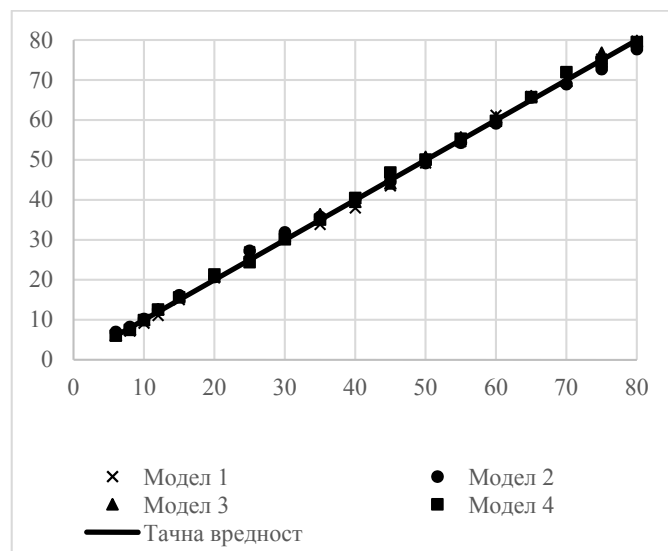
У табели 5. приказани су резултати мерења свих модела на основу које упоређујемо резултате свих мерења. На слици 7, графички су приказани резултати мерења за сва четири модела.

Табела 5. упоредни приказ резултата мерења за све моделе

Даљина (cm)	Модел 1	Модел 2	Модел 3	Модел 4
6	6,13	6,98	6,18	6,05
8	7,19	8,21	7,62	7,48
10	9,16	10,19	10,02	9,91
12	11,08	12,49	12,59	12,57
15	15,05	16,12	16,02	15,6
20	20,52	20,71	20,86	21,33
25	27,03	27,25	26,57	24,41
30	30,73	31,88	30,98	30,15
35	33,89	35,78	36,4	35,09
40	38,02	40,35	39,51	40,49
45	43,55	44,57	44,13	46,84
50	49,24	49,22	50,73	50,1
55	54,63	54,31	55,64	55,32
60	61,19	59,14	60,64	59,79
65	65,86	65,62	65,97	65,71
70	70,28	68,95	69,77	71,98
75	75,27	72,71	76,8	74,63
80	79,75	77,73	79,79	79,48

Процентуално, просечна грешка коју праве модели се креће од 2,12% до 3,8%. Због тога можемо закључити да сви модели који су коришћени у овом истраживању могу бити употребљени за апроксимацију излазне криве инфрацрвеног сензора, и да дају

задовољавајућу прецизност приликом апрокси-мације излазне криве инфрацрвеног сензора.



Слика 7. графички приказ резултата мерења за све моделе.

5. ЗАКЉУЧАК

Инфрацрвени сензор sharp 2Y0A21, због своје нелинеарне излазне карактеристике, има проблем са прецизном апроксимацијом излазне криве. Због тога је овај рад и урађен, са циљем да упореди различите моделе, које су истраживачи користили у својим пројектима, и да да закључак о томе који модел је најбоље користити при апроксимацији излазне криве сензора.

На основу резултата мерења која су обављена за тестирање различитих модела и на основу просечне вредности одступања од тачне вредности, можемо доћи до закључка да је модел 4, дао најпрецизније резултате, са најмањим одступањима од задатих вредности.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] F. B. J. S. P. P. G. Benet, "Using infrared sensors for distance measurement in mobile robots," in *Robotics and Autonomous Systems 1006 (2002) 1–12*.
- [2] A. A. S. M. F. A. M. H. Ali, "Autonomous Soccer Robot Using Triple Infra-redSensor for Ball Detection," in *Proceedings of the International Conference on Man-Machine Systems (ICoMMS)*, Kuala Lumpur, 2009.
- [3] "www.tindie.com," [Online]. Available: <https://www.tindie.com/products/upgradeindustries/sharp-10-80cm-infrared-distance-sensor-gp2y0a21yk0f/>. [Accessed 03 Новембар 2015].
- [4] "https://acroname.com/," [Online]. Available: <https://acroname.com/articles/linearizing-sharp-ranger-data>. [Accessed 03 Новембар 2015].
- [5] "http://www.instructables.com/," [Online]. Available: <http://www.instructables.com/id/Get-started-with-distance-sensors-and-Arduino/>. [Accessed 03 Новембар 2015].

RAZVOJ JEDNOSTRANIČNIH WEB APLIKACIJA U ANGULARJS SINGLE WEB PAGE DEVELOPMENT IN ANGULARJS

Zoran Veličković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Vladislav Živković, *Niš-ekspres A. D., Čamurlija br. 160 Niš.*

Sadržaj - U ovom radu je prikazana implementacija AngularJS framework-a na postojeću Web aplikaciju kako bi se formirala jednostranična Web aplikacija. Realizovana jednostranična Web aplikacija obezbeđuje interaktivnost karakterističnu za desktop aplikacije i znatno skraćuje vreme odziva. Merenjem performansi ovako formirane jednostranične Web aplikacije utvrđeno je skraćivanje vremena odziva za 28.6 % u odnosu na klasičnu Web aplikaciju. Dobijeni rezultati opravdavaju korišćenje AngularJS tehnologije u razvoju savremenih Web aplikacija jer poboljšavaju korisničko iskustvo u radu sa jednostraničnim Web aplikacijama.

Ključne reči: Web. Angular.js. Framework.

Abstract - In this paper, the implementation of the AngularJS framework to an existing Web application is shown, such that a single-sided Web application can be formed. This realized single-sided Web application provides interactivity typical for a desktop application and significantly shortens the response time. By measuring the performance of the single-sided Web application, formed in this way, it was determined that the response time was shortened by 28.6% compared with the regular web application. Gained results justify the use of the AngularJS technology during the contemporary Web application development, seeing the significant enhancement of the user experience in working with one-sided Web applications.

Key words: JavaScript, AngularJS, Jednostranična Web aplikacija.

1. UVOD

Savremeni Internet je doneo revoluciju u načinu pretraživanja i pristupu informacijama. Pored pružanja osnovnih informacija, od Web aplikacija se očekuje da izgledaju atraktivno i pre svega obezbede interaktivnost sa korisnikom sličnu onoj koju pružaju standardne desktop aplikacije [1]. U Web okruženju realizacija interaktivnih aplikacija nije jednostavna i skopčana je sa problemima koje desktop aplikacije ne poznaju. Za razliku od desktop aplikacija koje ovaj zahtev jednostavno realizuju, Web aplikacije moraju rešiti čitav niz problema vezanih za razmenu podataka putem Interneta [2]. Izvorište ovog problema leži u samim osnovama mrežnih Web tehnologija, odnosno, podeli Web aplikacije na klijentski i serverski deo. Iako se pomenuti delovi Web aplikacije nalaze na udaljenim računarima, oni treba da funkcionišu kao celina. Jedna od Web tehnologija koja može da obezbedi realizaciju ovih zahteva je AngularJS [3]. AngularJS eliminiše slanje već poslatih podataka čime se ubrzava proces komunikacije što ima značajan efekat na korisničko iskustvo. U literaturi se može naći tvrdnja da Web aplikacije izgrađene u AngularJS framework-u pružaju kvalitetnije korisničko iskustvo. Jedan od ciljeva ovog rada je da se proverí ova tvrdnja na primeru konkretnog Web sajta. Merenjem vremena odziva Web aplikacije se može potkrepiti ova tvrdnja.

Razvoj savremenih Web tehnologija ima za cilj unapređenje korisničkog iskustva, a posebno smanjenje

vremena učitavanja pojedinačni stranica. Na serverskoj strani aplikacije se može naći obilje različitog sadržaja koji se najčešće smešta u niz Web stranica kojima korisnik po potrebi pristupa. Sa stanovišta korisnika ovaj koncept je jednostavan ali se u pozadini Web aplikacije odvija složen proces razmene podataka na Web-u. Uvek kada klijent zatraži novu Web stranicu, Web server šalje kodiranu Web stranicu koju zatim Web čitač prikazuje. Opisani klasičan način rada Web aplikacije se može modifikovati pomenutom *AngularJS* tehnologijom tako da Web čitač čitavu Web aplikaciju vidi kao jednu Web stranicu. Ovo će imati za posledicu smanjenje interakcija klijentske i serverske strane čime se komunikacija čini efikasnijom.

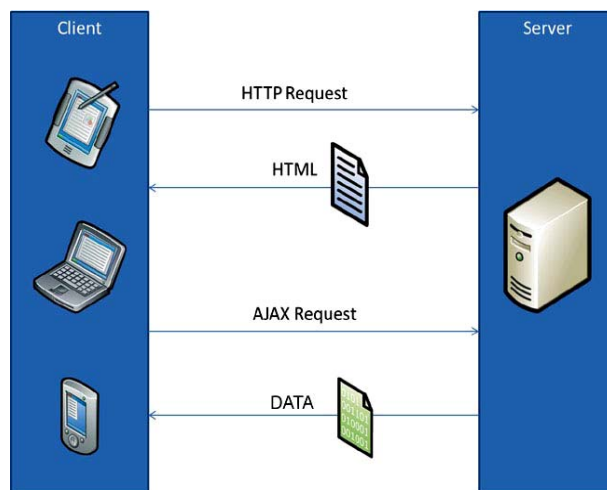
Jednostranična aplikacija SPA (engl. *Single-Page Application*) ili jednostranični interfejs SPI (engl. *Single-Page interface*) je Web aplikacija smeštena u okviru jedne Web stranice sa ciljem pružanja efikasne korisničke interakcije [4]. U jednostraničnim aplikacijama sav potreban kod (HTML, JavaScript i CSS) se preuzima u okviru učitavanja jedne stranice. Ostali resursi Web stranice se učitavaju dinamički, a najčešće kao posledica neke akcije korisnika. Web stranica se ne učitava ponovno ni u jednom trenutku njenog životnog veka. Koncept jednostraničnih Web stranica je podržan i u HTML 5. Interakcija sa jednostraničnom aplikacijom često uključuje dinamičku komunikaciju sa Web serverom u pozadini, kao i navigaciju kroz više logičkih Web stranica u okviru iste aplikacije.

U poglavlju dva su prikazane osnovne karakteristike jednostranične Web aplikacije, dok je u poglavlju tri opisano razvojno okruženje AngularJS za razvoj Web aplikacije. U poglavlju četiri prikazan je razvoj jednostranične Web aplikacije i prezentovani su dobijeni podaci o brzini odziva Web aplikacije razvijene u AngularJS okruženju. U zaključku su data zapažanja i predlozi za korišćenje AngularJS tehnologije.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE JEDNOSTRANIČNE WEB APLIKACIJE

Jednostranične Web aplikacije u odnosu na tradicionalne Web aplikacije pružaju bolje korisničko iskustvo, omogućavajući neposrednost desktop aplikacije, a portabilnost i dostupnost kao Web aplikacije. Najznačajnije karakteristike jednostraničnih Web aplikacija [4], [5] su:

- Jednostranične Web aplikacije se prikazuje kao desktop aplikacije, a osvežavaju se samo izmenjeni delovi Web aplikacije. Upoređujući AngularJS Web aplikaciju sa tradicionalnim Web stranicama kod kojih se pri svakom pristupu učitava cela stranica, primetno je povećanje brzine odgovora sa servera. Ovaj efekat je posebno izražen u slučajevima kada je Web stranica obimna, a server zauzet ili je Internet konekcija spora. Čekanje na novu stranicu može u ovim uslovima da potraje nekoliko sekundi, a korisnik može samo da nagađa kada će se stranica prikazati. Ovo može da bude veoma neprijatno korisničko iskustvo u poređenju sa savremenim konceptom izrade Web aplikacija.
- Brzina odgovora jednostraničnih Web aplikacije zasnovana je na ideji da se većina aplikacionih podataka kao i logika aplikacije nalaze na klijentu, tako da se izvršavaju u Web čitaču. Ovaj koncept omogućava da se većina odluka donosi lokalno a time i znatno brže. Sa druge strane klasične Web aplikacije veći deo aplikacione logike drže na serveru, tako da klijentska strana čeka odgovor serverski odgovor. Čekanje na odgovor servera u nekim situacijama može biti znatno duže nego kod AngularJS Web aplikacija.
- Jednostranične Web aplikacije obaveštavaju korisnika o svom statusu na način kako to čine i desktop aplikacije. Korisnik ne mora da nagađa šta se dešava u pozadini Web aplikacije jer ima neposredni uvid u napredak tražene akcije.
- Za razliku od desktop aplikacija, jednostranična Web aplikacija je uvek dostupna kao i Web stranice. Korisnici mogu da joj pristupe iz bilo kog Web čitača bilo da se radi o pametnom telefonu, tabletu, televizoru, laptop ili desktop računaru.
- Jednostranična aplikacija se ažurira trenutno, kao i svaka Web stranica. Korisnik ne mora da instalira ažuriranu verziju aplikaciju, samo je potrebno da ponovo učita Web aplikaciju i ažuriranja su dostupna. Nasuprot tome, desktop aplikacije se ažuriraju ređe i zahtevaju preinstalaciju za šta su često neophodna administratorska prava.
- Jednostranična aplikacija je multi-platformska, a dobro napisana i testirana Web aplikacija može da radi na bilo kom operativnom sistemu Web čitačem koji podržava HTML 5. Ovo znači da jednom napisana aplikacija radi sasvim dobro na svim platformama.



Slika 1. Princip rada jednostranične aplikacije korišćenjem Ajax-a.

3. ANGULARJS RAZVOJNO OKRUŽENJE

AngularJS su kreirali Misko Hevery i Adam Abrons 2009. godine. To je slobodni softver (engl. *Open Source*) koji promovise visoko-produktivni razvoj Web aplikacija. AngularJS je nadgradio tradicionalni HTML jezik tako što je proširio standardne oznake i attribute i time olakšao izradu Web aplikacija. Rezultat ovakve nadogradnje je izbacivanje nepotrebnog kodiranja kako bi omogućilo fokusiranje na izradu aplikacije. Ime ovom framework-u dao je Adam Abrons inspirisan uglastim zagradama (engl. *Angle Brackets*) od kojih se sastoje HTML oznake. Svi savremeni Web čitači podržavaju AngularJS kao što su: Safari, Chrome, Firefox, Opera, IE9 i novije verzije. Podršku poseduju i mobilni čitači za Android - Chrome Mobile i za iOS - Safari. AngularJS predstavlja nadogradnju JavaScript-a tako da se podrška svodi na podršku JavaScript-u. Kod napisan na JavaScript-u se izvršava uz pomoć interpretera ugrađenog u Web čitače.

Drugi važni oslonci izrade jednostraničnih Web aplikacije su Ajax (engl. *Asinhroni JavaScript and XML*) i MVC (engl. *Model View Controller*) [6]. Ajax je grupa povezanih tehnologija za izradu dinamičkih Web aplikacija koja se koristi na klijentskoj strani kako bi omogućio asinhronu klijent-server komunikaciju. Tako, uz pomoć Ajax tehnologije Web aplikacija može da prima i šalje podatke asinhrono, a da to ima efekta samo na izmenjeni deo stranice. Princip rada jednostranične aplikacije korišćenjem Ajax-a prikazan je na Sl. 1. Generisanje Ajax zahteva i odgovori na njih su asinhroni sa akcijama korisnika na Web stranici.

AngularJS proširuje HTML jezik novim atributima koji se u kontekstu AngularJS-a nazivaju direktive (engl. *Directive*). AngularJS direktive se lako prepoznaju po prefiks `ng-`. Tako `ng-app` direktiva zapravo inicijalizuje AngularJS aplikaciju. Direktiva `ng-int` inicijalizuje aplikacione podatke, a `ng-model` direktiva dodeljuje vrednost HTML kontrolama (kao što su `input`, `select` ili `textarea`) za aplikacione podatke. AngularJS kontroleri (engl. *Controllers*) upravljaju podacima u AngularJS aplikacijama. AngularJS kontroleri su regularni JavaScript objekti. Aplikacijama razvijenim u AngularJS framework-u upravlja se kontrolerima. Direktiva `ng-controller` definiše kontroler aplikacije. Kontroler je zapravo JavaScript objekt kreiran na standardan način.

Postoje dve grupe JavaScript koda. Originalni AngularJS JavaScript kod spada u prvu grupu JavaScript-a, i ne bi trebalo da se menja. Drugu grupu čini JavaScript kod koji programer kreira i povezuje sa direktivama koje su deklarisanе u samo framework-u.

Direktive su u suštini JavaScript metode (funkcije) kojima se definiše ponašanje elemenata u HTML kodu. Već su navedene osnovne direktive, a neke od osnovnih, koje su korišćene u ovom projektu su:

- `ngInclude` je direktiva koja pruža mogućnost uključivanja drugog sadržaja u postojeći dokument.
- `ngView` direktiva predstavlja važan deo „runig“ sistema, njen posao je da uključi i prikaže šablon trenutne putanje.
- `ngRoute` zaokružuje upotrebu `ngView` direktive. U okviru ove direktive, definišu se putanje elemenata koje se po potrebi prikazuju pomoću `ngView` direktive

4. RAZVOJ JEDNOSTRANIČNE APLIKACIJE

Kontejner AngularJS aplikacije je `<html>` oznaka sa atributom `ng-app`. Direktiva `ng-app` predstavlja koreni element aplikacije. Oznakom `<div>` se definiše oblast važenja AngularJS kontrolera sa atributom `ng-controller`. AngularJS aplikacija može sadržati više kontrolera.

AngularJS se startuje automatski na pojavu `DOMContentLoaded` događaja. Ako se pronađe `ng-app` direktiva, AngularJS će napuniti imenovani modul u direktivi i kompajlirati DOM sa `ng-app` kao koren aplikacije. Koren aplikacije može biti celokupna stranica ili samo deo aplikacije.

Za testiranje Web aplikacije potreban je Apache Web server, na kome se izvršava i testira kreirana AngularJS aplikacija. Apache server je najkorišćeniji Web server na Internetu. Podržava puno različitih modula i na taj način proširuje funkcionalnost servera. Za razvoj, odnosno, pisanje izvornog koda potreban je tekst editor. Za ovu namenu korišćen je Sublime Text 3. Sublime Text 3 je multi platformski tekst editor koji podržava više različitih programski jezika kao i više jezika za označavanje.

Razvoj aplikacije rađen je na već postojećoj Web aplikaciji, koja je realizovana modularno, tako da je bilo neophodno korigovati sadržaj `<body>` oznake u delu *index* fajlu. Ostali fajlovi Web aplikacije su nepromenjeni. Deo korigovanog koda, odnosno način implementacije AngularJS Web aplikacije je dat u nastavku kroz sledeće kodove.

```
<body ng-app="TestWebApp">
  <div id="wrapper">
    <div ng-include="'templates/header.html'">
  </div>
  <div ng-view> </div>
  <div ng-include="'templates/footer.html'">
  </div>
</div>
</body>
```

Da bi ceo ovaj koncept bio ostvariv potrebno je dodati još par JavaScript biblioteka, odnosno fajlova:

```
<!-- Angular Javascripts -->
<script src="js/angular.min.js"></script>
  <script src="js/angular-route.min.js">
</script>
<!-- NisEkspres Website Javascripts -->
<script src="js/main.js"></script>
```

Prva dva fajla predstavljaju standardne AngularJS fajlove, dok treći, *main* predstavlja aplikacione podatke neophodne za rad Web aplikacije.

```
var app = angular.module('TestWebApp', [
  'ngRoute'
```

Nakon definisanja potrebnih parametara Web aplikacije, kao i modula za putanje - `ngRoute`, sledi kreiranje konkretnih putanja ka stranicama koje će biti *vizuelno* integrisane u samu aplikaciju.

```
app.config(['$routeProvider', function
($routeProvider)
  {$routeProvider
    // Home - Početana
    .when("/", {templateUrl:
"partials/home.html",
    controller: "PageCtrl"})
    .when("/home", {templateUrl:
"partials/home.html",
    controller: "PageCtrl"})
    // Pages
    .when("/ONama", {templateUrl:
"partials/ONama.html",
    controller: "PageCtrl"})
    .when("/Datumi", {templateUrl:
"partials/Datumi.html",
    controller: "PageCtrl"})
```

Iz *main.js* se može videti koji delovi koda se učitavaju direktivom `ng-view`. Za prvo učitavanje postavljen je *home.html*.

Na početku koda potrebno je da definišemo glavne parametre za `ng-rout`.

```
var app = angular.module('TestWebApp',
['ngRoute']);
```

Za promenljivu *app* se definiše *angular.modul* - `ngRoute`, pod imenom *testWebApp*. Čitač može, kada ima definisane ove parametre, da u okviru dodeljenog imena traži postojeće putanje za prikazivanje glavnog sadržaja.

```
app.config(['$routeProvider', function
  $routeProvider) { $routeProvider
```

Average load times (seconds) for 10 run(s)

Test #	Time	DOM Interactive	DOM Complete	Load Event End
1	22:48:44	0.502	0.769	0.776
2	22:48:46	0.366	0.586	0.591
3	22:48:47	0.322	0.557	0.562
4	22:48:49	0.381	0.584	0.588
5	22:48:51	0.367	0.577	0.582
6	22:48:52	0.354	0.625	0.63
7	22:48:54	0.355	0.544	0.549
8	22:48:56	0.353	0.659	0.665
9	22:48:57	0.351	0.592	0.598
10	22:48:59	0.369	0.536	0.541
Average		0.372	0.603	0.608

Slika 2. Rezultati merenje brzine prvobitne verzije.

Average load times (seconds) for 10 run(s)

Test #	Time	DOM Interactive	DOM Complete	Load Event End
1	22:43:40	0.455	0.717	0.726
2	22:43:42	0.357	0.721	0.73
3	22:43:44	0.223	0.411	0.417
4	22:43:45	0.228	0.422	0.43
5	22:43:47	0.222	0.439	0.445
6	22:43:48	0.226	0.427	0.436
7	22:43:50	0.231	0.434	0.449
8	22:43:51	0.232	0.428	0.436
9	22:43:53	0.238	0.429	0.437
10	22:43:54	0.233	0.44	0.451
Average		0.265	0.487	0.496

Slika 3. Rezultati merenje brzine nove verzije.

Nakon dodeljivanja opcije modula, pristupa se definisanju routeProvider-a.

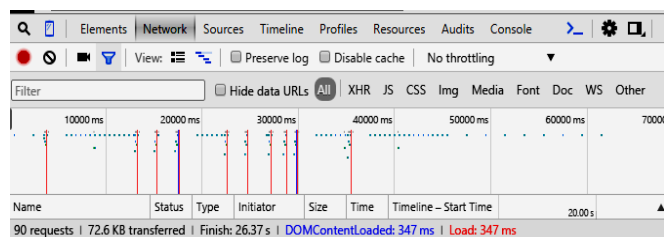
```
.when("/home",
{templateUrl: "partials/home.html",
controller: "PageCtrl"})
```

Primer definisanja jedne putanje pomoću routeProvider-a. Link ka polju za prethodno napisani upit izgleda:

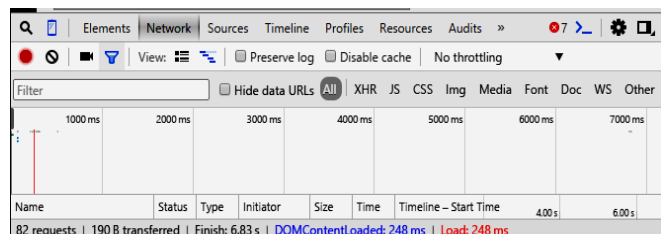
```
http://127.0.0.1/spec/new/#/home
```

Iz linka se i može uočiti način pozivanja Web aplikacije. Web čitač vidi promenu stranica kao upućivanje na sebe samu, čime je vizuelni doživljaj bolji jer čitač ne učitava nove stranice, već vrši preraspodelu postojećeg sadržaja.

Merenje parametara, odnosno, brzine učitavanja pojedinačnih stranica predstavlja važnu stavku u izradi aplikacije. Danas postoje različiti alati i dodaci za Web čitače koji pomažu u analizi i optimizaciji Web aplikacija. Merenje parametara AngularJS i standardne Web aplikacije je vršeno kombinacijom programa: YSlow, Average Load Time Tester i Developer Tools Google-ovom alatkom koja je integrisana u Chrome Web čitač. Average Load Time Tester predstavlja izuzetno kvalitetan alat za testiranje brzine učitavanja Web aplikacija. Jednostavan je za upotrebu i ima sve opcije koje su potrebne za ovu namenu.



a)



b)

Slika 4. Izgled jednog od prozora Developer tools-a – mrežni test

Developer tools je alatka za programere koju je Google inegrirao je u svoj Web čitač - Google Chrome. Na Sl. 4. su prikazani prozori koje je generisao ovaj alat za a) klasičnu Web aplikaciju i b) Web aplikaciju realizovanu u AngularJS okruženju. Na slici 4 je prikazan mrežni saobraćaj i vreme učitavanja DOM sadržaja. Sa Sl. 4a može se videti dodatni saobraćaj što usporava odgovor Web aplikacije. Sa Sl. 4b može se videti da dodatnog saobraćaja nema, bez obzira na broj promena stranica. Čitač bez obzira na broj upita nije slao dodatne zahteve ka serveru. Sa Sl. 4 se može uočiti razlika u brzini učitavanja početnih parametara. Za klasičnu aplikaciju, vreme učitavanja je 347 ms, dok za jednostraničnu aplikaciju to vreme iznosi 248 ms.

5. ZAKLJUČAK

Jednostranična Web aplikacija obezbeđuje efikasnost desktop aplikacije kao i portabilnost i pristupačnost Web sajta. Moderni pregledači podržavaju ovakve aplikacije, a uz to nisu potrebni nikakvi dodaci kako bi aplikacija radila. Uz malo napora, program može da podržava desktop računare, tablet računare, pametne telefone, i sve to na različitim operativnim sistemima. Jednostranične Web aplikacije se lako ažuriraju i to bez potrebe intervencije korisnika, dok je sam osećaj u radu mnogo dinamičniji.

LITERATURA

- [1] Z. Veličković, A. Radović, „Analiza performansi Ajax aplikacije u funkciji formata razmene podataka“, YUINFO '15, pp. 163-167, Kopaonik 2015.
- [2] M. Jevtović and Z. Veličković, *Kvalitet usluga digitalnih mreža*. Akademska misao, Beograd, 2014.
- [3] R. Branäs, *AngularJS Essentials*, Packt Publishing Ltd, avgust 2014.
- [4] A. Grant, *Beginign AngularJS*, Appres, 2014.
- [5] S. Seshadri, B. Green, *AngularJS: Up And Running*, O'Reilly Media, 2014.
- [6] Z. Veličković, M. Jevtović, „Adaptacija izgleda Web stranice uslovljena klijenskim specifičnostima u ASP .NET MVC 4 okruženju“, IT '14, pp. 193-196, Žabljak 2014.

MAKRO DIVERZITI SISTEM SA TRI SC MIKRO DIVERZITI SISTEMA U PRISUSTVU FEDINGA I EFEKTA SENKE

A MACRODIVERSITY SYSTEM WITH THREE SC MICRODIVERSITY SYSTEMS IN THE PRESENCE OF FADING AND A SHADOWING EFFECT

Srđan Jovković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – U ovom radu razmotriće se prenos signala u prisustvu niza različitih šumova i smetnji. Za smanjenje uticaja smetnji na performanse sistema korišćiće se diverziti tehnika.

Ključne reči: Feding, Diverziti sistemi, gustina verovatnoće signala, efekat senke.

Abstract - In this paper the transmission of signals in the presence of various types of noise and interference will be considered. To reduce the effect of noise on system performances a diversity techniquewill be used.

Key words: Fading, Diversity systems, Probability density signal, The effect of shadows.

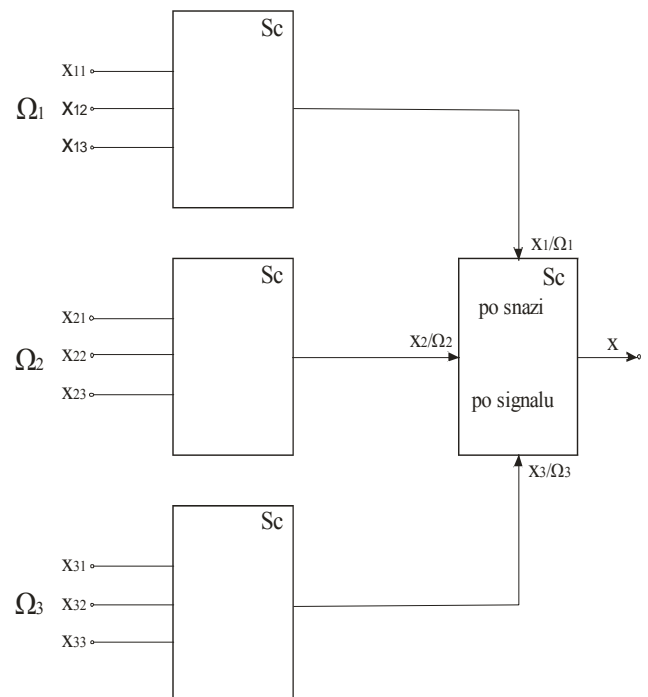
1. UVOD

U ovom radu razmotriće se prenos signala u prisustvu niza različitih šumova i smetnji. Za smanjenje uticaja smetnji na performanse sistema korišćiće se diverziti tehnika. Posmatraće se tri slučaja kada je na ulazima u kombiner prisutan i Nakagami - m, Rejljev i Rajsov feding.[4]. U radu će biti prikazano da se diverziti tehnikom može značajno poboljšati kvalitet prenosa. Ovaj način poboljšanja kvaliteta prenosa signala uspešno se primenjuje u bežičnim telekomunikacionim sistemima i mobilnoj telefoniji [1].

2. MAKRO DIVERZITI SISTEM SA TRI SC MIKRO DIVERZITI SISTEMA

Na slici je prikazan je makro diverziti sistem koji se sastoji od tri mikrodiverziti sistema. Svaki mikro diverziti sistem ima po tri ulaza i svaki izlaz iz mikro diverziti sistema se spaja na ulazu makro diverziti kombineru. Kombineri mikro diverziti sistema su oblika SC i kombiner makro diverziti sistema je selektivni SC. Na ulazima u mikro diverziti kombinere pojavljuje se brzi feding čiji se uticaji na performanse signala kompenzuju mikro diverziti tehnikom. Na ulazu prvog mikro diverziti kombineru pojavljuje se Nakagami - m feding, na ulazu drugog mikro diverziti kombineru pojavljuje se Rejljev feding, a na ulazu trećeg mikro diverziti kombineru pojavljuje se Rajsov feding. Svi signali na ulazima u kombinere su nezavisni. Snaga Nakagami - m fedinga je Ω_1 , snaga Rejljevog fedinga je Ω_2 , a snaga Rajsovog fedinga je Ω_3 i ako su zavisni, odnosno korelisani, i promenljivi su. Snage Ω_1, Ω_2 i Ω_3 imaju log - normalnu gustinu verovatnoće. Rajsov feding nastaje iz Gausog slučajnog procesa. Ovaj feding se pojavljuje kod makro diverziti sistema i kod satelitskih sistema. Nastaje zbog prostiranja signala po više puteva. U ovom slučaju se ekvivalentni sistem na prijemu sastoji od više sinusnih komponenti koje imaju približno istu amplitudu i uniformno rastuću fazu i jednu komponentu koja je dominantna i najčešće je to direktni talas. Prema centralnoj graničnoj teoremi

ekvivalentni signal sastoji se od jednog sinusnog talasa i zbira dva Gausova signala koji su u kvadraturi. Za ovaj slučaj dobija se transformacijom ekvivalentnih amplituda koje imaju Rajsovu gustinu verovatnoće. Zbog toga se ovaj feding zove Rajsov feding.[13].



Slika 1. Makro diverziti sistem.

Gustine verovatnoća signala na ulazima u prvi mikro diverziti kombiner su:

$$P_{x_{11}}(x_{11}) = \frac{2}{r(m)} \left(\frac{m}{\Omega_1} \right)^m \cdot x_{11}^{2m-1} \cdot e^{-\frac{m}{\Omega_1} x_{11}}$$

$$P_{x_{12}}(x_{12}) = \frac{2}{r(m)} \left(\frac{m}{\Omega_1} \right)^m \cdot x_{12}^{2m-1} \cdot e^{-\frac{m}{\Omega_1} x_{12}}$$

$$P_{x_{13}}(x_{13}) = \frac{2}{r(m)} \left(\frac{m}{\Omega_1} \right)^m \cdot x_{13}^{2m-1} \cdot e^{-\frac{m}{\Omega_1} x_{13}}, (1)[3].$$

Gustina verovatnoće signala na ulazima u drugi mikro diverziti kombiner su :

$$P_{x_{21}}(x_{21}) = \frac{x_{21}}{\Omega_2} \cdot e^{-\frac{x_{21}^2}{2\Omega_2}}$$

$$P_{x_{22}}(x_{22}) = \frac{x_{22}}{\Omega_2} \cdot e^{-\frac{x_{22}^2}{2\Omega_2}} (2)$$

$$P_{x_{23}}(x_{23}) = \frac{x_{23}}{\Omega_2} \cdot e^{-\frac{x_{23}^2}{2\Omega_2}},$$

Gustine verovatnoća signala na ulazima u treći mikro diverziti kombiner su :

$$P_{x_{31}}(x_{31}) = \frac{x_{31}}{\Omega_3} \cdot e^{-\frac{x_{31}^2 + A^2}{2\Omega_3}} \cdot I_0 \left(\frac{x_{31} A}{\Omega_3} \right)$$

$$P_{x_{32}}(x_{32}) = \frac{x_{32}}{\Omega_3} \cdot e^{-\frac{x_{32}^2 + A^2}{2\Omega_3}} \cdot I_0 \left(\frac{x_{32} A}{\Omega_3} \right) (3)$$

$$P_{x_{33}}(x_{33}) = \frac{x_{33}}{\Omega_3} \cdot e^{-\frac{x_{33}^2 + A^2}{2\Omega_3}} \cdot I_0 \left(\frac{x_{33} A}{\Omega_3} \right),$$

Kumulativne verovatnoće signala na ulazima u prvi mikro diverziti kombiner su :

$$F_{x_{11}}(x_{11}) = \frac{1}{r(m)} r \left(m, \frac{m}{\Omega_1} x_{11}^2 \right)$$

$$F_{x_{12}}(x_{12}) = \frac{1}{r(m)} r \left(m, \frac{m}{\Omega_1} x_{12}^2 \right) (4)$$

$$F_{x_{13}}(x_{13}) = \frac{1}{r(m)} r \left(m, \frac{m}{\Omega_1} x_{13}^2 \right),$$

Kumulativne verovatnoće signala na ulazima u drugi mikro diverziti kombiner su :

$$F_{x_{21}}(x_{21}) = 1 - e^{-\frac{x_{21}^2}{2\Omega_2}}$$

$$F_{x_{22}}(x_{22}) = 1 - e^{-\frac{x_{22}^2}{2\Omega_2}}, (5)$$

$$F_{x_{23}}(x_{23}) = 1 - e^{-\frac{x_{23}^2}{2\Omega_2}}$$

Kumulativne verovatnoće signala na ulazima u treći mikro diverziti kombiner su :

$$F_{x_{31}}(x_{31}) = \frac{1}{\Omega_3} e^{-\frac{A^2}{2\Omega_3}} \int_0^{x_{31}} e^{-\frac{x^2}{2\Omega_3}} \cdot x \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{A}{2\Omega_3} \right)^k \frac{1}{k!} x^{2k} dx =$$

$$= \frac{1}{\Omega_3} e^{-\frac{A^2}{2\Omega_3}} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{A}{2\Omega_3} \right)^{2k} \frac{1}{2k!} (2\Omega_3)^{1+k} r \left(1+k, -\frac{x_{31}^2}{2\Omega_3} \right)$$

$$F_{x_{32}}(x_{32}) = \frac{1}{\Omega_3} e^{-\frac{A^2}{2\Omega_3}} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{A}{2\Omega_3} \right)^{2k} \frac{1}{2k!} (2\Omega_3)^{1+k} r \left(1+k, -\frac{x_{32}^2}{2\Omega_3} \right), (6)$$

$$F_{x_{33}}(x_{33}) = \frac{1}{\Omega_3} e^{-\frac{A^2}{2\Omega_3}} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{A}{2\Omega_3} \right)^{2k} \frac{1}{2k!} (2\Omega_3)^{1+k} r \left(1+k, -\frac{x_{33}^2}{2\Omega_3} \right)$$

Gustina verovatnoće signala na izlazu iz prvog mikro diverziti kombiner je

$$P_{x_1}(x_1/\Omega_1) = P_{x_{11}}(x_1/\Omega_1)F_{x_{12}}(x_1/\Omega_1)F_{x_{13}}(x_1/\Omega_1) +$$

$$+ P_{x_{12}}(x_1/\Omega_1)F_{x_{11}}(x_1/\Omega_1)F_{x_{13}}(x_1/\Omega_1) +$$

$$+ P_{x_{13}}(x_1/\Omega_1)F_{x_{11}}(x_1/\Omega_1)F_{x_{12}}(x_1/\Omega_1) =$$

$$= \frac{2}{r(m)} \left(\frac{m}{\Omega_1} \right)^m x_1^{2m-1} \cdot e^{-\frac{m}{\Omega_1} x_1^2} \cdot \frac{1}{r(m)} r \left(m, \frac{m}{\Omega_1} x_1^2 \right) \cdot \frac{1}{r(m)} r \left(m, \frac{m}{\Omega_1} x_1^2 \right) \cdot 3 =$$

$$= \frac{6}{r(m)} \left(\frac{m}{\Omega_1} \right)^m x_1^{2m-1} \cdot e^{-\frac{m}{\Omega_1} x_1^2} \cdot \frac{1}{r(m)^2} r^2 \left(m, \frac{m}{\Omega_1} x_1^2 \right) (7)$$

Gustina verovatnoće signala na izlazu iz drugog mikro diverziti kombiner je

$$P_{x_2}(x_2/\Omega_2) = P_{x_{21}}(x_2/\Omega_2)F_{x_{22}}(x_2/\Omega_2)F_{x_{23}}(x_2/\Omega_2) +$$

$$+ P_{x_{22}}(x_2/\Omega_2)F_{x_{21}}(x_2/\Omega_2)F_{x_{23}}(x_2/\Omega_2) +$$

$$+ P_{x_{23}}(x_2/\Omega_2)F_{x_{21}}(x_2/\Omega_2)F_{x_{22}}(x_2/\Omega_2) =$$

$$= 3 \frac{x_2}{\Omega_2} \cdot e^{-\frac{x_2^2}{2\Omega_2}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{x_2^2}{2\Omega_2}} \right)^2 (8)$$

Gustina verovatnoće signala na izlazu iz trećeg mikro diverziti kombiner je

$$P_{x_3}(x_3/\Omega_3) = P_{x_{31}}(x_3/\Omega_3)F_{x_{32}}(x_3/\Omega_3)F_{x_{33}}(x_3/\Omega_3) +$$

$$+ P_{x_{32}}(x_3/\Omega_3)F_{x_{31}}(x_3/\Omega_3)F_{x_{33}}(x_3/\Omega_3) +$$

$$+ P_{x_{33}}(x_3/\Omega_3)F_{x_{31}}(x_3/\Omega_3)F_{x_{32}}(x_3/\Omega_3) =$$

$$= 3 \frac{x_3}{\Omega_3} \cdot e^{-\frac{x_3^2 + A^2}{2\Omega_3}} \cdot I_0 \left(\frac{x_3 A}{\Omega_3} \right) \left[\frac{1}{\Omega_3} e^{-\frac{A^2}{2\Omega_3}} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{A}{2\Omega_3} \right)^k \frac{1}{k!} (2\Omega_3)^{1+k} r \left(1+k, -\frac{x_3^2}{2\Omega_3} \right) \right]^2 (9)$$

Združena gustina verovatnoće snage signala na ulazima u mikro diverziti sisteme je

$$P_{n_1, n_2, n_3}(\Omega_1 \Omega_2 \Omega_3) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma^2 \sqrt{1 - r \Omega_1 \Omega_2 \Omega_3}} \cdot e^{-\frac{(\ln \Omega_1 - m)^2 + (\ln \Omega_2 - m_2)^2 + (\ln \Omega_3 - m_3)^2 - 2r_1 (\ln \Omega_1 - m) (\ln \Omega_2 - m_2) - 2r_2 (\ln \Omega_1 - m) (\ln \Omega_3 - m_3) - 2r_3 (\ln \Omega_2 - m_2) (\ln \Omega_3 - m_3)}}{2\sigma^2(1-r)} (11)$$

Gustina verovatnoće signala na izlazu iz makro diverziti kombinera čiji je rad zasnovan na veličini snage na ulazima u mikro diverziti kombiner je

$$P_x(x) = \int_0^\infty d\Omega_1 \int_0^{\Omega_1} d\Omega_2 \int_0^{\Omega_1} d\Omega_3 P_{\Omega_1\Omega_2\Omega_3}(\Omega_1\Omega_2\Omega_3) \cdot P_{x_1}(x/\Omega_1) + \int_0^\infty d\Omega_2 \int_0^{\Omega_2} d\Omega_1 \int_0^{\Omega_2} d\Omega_3 P_{\Omega_1\Omega_2\Omega_3}(\Omega_1\Omega_2\Omega_3) P_{x_2}(x/\Omega_2) + \int_0^\infty d\Omega_3 \int_0^{\Omega_3} d\Omega_1 \int_0^{\Omega_3} d\Omega_2 P_{\Omega_1\Omega_2\Omega_3}(\Omega_1\Omega_2\Omega_3) P_{x_3}(x/\Omega_3) \quad (12)$$

Gustina verovatnoće signala na izlazu iz makro diverziti kombinera čiji je rad zasnovan na veličini signala na izlazu mikro diverziti kombinera je

$$P_x(x) = \int_0^\infty d\Omega_1 \int_0^{\Omega_1} d\Omega_2 \int_0^{\Omega_1} d\Omega_3 \cdot P_{x_1}(x/\Omega_1) \cdot P_{\Omega_1\Omega_2\Omega_3}(\Omega_1\Omega_2\Omega_3) \cdot F_{x_2}(x/\Omega_2) \cdot F_{x_3}(x/\Omega_3) + \int_0^\infty d\Omega_1 \int_0^{\Omega_1} d\Omega_2 \int_0^{\Omega_1} d\Omega_3 \cdot P_{\Omega_1\Omega_2\Omega_3}(\Omega_1\Omega_2\Omega_3) \cdot P_{x_2}(x/\Omega_2) \cdot F_{x_1}(x/\Omega_1) \cdot F_{x_3}(x/\Omega_3) + \int_0^\infty d\Omega_1 \int_0^{\Omega_1} d\Omega_2 \int_0^{\Omega_1} d\Omega_3 \cdot P_{\Omega_1\Omega_2\Omega_3}(\Omega_1\Omega_2\Omega_3) \cdot P_{x_3}(x/\Omega_3) \cdot F_{x_1}(x/\Omega_1) \cdot F_{x_2}(x/\Omega_2) \quad (13)$$

gde je

$$F_{x_1}(x/\Omega_1) = \int_0^{x_1} P_{x_1}(t/\Omega_1) dt$$

$$F_{x_2}(x/\Omega_2) = \int_0^{x_2} P_{x_2}(t/\Omega_2) dt, \quad (10)$$

$$F_{x_3}(x/\Omega_3) = \int_0^{x_3} P_{x_3}(t/\Omega_3) dt$$

Verovatnoća greške koherentnih signala je

$$P_e = a \int \operatorname{erfc}(bx) P_x(x) dx, \quad (14)$$

Verovatnoća otkaza je

$$P_e = \int_0^{x_T} P_x(x) dx. \quad (15)$$

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu su razmotreni makro diverziti sistemi koji se sastoje od tri mikro diverziti sistema. Mikro diverziti sistemi se koriste da smanje uticaj brzog fedinga, koji je nastao zbog prostiranja signala po više puteva, na performanse sistema. Makro diverziti sistem se koristi da smanji uticaj sporog fedinga, nastalog zbog efekta senke, na performanse sistema. Brzi feding ima uticaj na amplitudu korisnog signala pri čemu amplituda korisnog signala ima kod makro diverziti sistema najčešće Rejljevu, Rajsovu ili Nakagami - m raspodelu. Spori feding ima uticaja na snagu korisnog signala odnosno na srednju kvadratnu vrednost anvelope korisnog signala.

LITERATURA

- [1] Borivoje Milošević Srđan Jovković, Danijela Manić, STATISTIKA SLOŽENOG EGC MAKRO-DIVERZITI SISTEMA, INFOTEH 2010, March 2010, Jahorina, Vol. 9, Ref. B-I-1, p. 128-130, Republika Srpska.
- [2] Mihajlo C. Stefanovic, Dragana S. Krstic, Borivoje M. Milosevic, Jelena A. Anastasov, Stefan R. Panic, Channel Capacity of Maximal-Ratio Combining over Correlated Nakagami-m Fading Channels, TELSIS 2009, EF NIŠ.
- [3] PROAKIS, J. 'Digital communications' (McGraw-Hill, 2nd Edn.), 2014.
- [4] Fumiyuki Adachi, Postdetection Optimal Diversity Combiner for DPSK Differential Detection, IEEE, IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, VOL. 42, NO. 3, AUGUST 1993
- [5] Dimitrije Stefanović, Daniela Milović, Jelena Anastasov, Ilija Temelkovski, Srđan Jovković, Performanse dual SC diverziti sistema za demodulaciju FSK signala u kanalu sa Nakagami -m INFOTEH-JAHORINA Vol. 7, Ref. B-I-6, p. 78-81, March 2008.
- [6] M. K. Simon and M. S. Alouini, A unified approach to the performance analysis of digital communication over generalized fading channels, Proc. IEEE, vol. 86, pp. 1860-1877, Sep. 1998.
- [7] X. Dong, N. C. Beaulieu, and P. H. Wittke, "Signaling constellations for fading channels," IEEE Trans. Commun., vol. 47, pp. 703-714, May 1999.
- [8] W. B. Davenport, Jr. and W. L. Root, An Introduction to the Theory of Random Signals and Noise. New York: IEEE Press, 1987.
- [9] M. Schwartz. W. R. Bennett. and S. Stein, Communication Systems and Techniques, New York: McGraw-Hill. 1966.
- [10] M. S. Alouni, M. K. Simon, "Outage probability of dual branch diversity over correlated lognormal fading channels", 5th Nordic Signal Processing Symo, Tromso-Trondheim, Norway, Oct. 2001.
- [11] M. K. Simon and M.-S. Alouini, Digital Communication over Fading Channels: A Unified Approach to Performance Analysis. New York: Wiley, 2000.
- [12] D. Brennan. "Linear diversity combining techniques," Proc. IRE, vol. 47, pp. 1075-1102, June 1959.
- [13] A. Ramesh, A. Chockalingam and L. B. Milstein, Performance Analysis of a (3,L) Selection Combining Scheme for Binary NCFSSK Signals on Rayleigh Fading Channels, Department of Electrical and Computer Engineering, University of California, San Diego, La Jolla, CA 92093, U.S.A
- [14] A. A. Abu-Dayya and N.C. Beaulieu, Micro-and Macro-diversity MDPSK on Shadowed Frequency-Selective Channels, IEEE Trans. on Commun., Vol. 43, No. 8, pp 2334-2343, 1995.

ENERGETSKI PROFIL KOMPONENTI SENZORSKOG ČVORA

ENERGY PROFILE SENSOR NODE COMPONENTS

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

Sadržaj - U osnovi svake aplikacije koja radi u bežičnoj senzorskoj mreži nalaze se bežični senzorski čvorovi, koji se raspoređuju u širem geografskom regionu, u kome najčešće postoje mnoge fizički nepristupačne lokacije. Osnovni snabdevač električnom energijom gotovo svih senzorskih čvorova je baterija, koja ima strogo limitirane kapacitete. Kako vek trajanja senzorskog čvora zavisi od raspoloživog izvora energije, kao i njene ukupne potrošnje, jasno je da je osnovni cilj da se obezbedi što efikasnije iskorišćenje raspoložive energije, kako bi se obezbedio što duži životni vek bežične senzorske mreže. U ovom radu posebno je analiziran rad svake komponente u senzorskom čvoru sa gledišta potrošnje električne energije. Rad pruža uvid u potrošnju električne energije svake komponente i daje pregled nekih osnovnih tehnika koje mogu da se primene kako bi se ta potrošnja smanjila.

Ključne reči: bežične senzorske mreže, senzorski čvorovi, potrošnja energije, energetska efikasnost.

Abstract – Basically, in each application that runs on a wireless sensor network are wireless sensor nodes, which are distributed in a wide geographic region, in which there are usually many physically inaccessible locations. The main supplier of electricity, for almost all sensor nodes, is the battery with strictly limited capacities. As the lifetime of a sensor node depends on the available energy sources, as well as its total spending, it is clear that the main aim is to ensure more efficient use of available energy, in order to ensure the long life of wireless sensor networks. This paper specifically analyzes the operation of each component in the sensor node from the viewpoint of energy consumption. The paper provides an insight into the power consumption of each component and provides an overview of some basic techniques that can be implemented to reduce this consumption.

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

1. UVOD

Jedan od najbitnijih faktora, sa kojim se razvoj aplikacija za bežične senzorske mreže (BSM) susreće, je njihova energetska efikasnost. Ona predstavlja jedan od limitirajućih faktora koji direktno utiče na njihov životni vek. Kako se obično senzorski čvorovi (SČ) raspoređuju u nepristupačnim oblastima, vrlo je teško izvršiti zamenu, a nekad i potpuno nemoguće, najčešćeg izvora napajanja u SČ-ima - baterije. Razlog za to nije samo zbog nepristupačnosti lokacije gde se SČ nalaze već i zbog njihovog velikog broja u BSM (od nekoliko stotina pa do nekoliko hiljada SČ) [1]. Kod projektovanja aplikacija za BSM, bez obzira da li se tu radi o hardverskoj ili softverskoj komponenti, prvi uslov koji treba ispuniti je prikupljanje i slanje podataka uz najmanju moguću potrošnju električne energije. Od tipičnog SČ-a očekuje se da može da uradi sledeće radnje: registruje događaj koji prati, izvrši odgovarajuće procesiranje registrovanog signala, grupiše dobijene podatke, izvrši njihovu konverziju i pripremu za slanje i da te iste podatke putem bežične komunikacije prosledi do sledećeg čvora. Shodno ovome, u standardnoj konfiguraciji jednog SČ-ora možemo da prepoznamo sledeće osnovne celine: integrisanu (*on-chip*) senzorsku jedinicu zaduženu za neposredno prikupljanje

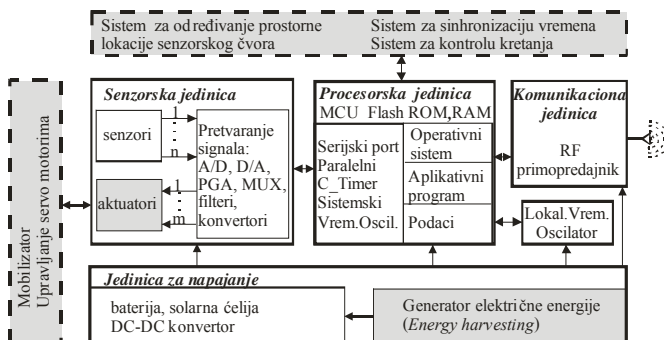
podataka, procesorsku jedinicu za obradu podataka, komunikacionu jedinicu za bežični prenos i jedinicu napajanja. Neki od SČ-ova mogu da imaju i neke druge specifične celine koje zavise od namene tih čvorova i odnose se na mobilizator, jedinicu za određivanje prostorne lokacije ili generatora električnog napajanja (solarne ćelije). Svaka od ovih jedinica ima svoje specifičnosti vezane za potrošnju energije pa su za svaku jedinicu i razvijene posebne tehnike koje se primenjuju da ta potrošnja energije bude svedena na najmanju moguću meru.

U ovom radu, nakon kraćeg uvoda, u podpoglavlju 2 data je tipična struktura senzorskog čvora sa svim njegovim obaveznim i opcionim jedinicama. U podpoglavlju 3 prikazane su karakteristike potrošnje električne energije senzorske jedinice koja zadnjih godina sve više dobija na značaju. Problemi vezani za potrošnju energije procesorske jedinice kao i pregled tehnika koje se najčešće koriste kako bi se potrošnja energije smanjila, prikazani su u podpoglavlju 4. Najveće mogućnosti kao i najveći broj tehnika za smanjivanje potrošnje u senzorskom čvoru sigurno se može primeniti kod komunikacione jedinice i to je pregledno prikazano u podpoglavlju 5. Podpoglavlje 6 zaključuje ovaj rad i daje neke smernice projektantima aplikacija za BSM-e.

2. STRUKTURA SENZORSKOG ČVORA

Osnovni gradivni elementi svake BSM su senzorski čvorovi, koji zbog svoje multifunkcionalne uloge imaju različitu strukturu. Pred njima su postavljeni jako složeni zadaci koje oni trebaju da izvrše. Pre svega, oni trebaju da budu sposobni da potpuno samostalno formiraju mrežnu infrastrukturu, prikupljaju informacije, procesiraju te informacije, međusobno ih razmenjuju i šalju prema nadređenim uređajima. Da bi to mogao da obavi potpuno samostalno, svaki SČ mora da poseduje minimum hardverskih komponenti koje bi mu to omogućile. Sa druge strane, raznolikost aplikacija u kojima se primenjuju SČ-ovi, zahtevaju dosta različitih hardverskih komponenti kako bi oni bili sposobni da odgovore na sve ove zahteve. Da problem bude još veći sve te komponente zahtevaju napajanje koje, zbog prirode primenljivosti SČ-ova, treba da bude potpuno autonomno. Očigledno je da zahtevi aplikacija predstavljaju odlučujući faktor kod izbora hardverskih komponenti od kojih treba da se sastoji SČ. Zahtevi se obično odnose na funkciju koju on treba da obavi, veličinu, cenu i dužinu rada tj. njegov životni vek. U literaturi se smatra da jedan senzorski čvor ne bi trebalo da je veći od 1 cm^3 , težine do 100 g, maksimalne potrošnje do $100 \mu\text{V}$ i da ne bude skuplji od 1 \$ [2]. U nekim ekstremnim slučajevima pominju se još manje vrednosti koje se poredi sa veličinom zrna peska.

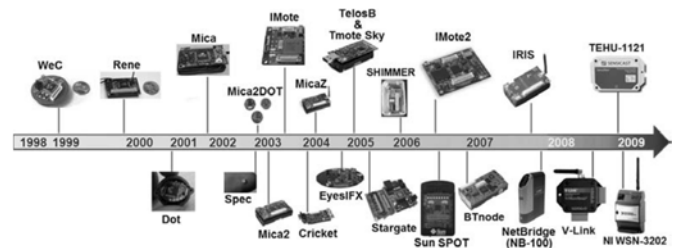
Međutim, bez obzira na sve te raznolikosti, uočava se gotovo isti trend u projektovanju hardverske arhitekture kod SČ-ova. Iako još uvek ne postoji jedan jedinstven standard, mada je i pitanje da li bi takav standard mogao da podrži sve aplikacije za BSM, mogu se prepoznati neke osnovne komponente od kojih se on sastoji: a) senzorskog podsistema koji se sastoji od različitih senzorskih elemenata zaduženih da prikupljaju podatke u nagledanom regionu ili pojavi i/ili aktuatora koji izvršavaju neke radnje/akcije u nadgledanom regionu; b) računarskog podsistema koji se sastoji od mikroprocesora ili mikrokontrolera (MCU – *Micro Controller Unit*); c) komunikacionog podsistema koji je realizovan bežičnim primopredajnikom kratkog dometa i d) lokalnog energetskog podsistema u kome se nalazi baterija i DC-DC konvertor. U zavisnosti od funkcije koju obavljaju oni mogu biti prošireni i opcionim komponentama kao što su: mobilna jedinica, jedinica za koordinaciju, memorijskog podsistema, sistema za sinhronizaciju vremena, generatora električne energije i td. Tipična arhitektura jednog SČ prikazana je na Slici 1.



Slika 1. Struktura senzorskog čvora

Tipične dimenzije SČ kreću se od veličine kutije šibica, pa do dimenzija reda 1 cm^3 i manjih (vidi Sliku 2.) [3]. Dalji razvoj tehnologije trebalo bi da omogući dalje smanjivanje veličine SČ, pa se očekuje da on dostigne dimenzije manje od

1 mm^3 (*SmartDust*) [3]. U jednoj BSM možemo da razlikujemo dva osnovna tipa SČ-ova. Standardne SČ-ove kojih imamo u najvećem procentu i koji su zaduženi za neposredno prikupljanje podataka od senzora i glavne ili *master* SČ (*sink*) koji su zaduženi da prihvataju veliku količinu podataka od standardnih SČ-ova, i iste proslave prema nekom nadređenom sistemu, na primer Internetu. Osnovne karakteristike standardnih SČ-ova su jako ograničeni resursi u pogledu računarske snage i količine energije kojom raspolažu, mogućnost samostalnog prilagođenja okruženju, visoka integracija elektronskih komponenti, mogućnost autonomnog rada bez održavanja i jako mala cena jer oni najčešće predstavljaju potrošne uređaje, tj. uređaje za jednokratnu upotrebu [4]. Sa druge strane *master* SČ-ovi predstavljaju znatno složenije uređaje, većih su dimenzija i imaju veće mogućnosti obrade podataka i komunikacije. U većini slučajeva oni imaju ulogu standardnog *gateway* uređaja koji treba da poveže dve različite mreže. Osim bežičnog interfejsa za potrebe komunikacije sa SČ-ima, ovi SČ-ovi poseduju i interne interfejse za potrebe umrežavanja sa spoljnom telekomunikacionom infrastrukturom. Zbog svoje znatno veće računarske snage, ovi uređaji mogu u potpunosti da podržavaju standardne protokole iz TCP/IP steka.



Slika 2. Napredovanje senzorske tehnologije [3]

3. POTROŠNJA SENZORSKE JEDINICE

U projektovanju aplikacija, a naročito u pogledu njihove energetske efikasnosti, često se zanemaruje potrošnja senzora koja u nekim slučajevima može znatno, i po nekoliko puta da prevaziđe potrošnju ostalih komponenti u SČ. Samim tim ona nije zanemarljiva jer može da se kreće od nekoliko μW pa sve do nekoliko nekoliko W [5].

Da bi senzor mogao da izvrši svoju svoju namenu potrebna mu je određena količina energije. Postoji nekoliko komponenti koje utiču na potrošnju energije u senzoru [6]: a) njegova konverzija iz fizičkog u električni domen, b) kondicioniranje signala, c) uzorkovanje signala i d) A/D konverzija signala. Sve ove komponente utiču na ukupnu potrošnju energije u senzorskoj jedinici i utiču kod izbora senzora za SČ. Pored toga potrebno je uzeti u obzir i neke druge faktore kao što su: gabariti senzora, način primene i montaže, kompatibilnost sa ostalim komponentama i td. U principu, zbog velike raznovrsnosti senzora kao i načina rada, teško je definisati njihovu tipičnu potrošnju. Tako na primer pasivni senzori kao što su temperaturni, svetlosni i senzori dodira troše zanemarljivo male količine energije u poređenju sa ostalim komponentama SČ. Sa druge strane, aktivni senzori, kao što su senzori za merenje nivoa, pritiska, zagađenosti i senzori slike, koji imaju znatno duže vreme A/D konverzije, mogu da potroše znatno više energije u odnosu na sve ostale komponente SČ-a. Ovde treba pomenuti i da brzina A/D konverzija takođe igra veliku ulogu u smanjivanju potrošnje.

Ako imamo brži A/D konvertor, vreme potrebno za akviziciju podataka se smanjuje, pa samim tim mikrokontroler može ranije da pređe u režim smanjene potrošnje.

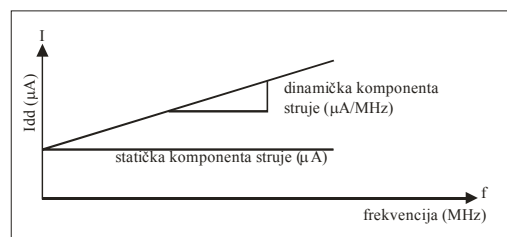
Potrošnja električne energije kod očitavanja senzora prvostepeno zavisi od prirode aplikacije i vrste primenjenih senzora. Sporadično očitavanje senzora sigurno troši manje energije od konstantnog očitavanja. Uslovi u kojima SČ radi takođe utiču na potrošnju, jer u otežanim uslovima očitavanja senzora, gde postoji veći nivo smetnji-šuma, sigurno je potrošnja veća. Generalno gledano, ušteda električne energije u ovoj komponenti direktno je povezana sa uštedom u A/D konvertoru. Jedan od načina da se na ovom nivou uštedi energija, svodi se na primeni optimalnog algoritma očitavanja koji smanjuje broj sukcesivnih koraka kod A/D konvertora tj. smanjivanju vremena koje je potrebno da se analogni podatak sa senzora prevede u digitalnu informaciju. Dva su bitna faktora koja utiču na to: funkcija uzorkovanja koja predstavlja broj očitanih podataka sa senzora u jedinici vremena i rezolucija senzora koja predstavlja najmanju promenu koju senzor može da detektuje na merenoj veličini. Ona se definiše brojem bitova kojima se podatak predstavlja. Veći broj uzorkovanja obezbeđuje bolju vremensku rezoluciju očitavanja, pa je tačnost očitavanja veća, ali je zato i potrošnja energije veća. Funkcija uzorkovanja direktno zavisi i od fenomena koji se prati. Tako, na primer, ako se očitava temperatura okoline, potpuno je nepraktično da ona iznosi 1 ms, jer su temperaturne promene relativno spore promene i mere se minutima pa i satima. Često uzorkovanje samo će nepotrebno napraviti veliki broj redundantnih podataka, koji će ne samo opteretiti mrežni saobraćaj već i nepotrebno trošiti dragocenu energiju u SČ-u. Zato se pravilnim podešavanjem vremena uzorkovanja može znato uticati na smanjivanje potrošnje u senzorskoj komponenti.

4. POTROŠNJA POCESORSKE JEDINICE

Energija koja je potrebna da se podaci obrade je znatno manja nego što je potrebno da se oni pošalju. Primer koji je dat u radu [7] kaže da se približno potroši ista energija za prenos 1 kb na rastojanju od 100 m, kao i za izvršavanje 3 miliona instrukcija na procesoru sa brzinom od 100 miliona instrukcija u sekundi. Ovaj primer nam jasno ilustruje odnos potrošnje, i praktično minimizuje sve optimizacije koje bi se radile na algoritmu za obradu podataka. Međutim na ovom nivou moguće su neke druge optimizacije potrošnje električne energije koje su predmet istraživanja i one se odnose pre svega na: DPM (*Dynamic Power Management*) i DVS (*Dynamic Voltage Scaling*). DPM predstavlja jednu strategiju upravljanja potrošnjom električne energije za vreme dok SČ normalno radi. Ovde se pošlo od pretpostavke da nije potrebno da svi delovi jednog SČ rade pod punim opterećenjem u jednom trenutku. Na primer, dok senzorska jedinica vrši očitavanje senzora moguće je isključiti jedinicu za komunikaciju koja u tom trenutku nije potrebna. Očigledno da je ovde primarna uloga operativnog sistema, koji putem svojih drajvera ima odlučujuću ulogu u uključivanju i isključivanju pojedinih delova SČ, a samim tim i u upravljanju potrošnje električne energije. Dalji razvoj ove tehnike doveo je do pojave DVS, koja je otišla korak dalje, jer je omogućila dinamičku promenu napajanja i frekvencije na kojoj radi SČ. To predstavlja još jedan efikasan način da se optimizuje potrošnja električne energije u SČ, jer ona omogućava da se u toku rada smanji ili poveća napajanje i

frekvencija osnovnog kloka za rad mikroprocesora. Naime, za sve poslove koje procesor obavlja nisu uvek potrebni najoptimalniji uslovi za rad, gde se misli pre svega na veliku brzinu rada koja zahteva veću frekvenciju, veći napon napajanja a samim tim i veću potrošnju. Normalno da ovde treba uzeti u obzir i izbor odgovarajuće CPU jedinice. Dva su osnovna parametra koja treba uzeti u obzir i to: broj različitih režima rada (*active, idle, sleep, stop*) kao i odgovarajuća potrošnja u tim režimima rada. U najvećem broju SČ-ova implementirani su mikrokontroleri CMOS tipa koji rade na veoma niskim frekvencijama od 1 MHz do 32 MHz i naponima napajanja od 1,8 V do 5 V. Potrošnja energije u mnogome zavisi od stanja u kome se CPU jedinica nalazi i kreće se od nekoliko μW (stanje *sleep* i *idle*) pa do nekoliko stotina mW u aktivnom stanju. Tako, na primer, dva CPU koja se najviše ugrađuju u SČ-ima su ATmega128L i MSP430. Oni imaju potrošnju u režimu *idle/active* 83,15 $\mu\text{W}/26,7\text{mW}$ i 15 $\mu\text{W}/3\text{mW}$ respektivno [8].

Većina procesorskih jedinica u SČ-ima se realizuje sa CMOS mikrokontrolerima koji rade na niskim frekvencijama između 1-32 kHz, pa do maksimalnih frekvencija koje se kreću do nekoliko MHz na 1.8 V DC, ili do 100 MHz na 5 V DC, što u mnogome zavisi od primenjene tehnologije. Nasuprot veoma velikoj potrošnji od 1 mA/MHz, mikrokontroleri troše 100 μA na 32 kHz. Međutim i ovako mala potrošnja je dovoljna da ne može da se garantuje višegodišnji rad SČ ako mikrokontroler radi neprekidno [9]. Zato je potrebno da mikrokontroler menja svoje režime rada tj. da poseduje manje energetski zahtevne režime rada kao što su *idle, sleep* i *stop* mod. Raniji mikrokontroleri podrazumevali su da se dovede poseban signal na određeni ulaz u mikrokontroler koji bi ga prebacio u drugi režim rada. Današnji mikrokontroleri zadržali su taj način ali poseduju i programabilne vremenske tajmere koji mogu samostalno da generišu signale za prebacivanje u različite režime rada. Ovaj način omogućava da mikrokontroler radi u režimu smanjene potrošnje energije skoro 99,9 % a samo 0.1 % u aktivnom režimu tj. režimu povećane potrošnje.



Slika 3. Dinamička i statička komponenta struje u zavisnosti od frekvencije

Još jednu činjenicu je potrebno istaći kada govorimo o potrošnji energije kod mikrokontrolera, a to je njena zavisnost od frekvencije na kojoj mikrokontroler radi. Kod ranijih mikrokontrolera, koji su bili zasnovani na ROM baziranim arhitekturama, njihova potrošnja je potpuno linearno zavisila od frekvencije. Današnji savremeni mikrokontroleri se baziraju na flash ROM arhitekturama sa dodatnim analognim kolima. Kod njih se struja u aktivnom modu sastoji od dve komponente: statičke i dinamičke komponente. Dinamička komponenta obuhvata interval promene struje u odnosu na promenu radne frekvencije (Slika 3). Za razliku od nje statička komponenta ne zavisi od radne frekvencije i ona se sastoji od: struje potrebne za analogni deo, struje za flash modul i struje curenja. Većina analognih

blokova, nezavisno od frekvencije mikrokontrolera, zahteva konstantnu struju napajanja za svoj rad. Takođe i *flash* ROM memorija zahteva energiju za njeno očitavanje koja nekada može da bude znatno veća nego energija potrebna za rad mikrokontrolera u smanjenom režimu rada. Sledeća komponenta, struja curenja, u mnogome zavisi od tehnologije proizvodnje samog mikrokontrolera. Statička komponenta struje u aktivnom režimu rada može da bude i do 10 puta veća od potrošnje kada kontroler radi u režimu smanjene potrošnje. Poznato je da kako tehnologija proizvodnje peleta – litografija, napreduje (trenutno je 14 nm), dinamička komponenta struje će se smanjivati, ali će se zato struja curenja povećavati (kod niskonaponskih submikronskih tehnologija). Upravo zbog toga, u aplikacijama BSM neminovno je primeniti neke tehnike, pre svega *Duty Cycle*, od koje se očekuje da više minimizuju potrošnju kod mikrokontrolera nego buduće napredne proizvodne tehnologije [10].

5. POTROŠNJA KOMUNIKACIONE JEDINICE

Vrlo je teško definisati prosečnu potrošnju komunikacione komponente u okviru SČ jer na nju utiču mnogi parametri kao što su: vrsta modulacione šeme, brzina prenosa podataka, snaga emitovanja signala koji se šalje, režim rada, dužina rada i td. Sigurno da na ovom nivou SČ troši najveći deo svoje energije, pa prema tome ovde se i mogu postići najveće uštede pravilnim izborom parametara prenosa. Ovde je važno napomenuti da kod određivanja ukupne potrošnje treba pored aktivne potrošnje, uzeti u obzir i inicijalnu potrošnju (*start-up power*) koja se odnosi na potrošnju električne energije koja je potrebna za uspostavljanje aktivnog režima rada pri uključenju SČ. Ta potrošnja nije velika ali ako se primopredajnom jedinicom šalju ili primaju mali paketi, tako da se primopredajnik više puta uključuje i isključuje, može se desiti da ukupna početna energija znatno premaši aktivnu energiju. Pronalaženje efikasnih algoritama koji će optimalno rešavati ove probleme je još jedno interesantno područje na kome mnogi istraživači danas rade. U radu [11] autori su dali formulu preko koje je moguće izračunati potrošnju električne energije, P_c :

$$P_c = N_T [P_T(T_{ON} + T_{st}) + P_{out}(T_{ON})] + N_R [P_R(R_{ON} + R_{st})] \quad (1)$$

Gde je: $P_T(P_R)$ potrošnja predajnika ili prijemnika, P_{out} izlazna snaga predajnika, $T_{ON}(R_{ON})$ aktivno vreme predajnika (prijemnika), $T_{st}(R_{st})$ inicijalno vreme predajnika(prijemnika) a $N_T(N_R)$ je broj uključenja/isključenja predajnika/prijemnika u jedinici vremena.

Tipični predstavnici RF primopredajnika koji se najčešće ugrađuju u SČ-ima su CC1000 (315-915 MHz) i CC2420 (2400 MHz). Potrošnja ovih čipova u režimu Rx, Tx, Idle iznosi 9.6mA, 16.5mA/10dBm, 1μA za CC1000 i 19.7mA, 17.4mA/0dBm, (1μA) za CC4200, respektivno [9]. Analizirajući primenu ovih čipova može se zaključiti da se RF moduli koriste u sva tri navedena ISM područja: 433.05 - 434,79 MHz, 902 -928 MHz i 2400 - 2483,5MHz. Imajući u vidu da je odnos režima predaje (T_x) i prijema (R_x) obično 1:1000, RF moduli mogu se klasifikovani u odnosu na njihovu potrošnju koju oni imaju samo u režimu prijema podataka (R_x power). Mi smo klasifikaciju izvršili u tri područja i to: u prvu grupu svrstani su primopredajnici koji je za prijem podataka (režim R_x), potrebna struja manja od 10 mA. Drugu grupu, nazvanu primopredajnici srednje potrošnje

karakteriše potrošnja struje od 10 mA do 50 mA. Zadnja grupa predstavlja primopredajnike koji najviše zahtevaju energiju za svoj rad i karakteriše ih potrebne sturije potrošnje koje su veće od 50 mA.

Kako je trend razvoja BSM da se njima prenose znatno veće količine podataka (multimedijalni podaci: slika, zvuk, video), kao i potrebe da SČ-ovi komuniciraju sa različitim subjektima, pre svega sa Internetom, potrošnja energije u komunikacionoj jedinici postaje ključni faktor u ukupnoj potrošnji električne energije u SČ-u. Verovatno će u budućnosti komunikaciona jedinica i odgovarajući protokoli pretrpeti i najveći razvoj u pogledu: energetske efikasne komunikacije, podrške operativnih sistema, pouzdanih komunikacionih protokola i razvoja srednjeg sloja koji će omogućiti standardnu klijent-server komunikaciju između subjekata u mreži.

6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio da se ukaže na neke od bitnih karakteristika potrošnje električne energije u senzorskom čvoru. Kako je problem optimizacije energetske efikasnosti kompleksan problem, jer postoje brojni faktori koji utiču na potrošnju energije u SČ-u, u radu su pojedinačno analizirane sve komponente od kojih se sastoji svaki senzorski čvor. Ukazano je na tipičnu potrošnju kao i neke karakteristične metode koje se mogu primeniti na nivou svake komponente kako bi sa smanjila potrošnja električne energije i samim tim produžio život senzorskog čvora.

LITERATURA

- [1] Ian F.Akyildiz, Mehmet Can Vuran, *Wireless Sensor Networks*, ISBN 978-0-470-03601-3, WILEY, 2010
- [2] J. M. Rabaey, M. J. Ammer, J. L. da Silva, D. Patel, and S. Roundy, "PicoRadio Supports Ad Hoc Ultra-Low Power Wireless Networking", *IEEE Computer*, 33(7): 42–48, 2000
- [3] Carlos F. Garcia-Hernandez et al., "Wireless Sensor Networks and Applications: a Survey", *Int. Journal of Comp.Science and Network Security*, Vol.7, No.3, 2007
- [4] Ian F. Akyildiz et al., "A Survey on Sensor Networks", *IEEE Comm. Magazine*, August 2002.
- [5] C. Schurgers, M. Srivastava. "Energy Efficient Routing in Wireless Sensor Networks.", *MILCOM'01*, Vienna, VA (October 28-31, 2001): 357-361,
- [6] Estrin, Deborah, et al. "Connecting the physical world with pervasive networks." *Pervasive Computing*, IEEE 1.1 (2002): 59-69
- [7] G.J.Pottie,W.J.Kaiser,"Wireless Integrated Network Sensors", *Communicat. of the ACM*, vol.43,no.5, 2000
- [8] M.Kosanović, "Metode uštede energije u bežičnim senzorskim mrežama", XVII YU INFO, 2011
- [9] Berringer K., "High-performance mixed-signal MCUs in low - power applications", *EPN*, Vol.37, No.7, 2008,
- [10] M.Stojcev, M.Kosanovic, Lj.Golubovic, "Power management and energy harvesting techniques for wireless sensor nodes", *Proc. of 9th TELSIS* 2009
- [11] E. Shih, S. H. Cho, N. Ickes, R. Min, A. Sinha, A. Wang, A. Chandrakasan, "Physical layer driven protocol and algorithm design for energy-efficient wireless sensor networks", In *Proceedings of ACM MobiCom'01*, pp. 272–287, Rome, Italy, 2001

ANALIZA EFIKASNOSTI PARAMETARSKIH INTERPOLACIONIH KONVOLUCIONIH JEZGRA KOD PROCENE FUNDAMENTALNE FREKVENCIIJE SIGNALA

ANALYSIS PARAMETRIC CONVOLUTION KERNELS FOR ESTIMATING THE FUNDAMENTAL FREQUENCY OF THE SIGNAL

Nataša Savić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Zoran Milivojević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - U ovom radu opisana su parametarska interpolaciona jezgra i to Grevilovo i Polya racionalno jezgro. Prikazani su rezultati analize procene fundamentalne frekvencije kod sinusoidalnog i govornog test signala primenom interpolacione konvolucije sa implementiranim Polya racionalnim parametarskim jezgrom i Grevilovim jezgrom. Kao mera uspešnosti procene koristi se srednje kvadratna greška. Određena je optimalna vrednost parametra i odgovarajuća prozorska funkcija. Rezultati su prikazani tabelarno i grafički.

Ključne reči: Interpolacija. Konvolucija. Parametarsko konvoluciono jezgro. Fundamentalna frekvencija.

Abstract - This paper described parametric convolution kernel, i.e. Greville and Polya rational kernel. Represents the results of application of the convolution interpolation with the described parametric kernels in estimation of the fundamental frequency. As a measure of successfulness of estimation the mean square error was used. Determined the optimal value of the parameter and the corresponding window function. The analysis of the results shown both graphically and tabular.

Key words: Interpolation. Convolution. Parametric convolution kernel. Fundamental frequency.

1. UVOD

Teorija interpolacije privlači pažnju mnogih naučnika od davnina. Reč "interpolacija" (**engl.** *interpolation*) potiče od latinskog glagola *interpolare* (predstavlja složenicu od reči "inter" što znači između i reči "polare" ("polish") u značenju izgladiti) i označava umetanje novih članova između datih članova. Interpolacione tehnike najpre su korišćene u astronomiji. U engleskoj literaturi u matematičkom smislu prvi put ih je upotrebio 1655 godine Wallis u infinitezimalnom računu **Error! Reference source not found.** Njutnovi opisi geometrijske krive koja prolazi kroz zadati skup tačaka 1675 godine predstavljaju osnov za razvoj interpolacionih tehnika. Tokom 18. i početkom 19. veka Njutnov metod objavili su evropski matematičari, uključujući i Njutn-Gausovu formulu iz 1812 godine koja predstavlja osnovu za teoriju uzorkovanja podataka i njihovu rekonstrukciju. Tokom 19. veka studiozno se proučavaju interpolacione tehnike bazirane na polinomima. Schonenberg 1946 definiše bazne funkcije koje omogućavaju interpolaciju ekvidistantnih podataka [2, 3]. Tokom 1970 usavršavaju se tehnike interpolacije bazirane na kubnoj konvoluciji [4, 5]. Istraživanja o konvoluciono interpolaciji zastupljena su u mnogim radovima [6 -14].

Prilikom obrade diskretnih signala često se nameće potreba za interpolacijom. Jedan od karakterističnih primera je prilikom povećanja preciznosti, procene fundamentalne frekvencije f_0 . Naime, prilikom određivanja f_0 metodom

pikovanja (**engl.** *Peak-Picking*) analiziraju se amplitudske vrednosti signala koje su izračunate na frekvencijama f_k ($k=0, 1, \dots, \text{NDFT}-1$) na kojima je izračunata diskretna Furijeova transformacija-DFT dužine NDFT. Međutim, stvarna vrednost frekvencije najčešće se nalazi između dva sempla, te dolazi do greške procene fundamentalne frekvencije. Kako povećanje frekvencije odabiranja ima za posledicu usložnjavanje sistema za obradu signala, to se pribegava određivanju interpolacione funkcije i proceni f_0 između dva sempla. Jedan od načina određivanja interpolacione funkcije je primena parametarske kubne konvolucije (**engl.** *Parametric Cubic Convolution-PCC*) koju je predložio Kejs u radu [6]. Kejs je primenom Tejlorovog razvoja predložio optimalnu vrednost parametra jezgra PCC, $\alpha=-0.5$. U radu [10] Pang je prikazao detaljnu analizu procene fundamentalne frekvencije primenom PCC. Rad [9] razmatra primenu PCC interpolacije za određivanje fundamentalne frekvencije u uslovima primene nekih prozorskih funkcija kod obrade diskretnog govornog signala.

U ovom radu izvršena je komparativna analiza efikasnosti procene fundamentalne frekvencije sinusoidalnog i govornog test signala primenom parametarske konvolucije sa implementiranim Grevilovim interpolacionim jezgrom [8] i Polya racionalnim jezgrom [16] uz obradu signala standardnim prozorskim funkcijama (Hamming, Hann, Blackman, pravougaona, Kaiser, trougaona). Preciznost procene fundamentalne

frekvencije merena je pomoću srednje kvadratne greške – **MSE** (engl. *Mean Square Error*).

Organizacija rada je sledeća: U sekciji 2 opisana je konvoluciona interpolacija. U sekciji 3 prikazano je Grevilovo parametarsko interpolaciono jezgro. Konstrukcija i opis Polya racionalnog jezgra prikazani su u sekciji 4. Numerički rezultati i komparativna analiza nalaze se u sekciji 5. Sekcija 6 je zaključak.

2. KONVOLUCIONA INTERPOLACIJA

Konvolucija neprekidnih funkcija $f(x)$ i $g(x)$ definiše se sledećim izrazom:

$$f(x) * g(x) = \int f(t)g(x-t)dt, \quad (1)$$

Konvolucija diskretnih funkcija određena je izrazom:

$$f(n) * g(n) = \sum_k f(k)g(n-k). \quad (2)$$

Mnoge interpolacione funkcije mogu se zapisati kao:

$$g(x) = \sum_k c_k r\left(\frac{x-x_k}{h}\right). \quad (3)$$

U formuli (3) c_k su parametri koji zavise od semplovanih podataka, r je interpolaciono jezgro, h uzorkovani priraštaj. Interpolaciono jezgro pomoću operacije slične konvoluciji konvertuje diskretne podatke u neprekidnu funkciju.

3. GREVILOVO INTERPOLACIONO JEZGRO

U radu [8] opisano je Grevilovo parametarsko jezgro sa:

$$r(f) = \begin{cases} \left(\alpha + \frac{3}{2}\right)|f|^3 - \left(\alpha + \frac{5}{2}\right)|f|^2 + 1; \\ \text{za } 0 \leq |f| \leq 1, \\ \frac{1}{2}(\alpha - 1)|f|^3 - \left(3\alpha - \frac{5}{2}\right)|f|^2 + \\ \left(\frac{11}{2}\alpha - 4\right)|f| - (3\alpha - 2); \\ \text{za } 1 \leq |f| \leq 2, \\ -\frac{1}{2}\alpha|f|^3 + 4\alpha|f|^2 - \frac{21}{2}\alpha|f| + 9\alpha; \\ \text{za } 2 \leq |f| \leq 3, \\ 0; \quad \text{za } 3 \leq |f|. \end{cases} \quad (4)$$

4. POLYA RACIONALNO JEZGRO

U procesu konstrukcije Polya racionalnog jezgra kreće se od Polya frekventnih funkcija.

4.1 Polya frekventne funkcije

Definicija Nenegativna merljiva funkcija $\Lambda(x)$ koja na R zadovoljava uslov $0 < \int_R \Lambda(x)dx < \infty$ naziva se Polya

frekventna funkcija pod uslovom da zadovoljava sledeći uslov: za svaka dva skupa striktno rastućih brojeva:

$$x_1 < x_2 < \dots < x_n \quad y_1 < y_2 < \dots < y_n \quad n=1,2,\dots, \quad (5)$$

je:

$$\det\{\Lambda(x_i - y_j)\}_{i,j=1,n} \geq 0. \quad (6)$$

Schoenberg daje potrebne i dovoljne uslove da integrabilna funkcija bude Polya frekventna funkcija.

Teorema (Schoenberg). Dvostrana Laplasova transformacija Polya frekventne funkcije $\Lambda(x)$ konvergira na vertikalnoj oblasti i može se zapisati kao:

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-sx} \Lambda(x) dx = \frac{1}{\Psi(s)}, \quad (7)$$

gde je $\Psi(s)$ cela funkcija oblika:

$$\Psi(s) = C e^{-\gamma s^2 - \delta_0 s} \prod_{m=1}^{\infty} (1 + s\delta_m)^{-s\delta_m}, \quad (8)$$

$$C > 0, \quad \gamma \geq 0, \quad \delta_m \in R, \quad 0 < \gamma + \sum_{m=1}^{\infty} \delta_m^2 < \infty. \quad (9)$$

Osim toga, kada je $\gamma > 0$, funkcija $\Lambda(x) > 0$ je klase $C^\infty(R)$ i njeni izvodi $\Lambda^{(n)}(x)$ imaju samo n prostih realnih nula za sve vrednosti n .

Dokaz ove teoreme može se videti u [15].

Interesantna posledica ove teoreme je egzistencija Polya frekventne funkcije $\Lambda(x)$ čija je dvostrana Laplasova transformacija kvazi-racionalna funkcija (može se zapisati kao proizvod racionalne i cele funkcije). Naime, zamenjujući u formuli (7) $\delta_m = 0$ pri $m > M_0 \geq 1$ dobija se:

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-sx} \Lambda(x) dx = \frac{1}{C} e^{\gamma s^2 + \sum_{m=0}^{M_0} \delta_m s} \prod_{m=1}^{M_0} \frac{1}{1 + s\delta_m}. \quad (10)$$

Zamenom u (8) $C=1$, $M_0=2$, $\gamma = \delta_0 = 0$, i $0 < \alpha = \delta_1 = -\delta_2$ dobija se $\Psi(s) = 1 - \alpha^2 s^2$. Otuda se za $s = i\omega$ na osnovu (7) dobija:

$$\frac{1}{\Psi(i\omega)} = \frac{1}{1 + \alpha^2 \omega^2} = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\alpha x} \Lambda(x) dx. \quad (11)$$

gde je $\Lambda(x) = \frac{1}{2c} e^{\left(\frac{-|x|}{c}\right)}$ Polya frekventna funkcija.

4.2 Jezgro

Uvodeći analogiju sa Polya frekventnom funkcijom, odnosno sa njenom Furijeovom transformacijom dobija se izraz za parametarsko Polya racionalno interpolaciono jezgro:

$$r(f) = \begin{cases} 1/(1 + \alpha^2 |f|^2), & k-1 \leq |f| \leq k, \quad k=1,\dots,L/2 \\ 0 & |f| > L/2 \end{cases} \quad (12)$$

gde α predstavlja parametar jezgra, L predstavlja dužinu jezgra.

4.3 Određivanja parametra interpolacionog jezgra

U radu [16] analizirana je problematika procene fundamentalne frekvencije sinusoidalnog signala analizom u spektralnom domenu za slučaj primene Polya racionalnog parametarskog interpolacionog jezgra. Detaljno je opisan

algoritam određivanja parametra α interpolacionog jezgra. Parametar α odabran je tako da se minimizira greška procene fundamentalne frekvencije u spektralnom domenu. Kao mera kvaliteta algoritma za procenu f_0 koristi se MSE:

$$MSE(\alpha) = \overline{(f_o - f_e)^2}. \quad (13)$$

Izračunavanje MSE u izrazu 13 vrši se između procenjene (f_e) i realne fundamentalne frekvencije (f_o).

5. NUMERIČKI REZULTATI

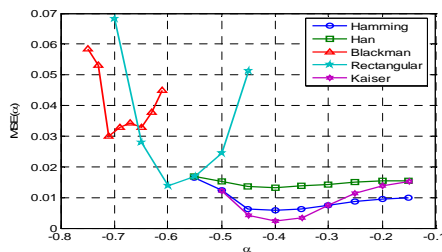
Nad test signalima [12] uz primenu Hamming-ovog, Hann-ovog, Blackman-ovog, pravougaonog, Kaiser-ovog i trougaonog prozora, primenom konvolucione interpolacije izvršena je procena fundamentalne frekvencije. Dobijeni su rezultati za MSE_{min} i α_{opt} koji su prikazani u tabeli 1 i 2 i na sl.1.-7. U tabeli 1 prikazani su i rezultati dobijeni primenom Polya racionalnog jezgra iz [16], a u tabeli 2 rezultati Grevilovog jednoparametarskog interpolacionog jezgra iz [12].

Tabela 1. Minimalna vrednost MSE kod primene Polya racionalnog jezgra za sinusni i govorni test signal.

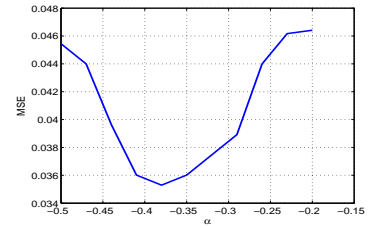
Prozor	Sinusni test signal		Govorni test signal	
	α_{opt}	MSE_{min}	α_{opt}	MSE_{min}
Hamming	-0.400	0.0058	-0.380	0.0353
Hann	-0.400	0.0133	-0.400	0.0447
Blackman	-0.700	0.0300	-0.650	0.0607
Pravoug.	-0.050	0.6712	-0.250	0.2521
Kaiser	-0.600	0.0138	-0.600	0.0421
Trougaoni	-0.400	0.0024	-0.400	0.0244

Tabela 2. Minimalna vrednost MSE kod primene Grevilovog jezgra za sinusni i govorni test signal [12].

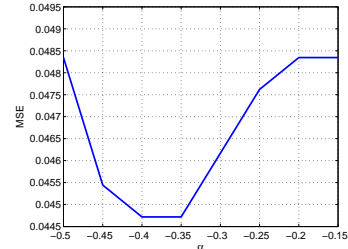
Prozor	Sinusni test signal		Govorni test signal	
	α_{opt}	MSE_{min}	α_{opt}	MSE_{min}
Hamming	-0.57	0.0175	-0.560	0.0310
Hann	-0.449	0.0027	-0.450	0.0363
Blackman	-0.415	0.0009	-0.410	0.0344
Pravoug.	-2.254	0.4054	-2.100	0.2016
Kaiser	-0.668	0.0124	-0.660	0.0255
Trougaoni	-0.575	0.002	-0.575	0.0256



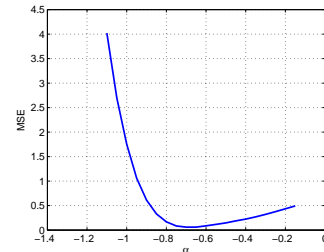
Slika 1. MSE(α) u zavisnosti od primenjene prozorske funkcije kod sinusnog signala primenom konvolucione interpolacije sa racionalnim Polya jezgrom.



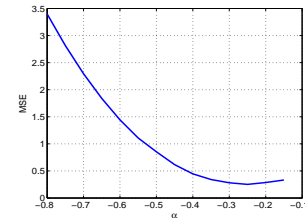
Slika 2. Zavisnost MSE od α za primenu Hamming-ovog prozora kod konvolucione interpolacije sa racionalnim Polya jezgrom za govorni test signal.



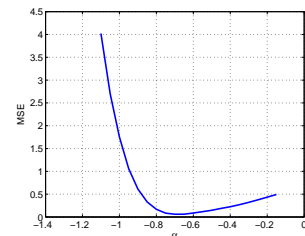
Slika 3. Zavisnost MSE od α za primenu Hann-ovog prozora kod konvolucione interpolacije sa racionalnim Polya jezgrom za govorni test signal.



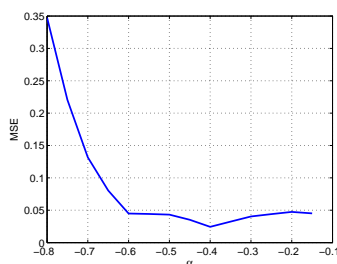
Slika 4. Zavisnost MSE od α za primenu Blackman-ovog prozora kod konvolucione interpolacije sa racionalnim Polya jezgrom za govorni test signal.



Slika 5. Zavisnost MSE od α za primenu pravougaonog prozora kod konvolucione interpolacije sa racionalnim Polya jezgrom za govorni test signal.



Slika 6. Zavisnost MSE od α za primenu Kaiser-ovog prozora kod konvolucione interpolacije sa racionalnim Polya jezgrom za govorni test signal.



Slika 7. Zavisnost MSE od α za primenu trougaonog prozora kod konvolucione interpolacije sa racionalnim Polya jezgrom za govorni test signal.

5.1 Komparativna analiza

Komparativna analiza izvršena je u odnosu na MSE. Na osnovu prikazanih numeričkih rezultata može se primetiti:

a) kod sinusnog test signala za slučaj obrade Hammingovom prozorskom funkcijom preciznija je procena primenom racionalnog Polya jezgra, dok je u ostalim slučajevima preciznije Grevilovo jezgro,

b) u slučaju govornog test signala manju grešku iskazalo je Grevilovo jezgro, osim u slučaju trougaone prozorske funkcije,

c) najmanja greška procene kod sinusnog test signala dobijena je primenom Grevilove interpolacije i trougaone prozorske funkcije. Primena Grevilovog jezgra dala je manju grešku $MSE_{\min_tr_Poly_sin}/MSE_{\min_tr_Grevil_sin} = 0.0024/0.002 = 1.2$ puta,

d) kod govornog test signala primena trougaone prozorske funkcije dala je najveću preciznost za slučaj primene Polya racionalnog jezgra. Polya jezgro je pokazalo $MSE_{\min_tr_Grevil_sp}/MSE_{\min_tr_Poly_sin} = 0.0256/0.0244 = 1.05$ puta manju grešku.

6. ZAKLJUČAK

Detaljna analiza, prikazana u drugom delu rada pokazala je da je i kod govornog i kod sinusnog test signala najveća preciznost dobijena implementacijom trougaone prozorske funkcije, kod oba jezgra. Pravougaona prozorska funkcija prikazuje veliku grešku procene. Kod sinusnog test signala i Grevilove interpolacije ta greška je 202.7 puta veća u odnosu na implementiranu trougaonu prozorsku funkciju, a kod Polya interpolacije 279.6 puta veća u odnosu na najmanju gresku koja je dobijena primenom trougaonog prozora.

LITERATURA

[1] J. Wallis, *Arthmetica Infinitorum*, Hildesheim, Germany: Olms Verlag, 1972.

[2] I. J. Schoenberg, "Contributions to the problem of approximation of equidistant data by analytic functions. Part A-on the problem of smoothing or graduation. A first class of analytic approximation formule", *Quart. Appl. Math.*, Vol. IV, no. 1, pp. 45-99, 1946.

[3] I. J. Schoenberg, "Contributions to the problem of approximation of equidistant data by analytic functions. Part B- on the problem of osculatory interpolation. A second class of analytic approximation formule", *Quart. Appl. Math.*, Vol. IV, no. 2, pp. 112-141, 1946.

[4] S. S. Rifman "Digital rectification of ERTS multispectral imagery", in *Proceedings of the Symposium on Significant Results Obtained from the Earth Resources Technology Satellite-1, Vol. 1*, section B, NASA SP-327, pp. 1131-1142, 1973.

[5] R. Bernstein, "Digital image processing of earth observation sensor data", *IBM J. Res.Devel.* Vol. 20, no. 1, pp. 40-57, 1976.

[6] R.G. Keys, "Cubic convolution interpolation for digital image processing", *IEEE Trans. Acoust., Speech & Signal Process.*, Vol. 29, No. 6, pp. 1153-1160, Dec. 1981.

[7] K.S. Park, R.A. Schowengerdt, "Image reconstruction by parametric cubic convolution", *Computer Vision, Graphics & Image Processing*, Vol. 23, pp. 258-272, 1983.

[8] E. Meijering, *A Chronology of Interpolation: From Ancient Astronomy to Modern Signal and Image Processing*. Proceedings of the IEE, Vol 90, No. 3, March 2002.

[9] Z. Milivojević, M. Mirković, P. Rajković, "Estimating of the fundamental frequency by the using of the parametric cubic convolution interpolaton", *International Scientific Conference UNITECH '04*, Session: Electronics and Communication Engineering, pp. 138-141, Gabrovo, Bulgaria, 2004.

[10] H.S. Pang, S.J. Baek, K.M. Sung, "Improved Fundamental Frequency Estimation Using Parametric Cubic Convolution", *IEICE Trans. Fundamentals*, Vol. E83-A, No. 12, pp. 2747-2750, Dec. 2000.

[11] Z. Milivojević, M. Mirković, S. Milivojević, "An Estimate of Fundamental Frequency Using PCC Interpolation – Comparative Analysis", *Information technology and Control*, Vol. 35, No. 2, pp.131-136, 2006.

[12] Z. Milivojević, D. Brodić, "Estimation Of The Fundamental Frequency Of The Real Speech Signal Compressed By MP3 Algorithm", *Archives of Acoustics*, Vol. 38. No. 3, pp. 363-373, 2013.

[13] N.Savić, Z. Milivojević and D. Brodić, "Estimation of frequency of a signal by means of interpolation with a quadratic convolution kernel", *ETF Journal of Electrical Engineering*, Vol. 20, pp. 40-49, 2014.

[14] N.Savić, Z. Milivojević, D. Blagojević "Procena fundamentalne frekvencije pomoću kvazi-racionalnog Polya interpolacionog jezgra", *Zbornik radova YU INFO 2015*, pp. 411-416, 2015.

[15] I. J. Schoenberg, "On totally positive functions, Laplace integrals and entire functions of the Laguerre-Polya Schur type", *J.d . Ann. Math.*, vol.1, pp. 331-374, 1951.

[16] N.Savić, Z. Milivojević, "Analiza efikasnosti Polya racionalnog parametarskog interpolacionog jezgra kod procene fundamentalne frekvencije", *Zbornik IT'15*, pp.132-136, 2015.

IN MEMORY BAZE PODATAKA IN MEMORY DATABASE

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

Sadržaj - U ovom radu je prikazana nova tehnologija organizacije velikih baza podataka. Postojeća organizacija baza, kod koje se tabele baze skladište na disk pokazala se dosta neneffikasnom, kako sa stanovišta brzine pristupa podacima, tako i u slučajevima konkurentnog izvršavanja transakcija u realnom vremenu naročito u distribuiranom okruženju. U radu će biti predstavljena ta nova tehnologija - In Memory sistem baza podataka, data njena organizacija i navedene izvanredne prednosti koje ovaj novi sistem donosi rešavajući većinu problema konvencionalne organizacije baza, koju su do sada koristile aplikacije poslovne inteligencije.

Ključne reči: DMBS. In Memory. OLTP

Abstract - This paper shows a new technology for organisation of big databases. Existing database organisations which database tables stored on a disk proved to be quite inefficient, both from the standpoint of the speed of data access and the cases of concurrent execution of transactions in real time, especially in a distributed environment. The paper will present this new technology - In Memory database system, show its organisation and list outstanding advantages that this new system brings, solving most of the problems of conventional base organisation, which have so far been used by business intelligence applications.

Key words: DBMS. In Memory. OLTP.

1. UVOD

DBMS (Data Base Management System) je kolekcija programa koja omogućava korisnicima kreiranje, korišćenje i održavanje baze podataka. To je softverski sistem opšte namene koji podržava definisanje, konstruisanje i manipulaciju bazama podataka za različite aplikacije.

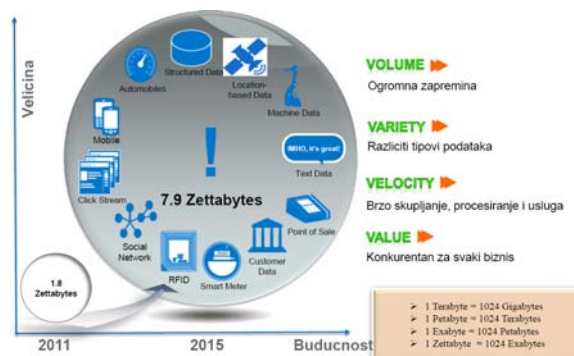
Definisanje baze podataka znači specificiranje tipova podataka koje treba memorisati u bazi podataka i detaljan opis svakog tipa podatka.

Konstruisanje baze podataka je proces memorisanja podataka na memorijskom medijumu kome može pristupiti.

Manipulacija bazama podataka podrazumeva postavljanje upita bazi podataka radi pronalazjenja određenih podataka, ažuriranje baze podataka da bi se unele promene nastale u mini svetu i generisanje izveštaja na osnovu podataka memorisanih u bazi podataka, a shodno zahtevu nekog od korisnika.

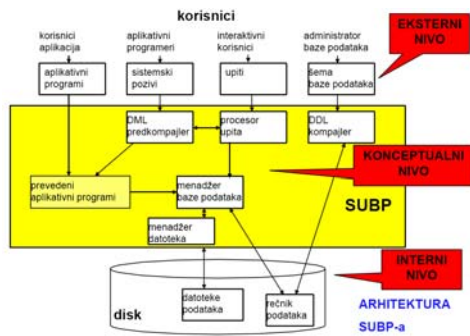
Uz sve veću potražnju za obradu podataka u realnom vremenu, tradicionalni sistemi za upravljanje bazama podataka (na-disku) trpe ogroman pritisak za poboljšanje njihovih performansi. Sa povećanjem količine podataka, koja se očekuje da dostigne 40ZB (1ZB = 1 milijarda terabajta) do 2020. godine, sl.1. sa tradicionalnom DBMS arhitekturom, obrada takvih podataka postaje sve više i više skoro nepremošćeni izazov - jer za tako veliki broj podataka,

njihovu obradu i dobijanje analitičkih rezultata, konvencionalne baze podataka ne mogu dati zadovoljavajuće rezultate.



Slika 1. Prikaz rasta podataka koji će biti u opticaju u budućnosti

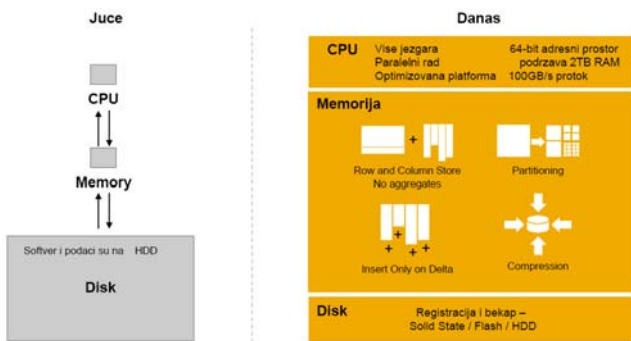
Za baze podataka na-disku, disk I/O operacije su najveći kamen spoticanja, jer su veoma spore operacije i ne mogu biti optimizovane, sl.2. Iako kod tradicionalnog DBMS postoje pokušaji da se karakteristike poboljšaju uvođenjem raznih caching tehnika kada se keširaju često korišćeni podaci, to se odražava na cenu sinhronizacije keša sa diskom i obrnuto, a sprovođenje kompleksne logike za upravljanje transakcijama i resursima samo predstavlja određeno dodatno ograničenje u performansama.



Slika 2. Konvencionalna arhitektura tri šeme

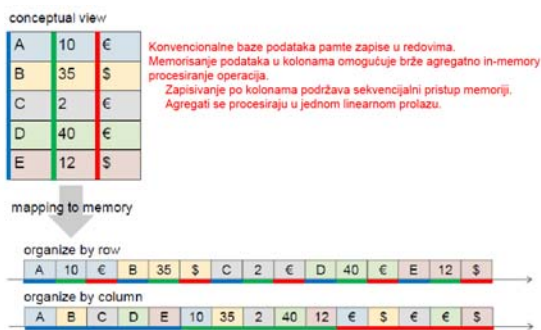
Dakle, šta je put napred? Koncept sistema In Memory baze podataka menja čitavu paradigmu i arhitekturu za upravljanje bazama. In Memory baze podataka ili sistem baze podataka u glavnoj memoriji je nova tehnologija za upravljanje bazama podataka koja skladišti podatke u potpunosti u glavnoj memoriji umesto da ih drži na disku. Sa smanjenjem troškova glavne memorije, i tehnoloških inovacija pogotovu u oblasti nanotehnologije, postaje sasvim izvodljivo da se velika količina podataka skladišti u glavnoj memoriji.

Danas se baza podataka može direktno smestiti u RAM i iskoristiti sve prednosti brzog pristupa ovoj memoriji i naravno podacima, sl.3.



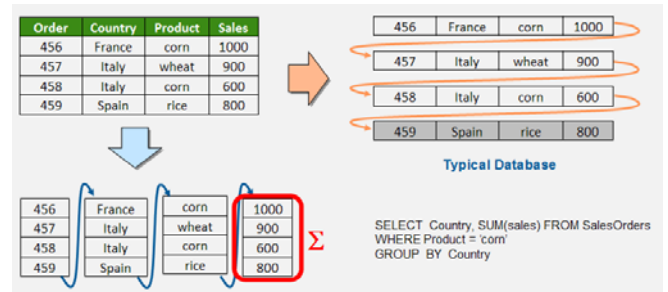
Slika 3. Razlike u organizaciji baza podataka

Tabela baze podataka konceptualno ima dvodimenzionalnu strukturu organizovanu po redovima i kolonama. Računarska memorija, za razliku, organizovana je kao linearna struktura. Tabele baze dakle mogu biti reprezentovane u memoriji u jednom ili drugom obliku. Ako se tabele baze organizuju u redovima one se pamte kao sekvence zapisa - rekorda. Suprotno, ako se tabele baze organizuju po kolonama one se pamte na kontinualnim memorijskim lokacijama, sl.4.



Slika 4. Zapis tabela kod konvencionalnih i In Memory baza podataka

U osnovi platforme nalazi se hibridni sistem skladištenja podataka koji kombinuje tri pristupa – konvencionalni, pristup na bazi redova, novi, na bazi kolona, sl. 5. i objektno orijentisani pristup. Uz to, sistem koristi moderne algoritme za kompresiju, što omogućava da podaci zauzimaju manje prostora i da budu smešteni u radnu memoriju sistema umesto na hard-disk.



Slika 5. Pamćenje tabela po kolonama

Kod ovog rešenja, sa izuzetno malo administrativnog napora, moguće je bez prepravke i jedne linije postojećeg koda koji pristupa bazama podataka, podići podatke sa diska u RAM memoriju (naravno u zavisnosti od toga koliko je RAM memorije na raspolaganju) i dobiti unapređenje od nekoliko desetina pa i stotina puta bržeg izvršenja upita, za samo par minuta jednokratnog podešavanja ovog novog okruženja, sl. 6. In Memory baza poseduje ekstremnu brzinu pretrage, skaniranja i join operacija preko kolona, pri čemu se svaki atribut može posmatrati kao indeks.

Performanse

	Loops/ms	Perf. Multiple
Insert		
On-Disk DBMS	4.08	1.00
IMDS + TL	48.18	11.79
Update		
On-Disk DBMS	14.843	1.00
IMDS + TL	83.143	5.60
Delete		
On-Disk DBMS	4.082	1.00
IMDS + TL	82.151	12.77

Slika 6. Performanse baze na disku & In memory baze prilikom izvršavanja transakcija

Naprimer, ako za obe Stored Procedure merimo i štampamo vreme njihovog izvršenja, a radi se o 100000 transakcija tipa Insert Values u tabelu, i uporedimo vremena za koja su se procedure izvršile na konvencionalnoj organizaciji baze i na In Memory sistemu dobijamo:

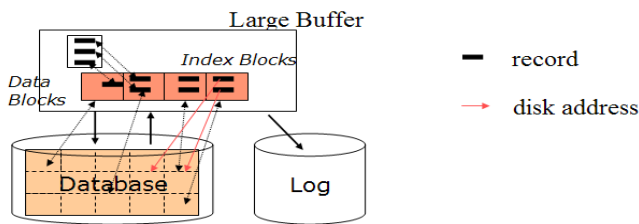
```
--Running the test for Insert
EXEC Simple_Insert_test
GO
EXEC InMemory_Insert_test
GO
```

Simple_Insert in sec	
1	12

InMemory_Insert in sec	
1	0

Here is the time taken by Simple Insert: 12 seconds
Here is the time taken by InMemory Insert: Nearly 0 second (less than 1 seconds).

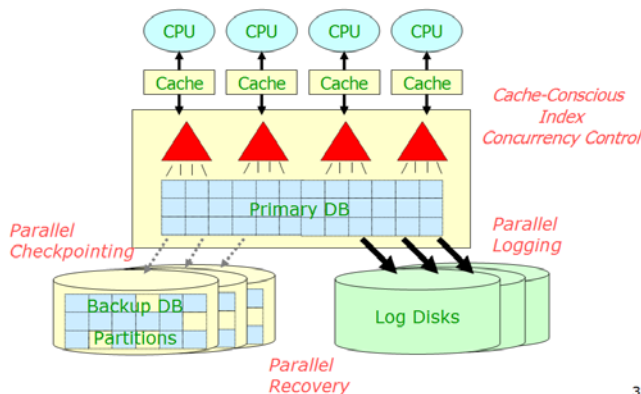
Pri tome, za održanje konzistentnosti baze određuje se checkpoint loših stranica preko disk-resident bekapa DB da bi se skratilo vreme oporavka izvršavajući kompleksno mapiranje između diska i memorije, sl.7.



Slika 7. Pravljenje Disk Storage bekapa i sistemskog log_a

Za Worldwide aplikacije u distribuiranom okruženju različiti delovi baze mogu biti raspoređeni na različitim geografskim područjima i lokacijama. Karakteristika ovog dizajna primenom In Memory tehnologije baze podataka je particionisanje podataka bazirano na podacima koje često koriste određeni nodovi. Tako će nod hostovati podatke koji se na tom mestu često traže i zahtevaju. Ostale zajedničke tabele podataka biće replicirane u realnom vremenu kada se transakcija obrađuje. Ukoliko postoji slučaj da se podaci hostovani na drugim nodovima zahtevaju po nekom scenariju, svi nodovi će biti ujedinjeni u glavnu bazu korišćenjem snage i brzine komunikacione mreže, tako da korisnik neće primetiti da radi u distribuiranom okruženju već se sistem javlja kao da je on jedini korisnik na njemu. Pri tome, moguć je rad u klijent server arhitekturi a takođe i u složenim strukturama distribuirane obrade podataka.

Naprimera, učitavanje web stranice sa postovima i slikama na wall postu nekog korisnika, bez podizanja multimedijalnih podataka u RAM memoriju i pristup web stranicama bilo koje aplikacije koja ima toliki broj stalno aktivnih i konkurentnih korisnika, kao što je to društvena mreža, bio je baz ovakvog pristupa apsolutno nezamisliv, sl. 8.



Slika 8. Paralelni visoko transakcioni pristup preko In Memory mašine

Kao što se može sa slike videti, radi se o dvo-nivoskoj arhitekturi.

2. LISTA IN MEMORY APLIKACIJA

A- Komercijalni In Memory sistemi

1) *TimesTen*: TimesTen je In-Memory relacioni sistem baze podataka korporacije Oracle, vrlo postojan, sa optimizacijom upita, vrlo isplativ itd. Nudi visoki protok podataka koji zahtevaju aplikacije za odziv u realnom

vremenu kao što su Telecom, kapitalna tržišta i vojska. Obezbeđuje interfejs prema JDBC, ODBC ai drugim SQL APIs sistemima.

2) *SolidDB*: SolidDB je hibridni disk/ In Memory sistem relacione baze podataka korporacije IBM. Nudi ekstremne brzine obrade podataka, upotrebljivost i adaptivnost prema zahtevnijim aplikacijama. Ima dosta programera koji koriste ovu platformu u telekomunikacionim mrežama, poslovnim aplikacijama i ugrađenim softverskim sistemima.

3) *extremeDB*: extremeDB korporacije McObject je ekstremno brz In Memory sistem baze podataka. Dizajniran je prvenstveno za aplikacije i rad u realnom vremenu, embeded sistemima kao što su Set-up boksovi, Telecom/mrežni uređaji, industrijski kontrolni sistemi. Nudi nenadmašne performanse, pouzdanost i fleksibilnost razvoja.

4) *SQLFire*: SQLFire je In Memory relacioni sistem SQL distribuiranih baza podataka korporacije VMware vFabric. Nudi visok protok podataka, dinamičku i linearnu skalabilnost i kontinualno raspolaganje podacima.

5) *HANA*: HANA je In Memory relacioni sistem baze podataka korporacije SAP. Posедуje osobine za columnbased smeštanjem podataka i upita, kompresijom podataka i paralelnim procesiranjem koje omogućuje predviđanje, planiranje, analizu i simulaciju podataka vrlo blizu realnog vremena. Nudi podršku za složene upite i visoke performanse odziva na njih. Upotrebljiv je u sistemima poslovne inteligencije.

B - Open-source In Memory sistemi

1) *SQLite*: SQLite je open-source relaciona In Memory mašina baza podataka. Mali je sistem, brz i pouzdan DBMS predviđen za embeded sisteme kao mobilni telefoni, PDAs, Set-up boksovi itd. Takođe se koristi za local/ client storage na web brauzerima. Međutim, ima ograničeni pristup za kompleksne SQL upite, trigere i pogleda.

2) *CSQL*: CSQL je drugi open-source In Memory sistem relacione baze podataka razvijen od firme Sourceforge.net. Dizajniran je da bi obezbedio visoke performanse za jednostavne SQL upite i DML naredbe koje obuhvataju samo jednu tabelu. Podržava rad sa embeded sistemima kao i sa client/server tehnologijom. Radi kao deo relational storage mašina, ali se može koristiti kao keš za postojeće disk-based komercijalne baze podataka.

3) *MonetDB*: MonetDB je open-source columnoriented In Memory sistem relacione baze podataka, razvijen u National Research Institute for Mathematics and Computer Science u Holandiji. Dizajniran je tako da obezbeđuje visoke performanse za složene upite i velike baze podataka, kombinujući tabele u stotine kolona i milionske redove. MonetDB je jedan od prvih sistema baza podataka fokusiran na optimizaciju upita. Uspešno se implementira u aplikacije visokih performansi kao što su OLAP, XML Query, GIS itd.

3. LISTA IN MEMORY ARHITEKTURA

1) *Klijent/Server arhitektura*: Pojedini In Memory sistemi koriste client/server arhitekturu, gde server radi na snažnim mašinama uz multi-core procesiranje sa ogromnom količinom RAM_a, gde veliki broj klijenata vrši interakciju sa severom za izvršavanje svojih zahteva. Klijentski i serverski procesi komuniciraju preko komunikacionih inter-

process poruka. Ostali IMDSs koriste in-process arhitekturu u kojoj sistem baza podataka radi potpuno u granicama aplikacionih procesa, umesto odvojenih klient i server procesa. Inprocess arhitektura je jednostavnija, što znači da ima manju veličinu koda (kraći put za izvršavanje). Jednostavni kod je manje podložan defektima i isključuje inter-process komunikaciju, rezultujući sa manjim kašnjenjem. In-process IMBS povećavaju performanse i redukuju kompleksnost eliminišući serverske poslove kao što je upravljanje sesijama i konekcijom, alociranje i dealociranje resursa. Zbog toga je Client/server pouzdana DBMS vrsta dizajna i tehnologije. Koristan je za tačno definisanje veličine i kapaciteta baze instalacijom serverskog softvera na jako snažnim kompjuterima, tako da klijenti ne moraju da imaju snažne kompjuterske mašine.

2) *Shared Nothing arhitektura (SN)*: je u principu sistem kod koga svaki nod baze podataka radi potpuno nezavisno bez korišćenja nekog drugog noda. U slučaju zavisnosti, greška na jednom nodu može prouzrokovati grešku i na drugim nodovima pa tako srušiti i ceo sistem baza podataka. U drugom slučaju, greška na jednom nodu prouzrokuje rutiranje na drugi ispravan i aktivan nod i posao se nastavlja.

3) *Partition Aware*: Je pristup kada se podaci memorišu horizontalnim particionisanjem, tabele se dele u redove i kolone i plasiraju na različite servere tamo gde se ustvari često koriste. Sam kriterijum za particionisanje uslovljen je demografijom. Rezultat horizontalnog particionisanja je reduciranje broja redova u tabelama, na osnovu čega se smanjuje dodatno indeksiranje i pretraživanje. Ovo takođe znači da se podaci koje korisnik traži nalaze na nodu koji je u njegovoj blizini. Ali ovo može biti problem ako neke operacije traže join particionisane tabele i nekih drugih tabela. Ovaj problem se takođe može rešiti ako se baza dizajnira tako da se sve tabele i podaci nalaze na jednom nodu potpunom replikacijom. Tako se join operacije sada izvršavaju potpuno i brzo sa jednog master noda.

4) *Scalable Infrastructure*: Ako koristimo SI arhitekturu, omogućeno je svakom dostupnom nodu da isporuči upit. Takođe je moguće dodati bilo koji broj nodova onako kako to zahteva topologija. Arhitektura podržava automatsku replikaciju svakom novo pridruženom nodu tako da ga u trenutku čini potpuno funkcionalnim. Na sličan način, nodovi se po potrebi mogu ukloniti. Visoka upotrebljivost distribuirane arhitekture će osigurati da se ni jedan novi zahtev ne šalje nodu koji je pao, vel će zahtev biti upućen drugom dostupnom nodu. Sve ovo znači, štednju troškova infrastrukture naročito ako je host platforma Cloud, gde priprema i odgovor transakcionih resursa na skali gore ili dole može po svakom zahtevu biti vrlo brza.

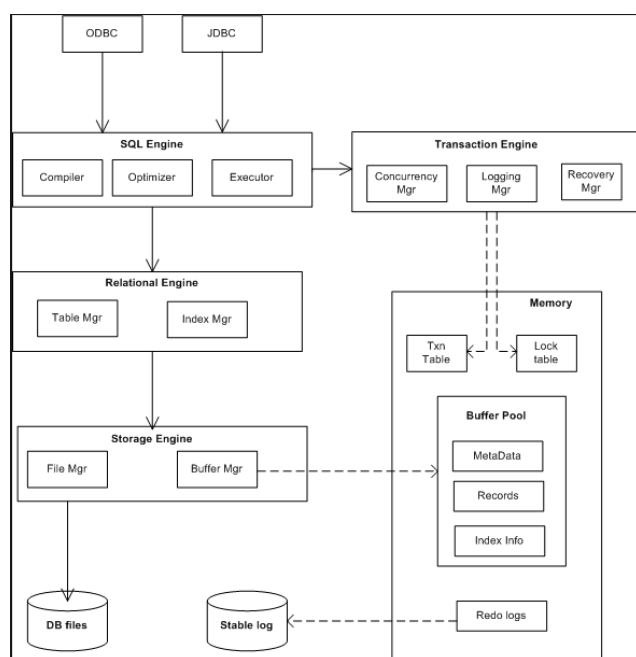
5) *Disaster Recovery*: Svaki visoko upotrebljiv sistem mora u sebi posedovati mogućnost za oporavak posle pada - disaster recovery. Kada su podaci dostupni velikom broju nodova tada postaje jasno da se može oporaviti svaki nod koji je pao. To se vrši sa nekog od dostupnih nodova u mreži. Međutim, postoji i drugi princip za rešavanje ovakvih stanja oporavka sistema.

Uglavnom se radi o pravljenju disk storage bekapa i sistemskog log_a. Bekap se radi asinhronim procesom tako da neće afektirati na performanse glavne baze.

6) *Distribucija podataka WAN Based Clustering suportom*:

Za worldwide aplikacije, različiti delovi baze mogu biti raspoređeni na različitim geografskim područjima. Karakteristika ovog dizajna primenom IMDS je particionisanje podataka bazirano na podacima koje često koriste određeni nodovi. Tako će nod hostovati podatke koji se na tom mestu često traže i zahtevaju. Ostale zajedničke tabele podataka biće replicirane u realnom vremenu kada se transakcija obrađuje. Ukoliko postoji slučaj da se podaci hostovani na drugim nodovima zahtevaju po nekom scenariju, svi nodovi će biti ujedinjeni u glavnu bazu korišćenjem snage i brzine komunikacione mreže, tako da korisnik neće primetiti da radi u distribuiranom okruženju već se sistem javlja kao da je on jedini korisnik na njemu.

Arhitektura In Memory sistema prikazana je na sledećoj slici, sl. 9.



Slika 9. Arhitektura In Memory sistema baze podataka

LITERATURA

- [1] Hector Garcia-Molina, and Kenneth Salem, "Main Memory Database Systems: An Overview", IEEE Transactions on Knowledge And Data Engineering, Vol. 4, No. 6, pp. 509-516, Dec. 1992.
- [2] Main Memory vs. RAM-Disk Databases, McObject LLC. (2003).
- [3] Y. Huang, Y. Zhang, X. Ji, Z. Wang, and S. Wang, "A Data Distribution Strategy for Scalable Main-Memory Database", Advances in Web and Network Technologies, and Information Management, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 5731, pp. 13-24, 2009.
- [4] Oracle TimesTen In-memory database. [Online].
- [5] IBM SolidDB. [Online].
- [6] McObjectextremeDB, in-memory database systems. [Online].
- [7] Anil Vasudeva, System Architecture for In Memory databases, President & Chief Analyst, imex@imexresearch.com

INTEGRALNE KARATERSTIKE MAKSVEL–BOLCMANOVE FUNKCIJE
RASPODELEINTEGRAL CHARACTERISTICS OF THE MAXWELL-BOLTZMANN
DISTRIBUTION

Stanislav Veljković, *Elektronski Fakultet Aleksandra Medvedeva 14, Niš.*
Dejan Blagojević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Dimitrije Stefanović, *Elektronski Fakultet Aleksandra Medvedeva 14, Niš.*

Sadržaj - Jedna od provera ispravnosti ma koje statističke teorije gasova, a samim tim i definicije osnovnih veličina termodinamike – entropije i temperature, zasniva se na utvrđivanju Maksvel-Bolcmanove raspodele brzina molekula gasa, za koju se smatra da je jedan od dobro utvrđenih zakona fizike. S druge strane, najnovije težnje ka definisanju sistema jedinica preko prirodnih konstanti stavljaju u prvi plan ovaj zakon, imajući u vidu da u njemu figuriše Bolcmanova konstanta, koja bi trebalo da važi za jednu od osnovnih konstanti novog sistema jedinica. U tom smislu, u ovom radu se, polazeći od postojećeg oblika zakona, izvode odgovarajuće relacije koje ukazuju na njegove integralne karakteristike, do sada ne uočene u dostupnoj literaturi.

Ključne reči: statistička teorija gasova, entropija, termodinamika, Maxvel Boltzmanova raspodela brzina, Bolcmanova konstanta integralne karakteristike.

Abstract: One of the validation of any statistical theory of gases, and therefore the definition of fundamental quantity of thermodynamics – entropy and temperature, based on establishment of the Maxwell–Boltzmann distribution speed of the gas molecules, which is considered to be one of the well-established laws of physics. On the other hand, the most recent tendencies towards defining the system units through natural constants in the foreground this law, bearing in mind that in him the CFA as the Boltzmann constant, which should be considered as one of the fundamental constants of the new system of units. In this sense, in this paper, starting from the existing forms of law, we will derive corresponding relations that point to its integrated features, so far not observed in the available literature.

Key words: statistical theory of gases, entropy, thermodynamics, Maxvel Boltzmann velocity distribution, Boltzman constant, integral characteristics.

1. UVOD

Kao što je poznato, funkcija raspodele brzina $f(v)$, koja se koristi pri izvođenju jednačine stanja idealnog gasa, ne izražava se u nekom od analitičkih oblika. Razlog tome je jednostavna činjenica, što sprovođenje obratnog postupka, kada se polazi od jednačine stanja, zbog nedovoljnog broja podataka, ne vodi do ma kog analitičkog oblika. Drugim rečima [1–3], za njeno nalaženje nije dovoljna jednačina stanja. To znači, da je za određivanje te funkcije nužno koristiti i neka dodatna svojstva gasova. U tom smislu, koristila su se, pre svih, svojstva kao što su toplotna provodljivost, viskozitet i difuzija.

Kako se ta svojstva vezuju za međusobne sudare molekula gasa, koji, sa svoje strane uslovljavaju određenu funkciju raspodele brzina $f(v)$, moraju se, za razliku od individualnih svojstava sudara, koja su predmet energijskog principa

klasične termodinamike, razmatrati datalnije svojstva sudara u sistemima sa velikim brojevima čestica.

Najprostije je, u tom smislu, poći [1–3] od pretpostavke da su raspodele čestica gasa po brzinama u međusobno ortogonalnim pravcima međusobno nezavisne, i ne uzimati u obzir višečestične sudare, a nešto složenije je uzeti u obzir nehomogenost raspodele [4], kada se kao ekstremalna raspodela dobija ona koja polazi od prve pretpostavke, a kao međurezultat tzv. *H-teorema* [5, 6]). Konačno dobijena funkcija raspodele brzina se, prema autorima naziva **Maksvel–Bolcmanova raspodela** [7].

Takođe, mora se reći da je na prethodno izvođenje zakona raspodele brzina molekula nesumnjivo uticala činjenica [8], da je pre toga publikovan zakon objekta greške [9–14], koji je poslužio kao inspiracija. Prema tome, primena normalne raspodele za izračunavanje rezultata osmatranja podigla je na viši nivo statistiku, s jedne strane, ali i dovela do razvoja sasvim druge linije razvoja statistike [1–3, 15], koja je kasnije prerasla u *statističku mehaniku*.

2. MAKSVEL – BOLCMANOVA FUNKCIJA RASPODELE

Inače, funkcija brzine molekula gasa, kao što je opšte poznato, izražena preko parametara α i β :

$$MB \equiv N\alpha^3 \exp(-\beta^2 v^2) \equiv N\alpha^3 e^{-\beta^2 v^2} \quad (1)$$

naziva se *Maksvelova funkcija raspodele brzina*; ona je prvi put izvedena na osnovu nezavisnosti komponenata brzina molekula gasa [1–3].

Njeno izvođenje, koje se smatra i suštinskim prelazom od kinetičke teorije gasova na statističku mehaniku, odnosno statističku fiziku, je ono pri kome se pošlo [4] od toga da sudari čestica gasa (nem. Stosszahlansatz) dovode do promena funkcije raspodele brzina; pri tome važi hipoteza po kojoj su čestice gasa haotično raspoređene. Konačni rezultata je bila *Bolcmanova jednačina*, nazvana prema autoru, a izrečena hipoteza kasnije je nazvana [16] hipoteza o molekularnom haosu. Uz ovu hipotezu, prilikom izvođenja, smatra se da se sudari nekog od molekula sa drugim molekulima odigravaju u vremenu koje je jako malo u poređenju vremenom preleta molekula, čime su implicitno uzeti u obzir samo sudari parova molekula [17, 18].

Bolcmanova jednačina, koja se formalno može napisati kao [17, 18]:

$$Df = \frac{\partial v f}{\partial t} \equiv \frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \frac{\partial f}{\partial \mathbf{r}} + \mathbf{F} \cdot \frac{\partial f}{\partial \mathbf{v}} \equiv \frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \frac{\partial}{\partial x_i} (f v_i) + \frac{\partial}{\partial v_i} (f a_i),$$

a, takođe formalno, ukoliko se sudari mogu zanemariti, prethodni izraz se može napisati i u obliku jednačine kontinuiteta [19], u šestodimenzionalnom prostoru koordinata i brzina molekula:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \nabla_i j_i = 0,$$

u daljem se koristi za izvođenje jednačine transporta molekula gasa.

Naime, kroz analizu sudara molekula, dolazi se do jednačine [5, 20]:

$$J = X - Y = \int (f' f'_1 - f f_1) g I(\vartheta, g) dv_1 d\Omega,$$

koja se, kada se napiše zajedno sa levom stranom Bolcmanove jednačine, naziva [21, 22] Bolcmanova transportna jednačina.

Na osnovu nje, izvedena je [5] teorema, koja je nazvana *H-teorema* [23], i koja je od fundamentalne važnosti kako u kinetičkoj teoriji gasova i statističkoj fizici, tako i u teoriji informacija.

Prilikom izvođenja ove teoreme polazi se od funkcionala [5, 16]:

$$H = \iiint f_i(\vec{v}) \ln f_i(\vec{v}) d^3 \vec{v}, \quad (2)$$

napisanog za i -tu vrstu molekula gasa, kada se radi o razređenim mešavinama gasova; indeks se jednostavno ispušta kada se razmatra sistem koji sadrži samo jedan gas. Integriranje se vrši po celom prostoru brzina, tj. za sve moguće vrednosti brzine molekula, tako da, u konačnom, H nije funkcija brzine, ali *jeste* zavisna od raspodele brzina.

Prema tome, odavde se već vidi da je potreban uslov da se sistem nalazi u stacionarnom stanju ekvivalentan uslovu ravnoteže $dH/dt = 0$, kada važi definicija temperature, tako da se konačno dobija *gustina Maksvel – Bolcmanove raspodele*:

$$f_i^{\text{rav}} = n_i \left(\frac{m_i}{2\pi k_B T} \right)^{3/2} \exp \left[-\frac{m_i (\mathbf{v}_i - \mathbf{v})^2}{2k_B T} \right]. \quad (3)$$

Da bi se došlo do ovog izraza za MB funkciju raspodele, polazi se od opšte raspodele, za koju se pretpostavlja da je neprekidna funkcija brzine, koja zadovoljava uslov normalizacije:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(\mathbf{v}) d\mathbf{v} \left(\equiv \int_{-\infty}^{+\infty} f(\vec{v}) d\vec{v} \right) = N,$$

odnosno:

$$N = \int f(\mathbf{v}) d\mathbf{v} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} A \exp[-\beta(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)] dv_x dv_y dv_z = \frac{\beta}{\sqrt{\pi}}.$$

Odavde se, razdvajanjem nezavisno promenljivih komponenata brzine, dolazi do Ojler-Poasonovog integrala, odnosno do rezultata:

$$\langle v \rangle = A \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\beta v_x^2} dv_x \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\beta v_y^2} dv_y \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\beta v_z^2} dv_z = A \left(\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\beta x^2} dx \right)^3 = A \left(\frac{\pi}{\beta} \right)^{3/2},$$

iz koga se dobija da je:

$$A = N \left(\frac{\beta}{\pi} \right)^{3/2}. \quad (4)$$

Srednja kinetička energija sistema, U , nalazi se kao:

$$U = \int \frac{m}{2} v^2 f(\mathbf{v}) d\mathbf{v} = 2\pi m N \left(\frac{\beta}{\pi} \right)^{3/2} \int_0^{+\infty} v^4 \exp(-\beta v^2) dv = \frac{3mN}{4\beta},$$

kada se odredi integral Gausovog tipa; m je masa čestica (atoma ili molekula) gasa, pa, tako da se dobija da je:

$$U = \frac{3}{2} pV = \frac{3}{2} N k_B T = \frac{3MN}{4\beta} \Rightarrow \beta = \frac{M}{2k_B T}. \quad (5)$$

3. ANALIZA MAKSVEL – BOLCMANOVE FUNKCIJE RASPODELE

Da bi se naglasilo u odnosu na koje se promenljive jednačine (3) odnosi, ona se često piše i u diferencijalnoj formi.

$$f(\mathbf{v}) = N \left(\frac{m}{2\pi k_B T} \right)^{3/2} \exp \left(-\frac{m v^2}{2k_B T} \right) d\mathbf{v}. \quad (6)$$

Za analzu bitna pretpostavka da je gas homogen, podrazumeva činjenicu da je gustina, ili broj čestica po jedinici zapremine, $n = N/V$, konstantna veličina, što podrazumeva da se prethodna raspodela može izraziti i tako, da u njoj, umesto broja čestica N , figuriše broj čestica po jedinici zapremine, n . Smatra se, da se tada oblik raspodele ne menja, a tada raspodela određuje verovatnoću da broj čestica po jedinici zapremine V ima datu brzinu v .

U daljem, analiza gustina funkcije raspodele (1), (3) i (6) vrši se matematičkim metodama, koje koje važe za sve kontinualne funkcije raspodele, uz korišćenje funkcije greške.

Kao što je poznato iz teorije anvelopa ili obvojnica, tačke krivih koje odgovaraju njima nalaze se iz uslova:

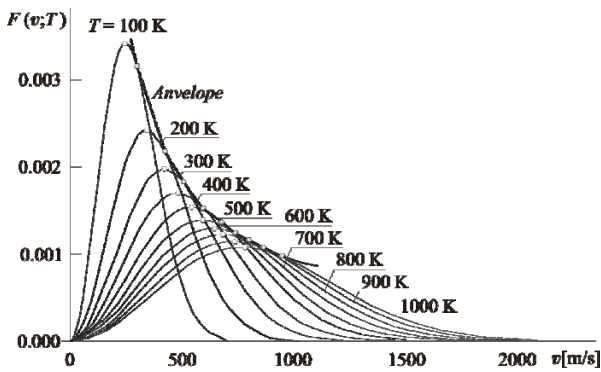
$$\frac{\partial f}{\partial T} = 0 \Rightarrow T = \frac{M}{3k_B} v_{\text{amv}}^2 \Rightarrow v_{\text{amv}} = \sqrt{\frac{3k_B T}{M}}, \quad (7)$$

i te su vrednosti takođe prikazane u tabeli 1 zajedno sa odgovarajućim vrednostima funkcije raspodele. Njihovim spajanjem dobija se anvelopa (obvojnica), koja je neprekidna

kriva, s obzirom da su njene tačke jednako guste kao i polazne krive funkcije verovatnoće (sl. 1).

Tabela 1. Zavisnost apsolutne brzine maksimuma, maksimumne funkcije verovatnoće, brzine na obvojnici i funkcije verovatnoće na obvojnici od apsolutne temperature

T [K]	v_{\max} [m/s]	$f_{\max}(v; T)$	v_{anv} [m/s]	f_{anv}
100	243.636	0.00341	298.392	0.0031
200	344.553	0.00241	421.99	0.00219
300	421.99	0.00197	516.83	0.00179
400	487.272	0.0017	596.784	0.00155
500	544.787	0.0015	667.225	0.00139
600	596.784	0.0014	730.908	0.00127
700	644.6	0.0013	789.471	0.00117
800	689.107	0.0012	843.98	0.0011
900	730.908	0.0011	895.176	0.00103
1000	770.445	0.00108	943.598	0.00098



Slika 1. Reprzentacija MB funkcije raspodele kao funkcije brzine, v , kada se apsolutna kinetička temperatura, T , posmatra kao parametar. Sve krive odnose se na azot (N_2), za koji je masa jednog molekula jednaka:

$m = M/N_A = (2 \times 14.0067) / (6.022045 \times 10^{26}) = 4.65181 \times 10^{-26}$ kg gde je M - molekularna masa, a N_A - Avogadrov broj. Pri proračunima je za Bolcmanovu konstantu uzeta vrednost: $k_B = 1.380622 \times 10^{-23}$ J/K. (Navedene brojne vrednosti se odnose, kako i na tabele tako i na sliku 2.)

S druge strane, u reprzentaciji MB funkcije raspodele $f(T; v)$ kao funkcije apsolutne kinetičke temperature, T , kada se brzina, v , posmatra kao parametar, dobija se set krivih (sl. 2), koje se takođe karakterišu egzistencijom anvelope - obvojnice. Maksimumi krivih raspodela se nalaze kao:

$$\frac{\partial f}{\partial T} = 0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{Mv^2}{3k_B}, \quad (8)$$

a tačke na anvelopi (obvojnici) iz uslova:

$$\frac{\partial f}{\partial v} = 0 \Rightarrow T_{\text{anv}} = \frac{Mv^2}{2k_B}, \quad (9)$$

i te su vrednosti takođe prikazane u tabeli 2 zajedno sa odgovarajućim vrednostima funkcije raspodele. Njihovim spajanjem dobija se anvelopa (obvojnica), koja je neprekidna kriva, s obzirom da su njene tačke jednako guste kao i polazne krive funkcije verovatnoće (sl. 2).

U reprzentaciji MB funkcije raspodele:

$$f(v; T) = 4\pi N \left(\frac{M}{2\pi k_B T} \right)^{3/2} v^2 \exp\left(-\frac{Mv^2}{2k_B T} \right), \quad (13)$$

kao funkcije brzine, v , kada se apsolutna temperatura, T , posmatra kao parametar, dobija se set krivih (sl. 1), koje se karakterišu egzistencijom anvelope (obvojnice). Funkcija $f(v)/N$ imaće maksimume koji se mogu naći iz uslova:

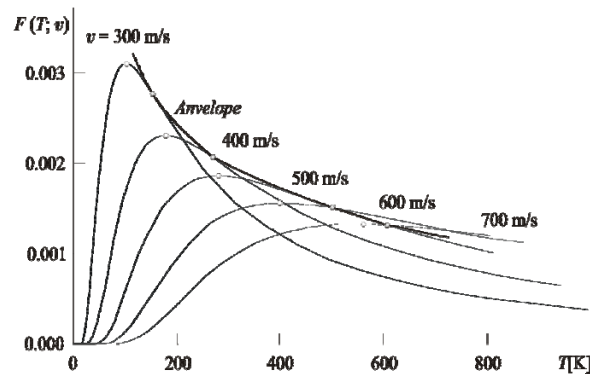
$$4\pi \left(\frac{m}{2\pi k_B T} \right)^{3/2} v \left(2 - \frac{mv^2}{k_B T} \right) \exp\left(-\frac{mv^2}{2k_B T} \right) = 0,$$

odnosno kao:

$$\frac{\partial f}{\partial v} = 0 \Rightarrow v_{\max}^2 = \frac{T}{B} = \frac{2k_B T}{M} \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2k_B T}{M}}. \quad (14)$$

Tabela 2. Zavisnost temperature maksimuma, maksimuma funkcije verovatnoće, temperature na obvojnici i funkcije verovatnoće na obvojnici od apsolutne temperature, pri konstantnoj brzini.

v [m/s]	T_{\max} [K]	$f_{\max}(v; T)$	T_{anv} [m/s]	f_{anv}
100	11.23	0.00925	16.85	0.0083
200	44.92	0.00463	67.39	0.00415
300	101.08	0.00308	151.62	0.00277
400	179.70	0.00231	269.55	0.00208
500	280.78	0.00185	421.17	0.00166
600	404.32	0.00154	606.48	0.00138
700	550.33	0.00132	825.49	0.00119
800	718.80	0.00116	1078.19	0.00104
900	909.73	0.00103	1364.59	0.00092
1000	1123.12	0.00092	1684.68	0.00083



Slika 2. Reprzentacija MB funkcije raspodele kao funkcije apsolutne kinetičke temperature, T , kada se brzina, v , posmatra kao parametar

Prema tome, MB raspodela se karakterišu integralnim karakteristikama po kojima maksimumi jednog seta krivih raspodela, za konstantno T (sl. 1) odgovaraju anvelopi drugog seta krivih, za konstantno v (sl. 2), i obratno, maksimumima drugog seta krivih (sl. 2) odgovara anvelopa prvog seta krivih (sl. 1).

Jasno je, s obzirom na polazne uslove konstruisanja setova krivih da su anvelope krivih raspodela krive linije čiji oblik zahteva dalju analizu.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu po pri put su, prema nama dostupnoj literaturi, uočene integralne karakteristike Maksvel–Bolcmanove raspodele, već uočene kod različitih funkcija raspodele koje se koriste u teoriji telekomunikacija [24].

Povezivanjem tih karakteristika, koje ukazuju da maksimumi jednog seta krivih raspodela odgovaraju obvojnica drugog seta krivih za konstantne temperature i brzine molekula gasa, respektivno, sa zakonitostima termodinamike, s jedne, i zakonitostima kvantne mehanike, s druge strane, u znatnom se mogu proširiti oblasti primene klasičnih raspodela. Pogotovu, kada se uzmu u obzir zakoni dejstva sila koji su korišćeni pri njenim izvođenjima, kada se mogu dalje ustanoviti uslovi važnosti ergodične teoreme.

S obzirom da anvelope krivih karakterišu određene verovatnoće krivih iz seta familija, te da odgovaraju maksimumima istih familija u različitim reprezentacijama, dalja analiza se može sprovesti po pitanju problema maksimuma krivih familije.

S obzirom da, kao što je u termodinamici široko poznato, entropija predstavlja veličinu koja je definisana samo za uslove ravnoteže, kada je ona i maksimalna, iz jednačina anvelope mogu se dobiti relevantni uslovi kako za njeno dalje definisanje, tako i za konkretna merenja na realnim sistemima.

Time se nesumnjivo otvaraju novi putevi preciznijeg određivanja Bolcmanove konstante [25], koja bi trebalo da bude jedan od stubova budućeg sistema fizičkih veličina i jedinica [26].

LITERATURA

- [1] J.C. Maxwell, "On the Results of Bernoulli's Theory of Gases as applied to their Internal Friction, their Diffusion, and their Conductivity for Heat", Report of the XXX Meeting of the B.A.A.S. (Oxford, 1860), 15–16 (London, 1861).
- [2] J.C. Maxwell, "Illustrations of the Dynamical Theory of Gases – Part I. On the Motions and Collisions of Perfectly Elastic Spheres", Phil. Mag. (Fourth Series), **19**, 19–32 (London, 1860).
- [3] J.C. Maxwell, "Illustrations of the Dynamical Theory of Gases (Concluded from vol. xix. p. 32)", Phil. Mag. (Fourth Series), **20**, 21–37 (London, 1860).
- [4] L. Boltzmann, "Studien über das Gleichgewicht der lebendigen Kraft zwischen bewegten materiellen Punkten", Sitzungsberichte der math.-wiss. Classe der Kais. Akad. Wiss., **58**, 517–560 (Wien, 1868; II Abt.).
- [5] L. Boltzmann, "Weitere Studien über das Wärmegleichgewicht unter Gasmolekülen", Sitzungsberichte der math.-wiss. Classe der Kais. Akad. Wiss., **66**, 275–370 (Wien, 1872; Heft 8).
- [6] L. Boltzmann, "Über das Wärmegleichgewicht von Gasen, auf welche äußere Kräfte wirken", Sitzungsberichte der math.-wiss. Classe der Kais. Akad. Wiss., **72**, 427–457 (Wien, 1875; Heft III.8).
- [7] D. Hilbert, "Grundzüge einer allgemeinen Theorie der linearen Integralgleichungen", *B.G. Teubner*, Leipzig und Berlin, 1912.
- [8] L. Sklar, "Physics and Chance: Philosophical Issues in the Foundations of Statistical Mechanics", Cambridge University Press, Cambridge, 1993.
- [9] R. Adrain, "Research concerning the probabilities of the errors which happen in making observations, &c.", *The Analyst, or Mathematical Museum*, **1**, 93–109 (1809).
- [10] C.F. Gauss, "Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis solem ambientium", *Hamburgi sump-tibus Frid. Perthes et I.H. Besser*, Hamburgi, 1809.
- [11] J.F. Encke, "Über die Begründung der Methode der kleinsten Quadrate", *Abhandlungen der Kön. Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1831*, 73–78 (Berlin, 1832).
- [12] J.F. Encke, "(Anhang) Über die Methode der kleinsten Quadrate", *Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1834*, 249–312 (Berlin, 1832).
- [13] L. Quetelet, "Lettres à S.A.R. le Duc Régnant de Saxe-Cobourg et Gotha, sur la Théorie des Probabilités, appliquée aux Sciences Morales et Politiques", M. Hayez, Bruxelles, 1846.
- [14] J.F.W. Herschel, "Quetelet on Probabilities", in: *Essays from the Edinburgh and Quarterly Reviews, with Addresses and other Pieces*, Longman, Brown, Green, Longmans, & Roberts, London, 1857 (pp. 365 – 465).
- [15] J.C. Maxwell, "On the Dynamical Theory of Gases", *Phil. Trans. Roy. Soc.*, **157**, 49–88 (London, 1868).
- [16] J.H. Jeans, "The dynamical theory of gases", *At the University Press*, Cambridge, 1904.
- [17] S. Chapman and T.G. Cowling, "The Mathematical Theory of Non-Uniform Gases", Cambridge Univ. Press, Cambridge 1939.
- [18] S. Groot and P. Mazur, "Non-equilibrium Thermodynamics", Dover Publications, Inc., Toronto, 1984.
- [19] Ю.Б. Румер и М.Ш. Рывкин, "Термодинамика, статистическая физика и кинетика", Издательство «Наука», Москва, 1972.
- [20] L. Boltzmann, "Vorlesungen über Gastheorie. I. Theil: Theorie der Gase mit einatomigen Molekülen, deren Dimensionen gegen die mittlere Weglänge verschwinden", Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1896.
- [21] P. und T. Ehrenfest, "Begriffliche Grundlagen der statistischen Auffassung in der Mechanik", in: *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen*, Viertes Teilband, Druck und Verlag von B.G. Teubner, Leipzig, 1907–1914 (S. 3–90).
- [22] Paul and Tatiana Ehrenfest "The Conceptual Foundations of the Statistical Approach in Mechanics", translated by Michael J. Moravcsik, CIP Cornell University Press, New York, 1990.
- [23] S. Chapman, "Boltzmann's H-Theorem", *Nature*, **139**, 931–931 (1937; No. 3526).
- [24] D.R. Blagojević, "Doprinos prognozi električnih svojstava materijala sa stanovišta njihove strukture", Doktorska disertacija, Tehnički fakultet u Čačku, Čačak, 2008.
- [25] M. Kalinin and S. Kononogov, "Fundamental Problems in Metrology: Boltzmann's Constant, the Energy Meaning of Temperature, and Thermodynamic Irreversibility, Measurement Techniques", *Measurement Techniques*, **48**, 632–636 (2005).
- [26] T.J. Quinn, "The new SI based on fundamental constants", *Phil. Trans. Roy. Soc.*, **A369**, 3905–3906 (2011).

KOMPARATIVNA ANALIZA VREMENA REVERBERACIJE I AKUSTIČKIH PARAMETARA ZA GOVOR POMOĆU SOFTVERSKIH PAKETA EASERA I ARTA

THE COMPARATIVE ANALYSIS REVERBERATION TIME AND THE ACOUSTIC PARAMETERS FOR SPEECH BY MEANS THE SOFTWARE PACKAGES EASERA AND ARTA

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

Sadržaj - U ovom radu izvršena je analiza rezultata merenja akustičkih parametara (vremena reverberacije RT_{30} , jasnoće govora C_{50} , definisanosti govora D_{50} , indeksa prenosa govora za muškarce STI_m , indeksa prenosa govora za žene STI_f i procenta nerazumljivosti suglasnika AL_{cons}) u amfiteatru Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu. U prvom delu rada opisan je eksperiment merenja akustičkih impulsnih odziva. Tabelačno i grafički su prikazane vrednosti akustičkih parametara izračunatih pomoću programskih paketa EASERA i ARTA. U drugom delu rada komparativna analiza efikasnosti programskih paketa EASERA i ARTA određena je primenom statističkih metoda.

Ključne reči: Impulсни odziv prostorije, akustički parametri, EASERA, ARTA.

Abstract – This paper analyzes the results of the acoustic parameters measured (the reverberation time RT_{30} , the speech clarity C_{50} , the definition of speech D_{50} , the speech transmission index for men STI_m , the speech transmission index for women STI_f and the articulation loss of consonants AL_{cons}) in the amphitheater in College of Applied Technical Sciences of Niš. In the first part of this paper, the experiment of measuring the acoustic impulse responses is described. The values of the acoustic parameters calculated using the software packages EASERA and ARTA are shown both with tabular and graphical presentation. In the second part of the paper, the comparative analysis of the efficiency of the software packages EASERA and ARTA is determined by the application of the statistical methods.

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

1. UVOD

Vreme reverberacije RT (**engl.** *Reverberation Time*), ima osnovnu ulogu pri određivanju akustičkih karakteristika svake prostorije. 1922. godine, Amerikanac C. W. Sabine je našao vezu između vremena reverberacije, zapremine prostorije i apsorpcionih osobina materijala upotrebljenih za unutrašnju akustičku obradu prostorija [1]. Od vremena reverberacije direktno zavisi razumljivost govora u prostoriji. 1953. god. Thiela je uveo parametar definisanost za govor D_{50} (**engl.** *Definition*). [2]. Šreder je 1965. god. predložio algoritam procene RT_{60} akustičkog parametra koji se izračunava analizom akustičkog impulsnog odziva prostorije, RIR (**engl.** *Room Impulse Response*) [3]. Abdel Alim i Reichard su 1974. god. predložili parametar jasnoća za govor C_{50} (**engl.** *Clarity*) [4]. Peutz je uveo procenat nerazumljivih suglasnika AL_{cons} (**engl.**) 1971. god. [5]. 1985. god. Houtgast i Strneken su predložili akustički parametar prenosa govora u prostoriji STI (**engl.** *Speech Transmission Index*) [6].

Akustička analiza prostorije se bazira na snimanju akustičkih impulsnih odziva iz kojih se mogu dobiti, pomoću odgovarajućih softverskih paketa, skoro svi akustički

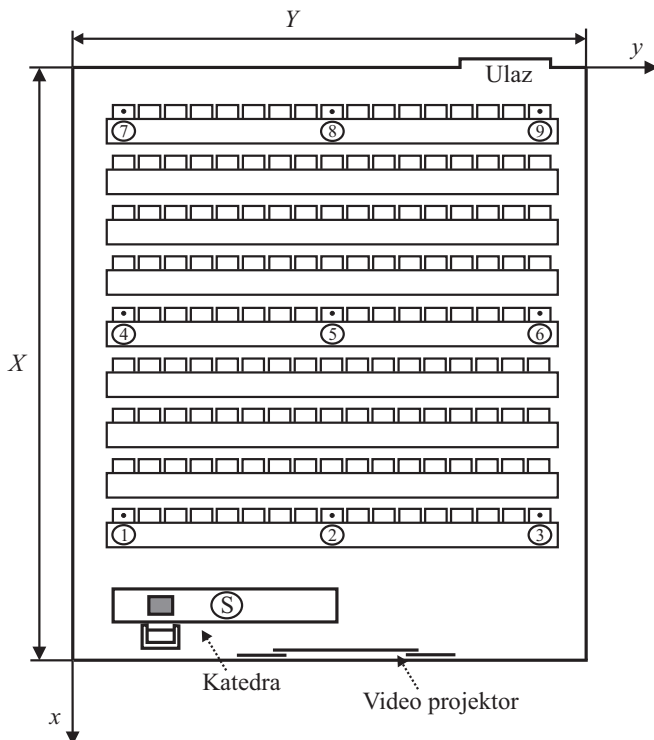
parametri. Za potrebe snimanja impulsnog odziva prostorija razvijeni su, između ostalih, i softverski paketi EASERA i ARTA. EASERA (2002.) je program za merenje, računanje, analiziranje i poređenje električnih i akustičkih signala [7]. ARTA (2010.) je program za merenje impulsnih odziva, analizu spektra i frekvencijskog odziva u realnom vremenu [8].

U ovom radu izvršena je komparativna analiza rezultata merenja akustičkih parametara (RT_{30} , C_{50} , D_{50} , STI_m , STI_f i AL_{cons}) za amfiteatar. Korišćenjem programskih paketa EASERA i ARTA dobijene su vrednosti za akustičke parametre. Pomoću programskog paketa Matlab izračunate su standardne devijacije rezultata merenja ovih akustičkih parametara i funkcija Gausove raspodele rezultata merenja RT_{30} [9]. Rezultati su prikazani tabelačno i grafički. Upoređivanjem dobijenih rezultata donosi se zaključak o tome koji je programski paket, EASERA ili ARTA, dao preciznije rezultate merenja.

Organizacija rada je sledeća: u Sekciji 2 objašnjen je eksperiment i prikazani su rezultati. U Sekciji 3 prikazana je analiza rezultata za akustički analizirani amfiteatar. Sekcija 4 je Zaključak.

2. EKSPERIMENT

Proces merenja akustičkih impulsnih odziva izvršen je u amfiteatru Visoke tehničke škole u Nišu (Sl. 1.) u skladu sa standardom ISO 3382 [10].



Slika 1. Prikaz amfiteatra u kome je meren impulsnih odziv: *S* - lokacija zvučnog izvora, 1 – 9 – lokacija prijemnika.

Dimenzije amfiteatra su $X = 11.5$ m, $Y = 11.25$ m, $H = 5$ m i zapremina $V = 646.875$ m³. Kapacitet amfiteatra je $9 \times 17 = 153$ sedišta. Refleksioni koeficijenti zidova, poda i tavanice su: 0.95, 0.98, 0.97, 0.97, 0.97 i 0.95, respektivno. Temperatura vazduha $t = 20$ °C. Merenje impulsnog odziva izvršeno je pomoću pobudnog sweep signala u trajanju od 6 s. Frekvencija semplovanja je $f_s = 44.1$ kHz. Za merenje je korišćena sledeća oprema: laptop COMPAQ EVO 1000V, pojačalo Martin Wisman snage 120W, programski paketi EASERA 1.1.3. i ARTA. Za AD/DA konverziju korišćena je integrisana zvučna kartica Intel (r) 82801CA/CAM AC 97 Audio Controller sa drajverom ASIO 4 ALL v2, latencije 256 odmeraka.

Bazu podataka čine wav fajlovi koji su dobijeni snimanjem akustičkih impulsnih odziva pomoću softverskih paketa EASERA i ARTA. Snimanja su izvršena u $MP = 9$ mernih tačaka čiji je raspored prikazan na Sl. 1. Za svaku mernu tačku izvršeno je po 10 merenja, što ukupno čini 90 fajlova.

2.1 REZULTATI

U Tabelama (1.–6.) i Tabeli 7. prikazane su srednje vrednosti i standardne devijacije RT_{30} , C_{50} , D_{50} , STI_m , STI_f i AL_{cons} za merne tačke i srednje vrednosti i standardne devijacije akustičkih parametara amfiteatra, respektivno, izračunate na osnovu merenja impulsnih odziva softverskim paketima EASERA i ARTA. Grafički prikaz vrednosti akustičkih parametara po mernim tačkama je na Slikama (2.–7.). Funkcija Gausove normalne raspodele rezultata merenja RT_{30} prikazana je na Slici 8..

Tabela 1. Srednja vrednost i standardna devijacija RT_{30} za merne tačke.

MP	EASERA		ARTA	
	RT_{30} (s)	$\sigma_{RT_{30}}$ (s)	RT_{30} (s)	$\sigma_{RT_{30}}$ (s)
1	2.613	0.018	2.3626	0.0078
2	2.807	0.031	2.5406	0.0395
3	1.783	0.183	2.5406	0.0395
4	1.894	0.061	2.4920	0.0234
5	1.832	0.269	2.5357	0.0600
6	1.912	0.041	2.6350	0.0281
7	1.808	0.236	2.4958	0.0116
8	1.98	0.064	2.6733	0.0165
9	1.975	0.086	2.7389	0.0187

Tabela 2. Srednja vrednost i standardna devijacija C_{50} za merne tačke.

MP	EASERA		ARTA	
	C_{50} (dB)	$\sigma_{C_{50}}$ (dB)	C_{50} (dB)	$\sigma_{C_{50}}$ (dB)
1	4.14	0.052	4.0740	0.0310
2	3.13	0.067	3.0980	0.0549
3	-2.86	0.334	3.0980	0.0549
4	2.14	0.165	2.1300	0.1545
5	1.22	0.042	1.2210	0.0328
6	-2.07	0.048	-2.0830	0.0323
7	-0.01	0.032	-0.0220	0.0329
8	-0.43	0.082	-0.4600	0.0627
9	-2.11	0.057	-2.1040	0.0495

Tabela 3. Srednja vrednost i standardna devijacija D_{50} za merne tačke.

MP	EASERA		ARTA	
	D_{50} (%)	$\sigma_{D_{50}}$ (%)	D_{50} (%)	$\sigma_{D_{50}}$ (%)
1	72.2200	0.1476	71.8730	0.1484
2	67.2700	0.2710	67.1180	0.2758
3	34.1700	1.6207	67.1180	0.2758
4	62.0400	0.8369	62.0240	0.8407
5	57.0100	0.1969	56.9900	0.1832
6	38.3100	0.1663	38.2240	0.1710
7	13.3415	0.0494	49.8750	0.1913
8	47.5100	0.3510	47.3500	0.3532
9	38.1500	0.2718	38.1190	0.2718

Tabela 4. Srednja vrednost i standardna devijacija STI_m za merne tačke.

MP	EASERA		ARTA	
	STI_m	σ_{STI_m}	STI_m	σ_{STI_m}
1	0.5639	0.0007	0.5675	0.0006
2	0.5387	0.0008	0.5426	0.0006
3	0.4398	0.0011	0.4439	0.0010
4	0.5175	0.0011	0.5221	0.0011
5	0.4996	0.0005	0.5038	0.0006
6	0.4308	0.0008	0.4356	0.0008
7	0.4726	0.0010	0.4779	0.0010
8	0.4580	0.0009	0.4628	0.0008
9	0.4335	0.0012	0.4384	0.0009

Tabela 5. Srednja vrednost i standardna devijacija STI_f za merne tačke.

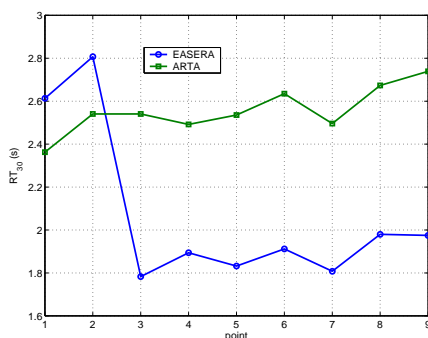
MP	EASERA		ARTA	
	STI_f	σ_{STI_f}	STI_f	σ_{STI_f}
1	0.5842	0.0006	0.5879	0.0007
2	0.5570	0.0007	0.5607	0.0007
3	0.4486	0.0016	0.4524	0.0015
4	0.5318	0.0011	0.5364	0.0013
5	0.5141	0.0007	0.5180	0.0007
6	0.4428	0.0008	0.4473	0.0008
7	0.4875	0.0010	0.4927	0.0009
8	0.4709	0.0010	0.4754	0.0009
9	0.4455	0.0012	0.4503	0.0010

Tabela 6. Srednja vrednost i standardna devijacija AL_{cons} za merne tačke.

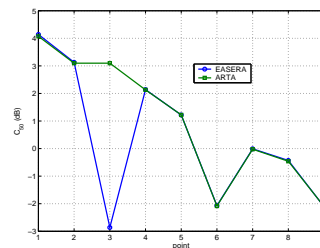
MP	EASERA		ARTA	
	$AL_{cons} (%)$	$\sigma_{AL_{cons}} (%)$	$AL_{cons} (%)$	$\sigma_{AL_{cons}} (%)$
1	8.6107	0.0307	8.4534	0.0291
2	9.6647	0.0327	9.4667	0.0300
3	16.1665	0.0736	15.8102	0.0677
4	10.7158	0.0658	10.4708	0.0609
5	12.1093	0.0298	11.8292	0.0276
6	17.3375	0.0769	16.8892	0.0755
7	49.9500	0.1841	12.9506	0.0487
8	14.9208	0.0639	14.5203	0.0598
9	16.6673	0.0757	16.2490	0.0790

Tabela 7. Srednje vrednosti i standardne devijacije akustičkih parametara amfiteatra.

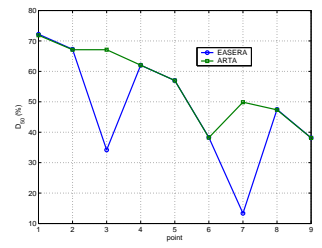
	EASERA		ARTA	
	$\overline{RT}_{30} (s)$	$\sigma_{\overline{RT}_{30}} (s)$	$\overline{RT}_{30} (s)$	$\sigma_{\overline{RT}_{30}} (s)$
1.	2.067	0.3739	2.5572	0.1115
2.	$\overline{C}_{50} (dB)$	$\sigma_{\overline{C}_{50}} (%)$	$\overline{C}_{50} (dB)$	$\sigma_{\overline{C}_{50}} (%)$
	0.35	2.35	0.9947	2.2884
3.	$\overline{D}_{50} (%)$	$\sigma_{\overline{D}_{50}} (%)$	$\overline{D}_{50} (%)$	$\sigma_{\overline{D}_{50}} (%)$
	47.7802	18.7731	55.4101	12.6558
4.	\overline{STI}_m	$\sigma_{\overline{STI}_m}$	\overline{STI}_m	$\sigma_{\overline{STI}_m}$
	0.4838	0.0486	0.4883	0.0482
5.	\overline{STI}_f	$\sigma_{\overline{STI}_f}$	\overline{STI}_f	$\sigma_{\overline{STI}_f}$
	0.4980	0.0517	0.5023	0.0515
6.	$\overline{AL}_{cons} (%)$	$\sigma_{\overline{AL}_{cons}} (%)$	$\overline{AL}_{cons} (%)$	$\sigma_{\overline{AL}_{cons}} (%)$
	13.2816	3.1973	12.9599	3.0984



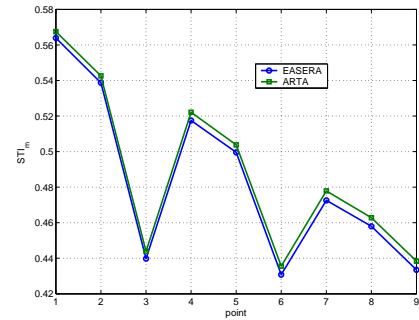
Slika 2. Vrednosti RT_{30} po mernim tačkama.



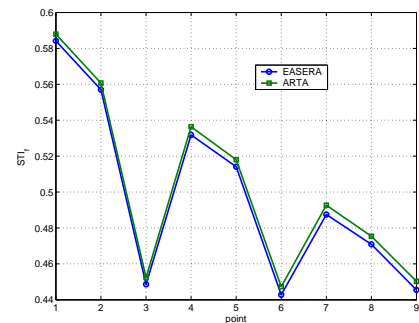
Slika 3. Vrednosti C_{50} po mernim tačkama.



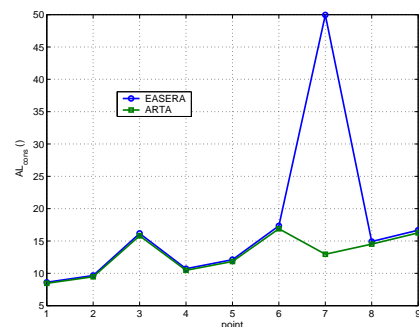
Slika 4. Vrednosti D_{50} po mernim tačkama.



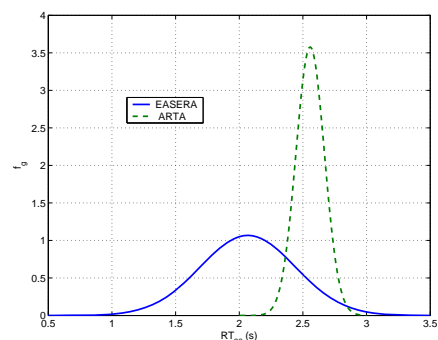
Slika 5. Vrednosti po STI_m mernim tačkama.



Slika 6. Vrednosti STI_f po mernim tačkama.



Slika 7. Vrednosti AL_{cons} po mernim tačkama.



Slika 8. Funkcija Gausove normalne raspodele rezultata merjenja RT_{30} .

3. ANALIZA REZULTATA

Na osnovu rezultata prikazanih u Tabelama (1.-7.) i Slikama (2.-8.) zaključuje se:

a) da su: za $ERT_{30} = 1.783 \div 2.807$ s, $E\sigma_{RT_{30}} = 0.018 \div 0.269$ s i za $ART_{30} = 2.3626 \div 2.7389$ s, $A\sigma_{RT_{30}} = 0.0078 \div 0.06$ s. Vrednosti ERT_{30} su manje od 2 s u svim mernim tačkama osim kod MP1 i MP2 (Sl. 2.). EASERA je dala manju standardnu devijaciju od ARTE jedino za MP2: $E\sigma_{RT_{30}} = 0.031$ s, $A\sigma_{RT_{30}} = 0.0395$ s. Da je ARTA kod merenja RT_{30} bila preciznija potvrđuje i funkcija Gausove normalne raspodele prikazana na Sl. 8.

b) da je $E\sigma_{C_{50}} = 0.032 \div 0.334$ dB i $A\sigma_{C_{50}} = 0.031 \div 0.1545$ dB. EASERA je dala manju standardnu devijaciju od ARTE jedino za MP7: $E\sigma_{C_{50}} = 0.032$ dB, $A\sigma_{C_{50}} = 0.0329$ dB. Značajna razlika u dobijenim vrednostima za C_{50} je za MP3: $EC_{50} = -2.86$ dB, $AC_{50} = 3.098$ dB, što se vidi i na Slici 3.

c) da su $E\sigma_{D_{50}} = 0.0494 \div 0.8369$ % i $A\sigma_{D_{50}} = 0.1484 \div 0.8407$ %. ARTA je dala manju standardnu devijaciju od EASERE za MP3: $E\sigma_{D_{50}} = 1.6207$ %, $A\sigma_{D_{50}} = 0.2758$ %, i za MP5: $E\sigma_{D_{50}} = 0.1969$ %, $A\sigma_{D_{50}} = 0.1832$ %. Velika razlika u dobijenim vrednostima za D_{50} je u MP3: $ED_{50} = 34.17$ %, $AD_{50} = 67.118$ % (Sl. 4). Vrednost $\sigma_{D_{50}} = 0.2718$ % za MP9 dala su oba softverska paketa.

d) da su $E\sigma_{STI_m} = 0.005 \div 0.0012$ i $A\sigma_{STI_m} = 0.0006 \div 0.0011$. EASERA je dala manju standardnu devijaciju od ARTE jedino za MP5: $E\sigma_{STI_m} = 0.0005$, $A\sigma_{STI_m} = 0.0006$. Pomoću oba softverska paketa su dobijene približne vrednosti za STI_m za sve MP, što se vidi na Sl. 5. Jednake vrednosti za σ_{STI_m} su dobijene pomoću oba softverska paketa za MP4, MP6 i MP7: 0.011, 0.008 i 0.01 respektivno.

e) da je $E\sigma_{STI_f} = 0.0006 \div 0.0016$ i $A\sigma_{STI_f} = 0.0007 \div 0.0015$. EASERA je dala manju standardnu devijaciju od ARTE za MP1 ($E\sigma_{STI_f} = 0.0006$, $A\sigma_{STI_f} = 0.0007$) i za MP4 ($E\sigma_{STI_f} = 0.0011$, $A\sigma_{STI_f} = 0.0013$). Oba softverska paketa daju približne vrednosti za STI_f za sve MP, (Sl. 6), a jednake σ_{STI_f} za MP2 i MP5 (0.0007) i MP6 (0.0008).

f) da je $E\sigma_{AL_{cons}} = 0.0298 \div 0.1841$ % i $A\sigma_{AL_{cons}} = 0.0276 \div 0.079$ %. EASERA je dala manju standardnu devijaciju od ARTE jedino za MP9: $E\sigma_{AL_{cons}} = 0.0757$ %, $A\sigma_{AL_{cons}} = 0.079$ %. Značajna odstupanja u dobijenim vrednostima AL_{cons} su za MP7: $EAL_{cons} = 49.95$ %, $AAL_{cons} = 12.9506$ % (Sl. 7).

g) da je ARTA dala za analizirane akustičke parametre amfiteatra vrednosti čije su standardne devijacije manje od vrednosti koje je dala EASERA (Tab. 7). Najveća razlika dobijenih vrednosti standardnih devijacija je $\Delta\sigma_{D_{50}} = 6.1173$ %, a najmanja $\Delta\sigma_{STI_f} = 0.0002$.

Na osnovu napred sprovedene komparativne analize rezultata merenja impulsnih odziva za MP amfiteatra zaključuje se da se merenjima pomoću softverskog paketa

ARTA dobijaju vrednosti za RT_{30} , C_{50} , STI_m , STI_f i AL_{cons} sa manjom standardnom devijacijom, a da se merenjima pomoću softverskog paketa EASERA samo za D_{50} dobijaju vrednosti sa manjom standardnom devijacijom. Najveća odstupanja rezultata merenja su kod RT_{30} , a najmanja su kod STI_m i STI_f (Sl. 5. i Sl. 6.). Funkcija Gausove normalne raspodele rezultata merenja RT_{30} (Sl. 8.) potvrđuje da je ARTA dala vrednosti za RT_{30} po mernim tačkama sa manjim odstupanjima od srednje vrednosti od EASERE. Kako od vremena reverberacije zavise ostali akustički parametri potvrđeno je očekivanje da će ARTA dati i manje standardne devijacije srednjih vrednosti svih analiziranih akustičkih parametara amfiteatra od EASERE. To pokazuje da su merenja impulsnih odziva pomoću ARTE bila preciznija.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu izvršena je komparativna analiza rezultata merenja akustičkih parametara (vremena reverberacije RT_{30} , jasnoće govora C_{50} , definisanosti govora D_{50} , indeksa prenosa govora za muškarce STI_m , indeksa prenosa govora za žene STI_f i procenta nerazumljivih suglasnika AL_{cons}) amfiteatra pomoću softverskih paketa EASERA i ARTA. Mera za komparaciju je standardna devijacija. Na osnovu sprovedene komparativne analize standardnih devijacija akustičkih parametara zaključuje se da je softverski paket ARTA dao preciznije rezultate u odnosu na EASERA-u i da je pokazao bolju stabilnost.

LITERATURA

- [1] Sabine, W. Collected Papers on Acoustics (1922). (Harvard University Press.Reimpresión Dover, 1964).
- [2] R. Thiele, Richtungsverteilung und Zeitfolge der Schallrueckwuef e in Raumen. ACUSTICA 3 (1953), p. 291
- [3] Schroeder, M.R.: New method of measuring reverberation time JASA 38 (1965), S. 329 and 40, S. 549.
- [4] Abdel Alim, O.:Abhängigkeit der Zeit- und Registerdurchsichtigkeit von raumakustischen Parametern bei Musikdarbietungen (Dependence of time and register definition of room acoustical parameters with music performances) Dissertation, TU Dresden 1973.
- [5] V. M. A. Peutz, Articulation loss of cononants as a criterion for speech transmission in a room, J. Aud. Eng. Soc. 19, 12, 1971.
- [6] Steeneken, H.J.M.-Apsyhical Method for measuring Speech Transmission Quality - J. ACOUST. SOC. AM., Vol 19, 1980.
- [7] SoftwareEasera–Electronic and Acoustic System Evaluation and Response Analysis, <http://easera.afmg.eu/>
- [8] Mateljan, I., ARTA, software for acoustic measurements. ARTALABS, Kastel Luksic, Croatia, www.artalabs.hr
- [9] Z. Milivojević, V. Stojanović, Z. Veličković, The Statistical analysis of the Acoustic Parameters Obtained Using the Software Packages EASERA and ARTA, International Scientific Conference–UNITECH 2015., Gabrovo, Bulgaria, 2015.
- [10] ISO 3382: Measurement of the Reverberation Time of Rooms with Reference to Other Acoustical Parameters.

PRIMENA MAXENT ALGORITMA ZA ETIKETIRANJE REČI NA SRPLEMKOR
KORPUSUAPPLICATION OF MAXENT ALGORITHM FOR POS TAGGING ON SRPLEMKOR
CORPUS

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

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

Sadržaj - U radu je opisan proces automatskog osnovnog morfosintatičkog etiketiranja, kao jednog od osnovnih problema obrade prirodnih jezika, korišćenjem MaxEnt algoritama. Zatim je dato trenutno stanje zajedno sa najboljim rezultatima postignutim u ovoj oblasti za srpski jezik, uz kratak prikaz rezultata ali i nedostataka u istraživanjima koji su nastali ili koji nedostaju u objavljenim radovima. Prikazani su rezultati eksperimenta koji su sprovedeni korišćenjem Stanfordovog MaxEnt algoritma za etiketiranje reči nad SrpLemKor korpusom. Objašnjen je način na koji je izvršen eksperiment i diskutovani rezultati kao i problemi koje je autor imao prilikom vršenja eksperimenta.

Ključne reči: etiketiranje reči, token, korpus reči

Abstract - In this paper we describe the problem of the PoS tagging, one of the basic problems in the natural language processing, using the MaxEnt algorithm. Then we describe the current state-of-the-art results, and we discuss the results and shortcomings of the previous papers in this area for the Serbian language. We show and discuss the results of using the Stanfords MaxEnt algorithm for PoS word tagging that was trained on the SrpLemKor word corpus.

Key words: PoS tagging, token, corpus

1. UVOD

Etiketiranje govora ili teksta (eng. POS tagging) je jedan od zadataka kojim se bavi prirodna obrada jezika u kom se reči anotiraju odgovarajućim gramatičkim kategorijama kao što su imenica, glagol, zamenica, pridev, prilog, predlog, rečca, veznik i dr. Često se naziva još i morfološko ili morfosintatičko etiketiranje (eng. *MSD tagging*), naročito ukoliko se pored osnovnih gramatičkih kategorija anotiraju i dodatne potkategorije kao što su pol, broj, padež ili vremenski oblik. Proces etiketiranja je dobro poznat zadatak i važan korak u procesu obrade prirodnih jezika. Često prethodi procesu lematizacije koji predstavlja svodenje reči na njihov osnovni oblik ili leksemu, kao i drugim procesima kao što su analiza sentimenta, razumevanje govora i drugo.

Pre nego što započne proces anotiranja reči, te reči je neophodno izdvojiti iz teksta ili rečenice. Takođe je neophodno razdvojiti interpunkcijske znake kao što su tačka, zarez, dve tačke, itd. od samih reči koje još nazivamo i tokenima. Ova vrsta obrade teksta naziva se tokenizacija i obično se obavlja pre ili kao deo procesa etiketiranja reči.

U radu je korišćena Stenfordova biblioteka za tokenizaciju reči koja se zove PTBTokenizer. Pored ove, dostupne su i druge biblioteke za tokenizaciju reči, ali one ne utiču mnogo na ukupni rezultat određivanja etikete, odnosno leme. Zbog toga nije bilo potrebno testirati tačnosti određivanja etikete neke reči u zavisnosti od izbora metoda za tokenizaciju teksta.

2. PRETHODNI REZULTATI

Zadatak etiketiranja rečenica na engleskom jeziku se generalno smatra zatvorenim pitanjem. U radu Kristofera Menginga [6] odlično se sumira trenutno stanje kao i preostali problem koje treba rešiti kako bi se preciznost sa trenutnih 97% popela na ciljanih 100%, kao i to da li je to uopšte moguće i pod kojim uslovima. Ipak, ovo ne važi za ostale jezike, naročito visoko inflektivne jezike i jezike u kojima redosled reči u rečenici nije strogo definisan, kao što je srpski jezik.

Većina radova na srpskom jeziku na nedovoljno transparentan način predstavlja ostvarene rezultate u ovoj oblasti. Korpusi reči koji su korišćeni za treniranje i testiranje modela nisu navedeni ili često nisu javno dostupni. Ne postoje ručno anotirani korpusi u različitim domenima (akademski, pravni, medicinski, itd.). Objavljeni rezultati ne sadrže objavljene standardne mere i načine za ocenu kvaliteta modela i algoritama kao što su tačnost, preciznost, F1 mera i tabela pogrešno dodeljenih etiketa (*confusion matrix*). Rad koji najadekvatnije opisuje trenutno stanje u ovoj oblasti je rad [4].

Autor sumira trenutno stanje objavljenih radova na temu etiketiranja i lematizacije u hrvatskom jeziku sa osvrtom na srpski jezik. Najbolje rezultate je dao HunPos tager. Preciznost za oba domena je bila oko 96% za hrvatski, i par procenta manje za srpski jezik (oko 92%–93). U radu je prikazana tabela pogrešno etiketiranih reči za srpski jezik i

izračunati su preciznost, odziv i F1. Testovi su urađeni na tekstovima koji imaju oko 2000 ručno anotiranih reči iz dva različita domena.

3. POSTUPAK EVALUACIJE I RAZVOJA ALGORITMA ZA ETIKETIRANJE

Postupak razvoja i testiranja algoritma za etiketiranje reči sastoji se od sledećih koraka:

1. Akvizicija digitalnog izvora, tj. korpusa anotiranih reči za treniranje modela i testiranje algoritma
2. Konverzija u standardni format, izbor skupa karaktera, itd.
3. Segmentacija i tokenizacija – Podela teksta na rečenice. Podela rečenice na tokene. Identifikovanje specijalnih tokena kao što su skraćenice, složenice, brojevi i dr.
4. Morfološka analiza: kreiranje leksikona ili pravila, te određivanje skupa etiketa
5. Treniranje modela koji će se koristiti za određivanje etiketiranja
6. Obrada programom za etiketiranje
7. Evaluacija modela, evaluacija rezultata, poboljšavanje algoritma i modela za etiketiranje.

4. KORPUS REČI ZA SRPSKI JEZIK

Korpus reči korišćen u ovom radu je SrpLemKor korpus veličine 3,7 miliona korpusnih reči, koji se može preuzeti i distribuirati u skladu sa licencom CC BY-NC [10]. Ovaj korpus sadrži tekstove srpskih pisaca iz XX i XXI veka, kao i naučne i naučno-popularne tekstove iz različitih domena (prirodnih i društvenih nauka), administrativne tekstove i opšte tekstove. Detaljan opis korpusa SrpLemKor se može naći na zvaničnoj prezentaciji korpusa [link3]. Sam korpus je kreiran korišćenjem automatskog softvera za etiketiranje TreeTagger-a. Tekstovi su anotirani bibliografski i morfološki. Morfološka anotacija nije potpuna, tj. korpusnim rečima nisu pridružene sve vrednosti morfoloških kategorija, već samo informacija o odgovarajućoj lemi i vrsti reči. Detalji o načinu na koji je obavljena morfološka anotacija korpusa se mogu naći u [1][2].

5. ALGORITAM ZA ETIKETIRANJE

Korišćenje verovatnoće u problemu etiketiranja reči je prilično stara praksa i primenjuje se još od 1965. godine. Ovaj rad će se posebno baviti korišćenjem verovatnoće za etiketiranje reči pomoću MaxEnt algoritma [4], koji kombinuje dva modela za etiketiranje reči:

Skriveni Markovljev model (Hidden Markov Model ili HMM) koji predstavlja specijalni slučaj Bajesove klasifikacije (Bayesian classification) i

Model maksimalne entropije (Maximum entropy markov model ili MEMM).

Kod problema klasifikacije imamo polazni skup uzoraka, a naš posao je da ustanovimo kojoj klasi ili grupi pripada svaki od tih uzoraka. U našem slučaju skup uzoraka je sekvenca uzastopnih reči u rečenici kojima treba dodeliti odgovarajuće etikete. HMM i MEMM računaju verovatnoću distribucije etiketa na sekvenci reči u rečenici i biraju onu koja ima najveću verovatnoću po nekom algoritmu.

Ukratko, najneverovatnija sekvenca etiketa in1 za neku sekvencu reči wn1 se može izračunati tako što će se

izračunati proizvod dve verovatnoće za svaku sekvencu etiketa, te izabrati najveći. Dve verovatnoće koje se izračunavaju su verovatnoća prethodne sekvence etiketa (prior probability) $P(tn1)$ i verovatnoća pojavljivanja neke reči (observation likelihood) $P(wn1|tn1)$:

$$tn1 = \operatorname{argmax} P(wn1|tn1) * P(tn1) \quad (1)$$

Ove verovatnoće je još uvek teško izračunati pa je ovakve algoritme često potrebno dalje uprostiti uvođenjem novih pretpostavki. Prva pretpostavka je da verovatnoća pojavljivanja neke reči zavisi samo od njene etikete, odnosno da ne zavisi od ostalih reči oko nje. Na primer, ako je posmatrana reč veznik, možemo da pretpostavimo da je velika verovatnoća da to bude reč „i“ jer je on najčešći veznik u srpskom jeziku. Ovu verovatnoću možemo izračunati tako što izbrojimo koliko puta se reč „i“ javlja kao veznik i podelimo to ukupnim brojem reči koje su etiketirane kao veznici.

$$P(wn1|tn1) = \prod_{i=1}^n P(w_i t_i) \quad (2)$$

Druga pretpostavka je da verovatnoća pojavljivanja etikete zavisi samo od prethodne etikete čime ona postaje verovatnoća tranzicije etikete (tag transition probability). Na primer, u engleskom jeziku se zamenice vrlo često nalaze ispred prideva ili imenica. U sekvenci reči that(DT) flight(NN) and the(DT) yellow(JJ) hat(NN), očekivano je da verovatnoće $P(NN|DT)$ i $P(JJ|DT)$ budu velike. S druge strane, pridevi ne prethode zamenicama pa će verovatnoća $P(DT|JJ)$ biti niska.

$$P(tn1) = \prod_{i=1}^n P(t_i t_{i-1}) \quad (3)$$

Verovatnoća tranzicije etikete se može izračunati tako što će se uzeti korpus i izračunati koliko se puta etiketa NN nalazi nakon etikete DT, a zatim se podeliti ukupnim brojem pojavljivanja etikete DT. Konačan izbor etikete će biti onaj koji ima maksimalnu vrednost

$$tn1 = \prod_{i=1}^n P(w_i t_i) * \prod_{i=1}^n P(t_i t_{i-1}) \quad (4)$$

6. MAXIMUM ENTROPY MODEL (MAXENT)

Savremeni pristupi analizi nepoznatih reči podrazumevaju korišćenje Modela maksimalne entropije (MaxEnt). Ovo je pristup problemu je opisan u [3] kao problem klasifikacije koji podrazumeva računanje različitih osobina (*features*) za reč koja treba da se etiketira, kao i kombinovanje tih osobina. Ovaj pristup poznat je još i kao *multinomial logistic regression* model. Termin regresija (*regression*) se koristi kada izlaz algoritma ima realne vrednosti, a ukoliko je izlaz ograničen na skup diskretnih vrednosti, onda se taj proces naziva klasifikacija (*classification*). Ukoliko se u modelu regresije za procenu koristi logit funkciju verovatnoće, takav model se naziva logistička regresija (*logistic regression*), pri čemu se prilikom procene koristi logit funkcija:

$$\operatorname{logit}(P|x) = \ln \left(\frac{p(x)}{1-p(x)} \right) \quad (5)$$

U ovom radu je ovaj pristup korišćen za klasifikaciju sekvence reči (sequence classification), odnosno za dodeljivanje određene etikete svakoj od reči u rečenici. Za to će se koristiti Maximum entropy Markov model ili MEMM.

MaxEnt spada u familiju klasifikatora koji su poznati kao ekspancijalni ili log-linearni. On radi tako što izvlači neki

skup osobina iz ulaza, kombinuje ih linearno (što znači da svaki od njih množi nekim težinskim koeficijentom i dodaje ih), te potom ovu sumu koristi kao eksponent.

$$P(c|x) = \frac{1}{Z} \exp(\sum_i w_i f_i) \quad (6)$$

Ovde Z predstavlja faktor normalizacije koji se koristi kako vrednost sume verovatnoća ne bi bila veća od 1. Ovo predstavlja uprošćeni primer jer osobine i njihove težine često zavise i od klase prethodne reči što čini izraz komplikovanijim.

Vrednost koeficijenta težine za različite osobine se određuje procesom koji se naziva učenje ili treniranje. Ovaj problem se naziva convex optimization, a najčešće korišćeni algoritmi za rešavanje ovog problema su kvayi-Njutnov, L-BFGS, gradient ascent i drugi. Sami algoritmi za učenje neće biti razmatrani u ovom radu jer spadaju u domen mašinskog učenja.

Zašto je model MEMM bolji od HMM za PoS etiketiranje? Treba uzeti u obzir to što se kod HMM algoritma koriste dve vrste verovatnoće $P(\text{tag}|\text{tag})$ i $P(\text{word}|\text{tag})$. To znači da bi svaki put kada se želi uključiti neko novo znanje, odnosno nova osobina, u algoritam etiketiranja, ona morala da bude predstavljena kroz ove dve verovatnoće. Za osobine koje uključuju velika i mala slova ili neke specijalne znakove ovo je jako teško uraditi korišćenjem ovog modela. MEMM model pak nema ovakvih ograničenja.

7. POSTAVKA EKSPERIMENTA

Cilj eksperimenta je testirati Stenfordov MaxEnt algoritam za etiketiranje reči na srpskom jeziku i proveriti da li bi on mogao da popravi ili dostigne trenutno najbolje prijavljene rezultate. Za treniranje modela korišćen je automatski anotiran SrpLemKor. MaxEnt algoritam je prilagođen tako da ga je moguće primeniti na srpski jezik. Prilagođenje se ogleda u podešavanjima parametara koje je potrebno odrediti prilikom treniranja modela za etiketiranje. Za testiranje su korišćeni delovi SrpLemKor korpusa i ručno anotirani tekst. Zahvalni smo autorima [1] i [2] koji su nam izašli u susret i ustupili ovaj rečnik.

Tekst je ručno anotiran tako što je stručnjak za srpski jezik (lingvisti) ispravio postojeće greške nastale automatskim etiketiranjem u tekstu iz SrpLemKor korpusa. Ovde postoji izvesna pristrasnost jer je čovek koji je vršio etiketiranje mogao da vidi etikete koje su dobijene automatskim etiketiranjem. Treba još napomenuti i da određivanje etiketa nije u potpunosti egzaktno definisano, pa uvek postoji određeni procenat ljudske greške prilikom određivanja koji se najčešće kreće do 5%.

Kod računanja tačnosti algoritma razlikuju se nekoliko karakterističnih slučajeva. Prvi predstavljaju takozvane „preskočene reči“ do kojih dolazi zbog razlike ili grešaka prilikom tokenizacije teksta. One velikom većinom obuhvataju interpunkcijske znake kao što su ... ili “, ili skraćenice koje sadrže neki interpunkcijski znak. Ove reči zbog malog broja ne utiču značajno na tačnost algoritma za etiketiranje.

Drugi su „interpunkcijski znaci“ koji prilikom etiketiranja često budu pogrešno etiketirani. Kako je skup interpunkcijskih znaka mali i poznat, vrlo lako se može

izvršiti post-procesiranje ovih reči i dodeliti im se odgovarajuća etiketa PUNCT.

Treću kategoriju predstavljaju „nepoznate reči“ koje predstavljaju sve one reči za koje pokušava da se odredi etiketa, a koje se ne nalaze u skupu primera korišćenih za treniranje modela. Očekivano je da procenat tačnosti određivanja etikete za ove reči bude manji. Zato ova tačnost predstavlja jednu od standardnih mera kojima se upoređuju algoritmi za etiketiranje.

Na kraju je potrebno objasniti način računanja ukupne tačnosti algoritma predstavljenog u radu. Ova vrednost se računa tako što se broj pogrešno etiketiranih reči podeli brojem dobijenim kada se od ukupnog broja reči oduzmu sve preskočene reči, a zatim se ta vrednost oduzme od 1.

8. REZULTATI

SrpLemKor korpus je korišćen za treniranje i evaluaciju algoritma. Rezultati su prikazani u tabeli 2.

Br. teksta	Br. reči teksta	T u %	Pr. iz orig.	Pr. iz an.	Tr. tekst	Br. nepoznatih	T nepu %
11	3403	96.23	8	4	ne	354	83.89
28	4175	96.09	10	5	ne	473	82.42
245	143	93.05	6	6	ne	26	61.53
4522	64479	99.66	126	52	da	0	100
37	2723	96.95	10	5	ne	350	85.42
1186	115203	95.81	1778	1381	ne	14779	79.57

Tabela 1. Rezultati testiranja modela za etiketiranje. U tabeli su po kolonama navedeni redom broj teksta u SrpLemKor korpusu, broj reči u tekstu, tačnost računata u procentima, broj preskočenih reči iz originalnog fajla, broj preskočenih reči iz anotiranog fajla, da li je tekst korišćen prilikom treniranja modela, broj nepoznatih reči u tekstu i tačnost etiketiranja nepoznatih reči.

Ručno je anotiran tekst 37.txt iz SrpLemKor korpusa koji ima oko 2.5K reči. Anotiranje je vršeno tako što je tekst koji je prethodno anotiran automatski dat stručnjaku za srpski jezik koji je trebalo da ispravi sve pogrešno anotirane reči. Ovako anotirani korpus je upoređen sa:

- anotiranim tekstom iz SrpLemKor korpusa,
- anotiranim tekstom koji je dobijen korišćenjem modela treniranog na SrpLemKor korpusu.

Rezultati su prikazani u sledećoj tabeli:

Ime teksta	Tren. korpus	Tačnost (u %)
37_SrpLemKor.txt	INTERA	97,6
37_An_SrpLemKor.txt	SrpLemKor	95,1

Tabela 2. Rezultati testa na ručno anotiranom tekstu broj 37 iz SrpLemKor korpusa.

9. ZAKLJUČAK

U ovom izveštaju su predstavljeni rezultati testiranja MaxEnt softvera. Modeli su trenirani, a zatim su dobijeni rezultati testirani i upoređivani s korpusom SrpLemKor. Međutim, ovaj korpus je takođe etiketiran korišćenjem automatskog softvera za etiketiranje (*TreeTagger*). Autori SrpLemKor korpusa su u radu tvrdili da je njegova tačnost

oko 95%. Ukoliko se uzme u obzir da je tačnost našeg algoritma bila oko 96% za etiketiranje (80% za nepoznate reči) u odnosu na SrpLemKor korpus, kao i da je tačnost ručno anotiranog teksta pod brojem 37 bila 95%, može se zaključiti da su rezultati zaista dobri.

Prijavljene rezultate treba posmatrati sa dozom rezerve jer u postavci eksperimenta postoji određena pristrasnost, odnosno neispravnost. U prvom slučaju automatski rečnik sadrži oko 5% pogrešno anotiranih reči pa naš algoritam ne može dati bolje rezultate od toga. U drugom slučaju postoji pristrasnost i faktor ljudske greške prilikom određivanja etiketa od strane čoveka na već opisan način. Usled toga ovi rezultati se ne mogu smatrati „uporedivim“ sa drugim rezultatima, ali mogu poslužiti kao pokazatelj za dalji rad i razvoj MaxEnt algoritma. U tom smislu, sledeći koraci u istraživanju bi bili pribavljanje ručno anotiranog korpusa iz različitih domena i treniranje i testiranje ovog algoritma na njemu. Drugi bi bio analiza i identifikovanje najčešćih grešaka prilikom etiketiranja i nalaženje načina za obradu tih specijalnih slučajeva u cilju poboljšanja tačnosti rezultata etiketiranja.

LITERATURA

- [1] Utvić, M. Annotating the Corpus of Contemporary Serbian. INFOtheca 12, 2 (December 2011), 36a-47a.
- [2] Popović, Z. Taggers Applied on Texts IN Serbian. INFOtheca 11, 2 (December 2010), 21a-38a.
- [3] Manning, Christopher D., Surdeanu, Mihai, Bauer, John, Finkel, Jenny, Bethard, Steven J., and McClosky, David. 2014. The Stanford CoreNLP Natural Language Processing Toolkit. In Proceedings of 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: System Demonstrations, pp. 55-60.
- [4] Zeljko Agić, Nikola Ljubešić, and Danijela Merkler. 2013a. Lemmatization and morphosyntactic tagging of Croatian and Serbian. In Proceedings of the 4th Biennial International Workshop on Balto-Slavic Natural Language Processing, pages 48–57, Sofia, Bulgaria, August. Association for Computational Linguistics.
- [5] Martin, James H., and Daniel Jurafsky. "Speech and language processing." International Edition (2000).
- [6] Christopher D. Manning, Part-of-Speech Tagging from 97% to 100%: Is It Time for Some Linguistics?
- [7] Popović Zoran, Evaluacija programa za obeležavanje (etiketiranje) teksta na srpskom jezku, Matematički fakultet Univerziteta u Beogradu, 2008.
- [8] <http://wwwnlp.stanford.edu/nlp/javadoc/javanlp/edu/stanford/nlp/tagger/maxent/MaxentTagger.html>, 21.10.2015.
- [9] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>.
- [10] <http://www.korpus.matf.bg.ac.rs/SrpLemKor/>.

OPTIČKE KOMUNIKACIJE U SLOBODNOM PROSTORU

FREE-SPACE OPTICAL COMMUNICATIONS

Nataša Nešić, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Nebojša Dončov, *Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš.*

Sadržaj - *Prostiranje laserske svetlosti u slobodnom prostoru je jedan oblik prostiranja elektromagnetnog zračenja i kao takvo ima važnu ulogu u oblastima primene kao što su: laserski radari, lasersko praćenje, industrija oružja, određivanja rastojanja, daljinsko očitavanje, merenja na daljinu i druge oblasti. Na rad sistema koji koriste optičke (vidljive) i infracrvene (IC) talase utiče sama sredina. Na propagacionu sredinu u mnogobrojnim slučajevima utiče promenljiva atmosfera. Optički laserski sistemi imaju brojne prednosti u odnosu na standardne radio frekvencijske (RF) sisteme.*

Ključne reči: optičke komunikacije u slobodnom prostoru, laser.

Abstract – *This paper deals with the propagation of the laser light in free space as a form of propagation of the electromagnetic radiation. Lasers have an important role in application areas such as laser radar, laser tracking, weapons industry, determining the distance, remote sensing, measurement of distance and etc. The operation of systems that use optical (visible) and infrared (IR) waves are affected by environment itself. In many cases, the changing atmosphere has an influence on laser propagation environment. Optical systems have many advantages in comparison with the conventional radio frequency (RF) systems.*

Key words: free-space optical communication, laser

1. UVOD

Prostiranje laserskih snopova (zrakova) kroz slučajni medijum predstavlja samo jedan vid prostiranja i rasipanja talasa kroz sredinu. Pod pojmom sredine, odnosno slučajnog medijuma misli se na atmosferu, okean i terestrialnu sredinu. Osnovni tipovi talasa koji su od opšte važnosti su: *elektromagnetni* (radio talasi i talasi u vidljivom opsegu) i *akustički*. Polje u kome se prostiru talasi može biti transverzalno električno polje u slučaju elektromagnetnog zračenja i longitudinalno polje pritiska u kome se prostiru akustički talasi. Prostiranje laserske svetlosti je jedan oblik prostiranja elektromagnetnog zračenja i kao takvo ima važnu ulogu u oblastima primene kao što su: *laserski radari, lasersko praćenje, industrija oružja, određivanja rastojanja, daljinsko očitavanje, mehaničko pozicioniranje uz pomoć laserskog snopa, merenja na daljinu i u drugim oblastima.*

Optički sistemi imaju brojne prednosti u odnosu na standardne radio-frekvencijske sisteme odnosno RF sisteme. Obično se ističe znatno kraća talasna dužina kod optičkih talasa, mada su oni podložniji određenim atmosferskim efektima. Klasični pristup propagacije optičkih talasa se bazira na uniformnom prostom talasu i modelima sfernog talasa. Međutim, ovi prosti modeli ne uzimaju u obzir različite efekte koji utiču na snop kao ni njegove mogućnosti divergencije i fokusiranja. Razvijanjem teorije talasnog snopa lako se dobijaju, kao granični slučajevi, klasični rezultati za beskonačan ravni talas i sferni model talasa.

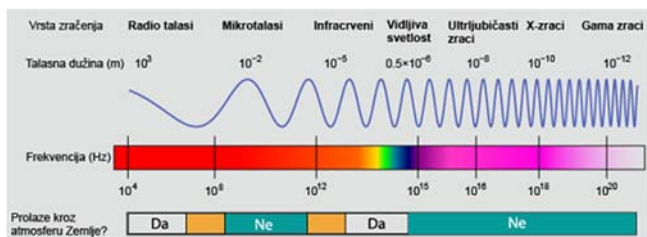
Laser je akronim od naziva **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation. Laseri su uređaji koji generišu koherentno zračenje na talasnim dužinama infracrvenog, vidljivog i ultraljubičastog opsega elektromagnetnog spektra. Laseri rade na istom principu kao i maseri, koji koriste primenu mikrotalasne emisije zračenja. Laseri se koriste da poboljšaju mogućnosti u radio-frekvencijskoj i radarskoj tehnici.

Na rad sistema koji koriste optičke (vidljive) ili infracrvene (IR) talase utiče sama sredina. Na propagacionu sredinu u mnogobrojnim slučajevima utiče promenljiva atmosfera kod koje fluktuacija malog indeksa prelamanja na propagacionoj putanji izaziva oštećenja talasa. Atmosferski procesi utiču na indeks prelamanja zbog čega se stiče utisak o treperenju zvezda, takođe se smanjuje i ugao rezolucije teleskopa na nekoliko sekundi. Sistemi sa adaptivnim optičkim tehnikama se koriste da bi se izbegle smetnje usled promena u atmosferi, dok u svemiru nema tih problema što je rezultiralo postavljanjem velikog teleskopa pod nazivom *Habl*, koji služi za posmatranje svemira.

2. SPEKTAR ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Usled ogromnih razlika talasnih dužina elektromagnetnih talasa, elektromagnetni spektar je podeljen na niz talasnih opsega. Opseg radio frekvencija (RF) se prostire od 20 km do nekoliko mm. Unutar RF opsega postoji standardni radio-difuzni opseg sa radio talasima (180 do 560 m za AM i 2.78 do 3.4 m FM) i mikrotalasni opsezi između 2 mm i 16 cm. Talasne dužine manje od 2 mm pripadaju milimetarskim i

infracrvenim (IC) opsezima (postoje podopsezi dugački-IC, srednji-IC i kratki-IC talasi). Opseg talasnih dužina, na koje ljudsko oko reaguje, prostire se od 0.4 do 0.7 μm i odgovara vidljivom opsegu. Na talasnim dužinama kraćim od vidljivog opsega nalazi se ultraljubičasti opseg (od 10 nm do 390 nm) i opseg x-zraka od 10 pm do 20nm.



Slika 1. Spektar elektromagnetnog zračenja.

3. MODELI OPTČKIH TALASA

Postoji nekoliko osnovnih geometrija koje opisuju različite modela talasa koji se kreću po z-osi.

Ravanski talas je neograničen talas konstantne amplitude A_0 i faze φ_0 koji se prostire u ravni predajnika. Model ravanskog talasa koristi se za opisivanje osobina zvezdane svetlosti i drugih van atmosferskih izvora kada je prijemnik na zemlji. Zadati je sledećim izrazom:

$$U_0(x, y, 0) = A_0 e^{i\varphi_0}.$$

Sferni talas je neograničen talas koji se pripisuje tačkastom izvoru i prostire se u ravni predajnika. Zadati je izrazom:

$$U_0(x, y, 0) = \lim_{R \rightarrow 0} \frac{e^{ikR}}{4\pi R},$$

gde je R je radijus vektora i k je talasni broj, $2\pi/\lambda$.

Ovaj model se koristi kod izvora sa malom aperturom ili kod izvora sa velikim rasipnim uglom.

Zračni talas je talas konačnog dometa sa fokusirajućim mogućnostima. Gausijanski zračni talas ima amplitudu i fazu opisanu u ravni izlaza aperture predajnika jednačinom koja sledi:

$$U_0(x, y, 0) = a_0 \exp \left[-\frac{x^2 + y^2}{w_0^2} - \frac{ik}{2F_0} (x^2 + y^2) \right],$$

gde je a_0 amplituda na osi, w_0 je rastojanje do tačke gde amplituda opadne za $1/e$ puta, F_0 je popuprečnik krivine faznog fronta.

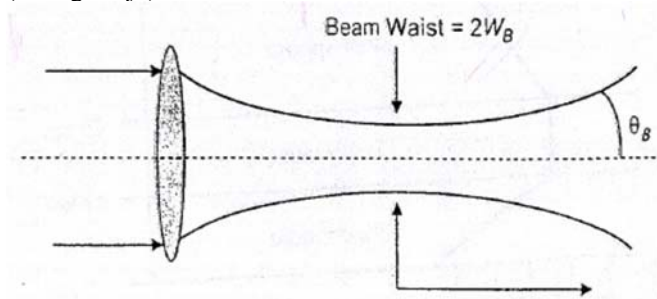
Ovaj model se najčešće koristi u analizi zračnih talasa.

Postoji veći broj pojava koje su bitne kod prostiranja optičkih ili infracrvenih talasa u slobodnoj sredini: difrakcija, atmosferska atenuacija, atmosferska turbulencija, toplotni bluring (cvetanje). Osim poslednje, prve tri pojave se smatraju linearnim.

3.1 Difrakcija

Difrakcija je prirodni fenomen svetlosnih talasa pri prostiranju, čime se smanjuje energija talasa u bilo kojoj tački unutar poluprečnika snopa. Fazni front poluprečnika krivine optičkog talasa koji se prostire konstantno raste. Širenje snopa usled čiste difrakcije zavisi od talasne dužine λ optičkog talasa i oblika faznog fronta (na pr. sferni, ravanski i dr.) Razmatra se Gausijanski zrak ili njegov granični slučaj ravanskog ili sfernog talasa sa konstantnom amplitudom. Pojam veličine

tačke zraka (beam spot size) ima nedvosmosleno značenje jedino kod prostih Gausijanskih zraka kod kojih iradijansa odnosno intezitet imaju Gausov profil i proizvode jedinstvenu tačku u ravni posmatranja. Veličina tačke zraka duž putanje prostiranja ima minimalnu vrednost u takozvanom struku zraka a veličina rasejanja zraka na velikim rastojanjima od struka se može odrediti na osnovu ugla rasipanja (divergencije) zraka.



Slika 2. Ugao divergencije zraka u dalekom polju.

Ugao divergencije je zadat sledećim izrazom: $\theta_B \cong \frac{\lambda}{\pi W_B}$,

dok je rastojanje od struka zraka do ugla divergencije zadato izrazom: $z \gg \frac{\pi W_B^2}{\lambda}$.

4. ATMOSFERSKI EFEKTI

Tri najbitnije atmosferske pojave koje utiču na prostiranje optičkih talasa su apsorpcija, rasejanje i fluktuacija indeksa prelamanja tj. optička turbulencija. Na apsorpciju i rasejanje, utiču sastavni gasovi i čestice u atmosferi. Apsorpcija i rasejanje zavise od talasne dužine zraka i prvenstveno dovode do slabljenja optičkih talasa. Fluktuacije indeksa prelamanja dovode do fluktuacije iradijanse, širenja zraka i gubitka prostorne koherentnosti optičkog zraka. Ovi nepoželjni efekti imaju dalekosežne posledice u astronomskom posmatranju, optičkim komunikacijama u slobodnom prostoru, laserskim radarima i drugim primenama koje zahtevaju prostiranje talasa kroz optičku atmosferu.

4.1 Struktura atmosfere zaviso od visine

Atmosfera je gasna sredina koja okružuje Zemlju i prostire se nekoliko stotina kilometara iznad njene površine. Oko 98% zaprenime atmosfere se sastoji od azota i kiseonika. Značajni činiooci atmosfere su vodena para, ugljen-dioksid, azot-oksidi, ugljen monoksid i ozon. U Zavisnosti od temperaturnih razlika Zemljina atmosfera se deli na četiri glavna sloja. Prvi je *troposfera* koji se prostire do 11 km od površine Zemlje i sadrži približno 75% mase atmosfere. Maksimalna temperatura je blizu površine zemlje ali se sa visinom smanjuje na -55 °C. *Tropopauza* je izotermni sloj koji se prostire 9 km iznad troposfere a gde je temperatura konstantna na -55 °C. Tropopauza i troposfera su poznati pod nazivom niža atmosfera. *Stratosfera* je sloj koji se prostire od 20 do 48 km. Temperatura vazduha je približno konstantna samo u najnižim delovima stratosfere ali se onda povećava sa visinom usled toga što ozon u ovom sloju apsorbuje UV svetlost stvarajući na taj način toplotnu energiju. Ozon koji štiti Zemlju od štetnog UV zračenja je skoncentrisan između 10 i 50 km. *Stratopauza* odvaja stratosferu od mezosfere i takođe je izoterman sloj sa približnom temperaturom od -3 °C. *Mezosfera* je sloj koji se prostire od stratopauze na do oko 80 km od tla. Temperatura se smanjuje konstantnom brzinom do

-90 °C što je najniža temperatura u atmosferi. *Mezopauza* je treći izotermni sloj koji odvaja mezosferu i termosferu. Stratosfera, mezosfera, stratopauza i mezopauza čine srednju atmosferu. *Termosfera* je sloj u atmosferi od mezopauze do otprilike 600 km od tla. Temperatura vazduha u termosferi se znatno povećava iznad 90 km usled sunčeve energije. Veći deo jonosfere i egzofere su uključeni u termosferu. *Jonosfera* počinje oko 80 do 90 km iznad površine tla do nedefinisane visine (približno oko 1000 km) a naziv je dobila zato što je jonizovana sunčevim UV zračenjem tako da koncentracija slobodnih elektrona u ovom sloju utiče na prostiranje radio talasa.

4.2 Apsorpcija i rasejanje

Zemljina atmosfera je apsorbujuću medijum. Do apsorpcije dolazi kada se foton zračenja apsorbuje od strane molekula gasa iz atmosfere koji pretvara foton u kinetičku energiju molekula. Dakle, apsorpcija je mehanizam kojim dolazi do zagrevanja atmosfere. Atmosferska apsorpcija veoma zavisi od talasne dužine. Na primer, molekuli kiseonika i ozona će skoro u potpunosti zaustaviti prostiranje zračenja talasnih dužina ispod 0.2 μm ali veoma slabo apsorbuju zračenje iz vidljivog dela.

Rasejanje elektromagnetnih talasa u opsegu vidljivih i infracrvenih talasnih dužina se događa kada zračenje prolazi kroz molekule vazduha i neke čestice. Rasejanje svetlosti je veoma zavisno od talasne dužine ali nema gubitka energije kako što je slučaj kod apsorpcije. Veličina čestica na kojima dolazi do rasejanja određuje i vrstu rasejanja.

1. Rejljevo rasejanje (Rayleigh) je izazvano molekulima vazduha i čestica prašine koje su male u poređenju sa talasnom dužinom zračenja. Rejljevo ili molekularno rasejanje se može primeniti samo na veoma čistu atmosferu. Za talasne dužine kraće od 1 μm Rejljevo rasejanje daje plavu boju neba. Kao posledica toga je da se plava svetlost mnogo više rasejava nego druge talasne dužine vidljivog dela spektra.
2. Mijevo rasejanje (Mie) je rasejanje na česticama slične veličine talasnoj dužini zračenja. Naziva se još i aerosolno rasejanje. Za razliku od Rejljevoj rasejanja rasejanje je više usmereno u prednjem smeru. Gubici u rasejanju se brzo smanjuju sa povećanjem talasne dužine i na kraju prelaze u Rejljevo rasejanje. Mijevo rasejanje je razlog zašto je zalazak Sunca crven.

Apsorpcija i rasejanje se grupišu u pojam nestajanje (extinction) koje se definiše kao smanjenje ili atenuacija količine zračenja koja prolazi kroz atmosferu. Atmosferska propustljivost (transmitansa) laserskog zračenja koje se prostire na udaljenost L je označeno kao nestajanje i opisano je Berovim zakonom koji glasi:

$$\tau = \exp[-\alpha(\lambda)L], \text{ [nema jedinicu]}$$

gde je $\alpha(\lambda)$ koeficijent nestajanja a proizvod $\alpha(\lambda)L$ se naziva optičkom dubinom.

Koeficijent nestajanja se sastoji iz dva dela:

$$\alpha(\lambda) = A_a + S_a, \text{ [m}^{-1}\text{]}$$

gde je A_a apsorpcioni koeficijent i S_a je koeficijent rasejanja.

4.3 Meteorološki fenomeni

Meteorološka optika uključuje uzajamno dejstvo svetlosti sa atmosferom stvarajući neke od najživopisnijih aspekata atmosferske optike. U stvari, proces rasejanja sunčeve svetlosti izaziva nekoliko raznobijih i očaravajućih fenomena kao što

su: plavo nebo, zeleni zrak, duga i nebeski oreoli. Neki od pojava su veoma retki dok su neki česti.

4.4. Optička turbulencija

Atmosferska turbulencija nastaje kao temperaturna razlika između zemljine površine i atmosfere. Najpoznatiji efekat atmosferske turbulencije je treperenje zvezda, koji se javlja kao promena u sjajnosti slike. Takođe, atmosferske turbulencije koje se prostiru u atmosferi postepeno smanjuju prostornu koherenciju laserskog snopa prilikom posmatranja svemira. Jak vetak koji duva u nekom aerodinamičkom području zemljine površine u prisustvu temperaturnog gradijenta stvara fluktuacije u refraktivnoj atmosferi koje su poznate kao optičke turbulencije.

5. OBLASTI PRIMENE

5.1. Optičke komunikacije u slobodnom prostoru

Optičke bežične komunikacije, koje su poznate pod nazivom optika u slobodnom prostoru (FSO-Free Space Optics), imaju veoma važno područje primene, zbog sve veće potrebe za širim frekvencijskim opsegom i transferom velike brzine prenosa podataka, koji je dostupan na optičkim talasnim dužinama. U početku su interesovajna za optičke sisteme bila velika, zato što su pružali sve veće i veće brzine prenosa podataka u poređenju sa RF sistemima. Najveći doprinos laserskih komunikacija ogleda se u sledećem:

- Maloj masi, snazi i zapremini u odnosu na RF sisteme
- Uzak optički snop/veliki prirodni dobitak laserskog snopa
- Nema regulatornih restrikcija za korišćenje frekvencija i frekvencijskih opsega.

Optika u slobodnom prostoru je tehnologija linije vidljivosti koju koriste laseri da bi obezbedili optički opseg veza. Trenutna sposobnost slanja podataka, zvuka i video sadržaja kroz vazduh je 2.5 Gb/s i potrebna optička vidljivost bez potrebe korišćenja kabla sa optičkim vlaknom.

Tipične talasne dužine FSO sistema su od 850 nm do 1550 nm. U zavisnosti od vremenskih uslova, optički sistemi u slobodnom prostoru koji imaju horizontalnu liniju vidljivosti blizu površine tla, mogu produžiti svoj domet sa nekoliko stotina metara na jedan ili više kilometara – što je sasvim dovoljno za širokopolasni saobraćaj od infrastrukture optičkih vlakana do krajnjih korisnika i natrag. Međutim, usled lošeg vremena, uglavnom guste magle, može se jako smanjiti domet uređaja koji se nalaze na liniji optičke vidljivosti. Zato se optički primopredajni čvor ili glavni link može postaviti da komunicira sa nekoliko čvorova u mreži.

Osetljivost na maglu je usporila razvoj FSO sistema u komercijalne svrhe. Ispostavilo se da magla, i u znatno manjem stepenu kiša i sneg, zasigurno ograničavaju maksimalni opseg jednog FSO linka. Kako magla izaziva značajan gubitak primljene opričke snage, treba se isprojektovati praktični FSO link sa specifičnom marginom linka. Na primer, pristup optičkoj snazi može se projektovati tako da prevaziđe uslove magle ako se to zahteva. Čak i pod idealnim uslovima čistog neba apsolutna pouzdanost laserskog komunikacionog linka kroz atmosferu je fizički ograničena zbog apsorpcije atmosferskih čestica i konstantnog prisustva atmosferskih turbulencija.

5.2. Laserski satelitski komunikacioni sistemi

Razvoj laserskih satelitskih komunikacija (laser satcom) je otpočeo u National Aeronautics and Space Administration (NASA) u SAD-u, Evropskoj svemirskoj agenciji (ESA) u

Evropi i National Space Development Agency (NASDA) u Japanu. Interes za laserske komunikacione sisteme je počeo još ranih šezdesetih godina prošlog veka. Godine 1981. omogućen je prenos podataka od 1Gb/s od letelice do zemaljske stanice. Svemirske laserske komunikacije su počele da se ozbiljno razmatraju kao održive i pouzdane, jednom kada je omogućen prenos podataka između satelita, od satelita do terminala na Zemlji ili od satelita do letelice. Zapravo, NASA je sa kompanijom JPL razvila optičke linkove zemlja – svemir. Godine 1995-96. eksperiment pod nazivom Zemarsko/Orbitalna Lasercomm demonstracija (GOLD), je prva dvosmerna optička komunikacija između tla i svemira. Veza je uspostavljena između Japana i Kalifornije, SAD. Uspešnost uplinkova i downlinkova je bila obezbeđena u više od 50 % vremena. Takođe su pokazane prednosti prenosa sa više laserskih snopa (multibeam) u odnosu na jedan snop za kanal uplinka.

Naredni NASA/JPL projekat je Optički komunikacioni demonstrator (OCD). To je laboratorijski terminalni prototip koji je razvijen za buduće svemirske misije da omogući veliku brzinu prenosa podataka od planeta do najviših Zemljinih orbitalnih satelita i do Zemlje natrag.

Evropska svemirka agencija i japanska (NASDA) su razvili eksperimentalni laserski komunikacioni sistem pod nazivom SILEX. Program SILEX uključuje prenos informacija od LEO satelita (low Earth orbit) do geosinhronne orbite (GEO). Japanski program (LCE) treba da obezbedi vezu prenosa podataka između veze satelit-satelit. Takođe, NASDA radi na programu komunikacionih sistema satelit – Zemlja i satelit-satelit. NASDA planira lasercom eksperiment sa brzinom prenosa downlinka od 2.5Gb/s između ISS i nekoliko zemaljskih stanica.

Tehnološki progres koji se dogodio u proteklih 40 godina konačno je doveo do pouzdanih laserskih izvora koji mogu da održe stalan rad sistema usled neke modulacije. Ovo je praćeno napretkom u akviziciji, mehanici ukazivanja, praćenja i kontrole, koje su se sa godinama spoznale kao najizazovniji problemi. Ogromna većina laser satcom sistema trenutno se razvija sa velikom brzinom protoka podataka sa direktnim detekcionim sistemima u SAD, Evropi i Japanu. Primena će obezbediti prenos od LEO satelita do GEO satelita, od LEO do Zemlje, od GEO do Zemlje, od LEO i GEO do letelice i veze između lika i linka. Svemir-svemir kroslinkovi su važni za brzi prenos podataka od senzora svemirske letelice do neke lokacije na planeti Zemlji. Velika brzina prenosa podataka od svemira do Zemlje je moguća. Takođe, linkovi satelit – podmornica su izvodljivi kao i linkovi između velikih svemirskih orbitalnih stanica do svemirskih misija sa svemirskim letelicama duboko u svemiru.

5.3. Radarski laserski sistemi

RADAR je skraćena od naziva Radio Detection And Ranging. Prvi radari pojavili su se sredinom tridesetih godina XX veka. Osnovna primena je bila detekcija, određivanje rastojanja i praćenje aviona. Od tada, radari su postali neophodni u mnogim oblastima, od kojih se posebno mogu istaći oblasti kontrole saobraćaja aviona, komunikacije lokacije satelita, ratovanja i druge oblasti. Godine 1960. kada su otkriveni laseri, krenulo se sa razvojem radara u optičkom opsegu elektromagnetnog polja.

Laserski radari predstavljaju direktni nastavak konvencionalnih radarskih tehnika (mikrotalasnih) sve do veoma kratkih optičkih talasnih dužina, uključujući talasne

dužine iz ultraljubičastog, vidljivog i (niskog, srednjeg i visokog) IC opsega. Prvi optički radarski sistemi su bili poznati pod nazivom LIDAR (Light Detection And Ranging) a kasnije LADAR (LAsER Detection And Ranging), kako bi se napravila razlika između laserskih radara i lidarskih sistema koji koriste nekoherentnu svetlost. Laserski radari rade na istom principu kao mikrotalasni radari. Međutim, kako rade na dosta kraćim talasnim dužinama, laserski radari imaju određene prednosti u odnosu na mikrotalasne radare. Prednosti se ogledaju u većoj preciznosti i boljoj rezoluciji.

Radarski talasi mogu biti konstantni i impulsi. Impulsni radari koji koriste Doplerove frekvencije se nazivaju impulsnim Doplerovim radarima. Zbog kraćih talasnih dužina, laserski radari su osetljiviji na atmosferske efekte kao što su rasipanje, apsorpcija i optičke turbulencije, nego mikrotalasni radari. Premda ove karakteristike smanjuju upotrebljivost laserskih radara na kraćim distancama u nižoj atmosferi, postoje izvesne prednosti u novim kapacitetima laserskih radara, u poređenju sa mikrotalasnim radarima. One se odnose na sledeće:

- autonomno vođenje raketa
- precizna navigacija i vođenje aviona
- precizna kontrola požara
- određivanje rastojanja i brzine sistema
- daljinsko snimanje atmosfere

Moderni laserski radarski sistemi kombinuju mogućnosti radarskih i optičkih sistema kako bi osigurali istovremeno merenje rastojanja, reflektivnosti, brzine, temperature, azimuta i ugla elevacije. Veliku primenu imaju u akviziciji meta, praćenju, klasifikaciji i snimanju.

5.4. Ostale oblasti primene lasera

Laserski sistemi imaju veliku primenu pri snimanju atmosfere, daljinskom očitavanju, u radio astronomiji i u svemirskim radio komunikacijama a nalaze primenu i u istraživanjima slučajnih gravitacionih talasa.

6. ZAKLJUČAK

Istaknute su oblasti primene prostiranja optičkih/IC talasa kroz slučajnu sredinu. Posebna pažnja je usmerena na optičke komunikacione sisteme u slobodnom prostoru FSO po horizontalnoj putanji, zatim na satelitske laserske komunikacione sisteme (laser satcom) i laserske radarske sisteme. Opisani su atmosferski efekti koji utiču na rad optičkih komunikacionih sistema u slobodnom prostoru, satelitskih laserskih komunikacionih sistema kao i laserskih radarskih sistema.

LITERATURA

- [1] Xiaoming Zhu and Joseph M. Kahn, „Free-Space Optical Communication Through Atmospheric Turbulence Channels“, *IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS*, VOL. 50, NO. 8, AUGUST 2002
- [2] Free Space Optical Communications -Theory and Practices, <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/47585.pdf>
- [3] B. K. Bose, Sliding mode control of induction motor, In. Proc. IEEE Ind. Appl. Soc. Annu. Meeting, pp. 479-486, 1985.

ANALIZA RADA ANTIVIRUSNOG PROGRAMA ESET ENDPOINT SECURITY U MREŽI VISOKE TEHNIČKE ŠKOLE

ANALYSIS OF PERFORMANCE OF ESET ENDPOINT SECURITY IN THE NETWORK COLLEGE OF APPLIED TECHNICAL SCIENCES

Miloš Perić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Goran Milosavljević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Dušan Stefanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu je korišćenjem antivirusnog programa ESET Endpoint Security izvršena analiza prisutnih virusa na računarima u Visokoj tehničkoj školi u periodu od šest meseci. Samo u jednom mesecu otkriveno je i očišćeno više od 300 zlonamernih programa. Dat je prikaz računara koji su najčešće bili izloženi napadima, prisutni virusi i njihove karakteristike. Najrasprostranjeniji zlonamerni program koji je detektovan na računarima u Visokoj tehničkoj školi projektovan je da traži poverljive podatke kao što su lozinke sa kreditnih kartica i email naloga.

Ključne reči: Endpoint Security, Antivirus, Virus, Firewall, Network, Protocol, Statistic.

Abstract - In this paper, the use of antivirus ESET Endpoint Security analysis of the virus present on computers in the Technical College for a period of six months. Only in one month was found and cleared more than 300 malicious programs. Provides an overview of the computer that are most often exposed to attacks, viruses are present and their characteristics. The most widespread malicious program that is detected on the computers in the Technical College was designed to search for confidential information such as passwords to credit card numbers and email accounts.

Key words: Endpoint Security, Antivirus, Virus, Firewall, Network, Protocol, Statistic.

1. UVOD

Primarni izazov sa kojim se susreću današnji sistem inženjeri je bezbednost podataka i što efikasnije iskorišćenje mrežnih i hardverskih resursa, Na Internetu postoji veliki broj zlonamernih programa koji mogu ne samo da uspore već potpuno zaustave rad informacionog sistema.

U današnje vreme je prava umetnost čuvati Windows od virusa. Nažalost, „ponuda” virusa je toliko velika da bilo kakav vid surfovanja Internetom bez dobrog antivirusa predstavlja ogroman rizik. To je i osnovni razlog zašto bi antivirusni program morao da bude sastavni deo skoro svakog računara. Antivirusni program [1] se sastoji od rezidentnog „on-access” monitora koji presreće viruse u svim komponentama sistema, standardnog skenera za diskove, modula koji prati Internet saobraćaj – SMTP, FTP, HTTP i druge WinSock protokole i skenera elektronske pošte.

2. MOGUĆNOSTI

Neke od mogućnosti korišćenja Eset Endpoint Security softvera su [2]:

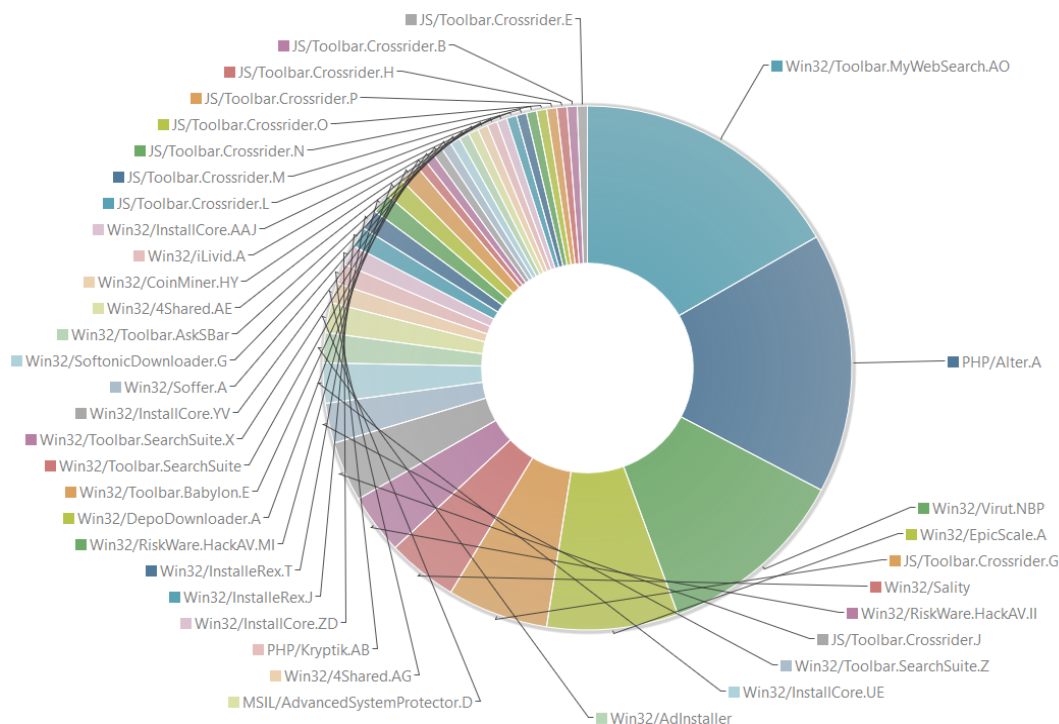
- Podrška za virtualizaciju + nove tehnologije. Podržava virtualizaciju i pruža zaštitu od hakera i botneta;
- Ugrađena kontrola pristupa podacima. Kontrola pristupa Internetu ograničava pristup veb stranicama dok dvosmerni zaštitni zid štiti od infiltracija;

- Niski sistemski zahtevi. Pruža proverenu zaštitu, ostavljajući više sistemskih resursa za redovno korišćene programe. Malo opterećenje sistema;
- Udaljena administracija. Potpuna kontrola preko nove ESET Remote Administrator web konzole;
- Antivirusna i antispajver zaštita - Eliminise sve tipove pretnji, uključujući viruse, rutkitove (eng. root kits), crve i spajver, sa naprednim skeniranjem;
- Sprečavanje ranjivosti - Nova tehnologija detekcije koja pojačava zaštitu protiv ciljanih napada i prethodno nepoznatih ranjivosti - kao na primer ranjivosti nultog dana;
- Napredni skener memorije - Nadgleda ponašanje sumnjivih procesa i skenira ih kad se raspakuju u memoriji, čime povećava uspešnost sprečavanja infiltracija, čak i kada je reč o dobro prikrivenim zlonamernim programima;
- Optimizovan za virtualno okruženje - ESET-ova zajednička lokalna predmemorija memoriše meta-podatke skeniranih datoteka tako da kopije fajlova koji su skenirani na jednom virtualnom računaru ne budu ponovo skenirani na drugima;
- Anti-Phishing - Štiti korisnike od lažnih veb stranica u pokušaju da ukradu osetljive podatke kao što su

korisnička imena, lozinke, bankovni podaci i druge osetljive informacije;

- Kontrola pristupa Internetu - Osigurava Internet saobraćaj organizacije i povećava efikasnost korisnika. Ograničava korisnicima pristup Internetu prema kategorijama kao što su igranje, društveni mediji, i mnoge druge;
- Zaštita protokola - Štiti protiv ranjivosti za koje još uvek nisu objavljeni ili primenjeni pečevi. Poboljšava zaštitu od uobičajenih ranjivosti i propusta;

- Kontrola uređaja - Obezbeđuje da neautorizovani uređaji budu korišćeni u mreži. Blokira neautorizovane uređaje ili im dozvoljava različite nivoe pristupa;
- Dvostrani zaštitni zid - Sprečava neautorizovani pristup mreži organizacije, pruža zaštitu od hakera i sprečava izloženost podataka;
- Zaštita od botneta - Štiti od infiltracija boot malvera - sprečavajući spam i mrežne napade koje napadači pokušavaju pokrenuti sa radne stanice.



Slika 1. Prikaz rasprostranjenosti virusa po vrsti.

Group by (Threat name)	Count (Threat name)
Win32/Toolbar.MyWebSearch.AO	27
PHP/Alter.A	26
Win32/Virut.NBP	19
Win32/EpicScale.A	13
JS/Toolbar.Crossrider.G	10
Win32/Sality	7
Win32/RiskWare.HackAV.II	6
JS/Toolbar.Crossrider.J	6
Win32/Toolbar.SearchSuite.Z	4
Win32/InstallCore.UE	4
Win32/AdInstaller	3
MSIL/AdvancedSystemProtector.D	3
Win32/4Shared.AG	2
PHP/Kryptik.AB	2
Win32/InstallCore.ZD	2
Win32/InstalleRex.J	2
Win32/InstalleRex.T	2
Win32/RiskWare.HackAV.MI	2
Win32/DepoDownloader.A	2
Win32/Toolbar.Babylon.E	2

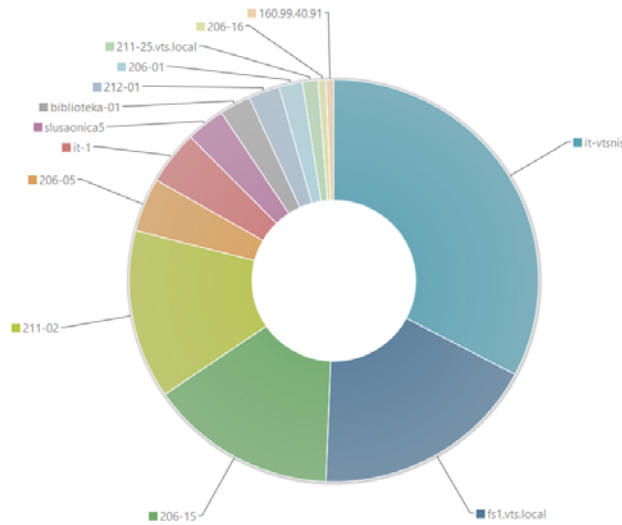
Tabela 1. Prikaz rasprostranjenosti virusa po vrsti.

U toku januara 2015. godine očišćeno je više od 300 virusa iz mreže Visoke tehničke škole, a za period od 6 meseci preko 800 (Slika 5.), a kod pojedinih korisnika i više od stotinu virusa (Slika 2 i 4.) Najčešći virusi koji su pronađeni u mreži (slika i tabela 1. i 3.) [3, 4]:

- **Win32/Agent.WLJ** – Trojanac
- **Win32/Autoit.GP worm** – Crv, replikuje se preko mreže i negativno utiče na rad mreže i operativnih Sistema
- **LNK/Agent.AK Trojan** – Trojanac, redirektuje mrežni saobraćaj, instalira drugi zlonameran softver, manipuliše drugim aplikacijama, menja registri OS-a
- **Win32/Sality virus** – Jedan od najkompleksnijih virusa današnjice, polimorfan, inficira lokalne, šerovane, i uklonjive drajvove, formira mrežu botova (botnet) i kreira P2P (peer to peer) saobraćaj
- **INF/Autorun.gen worm** – Širi se preko fleš memorija kojima menja sadržaj i sakriva podatke
- **Win32/Conficker (Kido)** – Napada servere, blokira i onemogućuje zaštitu, gasi servise, brzo se replicira kroz mrežu i sam se ažurira
- **MyWebSearch** – Spada u adware grupu programa, menja home page, i podrazumevani pretraživač na mywebsearch.com. Instalira nepoželjne toolbarove. Prikazuje rezultate pretrage sa svojim reklamama.

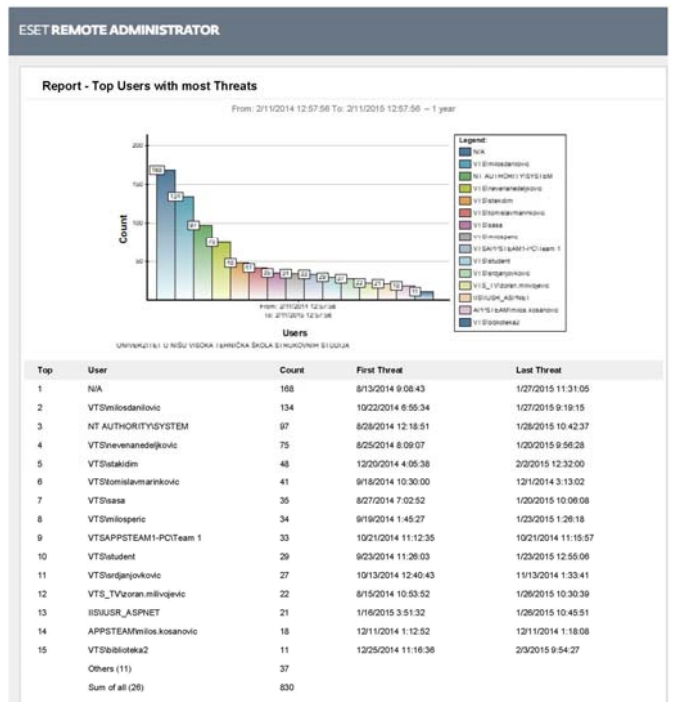
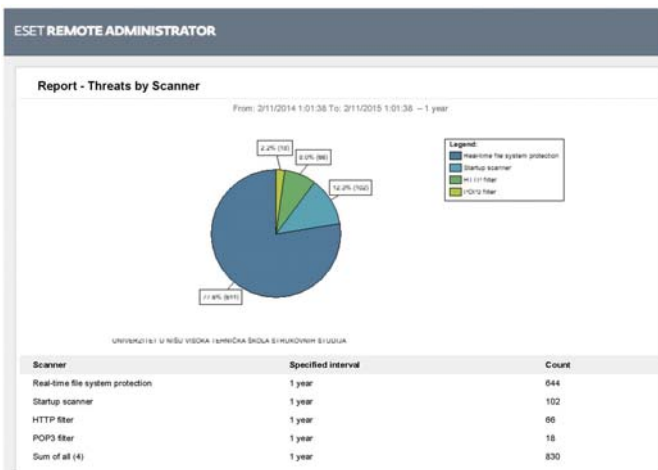
- **PHP/Alter.A** – veoma opasan trojanac koji napada kompjutere sa Windows OS. Napravljen da krađe poverljive podatke kao što su šifre, kreditne kartice i drugo.
- **Virut.NBP** – Spada u adware, ugrađen je u instalacije nekih besplatnih programa.

- **EpicScale.A** – Spada u Adware, napada internet pretraživače (Internet Explorer, Firefox, Chrome)
- **Kryptik.AB**- Veoma opasan trojanac. Vršiti kriptovanje korisničkih podataka tako da im je onemogućen pristup.



Group by (Computer name)	Count (Threat name)
it-vtsnis	53
fs1.vts.local	29
206-15	24
211-02	22
206-05	7
it-1	7
slusaonica5	5
biblioteka-01	4
212-01	4
206-01	3
211-25.vts.local	2
206-16	1
160.99.40.91	1

Slika 2. Prikaz zaraženih računara po broju virusa.

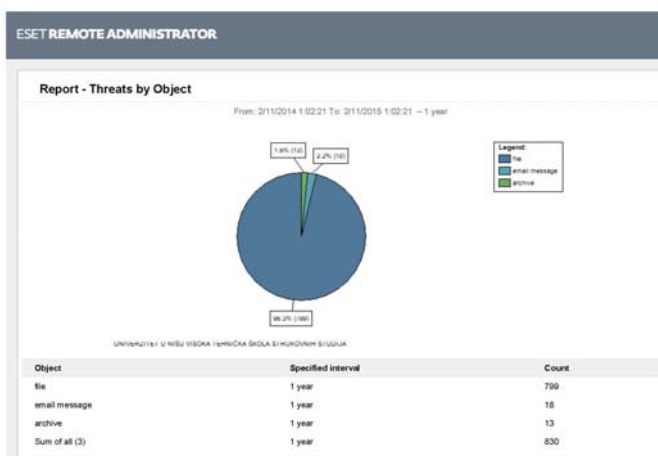


Slika 4. Korisnici sa najvećim brojem otkrivenih virusa

3. ZAKLJUČAK

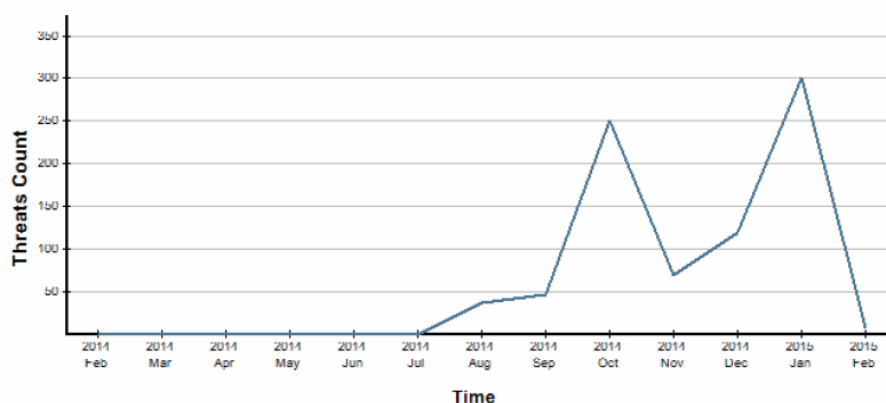
Svakodnevno se susrećemo s računarima i koristimo ih: u laboratorijama za obuku studenata, u studentskoj službi za vođenje evidencije o studentima i dr. Računari i tehnika iz dana u dan sve više i više napreduje, a samim tim napreduju i virusi. Potrebno je znati bar neke osnovne stvari o zaštiti od virusa koje nije teško primeniti na računaru. Virusni mogu naneti ozbiljne štete i bolje ih je na vreme sprečiti. Ako niste zaštićeni od virusnih programa dovodite u opasnost sebe i osobe sa kojima komunicirate preko raznih društvenih mreža ili e-maila. Sa adekvatnom zaštitom možete bezbedno koristiti internet.

Slika 3. Pretnje po vrsti objekata.



Report - Threats Progress

From: 2/11/2014 1:00:02 To: 2/11/2015 1:00:02 – 1 year



UNIVERZITET U NIŠU VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA ŠIRUKOVNIH STUDIJA

Time Interval	From	To	Threats Count
2014 Feb	2/1/2014 12:00:00	2/28/2014 11:59:59	0
2014 Mar	3/1/2014 12:00:00	3/31/2014 11:59:59	0
2014 Apr	4/1/2014 12:00:00	4/30/2014 11:59:59	0
2014 May	5/1/2014 12:00:00	5/31/2014 11:59:59	0
2014 Jun	6/1/2014 12:00:00	6/30/2014 11:59:59	0
2014 Jul	7/1/2014 12:00:00	7/31/2014 11:59:59	0
2014 Aug	8/1/2014 12:00:00	8/31/2014 11:59:59	37
2014 Sep	9/1/2014 12:00:00	9/30/2014 11:59:59	46
2014 Oct	10/1/2014 12:00:00	10/31/2014 11:59:59	251
2014 Nov	11/1/2014 12:00:00	11/30/2014 11:59:59	69
2014 Dec	12/1/2014 12:00:00	12/31/2014 11:59:59	119
2015 Jan	1/1/2015 12:00:00	1/31/2015 11:59:59	301
2015 Feb	2/1/2015 12:00:00	2/28/2015 11:59:59	7
Sum of all (13)			830

Slika 5. Broj otkrivenih virusa u mreži po mesecima.

Cena godišnje licence je u rangu od 20 do 30 evra i svaka radna organizacija ne bi smela da štedi novac na antivirusnim programima jer će ih lečenje posledica koštati neuporedivo skuplje. Neke od posledica koje mogu nastati su: pad operativnog sistema, usporenje mreže, pad pojedinih servisa, gubitak dokumenata, napad na neki server na internetu i dr.

Iz tabela i grafika se vidi da su najviše ugrožene službe koje direktno komuniciraju sa studentima kao što su skriptarnica i sekretarijat. Na pojedinim računarima je zabeleženo više desetina virusa (slika 2.)

Da bi antivirusni softver mogao ispravno da funkcioniše mora se redovno ažurirati sa najnovijim bazama virusa. Preporuka je i da automatska nadogradnja na računarima

bude uključena i da budu instalirane poslednje verzije zakrpa, da bi operativni sistem bio bezbedniji.

Najveći broj virusa je otkrio skener u realnom vremenu, dok je najmanji broj virusa otkrio skener elektronske pošte (slika 3).

LITERATURA

- [1] Subramanya, S.R.; Lakshminarasimhan, N., *Computer viruses*, IEEE Journals & Magazines.
- [2] http://download.eset.com/manuals/eset_ees_6_userguide_enu.pdf.
- [3] <http://www.pcthreat.com/>, 25.10.2015.
- [4] www.virustotal.com, 25.10.2015.

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА СКОСЯВАНЕТО НА ПОСТОЯННИТЕ МАГНИТИ ВЪРХУ ЗАДЪРЖАЩАТА СИЛА НА ЛИНЕЙНИ СИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ

STUDY OF INFLUENCE OF PERMANENT MAGNETS INCLINATION ON DETENT FORCE IN LINEAR SYNCHRONOUS MOTORS

Peter Uzunov, *Mehatronica SC, Raiko Daskalov 7, Gabrovo, Bulgaria.*
Borivoje Milošević, *Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Srbija.*

Резюме - В статията са публикувани резултатите от изследване влиянието на скосяването на постоянните магнити за намаляване на задържащата сила. Това изследване е направено с цел проектиране и конструиране на първия в България линеен синхронен серводвигател с постоянни магнити.

Ключови думи: Линеен синхронен двигател, постоянни магнити, задържаща сила, симулиране, МКЕ.

Abstract - The article presents the results of a study of the impact of permanent magnets inclination for detent force reducing. This study was made in view of the design and construction of the first Bulgarian linear synchronous servo motor with permanent magnets.

Key words: Linear synchronous motor, permanent magnets, detent force, simulation, FEM.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В наши дни линейните синхронни двигатели с постоянни магнити (ЛСДПМ) намират все по-широко приложение в индустриалната автоматизация за задвижване на различни машини, роботи и др. с цел осигуряване на директно линейно движение при висока точност на позициониране.

ЛСДПМ се отличават с висока плътност на двигателната сила, малки топлинни загуби, голяма динамика, висока точност на позициониране и простота в механичната им конструкция. Но те имат един съществен недостатък, дължащ се в пулсациите на двигателната сила поради наличието на две допълнителни сили.

Първата от тях може да се нарече „комутационно-пулсационна сила“ и се появява вследствие наличието на висши хармоници в тока и напрежението, поради захранването на намотките от полупроводниковите инвертори и нееднаквата магнитна проводимост във въздушната междина.

Втората сила се създава от притеглянето между постоянните магнити и феромагнитната сърцевина на подвижната част. Тази сила се стреми да поддържа положението на подвижната част спрямо постоянните магнити и се нарича задържаща сила.

Другите причини за появата на тази вредна сила са ограничената дължина на подвижната част, свързаните с

това „краеви ефекти“ и наличието на зъби на феромагнитната сърцевина.

Поради тези причини задържащата сила може да се разглежда като съставена от две съставки - едната F_{end} , породена от краевите ефекти, а другата – F_{slot} , причинена от наличието на зъби и канали.

Тази втора съставка F_{slot} е подобна на „когинг“ момента при въртящите се електрически машини с постоянни магнити и зависи единствено от геометрията и физическата структура на двигателя.

Затова много важна задача при проектирането на линейните синхронни двигатели с постоянни магнити е ограничаването на задържащата сила. В тази връзка в настоящата публикация се разглежда един от начините за нейното ограничаване при проектирането и конструирането на конкретен линеен серводвигател.

В частта на линейните двигатели, в която са разположени постоянните магнити към тези мерки се отнасят използване на точно определено съотношение между големините на полюсното и каналното деление, промяна широчината на постоянните магнити и разстоянията между тях, скосяване разположението на постоянните магнити [2], използване на постоянни магнити със специална форма и др.

По отношение на частите на линейните двигатели с феромагнитна сърцевина и намотка, навита върху нея, се прилагат следните мерки: използване на полузатворени

канали [3], скосяване на каналите, добавяне на два допълнителни крайни зъба с фаски [4], използване на зъби с различна дължина [5], спазване на точно определено съотношение между широчината на канала и зъба при зъби с правоъгълна форма [5] и др.

2. МОДЕЛИРАНЕ НА СЛДПМ

Обект на изследване в настоящата работа е ЛСДПМ от плосък тип с феромагнитна сърцевина, показан на фиг.1. Неговите технически параметри са дадени в Таблица 1.

На фиг.2 е показан изходния тримерен CAD модел на линейния двигател.

От фиг. 2 се вижда ясно, че зъбите на сърцевината нямат коронки и са с еднаква широчина по цялата дължина. Така се постига по-висока технологичност при направата на концентричните намотки, като бобините им се набиват върху зъба и след това се заливат с епоксидна смола за постигане на механична якост.



Фигура 1. Общ вид на линейния серводвигател.

Таблица 1. Технически параметри на СЛДПМ.

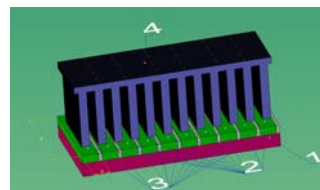
№	Величина	Стойност
1.	Брой на фазите	3
2.	Брой на полюсите	10
3.	Брой на каналите	12
4.	Номинално фазово напрежение, V	70
5.	Магнитна индукция в зъбите и врема на сърцевината, T	1,6
6.	Размери на постоянните магнити, mm	76,2/12,7/6,35
7.	Въздушна междина, mm	1
8.	Полюсно деление, mm	15
9.	Канално деление, mm	12,5
10.	Номинален фазов ток, A	5,3
11.	Двигателна сила, N	185
12.	Скорост, m/s	3
13.	Маса на подвижната част, kg	6,0
14.	К.п.д.	0,6
15.	Фактор на мощността	0,9

Магнитната система на двигателя има сложна конструкция и е направена от магнитни материали, характеризирани със силно изразена нелинейност в магнитните им характеристики.

Това затруднява аналитичното изчисляване на задържащата сила. Нейното изчисляване може да стане най-точно с метода на крайните елементи (МКЕ). Когато в намотките на двигателя няма ток съставлящата на силата по оста Ох, действаща върху подвижната част, представлява именно тази сила. Тя се изчислява за различни положения на подвижната част спрямо постоянните магнити.

При разполагане на постоянните магнити под определен ъгъл спрямо оста на двигателя задачата за анализ на магнитното поле става тримерна. Затова и в

настоящата работа се моделира и анализира тримерното магнитно поле на двигателя. Моделирането на магнитното поле на линейния двигател става на базата на уравненията на Максвел в диференциална форма.



Фигура 2. Тримерен конструктивен модел на магнитната верига на линейния двигател

За моделиране и анализ на тримерното магнитно поле на линейния двигател се използва 3D софтуер за анализ по МКЕ [6].

При него тримерната формулировка на МКЕ се базира на Т-Ω [7] метода, който се отличава от другите методи по това, че позволява крайни елементи от различен ред да съществуват в една и съща мрежа от крайни елементи.

При този метод магнитното поле се представя като сума от две части: градиента на скаларния потенциал и в проводниците – едно допълнително векторно поле, представено с векторно-ръбови крайни елементи. При този метод се спестява значително количество оперативна памет, тъй като задачата в непроводящите области може да се реши със скаларния потенциал на магнитното поле. Освен това при Т-Ω метода не стоят на дневен ред въпросите за сходимост и неустойчивост, както при използването на други формулировки.

При тримерната формулировка първото уравнение на Максвел (закона на Ампер) се удовлетворява строго, докато

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0, \quad (1)$$

се удовлетворява само апроксимационно.

При решаването на тримерната задача във всеки възел векторът се състои от скаларния магнитен потенциал плюс ръбови степени на свобода, свързани с протичащия ток в твърдите проводници [6].

При извеждането на основното уравнение, което се решава тук трябва да се започне с второто уравнение на Максвел

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad (2)$$

без да се включват членовете, свързани с движението на средата.

Използват се също и следните тензорни връзки между векторите на полето

$$\vec{B} = \mu \vec{H}; \quad (3)$$

$$\vec{E} = \left(\gamma + \varepsilon \frac{\partial}{\partial t} \right) \vec{J}. \quad (4)$$

В (4), \vec{J} е пълният ток, който се дава с уравнението

$$\vec{J} = \vec{J}_\gamma + \vec{J}_D = \gamma \vec{E} + \varepsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}, \quad (5)$$

в което се предполага, че тензорът на диелектричката проницаемост ε не зависи от времето.

От уравнения (2), (3) и (4) и първото уравнение на Максвел

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{J}, \quad (6)$$

се получава

$$\vec{\nabla} \times \left[\left(\sigma + \varepsilon \frac{\partial}{\partial t} \right)^{-1} \vec{\nabla} \vec{H} \right] + \mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} = 0. \quad (7)$$

Източниците на ток I_K , с напречно сечение S_K и граничен контур L_K налагат ограниченията

$$\iint_{S_K} \vec{J}_\gamma d s = I_K. \quad (8)$$

Следва, че

$$\iint_{S_K} \vec{\nabla} \vec{H} d s = \oint_{L_K} \vec{H} d \vec{l} = I_K. \quad (9)$$

Векторът на интензитета на магнитното поле \vec{H} се получава като се реши уравнение (7). След това магнитната индукция \vec{B} и плътността на тока \vec{J} се получават от (3) и първото уравнение на Максвел (6).

За непроводяща среда се решава първото уравнение на Максвел

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J}_S, \quad (10)$$

където \vec{J}_S е токовата плътност на евентуална бобина $\vec{J}_S = 0$ (вън от навивките на бобината). Тогава за интензитета на магнитното поле \vec{H} може да се запише

$$\vec{H} = -\vec{\nabla} V_M + \vec{H}_S, \quad (11)$$

където \vec{H}_S е произволен ток източник, който удовлетворява уравнението

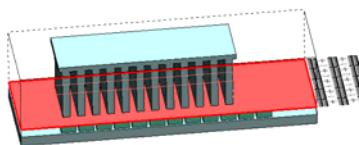
$$\vec{\nabla} \times \vec{H}_S = \vec{J}_S, \quad (12)$$

и скаларният потенциал V_M е такъв, че

$$\vec{\nabla} \vec{B} = \nabla [\mu (-\vec{\nabla} V_M + \vec{H}_S)] = 0. \quad (13)$$

Използва се итеративна процедура за да се намери източник на полето, който да удовлетворява (13). Скаларният потенциал на магнитното поле V_M се получава като се реши уравнение (13) и след това \vec{H} , \vec{B} and \vec{J} се получават съответно от (11), (3) и (6).

На фиг. 3 е показан примерния модел на линейния двигател за анализ на магнитното поле с МКЕ.



Фигура 3. Примерен модел по МКЕ за изчисляване на задържащата сила.

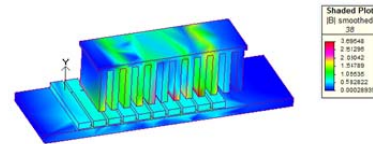
Модела е параметризиран по положението (координата x) на феромагнитната сърцевина спрямо постоянните магнити за да се симулира движението. Задават се стойности на преместването ѝ с еднаква стъпка от 0,5 mm в рамките на едно полюсно деление 15 mm т.е. един период на изменение на съпротивителната сила.

Във връзка със симулиране преместването на подвижната част задачата за анализа на магнитното поле се решава при следните гранични условия:

а) подвижната и неподвижната част се обграждат с две различни „Air box” [6], които се допират точно по повърхността, лежаща на средата на въздушната междина (селектирана в червено на фиг. 3);

б) по повърхностите на двете „Air box”, с които те се допират, се задават „Odd periodic boundary conditions” [6].

За да се намали времето, необходимо за решаването на 3D задача се задават линейни свойства на магнитните материали. Право за това дава факта, че задържащата сила не зависи от нелинейността на магнитните свойства, а най-вече от геометрията на магнитната система.



Фигура 4. Разпределение на магнитната индукция за $x=15$ mm

Разпределението на магнитната индукция, получено за определено преместване на подвижната спрямо неподвижната част, е показано на фиг. 4.

По резултатите от изпълнението на програмата се построява зависимостта на задържащата сила от позицията на подвижната част в рамките на едно полюсно деление $F_{det}=f(t)$, показана на фиг.6,б за 0^0 – т.е. отсъства скосяване на магнитите.

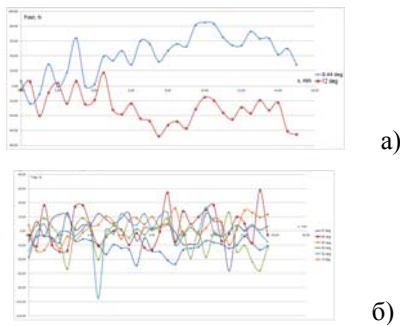
Определянето на оптималния ъгъл става с помощта на МКЕ. Променя се ъгъла на скосяване с определена стъпка и се търси стойността му при която, изчислената на базата на резултатите от анализа на магнитното поле съставка на силата върху подвижната част по оста Ox при отсъствие на ток в намотката на двигателя, е минимална. Започва се от $\alpha = 9,44^0$ тъй като той съответства на скосяване на постоянните магнити на едно канално деление.

Тъй като задачата е примерна се използва и примерен числен модел за анализ на стационарното магнитно поле на двигателя в областта, показана на фиг. 5.

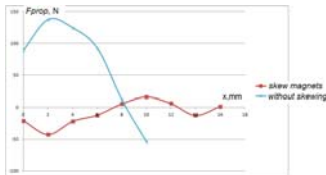
От направените изследвания се установява, че при скосяване на постоянните магнити на ъгъл $\alpha = 30^0$ се постига най-голямо намаляване големината на съпротивителната сила (фиг.5).

Ако обаче, се изчисли и двигателната сила при скосяване на магнитите на ъгъл $\alpha = 30^0$ се получава значително намаляване на двигателната сила в сравнение

с отсъствие на скосяване, показано на Фиг.6. Същото се потвърждава и от изследванията, публикувани в литературните източници [1Error! Reference source not found.].



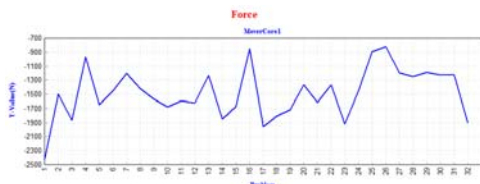
Фигура 5. Зависимост на задържащата сила от положението на подвижната част при различен ъгъл на скосяване $\alpha = 30^\circ$.



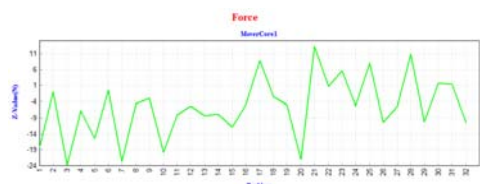
Фигура 6. Сравнение между двигателните сили със скосяване на магнитите.

Анализа на магнитното поле на двигателя в тримерния случай дава възможност да се изчисли и силата на притегляне на феромагнитната сърцевина към постоянните магнити, чието познаване дава възможност за правилното оразмеряване на линейната направляваща. Тя е равна на съставката на силата върху подвижната част по оста Oy , изчислена с МКЕ (фиг.7).

Освен това при скосяването на постоянните магнити под определен ъгъл се получава компонента на електромагнитната сила по оста Oz , действаща върху подвижната част, която е показана на фиг. 8. Тя също се изчислява на базата на резултатите от анализа на магнитното поле с МКЕ.



Фигура 7. Зависимост на съставка на силата върху подвижната част по оста Oy от положението на подвижната част спрямо постоянните магнити при ъгъл на скосяване $\alpha = 30^\circ$.



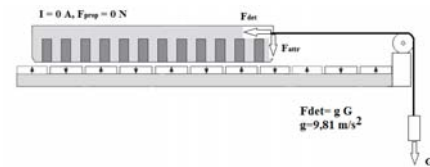
Фигура 8. Съставка на силата върху подвижната част

по оста Oz при $\alpha = 30^\circ$.

Тази съставка натоварва допълнително линейната направляваща перпендикулярно на посоката, по която се движи подвижната част на ЛСДПМ и влошава неговата динамика. Тя трябва да се има предвид от проектантите и конструкторите на този тип линейни двигатели при избора на линейната направляваща.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ

За потвърждение на резултатите от изчисляването на задържащата сила на двигателя F_{det} с МКЕ трябва да се направи експериментално изследване на прототипа на двигателя с цел да се измери тази сила. Както бе отбелязано преди, тази сила действа дори когато през намотките му не протича ток $I = 0$ А. Предвид на това тя може лесно да бъде измерена и ще бъде равна на приложената сила, под чието действие подвижната част се задвижва в желаната посока, без намотката да е захранена с напрежение от драйвера. За измерването ѝ се използва кинематичната схема от фиг.9, а натоварването на подвижната част става с помощта на калибрирани тежести.



Фигура 9. Кинематична схема.

Резултатите от измерванията са оформени в Таблица 2.

Таблица 2. Стойности на задържащата сила от изчисление с МКЕ и експеримента.

Величина	Изчисление с МКЕ	Опит	Относителна грешка, $\epsilon_m\%$
Максимална стойност на задържащата сила, N	30	26,2	-14,5

В тази таблица е направено сравнение с резултатите от изчисленията с МКЕ в резултат на което се установява доброто им съвпадение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] A N. Wavre, US 5642013, Permanent-magnet synchronous motor, ETEL SA, 1997.
- [2] J. F Gieras, Zbigniew J. Piech, *Linear Synchronous Motors: Transportation and Automation Systems*, Taylor & Francis, 1999.
- [3] Ki-Chae Lim, Joon-Keun Woo, Gyo-Hong Kang, Jung-Pyo Hong, Gyu-Tak Kim, Detent Force Minimization Techniques in Permanent Magnet Linear Synchronous Motors, *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. 38, 2002, pp.1157-1160.
- [4] Ghislain Remy, Guillaume Krebs, Abdelmounaïm Tounzi, Pierre-Jean Barre, Detent Force Calculations of a PMLSM using the Finite Element Method, *IEEJ Trans. EIS*, Vol. 124, No.1, 2004.

JAČANJE KAPACITETA VISOKOG OBRAZOVANJA KROZ RAZVOJ KURIKULUMA U SARADNJI SA PRIVATNIM I JAVNIM SEKTOROM

CAPACITY BUILDING IN THE FIELD OF HIGHER EDUCATION THROUGH CURRICULA DEVELOPMENT IN PARTNERSHIP WITH PUBLIC AND PRIVATE SECTOR

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

Sadržaj – *Savremeni pristup razvijanja novih studijskih programa podrazumeva širu analizu i sveobuhvatnost sektora privrede i visokog obrazovanja. Početne analize rezultata studijskih programa u Republici Srbiji i regionu, treba da pokažu prednosti i nedostatke postojećih studijskih programa i potrebu tržišta za novim kadrovima. Postupak kreiranja studijskih programa treba da bude sveobuhvatan, da bude baziran na realnim podacima i da ga prati analiza efekata uspešnosti. Drugim rečima, potrebno je da novi studijski programi koji idu u akreditaciju, budu zasnovani na opšte prihvaćenim metodama baziranim na nizu koraka, kojima se na analitički i sistematičan način, daju odgovori na pitanja koja se tiču pozitivnih efekata. Ovaj rad ima za cilj predstavljanje projekta za unapređenje stanja u oblasti inženjerstva zaštite životne sredine -upravljanja otpadom, kroz razvoj partnerstva visokog obrazovanja sa privatnim i javnim sektorom . Osnovni cilj jeste, omogućavanje ubrzanog transfera znanja, kompetencija i tehnologija, kroz razvoj modernih kurikuluma.*

Ključne reči: Kurikulum, inženjerstvo zaštite životne sredine, upravljanje otpadom, transfer tehnologije, transfer znanja.

Abstract - *Modern approach to new programmes development involves a broader analysis and comprehensiveness of the corporate sector and higher education. Initial analysis of the results of the study programs in the Republic of Serbia and the region, need to demonstrate the advantages and disadvantages of existing study programs and the market need for new personnel. The process of curricula creation should be comprehensive, based on real data and accompanied by analysis of the effects of performance. In other words, it is necessary that the new study programmes in accreditation are based on generally accepted methods based on a series of steps, which are analytical and systematic way, provide answers to questions lies the positive effects. This paper aims to present the project for improvements in the field of environmental engineering - waste management, through the development of partnerships between higher education and public and private sector. The main goal is, to enable rapid transfer of knowledge, competencies and technologies, through the development of modern curricula.*

Key words: Curricula, environmental engineering, waste management, technology transfer, knowledge transfer.

1. UVOD

Polazeći od toga da Strategija upravljanja otpadom Republike Srbije za period 2010. – 2019. godine [1] predstavlja osnovni dokument koji obezbeđuje uslove za racionalno i održivo upravljanje otpadom na nivou Republike Srbije, logično je očekivati da ista bude i podržana većim brojem implementacionih planova za upravljanje posebnim tokovima otpada (biorazgradivi, ambalažni i drugi). Utvrđivanje ekonomskih instrumenata i finansijskih mehanizama je neophodno kako bi se osigurao sistem za domaća i inostrana ulaganja u dugoročno održive aktivnosti. Potrebno je

naglasiti da Strategija razmatra potrebe za institucionalnim jačanjem, razvojem zakonodavstva, sprovođenjem propisa na svim nivoima, edukacijom i razvijanjem javne svesti, što u ovom trenutku u Republici Srbiji nije slučaj.

U ovom radu prikazan je mogući doprinos visokog obrazovanja u ovoj oblasti kroz korišćenje dostupnih fondova EU – EACEA, a koji je sagledan kroz realizaciju projekta iz grupe 2, „Jačanje kapaciteta visokog obrazovanja“. Projekat pod nazivom „The waste management curricula development through public&private partenrship“ 561821-EPP-1-2015-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP, [2] odobren je za finansiranje od strane EACEA u 2015.godini. Konzorcijum projekta čine

deset visoko obrazovnih ustanova (pet iz Republike Srbije, četiri iz EU i jedna ustanova visokog obrazovanja iz Republike Makedonije), kao i i tri partnera iz privrede (jedan iz javnog i dva iz privatnog sektora).

2. AKTUELNO STANJE U SEKTORU UPRAVLJANJA OTPADOM U REPUBLICI SRBIJI

Uloga visokog obrazovanja u razvoju privrede regiona, ogleda se na prvom mestu u efikasnom transferu tehnologija i znanja ka privredi. Nove tehnologije i znanja, treba da budu u službi privrednog razvoja, sa ciljem poboljšanja efikasnosti i produktivnosti iste i spremnosti da se odgovori tehnološkim izazovima koj su iz dana u dan sve zahtevniji. Problemi upravljanja otpadom, u sklopu održivog razvoja i direktiva EU, same po sebi predstavljaju izazov, koji traži multidisciplinarni odgovor.

Zvanična politika Republike Srbije je priključenje EU, pa u skladu sa tim, i svi sistemi upravljanja otpadom moraju da uključe glavne zahteve EU direktiva iz ove oblasti [3]. Dva ključna zahteva su: da se otpad ne može deponovati a da prvo nije tertian i drugi je da se količina biorazgradivog otpada mora smanjiti u narednom periodu u odnosu na količinu koja je deponovana 1996. Ova dva zahteva su inkorporirana u uvodim delovima svih strateških planova u Republici Srbiji. Prema statističkim podacima, do 2009. godine, manje od 60% stanovništva Srbije je bilo obuhvaćeno organizovanim sakupljanjem i odnošenjem otpada. Sada je taj broj povećan na 72%, a nadležni očekuju da se do kraja 2015. godine ostvari procenat od 75 % predviđen Strategijom upravljanja otpadom.

Potrebno je istaći da je u Republici Srbiji na snazi Zakon o upravljanju otpadom [4] koji je jasno definisao potrebu za lokalnim i regionalnim planovima upravljanja otpadom. Ovaj Zakon je pružio priliku da se pokrene i privrednin razvoj u ekonomski slabije razvijenim regionima, uvođenjem selekcije i reciklaže određenih frakcija otpada.

Mreža reciklažnih centara u Republici Srbiji je u ekspanziji. Tokom 2012, napravljeni su ambiciozni planovi po kojima je planirano otvaranje 30 centara za separaciju i selekciju otpada u Srbiji uz već postojećih 17. Međutim, potrebno je istaći da većina od pomentih centra se isključivo bavi sekundarnom selekcijom otpada, dok se primarna selekcija otpada primenjuje samo u Indiji, Užicu i delom u Zaječaru.

Dovoljno je istaći da prema zvaničnim podacima u Republici Srbiji postoji samo sedam ovlašćenih ustanova koje se bave ispitivanjem otpada. Grupaciji za reciklažu metalnih otpadaka i ostataka (najbrojnija) ima 63 registrovana pravna subjekta, što u odnosu na primere dobre prakse u regionu i šire nije dovoljno. Razlozi su višestruki, a dobar deo odgovornosti leži u nedovoljnoj pokrivenosti ove oblasti unutar sistema visokog obrazovanja. Do sad je u Srbiji dozvole za upravljanje otpadom (sakupljanje, transport, tretman, skladištenje i odlaganje), dobilo preko 1000 operatera.

Doprinos visokog obrazovanja u ovoj oblasti ne može se smatrati adekvatnim. Pažljiva analiza rezultata akreditacije studijskih programa u proteklom periodu ukazuje da u Republici Srbiji u sistemu visokog obrazovanja ne postoji ni jedan akreditovani studijski program iz oblasti upravljanja otpadom, pa čak ni jedan modul. Oblast upravljanja otpadom je pokrivena sa maksimalno tri do četiri predmeta među

kojima su obavezno pojavljuju predmeti iz oblasti reciklažnih tehnologija. U okviru sektora strukovnog obrazovanja ova oblast se izučava u sklopu studijskih programa iz oblasti zaštite životne sredine na ukupno dvanaest ustanova i to kroz maksimalno tri predmeta.

3. DOPRINOS VISOKOG OBRAZOVANJA UNAPREDJENJU STANJA U SEKTORU SISTEMSKOG UPRAVLJANJA OTPADOM U REPUBLICI SRBIJI

Definitivno, visoko obrazovanje treba da preuzme svoju ulogu i da kroz transfer znanja i tehnologija sa jedne strane i podizanja šire društvene svesti sa druge, unapredi stanje u ovoj oblasti. Kroz jačanje kapaciteta u oblasti visokog obrazovanja, pet visokoškolskih ustanova strukovne orijentacije: Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Visoka tehnička škola strukovnih studija Novi Sad, Visoka tehnička škola strukovnih studija Arandelovac, Visoka škola za elektrotehniku i računarstvo Beograd i Politehnička škola strukovnih studija iz Beograda u narednom periodu zajednički će reformisati postojeće i akreditovati nove kurikulume na prvom i drugom stepenu studija iz oblasti upravljanja otpadom. (Moduli na osnovnim, a novi studijski programi na specijalističkim i master studijama). Ciljevi novih studijskih programa biće u skladu sa poboljšanjem stanja u ovoj oblasti i imaće za cilj implementaciju novih metoda, odnosno obezbeđenje efikasnog transfera znanja, veština i tehnologija u ovoj oblasti.

Kurikulumi će biti zasnovani na primerima dobre prakse visoko obrazovnih ustanova zemalja iz EU, koje imaju evidentne uspehe u ovoj oblasti. Nastavni materijali odgovoriće aktuelnostima iz ove oblasti i biće praćeni savremenim informatičkim metodama učenja. Takođe, predviđeno je pokretanje jedinstvenog internet portala koji će pratiti aktuelnosti u ovoj oblasti, a biće usmeren ka podizanju opšte svesti stanovništva o značaju unapredjenja stanja u ovoj oblasti, kao i stručnim, odnosno privrednim subjektima. Ovo poslednje imalo bi za cilj, unapređenje tehničko tehnoloških rešenja i njihovo brže uključjenje u privredne procese. Takođe je, u okviru projekta, predviđeno razvijanje savremene baze podataka sa pregledom softverskih okruženja, tehničkih rešenja, i pregleda stanja u pogledu primarne selekcije otpada po regionima u Srbiji. Cilj razvijanja ovakve baze podataka, je i podsticanje lokalnih samouprava da aktivnije pristupe ispunjenjima svojih obaveza definisanih Strategijom.

Posebna pažnja, u okviru projekta je posvećena, kreiranju novih programa praktičnog osposobljavanja zaposlenih u ovoj oblasti kroz kurseve, seminare i stručna predavanja, u cilju povećanja njihove produktivnosti i pripreme za uvodjenje novih tehničko-tehnoloških rešenja. Takođe je predviđeno da se posebna pažnja posveti učenicima osnovnih i srednjih škola kroz interesantna edukativna predavanja i radionice, kako bi učenici stekli osnovna znanja i rane navike da prepoznaju reciklabilni otpad i vrše primarnu selekciju otpada u svojim domaćinstvima. Projektom bi se dotakla i marginalizovana populacija skupljača sekundarnih sirovina sa ciljem podizanja njihove ekološke svesti.

Unapređenje u ovoj oblasti zahteva i veću stručnu podršku privrednim subjektima što bi se ostvarilo kroz osnivanje centara za upravljanje i ispitivanja otpada u Nišu, Arandelovcu i Novom Sadu, koji bi vršili odgovarajuća merenja i

ispitivanja u skladu sa standardima. Konačno, posebna pažnja bi se posvetila saradnji i razvoju partnerskih odnosa sa privrednim subjektima i to kroz: kreiranje efikasnog modela stručne prakse, primene znanja i veština i zajedničkim nastupima ka trećim licima.

Na osnovu izloženog okvirno su definisani kako opšti, tako i specifični ciljevi koje je potrebno ostvariti u narednom periodu trajanja projekta od tri godine. Opšti cilj predstavlja unapredjenje stanja u oblasti upravljanja otpadom kroz razvoj partnerstva visokog obrazovanja i privrede u smislu omogućavanja tj. ubrzavanja transfera znanja, kompetencija i tehnologija, kroz razvoj modernih kurikula zasnovanih na relanim potrebama za kompetentnom radnom snagom u cilju

razvoja društva, regiona i smanjenja siromaštva. Specifični ciljevi se odnose na unapredjenje saradnje, i implementaciju tehničkih i tehnoloških rešenja, primena IKT tehnologija, povećanje stepena informatičke pismenosti u ovoj oblasti, i stvaranje mogućnosti za stručno usavršanje zaposlenih

4. PLANIRANE AKTIVNOSTI U OKVIRU PROJEKTA

Radi postizanja predviđenih opštih i specifičnih ciljeva, koncipiran je niz aktivnosti koje su razvrstane u 7 radnih paketa. Radni paketi su podeljeni u 5 grupa: priprema, razvoj, doprinos IKT tehnologija unapredjenju kvaliteta nastavnog procesa, diseminacija i kontrola kvaliteta. U tabeli 1 prikazani su radni paketi i aktivnosti predviđeni projektom.

Tabela 1 Pregled aktivnosti i radnih paketa predviđenih projektom.

Broj paketa	Aktivnosti	Podaktivnosti
WP1 (priprema)	Analiza postojećih kapaciteta u visokom obrazovanju u oblasti upravljanja otpadom	Analiza postojećih studijskih programa iz oblasti upravljanja otpadom u visokom obrazovanju u Republici Srbiji i EU.
		Analiza postojećih kapaciteta (infrastruktura, postrojenja, laboratorije, radna snaga) u oblasti upravljanja otpadom u Republici Srbiji.
		Komparativna analiza studijskih programa iz oblasti upravljanja otpadom u visokom obrazovanju u Republici Srbiji i EU.
		Definisanje znanja, veština i kompetencija koje treba da steknu studenti i trenutno zaposleni u oblasti upravljanja otpadom.
		Analiza metodoškog pristupa pri razvijanju kurikuluma, programa i kurseva.
		Definisanje modela studentske prakse
WP2 (razvoj)	Priprema nastavnog materijala i portfolija novih kurikuluma i programa iz oblasti upravljanja otpadom	Studijska poseta visokoobrazovnim ustanovama partnera iz EU
		Razvijanje mreže zainteresovanih strana – akademskog osoblja i stručnog osoblja iz oblasti upravljanja otpadom.
		Razvijanje nastavnog materijala.
		Nabavka i instalacija potrebne opreme.
		Razvijanje novih kurikuluma u visokoobrazovnim ustanovama partnera iz Srbije.
WP3 (razvoj)	Razvoj nove IKT platforme za stručno usavršavanje i učenje iz oblasti upravljanja otpadom	Usvajanje novog metodološkog pristupa u realizaciji kurikuluma i prezentacija svim zainteresovanim stranama.
		Razvoj nove IKT platforme za interaktivno stručno usavršavanje i učenje iz oblasti upravljanja otpadom.
		Razvoj portfolija kurseva zasnovanih na IKT platform za stručno usavršavanje zaposlenih u oblasti upravljanja otpadom.
		Razvoj i promocija IKT portal i baze podataka svim zainteresovanim stranama iz oblasti upravljanja otpadom.
WP4 (primena)	Implementacija novih kurikuluma i modernizacija studijskih programa iz oblasti upravljanja otpadom	Implementacija razvijenih modula / predmeta / nastavnih jedinica u kurikulumu i studijske programe.
		Implementacija razvijenog modela stručne prakse.
		Akreditacija novih studijskih programa.
WP5 (diseminacija)	Diseminacija	Razvijanje plana diseminacije projekta.
		Osnivanje centra za zaštitu životne sredine.
		Razvijanje, održavanje i promocija WEB sajta projekta, kao i IKT portal i baze podataka.

		Održavanje kurseva partnerima iz privrede i ostalim zainteresovanim.
		Razvijanje promo materijala, android aplikacija i kampanja.
		Edukacija marginalizovanih grupa iz oblasti upravljanja otpadom.
WP 6 (kontrola kvaliteta)	Kontrola kvaliteta	Razvijanje i usvajanje mehanizama za kontrolu kvaliteta projekta i izveštavanja o aktivnostima projekta prema predviđenom planu.
		Sprovođenje interne i eksterne analize rezultata projekta.
		Inter project coaching
		Evaluacija održanih kurseva
WP 7	Upravljanje	Priprema i organizacija sastanaka konzorcijuma, radnih grupa.
		Razvijanje upravljačkih procedura
		Upravljanje, administracija

5. DOPRINOS VISOKOG OBRAZOVANJA UNAPREDJENJU STANJA U SEKTORU SISTEMSKOG UPRAVLJANJA OTPADOM U REPUBLICI SRBIJI

U okviru projekta predviđeni su indikatori za praćenje uspešnosti realizacije postavljenih ciljeva. Ključni indikatori koji se odnose na opšti cilj su:

- Broj diplomiranih studenata na studijskom programu i broj obučeni zaposleni iz oblasti upravljanja otpadom.
- Poboľšan nivo strukovnih profesionalnih veština diplomiranih studenata.
- Broj kampanje za podizanje svesti u oblasti upravljanja otpadom, prilagođen različitim ciljnim grupama u društvu.

Ključni indikatori koji se odnose na specifične ciljeve su:

- Razvoj novih i modernizaciju postojećih programa i / ili predmeta iz oblasti upravljanja otpadom.
- Količina nastavnog materijala iz oblasti upravljanja otpadom.
- Kursevi za stručno usavršavanje i obuku zaposlenih.
- Razvoj nove IKT platforme za praktičnu obuku i učenje iz oblasti upravljanja otpadom.
- Stvaranje baze podataka o određenim tehnološkim / organizacionim izazovima u oblasti upravljanja otpadom.
- Broj kompanija u oblasti upravljanja otpadom, u kojima su studenti obavljali stručnu praksu ili našli zaposlenje.
- Broj završnih / diplomskih / specijalističkih radova iz oblasti upravljanja otpadom.

- Broj sprovedenih kampanja i evidencija (ili procenama) učesnika.

6. ZAKLJUČAK

Uloga visokog obrazovanja u razvoju privrede regiona, ogleda se na prvom mestu u efikasnom transferu tehnologija i znanja ka privredi. Nove tehnologije i znanja, treba da budu u službi privrednog razvoja, sa ciljem poboljšanja efikasnosti i produktivnosti iste i spremnosti da se odgovori tehnološkim izazovima koji su iz dana u dan sve zahtevniji. Akreditacija novih studijskih programa iz oblasti upravljanja otpadom doprineće poboljšanju zaštite životne sredine i održivom razvoju. Problemi upravljanja otpadom, u sklopu održivog razvoja i direktiva EU, same po sebi predstavljaju izazov i jedini adekvatan odgovor na isti, jesu multidisciplinarna odnosno interdisciplinarna rešenja. Definitivno, visoko obrazovanje treba da preuzme svoju ulogu i da kroz transfer znanja i tehnologija sa jedne strane, i podizanje šire društvene svesti sa druge, unapredi stanje u ovoj oblasti.

LITERATURA

- [1] Republika Srbija, *Strategija upravljanja otpadom za period 2010. – 2019. godine*, Službeni glasnik RS br. 29/10, Beograd, 2010.
- [2] Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, *Projekat „Waste management curricula development in partnership with public and private sector“*, 561821-EPP-1-2015-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP, www.WaMPPP.vtsnis.edu.rs, 2015.
- [3] *Directive 2008/98/EC on waste (Waste Framework Directive)*, Official Journal of the European Union, Strasbourg, 2008.
- [4] Republika Srbija, *Zakon o upravljanju otpadom*, Službeni glasnik RS br. 36/2009 i 88/2010, Beograd, 2009.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕРМО-СТРУЈНИХ ПРОЦЕСА У РАЗМЕЊИВАЧУ ТОПЛОТЕ СА ПЕРФОРИРАНИМ ПЛОЧАМА

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THERMAL AND FLUID FLOW PROCESSES IN A PERFORATED PLATE HEAT EXCHANGER

Младен Томић, *Висока техничка школа струковних студија, Александра Медведева 20, Ниш.*

Садржај - Потреба за компактним размењивачима топлоте је довело до развоја многих врста конвективних површина које имају за циљ побољшање процеса преноса топлоте, међу њима и размењивачима топлоте са перфорираним плочама, такође познат и као *Matrix Heat Exchangers*. Размењивачи топлоте са перфорираним плочама се састоје од низа перфорираних плоча, који су међусобно одвојени низом дистанцера. У овом раду се истражује процес размене топлоте у једној конструкцији пакета перфорираних плоча. Перфориране плоче су дебљине 2 mm, са отворима пречника 2 mm и порозности плоче од 25,6%. Пакет перфорираних плоча је постављена у каналу експерименталне коморе на чијем улазу се налази потисни вентилатор са контролисаним протоком. Мерени су протоци и температуре флуида на улазу и излазу из коморе, као и температуре ваздуха између плоча и профил температурног поља плоче на унапред дефинисаним локацијама у пакету и експерименталној комори.

Кључне речи: Пренос топлота. Перфориране плоче. Размењивачи топлоте.

Abstract - The need for compact heat exchangers has led to the development of many types of surfaces that enhance the rate of heat transfer, among them and perforated plate heat exchangers, also known as *Matrix Heat Exchangers*. The perforated plate heat exchangers consist of a series of perforated plates which are separated by a series of spacers. The present study investigates the heat transfer characteristics of the package of perforated plates. Perforated plates were 2 mm thick, with holes with 2 mm in diameter and porosity of 25.6%. The package of perforated plates was set in the channel of the experimental chamber at which entrance was a thrust fan with the ability to control the flow. The fluid flow rates, the temperatures of the fluids at the inlet and outlet of the chamber, as well as the temperature of air between the plates and temperature profile of the plate, were measured at the pre-defined locations in the package and the experimental chamber.

Key words: Heat transfer. Perforated plates. Heat Exchangers.

1. УВОД

Једна од најважнијих особина размењивача топлоте, је поред високе ефикасности и компактност, односно морају да имају висок однос активне површине и запремине. Овим се се лакше контролише излагање размењивача топлоте окружењу. Уређаји са мањом масом имају и мању топлотну инерцију, што је од посебне важности за расхладне уређаје који раде на температурама блиским температури течног хелијума. Потреба постизања високе ефикасности и високог ниво компактности истовремено довела је до појаве размењивача топлоте са перфорираним плочама или како се још називају у странијој литератури *Matrix Heat Exchangers (MHE)* [1]. Ови размењивачи топлоте се састоје од пакета перфорираних плоча са мноштвом отвора кроз које струје грејни и грејани флуид омогућавајући тиме висок интензитет преноса топлоте. Размењивачи топлоте овог

типа могу имати и до 6000 m²/m³ односа конвективне површине и запремине [2,3].

Године 1965. објављена је опсежна студија о конвективном преносу топлоте и падовима притиска за осам различитих перфорираних површина [4]. Добар преглед литературе о термо-струјним процесима у размењивачима топлоте са перфорираним плочама се могу наћи у радовима Венкатаратхнама (Venkataratham) [2,3] и Рагаба (Ragab) [5].

У овом раду су испитни термо-струјни процеси на ваздушној страни размењивача топлоте са перфорираним плочама типа ваздух/вода. Истраживање је извршено над пакетом од једне, две и три перфориране плоче порозности 25,6%.

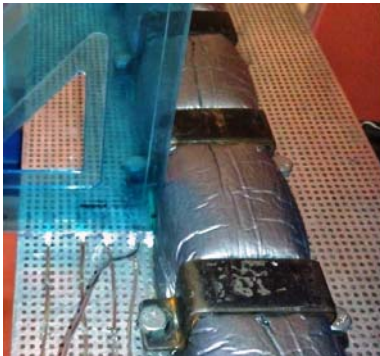
2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ

У експерименталном делу истраживања испитивани су размењивачи топлоте са перфорираним плочама чије су димензије 740x145 mm. Плоче порозности 25,6% и дебљине 2 mm, са коридорним распоредом кружних отвора пречника 2 mm смештене су у каналу експерименталне коморе (Слика 1.). Сама плоча је подељена на две зоне, централну зону кроз коју струји вода и периферну зону, кроз коју струји ваздух. Зоне су међусобно раздвојене помоћу заптивки. Пакет плоча је преко цеви повезан са котлом, чија се снага може подешавати преко варијабилног трансформатора у опсегу од 0 до 6 kW. Топла вода, која је грејни флуид, улази у пакет преко прикључка, пролази кроз колектор димензија 600x40 mm и дистрибуира се по централном делу плоче. При том се топлота размењује конвективно између воде и плоче и даље се кондукцијом простира ка ободу плоче, где долази у контакт са хладнијом ваздушном струјом, на коју се преноси, и напослетку са ваздушном струјом напушта размењивач.

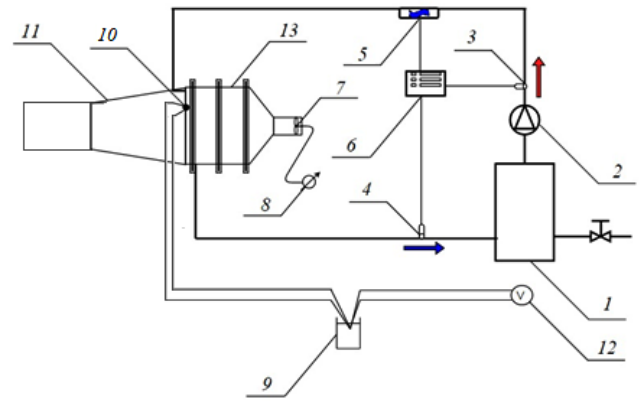


Слика 1. Изглед испитиване плоче са заптивкама.

За потребе одређивања коефицијента прелаза топлоте појединачне перфориране плоче формирана је мерна плоча. На мерну плочу је постављено 11 термопарова - по 5 на свакој страни плоче (Слика 2.) и један као контролни за процену грешке мерења. Главице термопарова су заливане термалном пастом како би се осигурао термички контакт између термопаровима и плоче. Поред температура плоче, мерене су и температуре ваздуха на улазу и излазу из експерименталне коморе, као и између плоча у пакету. У току сваког експеримента мерени су протоци флуида, падови притисака и температуре флуида на улазу и излазу из апарата. Такође су мерене и локалне температуре ваздуха између плоча на унапред дефинисаним локацијама у размењивачу топлоте помоћу термопарова, као и локалне температуре на површини мерне плоче, такође помоћу термопарова.



Слика 2. Постављање термопарова.



Слика 3. Мерна инсталација: 1 – котло, 2 – циркулациона пумпа, 3,4 – pt 100 сонде, 5 – ултразвучни мерач протока воде, 6 – Камstrup аквизициона јединица, 7 – вентилатор, 8 – регулатор броја обртаја вентилатора, 9 – хладни крај, 10 – термопар, 11 – Alnor balometer за мерење протока ваздуха, 12 – милivolтметар Hewlett-Packard 3468A, 13 – ваздушни канал са пакетом перфорираних плоча.

Хладни крај термопарова је добијен као смеша воде и леда. Мерења су спровођена искључиво по постизању стационарног стања, односно када је промена температуре воде мања од 0,1 K у временском интервалу од 10 min [6].

Шема експерименталне инсталације је приказана на слици. 3. Експериментална истраживања су заснована на следећим претпоставкама:

- Прва плоча у пакету од две плоче се понаша као прва плоча у пакету две или више плоча;
- Друга плоча у пакету две плоче се понаша као последња плоча у пакету две или више плоча;
- Друга плоча у пакету од три плоче се понаша као међуплоча у пакету од три или више плоча.

У складу са овим претпоставкама је и варирана позиција мерне плоче у пакету.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Резултати мерења температураог поља перфориране плоче на узводној и низводној страни у пакету са једном и три перфориране плоче су приказани на сликама 4 и 5, а просечна температура ваздуха у пакету перфорираних плоча је приказан на слици. 6.

Топлотна снага \dot{Q}_w на воденој страни је једнака

$$\dot{Q}_w = \rho_w \dot{V}_w c_w \Delta T_w. \quad (1)$$

Слично томе, топлотна снага на ваздушној страни је једнака

$$\dot{Q}_L = \rho_L \dot{V}_L c_p \Delta T_L. \quad (2)$$

Топлотна снага пакета перфорираних плоча је одређена као аритметичка средина ове две вредности

$$\dot{Q}_{av} = \frac{\dot{Q}_L + \dot{Q}_w}{2} \quad (3)$$

док је грешка мерења одређена као

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{(\dot{Q}_{av} - \dot{Q}_L)^2 + (\dot{Q}_{av} - \dot{Q}_w)^2}{\dot{Q}_{av}^2}}, \quad (4)$$

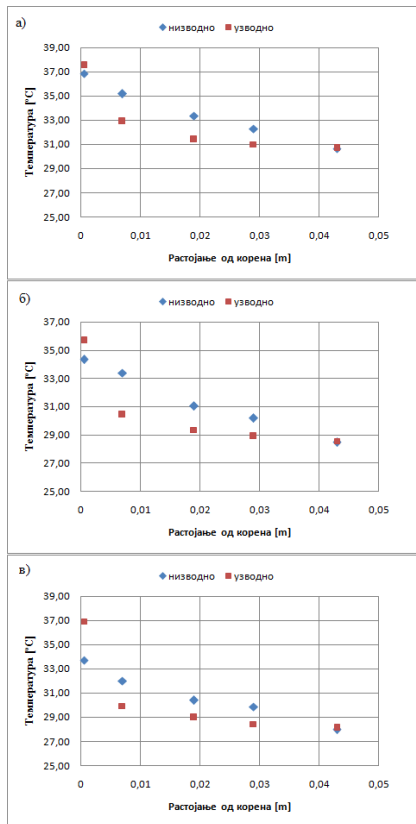
при чему су за анализу су коришћена само мерења код којих је грешка мања од 10%. Уколико су познати топлотна снага \dot{Q}_{av} , и размењивачка површина на страни једног од флуида A , може се одредити средњи коефицијент прелаза топлоте са стране тог флуида као

$$\alpha = \frac{\dot{Q}_{av}}{A\Delta\theta}, \quad (5)$$

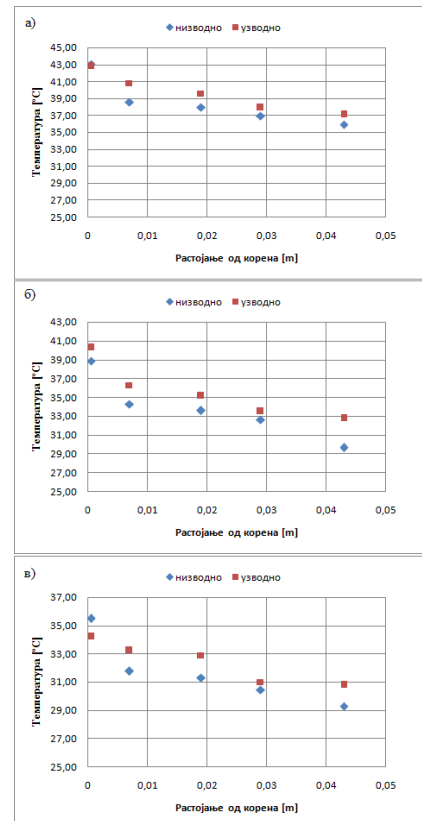
где је $\Delta\theta$ разлика између средње температуре ваздуха и температуре перфорираних плоча. Слично томе се може одредити и коефицијент прелаза топлоте за појединачну плочу у пакету као

$$\alpha = \frac{\dot{m}c_p\Delta T}{A\Delta\theta}, \quad (6)$$

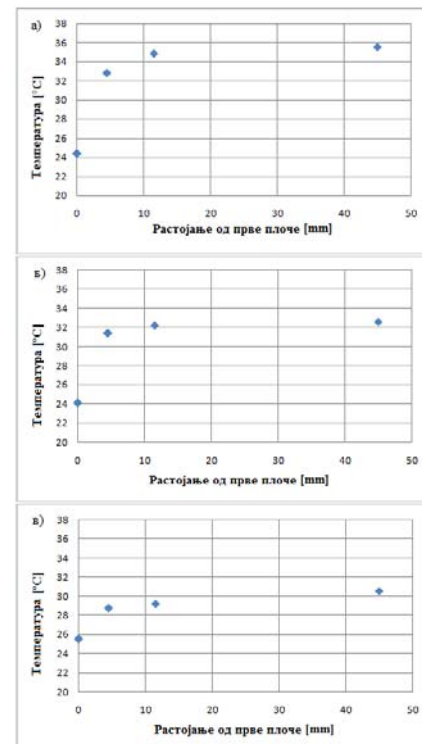
где је \dot{m} масени проток ваздуха, c_p топлотни капацитет ваздуха и ΔT разлика температуре ваздуха на излазу и улазу кроз перфорирану плочу. На овај начин је могуће одредити коефицијенте прелаза топлоте за појединачне плоче у пакету зависно од позиције плоче и протока ваздуха.



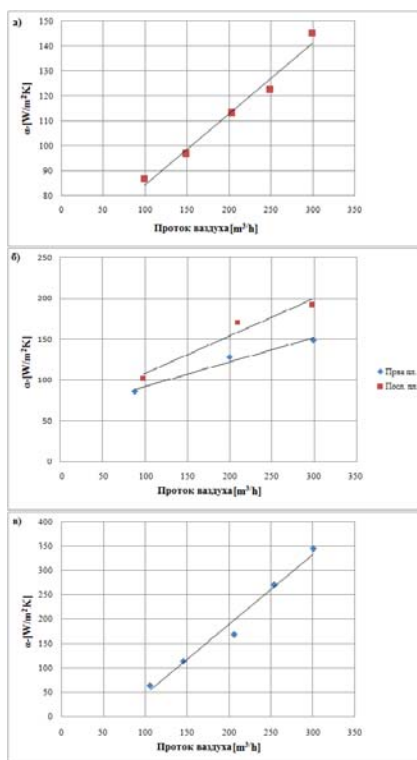
Слика 4. Температурни профил узводне и низводне стране плоче за пакет од једне плоче за различите протоке ваздуха а) $100\text{m}^3/\text{h}$, б) $200\text{m}^3/\text{h}$ и в) $300\text{m}^3/\text{h}$.



Слика 5. Температурни профил узводне и низводне стране друге плоче у пакету од три плоче за различите протоке ваздуха а) $100\text{m}^3/\text{h}$, б) $200\text{m}^3/\text{h}$ и в) $300\text{m}^3/\text{h}$



Слика 6. Средње температуре ваздуха у пакету од три плоче за различите протоке ваздуха а) $100\text{m}^3/\text{h}$, б) $200\text{m}^3/\text{h}$ and в) $300\text{m}^3/\text{h}$.



Слика 7. Коефицијенти прелаза топлоте за различите протоке ваздуха за а) једну плочу б) прву и последњу плочу у пакету в) међуплочу

Вредности појединачних коефицијената прелаза топлоте са стране ваздуха за испитиване перфориране плоче су дате на слици 7. Сходно овим резултатима, могуће је одредити једноставном алгебарском релацијом коефицијент прелаза топлоте за пакет од n перфорираних плоча као осредњену вредност пакета

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}, \quad (6)$$

при чему се као појединачни коефицијенти за плоче у пакету користе вредности добијене експерименталним путем и приказане на слици 7.

4. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је приказано експериментално истраживање преноса топлоте у пакету перфорираних плоча. За потребе експеримента је пакет перфорираних плоча постављен унутар експерименталне коморе на чијем се улазу налази вентилатор са променљивим протоком, у опсегу од 100 до 300 m³/h. Унутар пакета перфорираних плоча је постављена мерна плоча која је имала за циљ одређивање појединачних коефицијената прелаза топлоте. На крају рада је дата алгебарска релација којом се на основу овако одређених коефицијената прелаза топлоте за појединачне плоче, може укупни коефицијент прелаза топлоте за пакет са произвољним бројем плоча.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] H. O. McMahon, R. J. Bowen, G. A. Bleye Jr, "A Perforated Plate Heat Exchanger," Trans ASME, vol. 72, pp. 623-632, 1950.
- [2] K. Krishnakumar, G. Venkataratham, "Transient Testing of Perforated Plate Matrix Heat Exchangers," Cryogenics, vol. 43, no. 2, pp. 101-109, 2003.
- [3] G. Venkataratham, S. Sarangi, "Matrix Heat Exchangers and their Application in Cryogenic System," Cryogenics, vol. 30, pp. 907-918, 1990.
- [4] J. M. Bannon, *et al.*, Heat Transfer and Flow Friction Characteristics of Perforated Nickel Plate-Fin Type Heat Transfer Surfaces, Technical report no. 52 - United States Naval Postgraduate School, Monterey, Cal., USA, 1965
- [5] Ragab, M. M. Transport Phenomena in Fluid Dynamics: Matrix Heat Exchangers and their Applications in Energy Systems, Report No. Afrl-rx-ty-tr-2010-0053, Air Force Research Laboratory Materials and Manufacturing Directorate, Tyndall Air Force Base, Panama City, USA, 2009.
- [6] M. Bukurov, S. Bikić, S. Ilin, M. Đurđević, G. Dragutinić, "Heat Exchangers with Perforated Plates," Journal on Processing and Energy in Agriculture, vol. 15, pp. 179-182, 2011.

IZRADA CILINDRIČNOG KLIZNOG LEŽAJA TEHNOLOGIJOM 3D ŠTAMPE MANUFACTURING A CYLINDRICAL PLAIN BEARING BY 3D PRINTING TECHNOLOGY

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

Sadržaj – *Aditivne tehnologije su svojim snažnim razvojem zauzele veliko i značajno mesto u savremenoj proizvodnji. Ne samo kada je reč o izradi prototipova ili pripremi za maloserijsku proizvodnju, već i u samoj proizvodnji konačnih proizvoda koji se odmah mogu koristiti. U ovom radu biće reči o 3D štampi kao jednoj od najzastupljenijih aditivnih tehnologija, kao i samoj izradi nedostajućeg cilindričnog kliznog ležaja. Opisan je način modeliranja kataloškog ležaja kao i sam tok izrade ležaja na 3D štampaču kako bi taj deo zauzeo svoje mesto u funkcionalnom sklopu mašine.*

Ključne reči: Aditivne tehnologije; Aditivna proizvodnja; 3D štampa; Cilindrični klizni ležaj.

Abstract - *Additive technologies with their strong development have occupied a great and important place in modern manufacturing. Not only when it comes to making prototypes or preparation for small batch production, but also in the production of final products that can be used immediately. In this article we will discuss 3D printing as one of the most common additive technologies, as well as manufacturing the missing cylindrical plain bearing. There is a description of modeling a catalog bearing and a process of manufacturing a bearing on 3D printer in order for this part to take its place in functional assembly of the machine.*

Key words: Additive technologies; Additive Manufacturing (AM); 3D Printing; Cylindrical plain bearing.

1. UVOD

Proizvodni procesi, tržišno orijentisani, zahtevaju adekvatno angažovanje svih zainteresovanih strana, sa ciljem dobijanja kvalitetnog, lako dostupnog i jeftinog finalnog proizvoda koji potpuno odgovara tržištu. Korišćenje novih tehnologija u sprezi sa računarima i savremenim softverima je, pored substraktivnih i formativnih procesa obrade, uticalo na razvoj aditivnih obradnih procesa, karakterističnih za brze proizvodne tehnologije [1]. Brze proizvodne tehnologije su svoju prvu primenu imale u brzom razvoju prototipova (engl. rapid prototyping) [2]. Ove tehnologije imaju velike tehničko tehnološke mogućnosti i brojne prednosti u poređenju sa drugim metodama, ali imaju i određena ograničenja i nedostatke [3]. Zbog toga je važno razumeti njihove osobine, kako bi se za određeni model proizvoda, shodno geometriji, topologiji i funkcionalnim karakteristikama definisanim naponsko-deformacionom analizom, prepoznala i izabrala adekvatna tehnologija izrade. U ovom radu je predstavljena upotreba 3D štampe, kao aditivne tehnologije, za izradu nedostajućeg kliznog ležaja. Nakon detektovanja problema i sveobuhvatne analize, izrađen je CAD 3D model kliznog ležaja. Njegova geometrija, uz pravilno pozicioniranje u prostoru predviđenom za izradu proizvoda, prevedena je u STL fajl koji je pogodan za generisanje G koda. Ovaj kod se najčešće koristi za kontrolu obradnih operacija CNC mašina, pa je kao takav korišćen i na 3D štampaču Pangu i3 [4] na kome je proizvod izrađen.

2. KONSTRUISANJE I MODELIRANJE PROIZVODA

Usled prestanka rada mašine, detaljnim pregledom i analizom, utvrđeno je da je došlo do otkaza cilindričnog kliznog ležaja. Usled vremenske nemogućnosti dobavljača da potrebni ležaj, koji je kataloškog tipa [5], dostavi u što kraćem roku, odlučeno je da se prema poznatim parametrima izradi odgovarajući ležaj. Cilindrični klizni ležaj, prikazan na slici 1, je proizvod kompanije ELESA iz Italije sa oznakom GN-706.2 [5]. Navedeni ležaj predstavlja sklop koji se sastoji od cilindričnog kliznog ležaja i imbus vijka M6×20.



Slika. 1. Cilindrični klizni ležaj GN-706.2

3. IZBOR ODGOVARAJUĆE TEHNOLOGIJE IZRADE

Poznato je da postoji veliki broj proizvodnih procesa koji se karakterišu raznovrsnim operacijama i zahvatima i na taj način uspevaju da odgovore na zahteve izazova konstrukcije. Jasno je da svaki metod izrade ima svoje prednosti i nedostatke i da se ne može izabrati jedna univerzalna metoda izrade za sve proizvode, već se sveobuhvatnom analizom dolazi do optimalne metode ili nekoliko metoda koje će se koristiti pri izradi proizvoda.

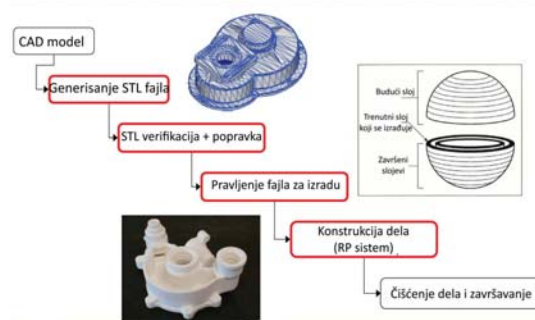
U cilju odabira odgovarajućeg procesa proizvodnje određenog proizvoda, potrebno je pronaći potrebne karakteristike tog proizvoda sa mogućnostima procesa. Na osnovu fizičke suštine, sve procese obrade možemo podeliti u tri grupe: Substraktivni procesi obrade, Formativni procesi obrade i Aditivni procesi obrade [1].

U substraktivne procese obrade spadaju procesi obrade gde se do željenog oblika predmeta obrade, tj. proizvoda dolazi skidanjem, odnosno uklanjanjem materijala. Ovaj tip obrade obuhvata većinu procesa mašinske obrade: glodanje, struganje, bušenje, sečenje, sečenje laserom, vodenim mlazom, elektroeroziona obrada žicom (EDM), itd. Kod formativnih procesa obrade, čvrst ili polučvrst materijal se pod pritiskom dovodi u željeni oblik proizvoda. Konačni oblik proizvoda se dobija plastičnom deformacijom osnovnog materijala ili livenjem osnovnog materijala u kalupe. U formativne procese obrade spadaju: livenje, savijanje, kovanje, livenje pod pritiskom, itd. Zajednička karakteristika ova dva tipa procesa je da se za obradu koristi jedan ili više alata, kao i jedna ili više alatnih mašina. Ipak, pre početka proizvodnje, potrebno je adekvatno definisati tehnološki postupak, a zatim odabrati odgovarajuću mašinu ili mašine sa alatima koja može da izvrši zahteve date tehnološkim postupkom. Aditivni procesi obrade [6] su bazirani na spajanju čestica ili slojeva materijala u cilju dobijanja željenog oblika finalnog proizvoda. Proces aditivne proizvodnje AM (engl. *Additive Manufacturing*) ne koriste alate, niti zahtevaju posebno podešavanje mašine, pa je vreme pripreme proizvodnje skraćeno, te se ove tehnologije nazivaju i RP – brze proizvodne tehnologije (engl. *Rapid Prototyping*) ili direktne proizvodne tehnologije (engl. *Direct Manufacturing*). Karakteristika ovih tehnologija je da fizički objekat, odnosno finalni proizvod nastaje dodavanjem određenog materijala sloj po sloj sve do potpunog završetka procesa izrade. Svaki od slojeva predstavlja poprečni presek konačnog proizvoda u odgovarajućoj ravni.

4. ADITIVNE TEHNOLOGIJE

Aditivne tehnologije koriste virtuelne modele izrađene u odgovarajućem CAD softveru, čime se dobija površinski ili solid model sa odgovarajućom geometrijom i zapreminom [7]. Izrađeni model se zatim konvertuje u STL fajl format koji aproksimira površinu modela povezujući tri najbliže nekolinearne tačke modela u veoma male trouglove. U slučaju da model poseduje izrazito zakrivljene površine, onda se broj trouglova, potrebnih da bi se opisao i definisao model, znatno uvećava. Istovremeno, zapremina modela se transformiše u tanke slojeve. Dešava se da STL fajlovi budu neispravni zbog grešaka u modeliranju ali i usled nesavršenosti CAD-STL interfejsa pa se mogu javiti geometrijske greške tipa: praznine (pukotine, otvori) tj. nedostajući poligoni, preklapajući poligoni ili degenerisani poligoni gde su ivice poligona kolinearne, kao i višeznačnost u topologiji. Ovi nedostaci se najčešće ručno otklanjaju i prilagođavaju RP softveru mašine koji generiše seriju poprečnih preseka pomoću algoritma za isecanje (engl. *slicing algorithm*). Redosled koraka pri izradi proizvoda aditivnim tehnologijama prikazan je na slici 2.

Izrada proizvoda se vrši sukcesivnim slaganjem slojeva, na osnovu definisane geometrije, čime se dobija kompletan predmet odnosno proizvod. Kao i kod ostalih procesa obrade, početni korak u izradi proizvoda je izbor materijala. Početno stanje materijala može biti čvrsto, tečno ili gasovito.



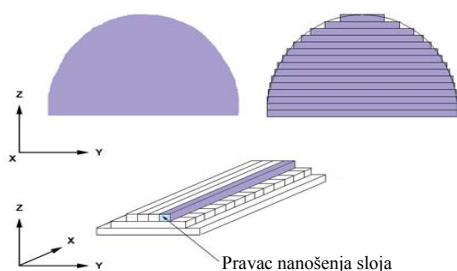
Slika 2. Tok izrade proizvoda RP tehnologijom

Materijal koji je u čvrstom stanju može biti u obliku praha, granulata, žice ili laminata, što zavisi od tehnologije koju koristi uređaj. Prikaz često korišćenih aditivnih tehnologija i njihovih osnovnih materijala dat je u tabeli 1.

Tabela 1. Prikaz osnovnih materijala za određene aditivne tehnologije

Tip	Tehnologije	Materijali
Ekstruzija	Fused deposition modeling (FDM)	Termoplastike, topljivi metali, jestivi materijali, gume, glina za oblikovanje, plastelin.
	Fused Filament Fabrication (FFF)	
	Robocasting ili Direct Ink Writing (DIW)	Keramički materijali, metalne legure, keramal, kompozitni materijali sa metalom, kompozitni materijali sa keramikom.
Blaga polimerizacija	Stereolithography (SLA)	Fotopolimer.
	Digital Light Processing (DLP)	
Powder Bed	Powder bed i 3D printing (3DP)	Bilo koja legura metala, polimerni prahovi, gips.
	Electron-beam melting (EBM)	Bilo koja legura metala, kao i legure titanijuma.
	Selective laser sintering (SLS)	Termoplastike, metalni prahovi, keramički prahovi.
	Direct metal laser sintering (DMLS)	Bilo koja legura metala.

Kod aditivnih tehnologija, vreme izrade konačnog proizvoda i kvalitet njegove površine zavisi, pored izabrane tehnologije, i od orijentacije modela u radnom prostoru mašine. Kod zakrivljenih površina, usled slojevite prirode gradnje modela, dolazi do pojave efekta stepenica što takođe utiče na kvalitet površine. Efekat stepenica je posledica aproksimacije veličine poprečnog preseka. U slučaju geometrijskog modela poprečni presek se kontinuirano menja, ali prilikom proračuna poprečnih preseka koji odgovaraju sukcesivnim slojevima prototipa, dolazi do diskontinuiteta u njihovoj veličini, koji se manifestuje u obliku stepenica.



Slika 3. Zavisnost izrade proizvoda u slojevima (desno) prema CAD modelu (levo), shodno prostornoj orijentaciji modela

Kod izrade proizvoda upotrebom aditivnih tehnologija, u zavisnosti od njegovog oblika i geometrije, nije moguće obrazovati odmah čvrst model koji je sposoban da nosi gornje slojeve materijala. Ovaj problem je zastupljen prilikom izrade proizvoda koji imaju viseće elemente, koji nemaju odgovarajući oslonac a u toku izrade se ne može postići njihova dovoljna krutost. Zbog toga se, prilikom izrade, dodaju noseće ili žrtvovane strukture čiji je zadatak sprečavanje deformacije visećih elemenata ili njihovih delova. U nekim slučajevima se noseća struktura postavlja između platforme i modela kako bi se kasnije olakšalo odvajanje prototipa od platforme. Materijal noseće strukture često nije istih karakteristika kao materijal prototipa, već je obično slabiji kako bi se olakšalo njegovo uklanjanje tokom postprocesiranja (prikazanih u tabeli 2) [8], mehaničkim putem ili pomoću odgovarajućih rastvarača. Pri projektovanju proizvoda, kao i pri odabiru odgovarajuće aditivne tehnologije, treba voditi računa o tome da predimenzionisane noseće strukture povećavaju vreme izrade, a da nedovoljno čvrste strukture ili njihovo nepostojanje, dovode do urušavanja predmeta izrade.

Tabela 2. Važne operacije postprocesiranja za razne aditivne procese

Aditivne tehnologije					
Postprocesiranje	SLS	SLA	3DP	FDM	LOM
Čišćenje	da	da	da	ne	da
Očvršćavanje	ne	da	po potrebi	ne	ne
Finiširanje	da	da	da	da	da

5. TEHNOLOGJA 3D ŠTAMPE

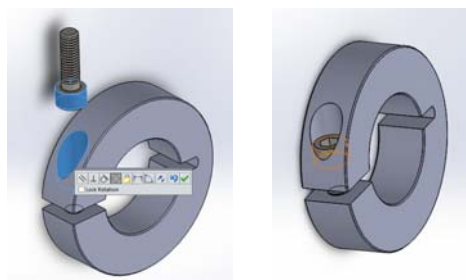
Jedan od široko upotrebljivanih procesa izrade trodimenzionalnih proizvoda je 3D štampa, koja je bazirana na formiranju finalnog proizvoda korišćenjem FDM (Fused Deposition Modeling) ili FFF (Fused Filament Fabrication) tehnologije. FDM je aditivna proizvodna tehnologija, često korišćena za modeliranje i izradu prototipova a radi na principu dodavanja materijala u slojevima. Ova tehnologija je bazirana na trodimenzionalnom CAD modelu proizvoda koji se procesuirao kao STL fajl, matematički izračunava i postavlja odgovarajuću orijentaciju za proces izrade. Ako je potrebno, automatski se dodaje i konstrukcija za fiksiranje odnosno noseće ili žrtvovane strukture. Materijal koji se koristi za izradu finalnog proizvoda je termoplastika koja se doprema u glavu (ekstruder), gde se topi na određenoj temperaturi. Ekstruder se kreće po putanji potrebnoj radi pravilnog nanošenja slojeva, koja je definisana CAD modelom. Materijal se nanosi po slojevima od dna predmeta izrade ka vrhu, određene debljine, u zavisnosti od karakteristike samog 3D štampača. Podloga na koju se nanosi materijal u slojevima mora biti zagrejana do određene temperature, kako bi početni

slojevi predmeta izrade bili stabilni. Delovi koji imaju unutrašnje otvore sa horizontalnim površinama teško se izađuju FDM tehnologijama jer ne postoji način za otklanjanje noseće strukture.

6. IZRADA KLIZNOG LEŽAJA NA 3D ŠTAMPAČU

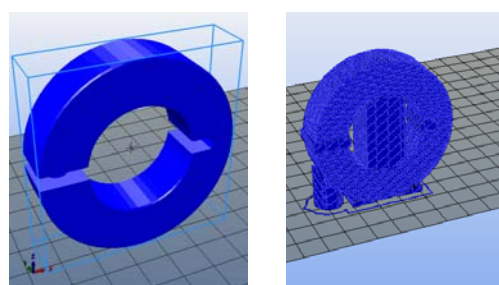
Cilindrični klizni ležaj, koji je potrebno izraditi na 3D štampaču predstavlja sklop koji se sastoji od cilindričnog kliznog ležaja i imbus vijka M6x20, pa će i iz dva dela biti izrađen na 3D štampaču.

U prvoj fazi izrade navedenog sklopa, na osnovu tehničke dokumentacije, upotrebom određenog CAD softvera, izrađeni su 3D modeli delova sklopa, a zatim su odgovarajućim relacijama spojeni u sklop (Slika 4) [9].



Slika 4. 3D model sklopa cilindričnog kliznog ležaja

Nakon izrade 3D modela sklopa, isti je izvežen kao STL fajl. S obzirom da se radi o sklopu koji sadrži dva dela, softver je izvežao dva STL fajla, po jedan za ležaj i vijak. Izvezeni STL fajlovi se uvoze u specijalizovani softver (Slika 5) koji, na osnovu toga, generiše G kod (Slika 6), koji se zatim preko USB veze šalje 3D štampaču. G kod predstavlja niz programskih redova koji sadrže neophodne informacije o poziciji izradka, načinu izrade i dr., kako bi se proizvod ispravno izradio. Tokom generisanja G koda, softver je automatski dodao noseću strukturu radi čvršće i tačnije izrade zadatog dela. Ova struktura je samo oslonac tokom izrade koji ima malu gustinu materijala, kako bi se nakon završetka, uklonila mehaničkim putem [9].



Slika 5. Prikaz modela u specijalizovanom softveru

Nakon generisanja G koda, 3D štampač počinje se realizacijom zadatog G koda, odnosno vrši pozicioniranje u koordinatni početak i podešavanje temperature ekstrudera i podloge. Za potrebe izrade cilindričnog kliznog ležaja i vijka, podešeno je da je temperatura ekstrudera 220 °C, dok je temperatura podloge 70 °C. Ležaj se kreira korišćenjem FDM, odnosno FFF tehnologije po principu dodavanja ABS plastike u slojevima, sloj po sloj. Vršni se ravnomerno dodavanje sloja materijala po spoljašnjoj konturi kao i ispuna unutrašnjosti. Nakon završetka procesa izrade ležaja, ekstruder se automatski vraća u početni položaj, a izrađen deo se ručno odstranjuje sa podloge.

```

; Default start code          G1 X104.342 Y65.700 E0.21055
G28 ; Home extruder          G1 X105.231 Y66.142 E0.22741
G1 Z15 F1000                 G1 X106.133 Y66.368 E0.24319
M107 ; Turn off fan          G1 X106.133 Y63.700 E0.28849
G90 ; Absolute positioning   G1 F3360 X122.500 Y80.922
M82 ; Extruder in absolute mode E2978.04823
M190 S55                     M107
; Activate all used extruder  G1 F2400 E2974.04823
M104 T0 S220                 G0 F9000 X122.500 Y80.922 Z64.993
G92 E0 ; Reset extruder position ; Default end code
; Wait for all used extruders to reach ;G1 X0 Y0 Z130 ; Get extruder out of
temperature                  way. Uncomment to use!
M109 T0 S220                 M107 ; Turn off fan

```

Slika 6. Izvod iz generisanog G koda

3D štampač koji je korišćen za izradu prikazanog cilindričnog ležaja je Pangu I3-C [4] i služi za osnovnu i nezahtevnu izradu 3D modela, pa se njime izrađuju proizvodi koji ne zahtevaju povećanu tačnost kao i sam oblik proizvoda. Osnovne karakteristike 3D štampača Pangu I3 su:

- dimenzije radnog prostora: 210x200x195 mm;
- materijal za štampu: ABS i PLA;
- prečnik osnovnog materijala (žice): 1,7mm - 3mm;
- podesiva debljina sloja: 0,2-0,4 mm;
- tačnost štampe (tolerancije): 0,1mm.

Prilikom izrade proizvoda na 3D štampaču, jako je bitna početna faza izrade 3D modela, jer se upravo u toj fazi vrši odabir osnovne ravni za modeliranje. Odabirom jedne od osnovnih ravni, dobijeno je da je tok izrade veoma nestabilan, prvi slojevi se odvajaju od podloge, dok je noseću strukturu za otvor sa navojem veoma teško ukloniti, a navoj na zavrtnju praktično ne postoji. Međutim, ponovnom izradom 3D modela iz druge osnovne ravni, dobijen je ležaj sa nosećom strukturom (Slika 7).



Slika 7. Tok izrade cilindričnog kliznog ležaja sa nosećom strukturom

Kvalitet cilindrične površine je nešto slabiji ali je bolji pristup nosećoj strukturi za otvor sa navojem, a navoj na zavrtnju je jasno izražen. Takav pristup korišćen je za dobijanje finalnog proizvoda, prikazanog na slici 8.



Slika 8. Izrađeni cilindrični klizni ležaj

Ovaj proces karakteriše moguća pojava skupljanja i krivljenja predmeta u toku izrade jer se istopljeni osnovni materijal ekstrudira kroz ekstruder i hladi pri deponovanju na podlogu, pri čemu se, usled brzog hlađenja, javljaju naponi koji naprežu model.

5. ZAKLJUČAK

Stalni razvoj tehnoloških procesa doveo je do toga da se, pored konvencionalnih procesa obrade (substraktivni i formativni procesi) i široko primenjenih nekonvencionalnih postupaka razviju i brze proizvodne tehnologije, gde se deo uglavnom proizvodi dodavanjem materijala (aditivni procesi).

Međutim, integracija aditivnih tehnologija sa računarom i savremenim softverima dovodi do toga da se geometrijski zahtevan proizvod može direktno proizvesti iz 3D CAD modela na jednoj mašini, jednom tehnologijom, bez korišćenja drugih alata, dodatne reorijetacije delova i sklapanja delova, uz veliku uštedu u procesu projektovanja kao i same izrade, pri čemu su ukupni troškovi znatno smanjuju.

Cilindrični klizni ležaj, prikazan u ovom radu, izrađen upotrebom 3D štampača i FDM tehnologije, geometrijski odgovara zahtevima konstrukcije. Ipak, FDM tehnologija 3D štampe ne obezbeđuje dovoljan kvalitet hrapavosti površina kao i samu čvrstoću materijala, pa je neophodna dodatna obrada.

Glavna prednost ovog proizvoda je svakako cena proizvoda koja u ovom slučaju nije prešla 1 US\$, odnosno za potrebe izrade vijka je utrošeno 171 mm, a za ležaj 2782 mm ABS plastike, kao osnovnog materijala. Brzina izrade ovog proizvoda kreće se oko 120 minuta, zavisno od zahtevane gustine i načina nanošenja slojeva. Svakako treba napomenuti da postoje daleko kvalitetniji 3D štampači koji mogu da izrade visokokvalitetan kompleksan deo koji može da odgovori u potpunosti svim zahtevima konačnog proizvoda pa bi se on, kao takav, i koristio kao konačan proizvod, a ne samo kao privremeni deo ili prototip.

LITERATURA

- [1] M. Trajanović, N. Grujović, J. Milovanović, V. Milivojević, *Računarski podržane brze proizvodne tehnologije*, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2008.
- [2] eFunda, Inc. "*Rapid Prototyping: An Overview*", eFunda.com. Retrieved 2015-12-05
- [3] M. Ristić, "*Tehnološka ograničenja brzih proizvodnih tehnologija*", IMK-14, Vol.1 2011, pp 25-32.
- [4] Pangu I3-C 3D, *Printer user manual*, RP3D Tech Co.
- [5] Eles&Ganter, *Katalog proizvoda*, <http://elesa-ganter.partcommunity.com/> posećeno: 2015-10-10
- [6] S. Dimov, T. Pham, *Rapid Manufacturing : The Technologies and Applications*, Springer Verlag, 2001.
- [7] Excell, Jon. "*The rise of additive manufacturing*". The Engineer. Retrieved 2013-10-30
- [8] N. Grujović, *Brza izrada prototipova – rapid prototyping*, skripta izdata u okviru projekta WUS Austria CDP+ 141/2004. Mašinski fakultet Kragujevac, 2005.
- [9] Ž. Simić, *Izrada cilindričnog kliznog ležaja pomoću 3D štampe*, Završni rad, Visoka tehnička škola Niš, 2015.

PREDVIĐANJE SPREMNOSTI STANOVNIŠTVA DA AKTIVNO UČESTVUJE U SISTEMU UPRAVLJANJA OTPADOM PRIMENOM VEŠTAČKIH NEURONSKIH MREŽA

PREDICTION OF PUBLIC WILLINGNESS FOR ACTIVE PARTICIPATION IN WASTE MANAGEMENT BY USE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

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

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

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

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

Sadržaj – *Uspesno sprovođenje sistema upravljanja otpadom, zahteva aktivno učešće stanovništva. Prilikom planiranja sistema upravljanja otpadom, donosioci odluka, moraju da uzmu u obzir i mišljenje i stavove javnosti. Ispitivanje i predviđanje stavova javnosti je od izuzetnog značaja za projektovanje sistema upravljanja otpadom. U ovom radu predstavljena je mogućnost primene veštačkih neuronskih mreža za predviđanje spremnosti stanovništva da aktivno učestvuje u sistemu upravljanja otpadom u gradu Nišu. Korišćena je višeslojna nepovratna neuronska mreža sa tri ulaza: pol, starost i nivo obrazovanja stanovništva. Rezultati pokazuju da se veštačke neuronske mreže mogu obučiti podacima dobijenim anketiranjem i koristiti za predviđanje mišljenja i spremnosti stanovništva da aktivno učestvuje u sistemu upravljanja otpadom.*

Ključne reči: Upravljanje otpadom, učešće stanovništva, anketa, predviđanje, veštačke neuronske mreže.

Abstract - *Implementation of waste management system, require acceptance by the public. Decision-makers need to consider what the public thinks and feels. Examination and prediction of public opinion is crucial for designing and programming waste management system. In this paper, with application of artificial neural network (ANN), the prediction of willingness for active public participation in waste management system in the city of Niš is presented. A multi-layer feed forward artificial neural network is used and the three input variables considered in the ANN model: gender, age and educational level of population. Results point that ANN model can be trained with survey data and later effectively used in predicting of public opinion and willingness in participation in waste management system.*

Key words: Waste management, public participation, survey, prediction, artificial neural network.

1. UVOD

Prilikom planiranja i implementacije novog sistema upravljanja otpadom, donosioci odluka moraju uzeti u obzir ne samo iskustvo stručnjaka, već i stavove i mišljenje javnosti. Različiti nivoi percepcija, izražen strah na javnom nivou, mogu da dovedu do jaza između vremena kada donosioci odluka izraze interes za sprovesti predloženu inicijativu, i vremena kada predlog bude prihvaćen od strane većine javnosti [1]. Ova vrsta kašnjenja može se manifestovati bilo gde u procesu donošenja odluka. Na primer, švedskom društvu je trebalo više od 20 godina da smanji osećaj straha u vezi sa nuklearnom energijom, iako se ova tehnologija nije promenila tokom tog vremena [2]. Implementacija dugoročnih, novih tehničkih sistema, zahteva prihvatanje od strane javnosti. Društvena prihvaćenost skraćuje vreme između prvih ideja o uvođenju novih tehničkih sistema i njihovog sprovođenja i čini sistem održivim.

Ispitivanje i predviđanje stavova javnosti je od ključne važnosti za projektovanje sistema upravljanja otpadom. Da bi se ispitali stavovi javnosti, prihvatanje i spremnost da aktivno učestvuju u sistemu upravljanja otpadom, rađene su različite studije. Neki autori sprovodili su anketu radi utvrđivanja znanja javnosti o problemima zaštite životne sredine u cilju prepoznavanja područja i starosnih grupa sa niskim nivoom znanja [3]. Ponašanje, mišljenje i znanje građana o upravljanju čvrstim komunalnim otpadom takođe je ispitivano anketiranjem [4]. Direktni licem-u-lice intervjui i strukturirani upitnik su korišćeni, da bi se prepoznali društveni činioci koji utiču na spremnost građana da plate separaciju čvrstog otpada [5].

Podaci dobijeni anketiranjem javnog mnjenja, mogu se koristiti za obuku veštačkih neuronskih mreža (VNM). Na osnovu dostupnih demografskih podataka i korelacija između ulaznih i izlaznih podataka, VNM mogu da predvide mišljenje javnosti o pitanjima upravljanja otpadom.

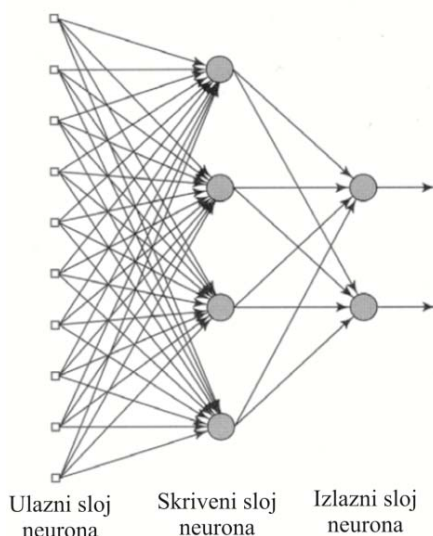
U ovom radu predstavljena je mogućnost primene VNM za predviđanje spremnosti stanovništva da aktivno učestuje u sistemu upravljanja otpadom u gradu Nišu. Korišćena je višeslojna nepovratna neuronska mreža sa tri ulaza: pol, starost i nivo obrazovanja stanovništva. VNM model je obučena, testirana i proverena pomoću podataka dobijenim anketiranjem stanovništva u gradu Nišu.

2. METODOLOGIJA

2.1. Veštačke neuronske mreže (VNM)

VNM su pojednostavljeni kompjuterski modeli ljudskog mozga [6]. Neuronske mreže su sposobne da vrše klasifikaciju obrazaca, grupisanje, predviđanje, optimizaciju rezultate i kontrolu sistema [7].

VNM se sastoje od velikog broja neurona koji su međusobno povezani težinskim faktorima, koji predstavljaju uticaj jednog neurona na drugi. VNM se mogu podeliti u nepovratne (feed forward) i povratne (recurrent). U nepovratnim neuronskim mrežama, neuroni su grupisani u slojeve, a signali se kreću iz jednog sloja u drugi u direktnom smeru. Ovakva mreža se sastoji od ulaznog sloja, skrivenih slojeva i izlaznog sloja neurona (slika 1). Proces učenja kod neuronskih mreža, predstavlja proces menjanja težinskih faktora u mreži, koji nastaje kao posledica upoređivanja dobijene vrednosti sa željenom, sve dok se podešavanjem težina i vraćanjem na prvi korak ne dobiju odgovarajuće izlazne vrednosti. Ovakva organizacija daje VNM kapacitet u modelovanju složenih problema, kao što su predviđanja. U povratnim mrežama, protok ide u oba smera.



Slika 1. Višeslojna nepovratna neuronska mreža.

VNM se modelira putem procesa učenja koje može biti nadgledano i nenadgledano. Pri nadgledanom učenju, poznate su sve vrednosti izlaznih varijabli u okviru skupa za treniranje. Razlika između dobijenih i realnih vrednosti se koristi za podešavanje težinskih faktora u mreži. Konvergencijom greške, odnosno smanjivanjem razlike između željene i izračunate vrednosti, povećava se uspešnost učenja.

Dve osnovne faze na kojima je baziran princip rada neuronskih mreža se odnose na fazu učenja i fazu testiranja. Poznavanje izlaznih informacija kao funkcije ulaza, sadržane su u sklopu težinskih koeficijenata koji se kroz proces učenja postepeno prilagođavaju sve dok izlaz iz neuronske mreže

koji se proverava u okviru grupe podataka odabranih za testiranje, ne da zadovoljavajuću vrednost.

Skup podataka koji se koristi pri obuci neuronskih mreža je podeljen u tri različita podskupa: skup podataka za treniranje, testiranje i konačnu proveru tj. validaciju. Skup podataka za treniranje se koristi za obuku mreže, skup podataka za testiranje se koristi za procenu modela u različitim fazama obuke, skup za validaciju se koristi za testiranje modela predviđanja. Mogućnost primene neuronske mreže u domenu predviđanja budućih podataka, određuje se na osnovu izračunate greške koju daje mreža u okviru skupa podataka odabranih za validaciju. Najčešće vrste grešaka koje se koriste u cilju evaluacije uspešnosti određene neuronske mreže su srednja kvadratna greška (MSE) (jednačina 1) i srednja apsolutna greška (MAE), kao i koeficijent korelacije (r), odnosno koeficijent determinacije (r^2).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (1)$$

gde y_i predstavlja izmerenu vrednost, a \hat{y}_i je predviđena vrednost.

VNM se koriste u raznim pitanjima zaštite životne sredine. Za predviđanje količine generisanog otpada korišćena je nepovratna VNM [8]. VNM je takođe korišćena za predviđanje efekata medicinskog otpada na životnu sredinu [9], za predviđanje parametara kvaliteta vode [10] ili za predviđanje donje toplotne moći čvrstog komunalnog otpada [11]. VNM je takođe korišćena za predviđanje mišljenja javnog mnjenja o raznim pitanjima. Karakteristike proizvoda, kao ulazi u povratnu VNM su korišćene za predviđanje mišljenja, koje se očekuje od kupaca [12]. Neki autori su koristili dvoslojnu nepovratnu VNM za predviđanje izlaznosti na izbore [13].

2.2. Opis istraživanja

Grad Niš se nalazi na jugoistoku Republike Srbije, i treći je grad po veličini. U Nišu, je, po popisu iz 2011. godine, živelo 260.237 stanovnika [14]. U većini gradova u Srbiji, otpad se odlaze na nesanitarnu deponije koje ugrožavaju životnu sredinu i ljudsko zdravlje. U Srbiji postoje samo 7 sanitarnih deponija. Situacija je slična i u gradu Nišu. U ovom trenutku, grad ima nefunkcionalan nesanitarnu deponiju i upravljanje otpadom svodi na sakupljanje, transport i odlaganje otpada na deponiju. Količina otpada koja se generiše u gradu Nišu je 68.656 t/god [15]. Sakupljanje i odlaganje otpada vrši javno-komunalno preduzeće. U gradu postoji nekoliko privatnih kompanija koje se bave reciklažom otpada (uglavnom metal, papir, plastika i e-otpad). Postoji nekoliko lokacija sa kontejnerima za prikupljanje reciklabilnog otpada (plastika, staklo, aluminijumske limenke, papir). Otpad se sakuplja i transportuje jednom nedeljno. Sakupljanje otpada se naplaćuje na površini stambene jedinice.

U cilju ispitivanja znanja i stavova stanovništva u gradu Nišu o određenim tretmanima otpada, kao i spremnosti da aktivno učestuje u sistemu upravljanja otpadom sprovedeno je anketiranje stanovnika grada Niša.

Dizajniran je upitnik sa prethodno odabranim odgovorima (1–potpuno se ne slažem, 2–ne slažem se, 3–niti se slažem, niti se ne slažem, 4–slažem se, 5–potpuno se slažem). Upitnik je sastavljen iz dva dela, kao što je prikazano u tabeli 1. Prvi deo upitnika sadrži demografske podatke: starost, pol, i nivo

obrazovanja. Drugi deo sadrži 13 pitanja (izjava) (Q) u vezi sa sledećim socijalnim aspektima: mišljenje (7 pitanja: Q₁, Q₂, Q₅, Q₆, Q₈, Q₁₀, Q₁₁), znanje (2 pitanja: Q₃, Q₇), spremnost (4 pitanja: Q₄, Q₉, Q₁₂, Q₁₃).

Tabela 1. *Upitnik za utvrđivanje stavova i znanja stanovništva.*

	Pitanje
	Pol (muški; ženski)
	Godine starosti
	Nivo obrazovanja (osnovno; srednje, visoko)
Q ₁	Moj grad ima problem sa otpadom.
Q ₂	Problem otpada u mom gradu treba rešavati i na drugi način osim odlaganja na deponiju.
Q ₃	Određene vrste otpada (papir, staklo, metal, plastika) mogu se reciklirati.
Q ₄	Vršio/la bih sortiranje otpada u svom domaćinstvu na onaj koji se može reciklirati od onog koji se ne reciklira.
Q ₅	Većina mojih poznanika vršila bi sortiranje otpada u svom domaćinstvu na onaj koji se može reciklirati od onog koji se ne reciklira.
Q ₆	U gradu ima dovoljan broj kontejnera za otpad koji se može reciklirati (plastika, staklo, limenke, papir).
Q ₇	Organski otpad (ostaci biljaka, papir, baštenski otpad itd.) se može kompostirati.
Q ₈	Najbolji način za rešavanje problema otpada je: deponovanje, reciklaža, spaljivanje otpada, kompostiranje,
Q ₉	Prihvatio bih da se na udaljenosti od 10 km od naselja gde živim izgradi: sanitarna deponija, postrojenja za reciklažu, spalionica otpada, postrojenje za kompostiranje.
Q ₁₀	Moji poznanici prihvatili bi da se na udaljenosti od 10 km od naselja gde žive izgradi: sanitarna deponija, postrojenja za reciklažu, spalionica otpada, postrojenje za kompostiranje..
Q ₁₁	Najviše zagađuje životnu sredinu: sanitarna deponija, postrojenja za reciklažu, spalionica otpada, postrojenje za kompostiranje..
Q ₁₂	Odvoženje otpada treba naplaćivati prema količini otpada koji se odvozi.
Q ₁₃	Plaćao bih veće račune za odvoženje otpada ukoliko bi to rešilo problem zagađenja otpadom u mom gradu.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Za predviđanje spremnosti stanovništva za aktivno učešće u sistemu upravljanja otpadom u gradu Nišu, korišćena je troslojna nepovratna VNM.

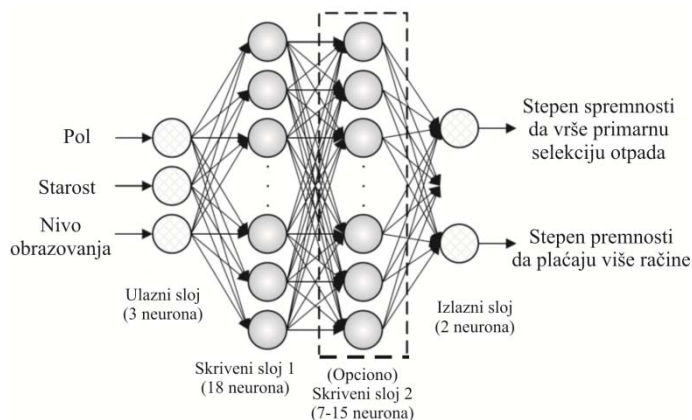
Kao ulazne promenljive korišćene su: pol, starost i nivo obrazovanja. Kao izlazne promenljive korišćene su: odgovor na pitanje Q₄ (Vršio/la bih sortiranje otpada u svom domaćinstvu na onaj koji se može reciklirati od onog koji se ne reciklira) i Q₁₃ (Plaćao bih veće račune za odvoženje otpada ukoliko bi to rešilo problem zagađenja otpadom u mom gradu).

Skup podataka se sastojao od 571 uzorka ispitanika. Skup podataka za treniranje se sastojao od 399 uzoraka, skup podataka za testiranje se sastojao od 86 uzoraka, a skup podataka za validaciju se sastojao od 86 uzoraka.

Izlazne vrednosti dobijene kao odgovori iz ankete su transformisane u rasponu 0-1, odnosno 0-100% umesto 5 ponuđenih odgovora (1–potpuno se ne slažem, 2–ne slažem se, 3–niti se slažem, niti se ne slažem, 4–slažem se, 5–

potpuno se slažem). Zato je VNM procenjivala stepen saglasnosti ispitanika.

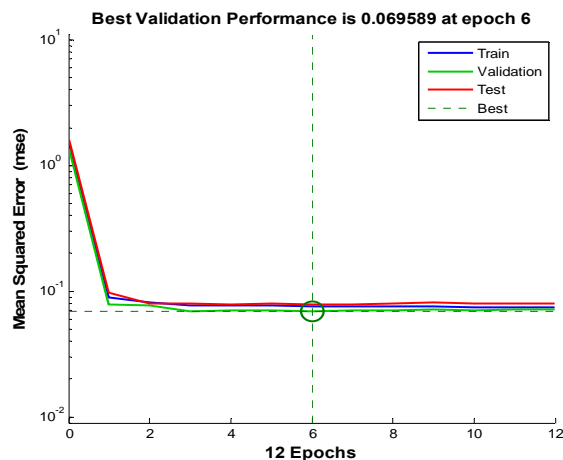
VNM je dizajnirana sa strukturom 3-18-2, odnosno se 3 neurona u ulaznom sloju, 18 neurona u skrivenom sloju i 2 izlazna neurona. Struktura mreže predstavljena je na slici 2.



Slika 2. *Troslojna nepovratna neuronska mreža strukture 3-18-2, sa mogućnošću dodavanja drugog skrivenog sloja.*

Rezultati ukazuju da bi opciono uvođenje drugog skrivenog sloja poboljšalo performanse VNM, ali bi to zahtevalo veći broj podataka za treniranje, testiranje i validaciju mreže.

Na slici 3 prikazane su performance VNM prilikom obuke, testiranja i validacije.



Slika 3. *Obuka, testiranje i validacija VNM.*

Dobijeni rezultati pokazuju da se neuronske mreže mogu obučiti za procenu stepena spremnosti stanovništva da aktivno učestvuje u sistemu upravljanja otpadom. Nakon obuke VNM postaje alat za jednostavno predviđanje stavova javnog mnjenja na osnovu lako dostupnih demografskih podataka.

Iako je skup podataka koji se koristio za obuku bio značajno veliki, vredi napomenuti da anketa nije dizajnirana kako bi se dobili podaci za obuku VNM. Imajući to u vidu, verovatno je da se dobijeni rezultati mogu dodatno poboljšati sprovođenjem druge ankete koja će biti dizajnirana sa ciljem da se dobijeni podaci primene u kompjuterskim tehnikama.

4. ZAKLJUČAK

Ispitivanje društvene prihvatljivosti i predviđanje mišljenja javnog mnjenja i spremnosti za aktivno učešće u sistemu upravljanja otpadom je veoma važno za projektovanje siste-

ma upravljanja otpadom. U ovom radu je, primenom veštačke neuronske mreže, izvršeno predviđanje spremnosti stanovnika za aktivno učešće u sistemu upravljanja otpadom u gradu Nišu.

Podaci iz ankete koja je sprovedena u gradu Nišu su korišćeni za obuku neuronske mreže. Korišćena je troslojna nepovratna neuronska mreža i tri ulazne promenljive: pol, starost i nivo obrazovanja. Dve izlazne promenljive su: odgovor na pitanje Q₄ (Vršio/la bih sortiranje otpada u svom domaćinstvu na onaj koji se može reciklirati od onog koji se ne reciklira) i Q₁₃ (Plaćao bih veće račune za odvoženje otpada ukoliko bi to rešilo problem zagađenja otpadom u mom gradu).

Dobijeni rezultati pokazuju da se VNM mogu obući podacima iz ankete i efikasno koristiti za predviđanje stavova javnosti i spremnosti za aktivno učešće u sistemu upravljanja otpadom.

LITERATURA

- [1] G. Assefa, B. Frostell, Social sustainability and social acceptance in technology assessment: A case study of energy technologies, *Technol. Soc.*, vol. 29, pp. 63–78, 2007.
- [2] H. Jenkins-Smith, C. Silva, M. Nowlin, G. De Lozier, Reversing Nuclear Opposition: Evolving Public Acceptance of a Permanent Nuclear Waste Disposal Facility, *Risk Anal.*, vol. 31(4), pp. 629-644, 2011.
- [3] G. De Feo, S. De Gisi, Public opinion and awareness towards MSW and separate collection programmes: A sociological procedure for selecting areas and citizens with a low level of knowledge, *Waste Manage.*, vol. 30, pp. 958–976, 2010.
- [4] G. De Feo, Sociological survey in a municipality with a high level separate collection programme in an area of historic unpopularity, *Waste Manage.*, vol. 34, pp. 1369–1380, 2014.
- [5] W. Zhang, Y. Che, K. Yang, X. Ren, J. Tai, Public opinion about the source separation of municipal solid waste in Shanghai, China, *Waste Manage. Res.*, vol. 30 no. 12, pp. 1261–1271, 2012.
- [6] D. Pham, X. Liu, *Neural Networks for Identification, Prediction and Control*. London: Springer-Verlag, 1995.
- [7] A. Jain, J. Mao, K. Mohiuddin, Artificial Neural Networks: A Tutorial. *Computer*, pp. 31-44, 1996.
- [8] M. Jalili Ghazi Zade, R. Noori, Prediction of Municipal Solid Waste Generation by Use of Artificial Neural Network: A Case Study of Mashhad, *Int. J. Environ. Res.*, vol. 2(1), pp. 13-22, 2008.
- [9] Q. Al-Shayea, G. El-Refea, Predicting the Effects of Medical Waste in the Environment Using Artificial Neural Networks: A Case Study, *Int. J. Comput. Sci. Issues*, vol. 10(1), pp. 258-261, 2013.
- [10] M.J. Diamantopoulou, V.Z. Antopoulous, D.M. Papamichail, The Use of a Neural Network Technique for the Prediction of Water Quality Parameters of Axios River in Northern Greece, *Eur. Water*, vol 11/12, pp. 55-62, 2005.
- [11] T. C. Ogwueleka, F. N. Ogwueleka, Modeling energy content of municipal solid waste using artificial neural network *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.*, vol. 7(3), pp. 259-266, 2010.
- [12] S.P. Polisetty, T.V. Rao, An Opinion Predictor Using Recurrent Neural Networks, *Brit. J. Math. Comput. Sci.*, 8(1): 57-71, 2015.
- [13] S.R. Khaze, M. Masdari, S. Hojjatkah, Application of artificial neural networks in estimating participation in elections, *Int. J. Inform. Techn. Model. Comput.* vol.1(3), pp. 23-31, 2013.
- [14] Republički zavod za statistiku, *Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2011. u Republici Srbiji, Starost i pol, podaci po naseljima*, Beograd, ISBN 978-86-6161-028-8, pp. 464-472, 2012.
- [15] Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, *Utvrdjivanje sastava otpada i procene količine u cilju definisanja strategije upravljanja sekundarnim sirovinama u sklopu održivog razvoja Republike Srbije*, Novi Sad, 2009.

NOVA KONSTRUKTIVNA REŠENJA VETROGENERATORA ZA EFIKASNİJE KORIŠĆENJE ENERGIJE VETRA

NEW CONSTRUCTIVE SOLUTIONS TO WIND POWER GENERATORS FOR MORE EFFICIENT USE OF WIND ENERGY

Boban Cvetanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Miljan Cvetković, *Fakultet zaštite na radu, Čarnojevića 10A, Niš*

Sadržaj - Energetske krize, smanjenje zaliha fosilnih goriva i enormno zagađivanje planete uticali su da se industrija za proizvodnju vetrogeneratora, poslednjih 30 godina, ima istu dinamiku razvoja u svetu kao i industrija računarske opreme, a danas se smatra vrlo stabilnom i perspektivnom. Kao ozbiljan nedostatak postojećih konvencionalnih vetrogeneratora, javlja se potpuna zavisnost proizvodnje električne energije od brzine vetra. Danas se, zato, intenzivno radi na istraživanju novih rešenja za efikasnije korišćenje energije vetra. Nova konstruktivna rešenja vetrogeneratora razvijaju se sa ciljem korišćenja vetrova na većim visinama gde su oni jači i stabilniji. Većina ovih novih rešenja i dizajna je, u ovom trenutku, još u fazi ispitivanja i daleko od komercijalne upotrebe, ali dobijeni prototipovi ukazuju da se može napraviti tehnologija da se vetrovi na većim visinama kvalitetno i pouzdano iskoriste.

Ključne reči: Energija. Vetrogenerator. Energetska efikasnost.

Abstract - Energy crisis, reduction of fossil fuel reserves and pollution of the planet enormously influenced the industry for the production of wind turbines, the last 30 years, has the same dynamics of development in the world as the computer industry, and today is considered very stable and perspective. As a serious lack of existing conventional wind generators, there is a total dependence on electricity production by wind speed. Today, therefore, is working intensively on the research of new solutions for more efficient use of wind energy. New constructive solutions of wind turbines are being developed with the aim of using the winds at higher altitudes where they are stronger and more stable. Most of these new solutions and design is, at present, still in the testing phase and far from commercial use, but the resulting prototype show that technology can make to the winds at higher altitudes quality and reliable exploit.

Key words: Energy. Wind power generator. Energy efficiency.

1. UVOD

Vetar predstavlja neiscrpan ekološki izvor energije, čiji globalni potencijal višestruko prevazilazi svetske potrebe za električnom energijom. Korišćenje energije vetra u proizvodnji električne energije počelo je tridesetih godina dvadesetog veka, kada kreće i izgradnja prvih vetroelektrana. Ipak, u konkurenciji sa velikim hidroelektranama i termoelektranama, vetroelektrane padaju u zaborav, da bi tek energetska kriza sedamdesetih godina prošlog veka, a kasnije i sve ozbiljniji globalni ekološki problemi doveli do potpunog povratka vetroelektrana [1].

Danas vetroenergetika predstavlja granu energetike koja se brzo razvija, kako u pogledu tehnologije, tako i u pogledu porasta instalisanih vetroelektrana u svetu.

Dobre strane iskorišćavanja energije vetra su nepostojanje troškova za gorivo i gotovo nikakvo zagađenje okoline. S druge strane, ograničenje predstavljaju visoki troškovi

izgradnje (1-2 miliona dolara po MW nominalne snage) i promenljivost brzine vetra (ne može se garantovati isporučivanje energije).

Na jako vetrovitim lokacijama, čija je srednja godišnja brzina veća od 7m/s, vetroelektrane mogu biti i ekonomičnije od komercijalnih izvora, ali su takve povoljne lokacije relativno retke. Konvencionalni vetroagregati na lokacijama sa srednjim godišnjim brzinama vetra većim od 6 m/s (na visini 50m iznad zemlje), instalisane snage 1MW može proizvesti oko 2000 MWh električne energije godišnje. To je na godišnjem nivou duplo manje nego što se proizvede u hidroelektrani, odnosno oko tri puta manje nego u prosečnoj termoelektrani i oko 3,5 puta manje nego ista instalisana snaga u nuklearnoj elektrani (za isti nivo instalisane snage). Smatra se da će vetroelektrane po ceni proizvedenog kWh biti u potpunosti konkurentne konvencionalnim izvorima kada se u cenu proizvodnje električne energije uključi i uticaj na životnu sredinu [1].

Pored toga, kao ozbiljan nedostatak vetrogeneratora, javlja se potpuna zavisnost proizvodnje od brzine vetra, te praktični stepen iskorišćenja od 35 do 45% (teorijski stepen iskorišćenja vetroturbine je 59%). Takođe, pitanja pouzdanosti i smanjenja troškova održavanja, posebno za vetroelektrane na moru, sve je značajnije, pa se traže nova rešenja efikasnijeg korišćenja energije vetra [2]. Ne manje važni problemi su i predugo vreme za postavku postrojenja, buka kao i opasnost po ptice.

Zbog ovih nedostataka, razvoj konvencionalnih vetrogeneratora ide u dva pravca [3]:

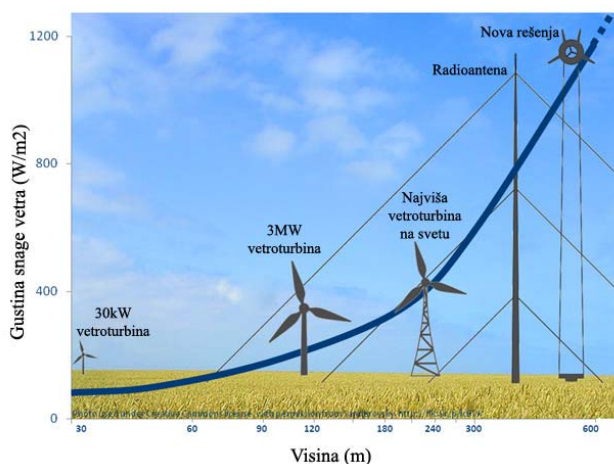
- povećanje snage, kroz povećanje prečnika rotora, odnosno kroz sve veći obuhvat kinetičke energije vetra,
- povećanje efikasnosti konverzije kroz unapređenje pretvaračkih sklopova, odnosno aktivnu regulaciju brzine i postavljanje u tačku maksimalne snage.

U poslednje vreme, međutim, pojavljuju se nova konstruktivna rešenja vetrogeneratora sa ciljem korišćenja vetrova na većim visinama gde su oni jači i stabilniji. Prema studiji sa Univerziteta Stenford, iz 2012.godine, procenjeni energetski potencijal vetra je 1800 teravati što je više od četiri puta u odnosu na procene blizu površine. Postavlja se pitanje da li se može napraviti tehnologija da to pouzdano i pristupačno iskoristiti [2].

U ovom radu će se dati pregled nekoliko najatraktivnijih prototipskih rešenja, koja su najbliža komercijalnoj upotrebi, upravo na ovakvim visinama.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE NOVIH REŠENJA

Vrhovi ivice najvišeg konvencionalnog vetrogeneratora, instaliranog u test centru za velike vetroturbine, u Osterildu u Danskoj, 2014.godine, protežu se do blizu 220m (720 fita). Nova rešenja lako postizu visine preko 500 metara, a pojedina rešenja i preko 2500 metara [4]. Da bi vetrovi mogli da se poredi po snazi, definiše se gustina snage vetra P [W/m^2], koja predstavlja snagu vetra koji struji kroz površinu od $1 m^2$, posmatranu normalno na njegov pravac duvanja. Nova rešenja vetrogeneratora, svoju funkciju obavljaju na visinama gde su snage vetrova čak i tri puta veće, nego na visinama na kojima rade trenutna konvencionalna rešenja (slika 1).



Slika 1. Odnos radnih parametara za postojeća i nova rešenja vetrogeneratora [4].

U pogledu snage, ova nekonvencionalna rešenja su vrlo bliska konvencionalnim vetrogeneratorima. Trenutno se na tržištu, javljaju konvencionalni vetrogeneratori snaga od 6 do 8 MW, sa planom razvijanja jedinica snage do 10MW i povećanja u budućnosti do 20MW. Nove konstrukcije vetrogeneratora imaju široki dijapazon snaga od od 0,5MW do čak 24MW.

Ovi nekonvencionalni vetrogeneratori su karakteristični po tome što nisu vezani za zemlju čvrstom konstrukcijom i u konstruktivnom pogledu više predstavljaju neke aerodinamičke profile (zmajevi, mali avioni i sl.). Ovo znači da ne zahtevaju veliku ekipu i nekoliko dana za instalaciju, već su spremni za let i generisanje energije istog dana kada stigne na lokaciju. Umesto pravljena betonske osnove i visoke konstrukcije, ovi vetrogeneratori su potpuno logistički jednostavni, te se u slučaju potrebe mogu spakovati, preći na novu lokaciju i naći novog korisnika koji je previše udaljen da bi imao pristup električnoj mreži. Iz tog razloga, ova konstruktivna rešenja su naročito pogodna za upotrebu u područjima zahvaćenim nekim nepogodama ili katastrofama.

Naravno, postoji još niz stvari koje treba rešiti, pre komercijalne upotrebe ovakvih konstrukcija. Najvažnije je pitanje bezbednosti. Ove konstrukcija na velikim visinama, privezane kablovima za zemlju, mogle bi lako da budu na putu manjem avionu, a postoji i opasnost od pada na zemlju, usled nepredviđenih okolnosti.

3. PREGLED NOVIH KONSTRUKTIVNIH REŠENJA

Trenutno, u svetu, veliki broj kompanija testira svoja konstruktivna rešenja, pri čemu ni jedno od tih rešenja još nije u komercijalnoj upotrebi.

Ovde će biti dat pregled nekih od rešenja, koja se međusobno konceptualno razlikuju.

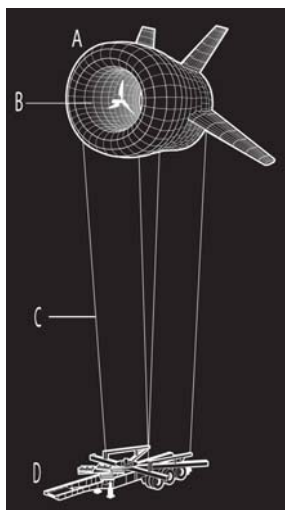
3.1. BAT turbina (Buoyant Airborne Turbine)

Ovo konstruktivno rešenje, najbliže je komercijalnoj upotrebi, a razvijeno je od strane kompanije Alteros (Altaeros Energies, Massachusetts, USA).

Ova turbine je dizajnirana da se nosi sa vetrovima brzine i do 120 km/h, na visinama preko 500m.

Telo elastične vazdušne turbine u vazduhu drži 1000 kubnih metara helijuma. Četiri vazduhom ispunjena vertikalna stabilizatora pasivno usmeravaju turbinu pri dolaznim naletima vetra (pozicija A-slika 1). Prvi komercijalni BAT će imati 30 kilovatnu turbinu, a veća verzija 200 kilovatnu. BAT može da ponese radio i antene mobilne telefonije ili opremu za bežični internet (pozicija B-slika 1). Tri dvostruko upletena polimerska užeta sprečavaju turbinu da se udalji. Jedno uže sadrži bakarne provodnike koji prenose napajanje do baterije ili mreže (pozicija C- slika 1). Zemaljska stanica pomaže turbini da hvata optimalne uslove vetra, oko 48km/h. Ona može podesiti visinu BAT-a, koristeći tri vitla i rotirajući je, dok turbina ne bude licem okrenuta promenljivim vazдушnim strujama. Ako vetar pređe 120km/h, stanica može potpuno urolati BAT i zaštititi ga od oštećenja (pozicija D-slika 1). Ako jedna od njenih tri veza pukne, ona se automatski spušta na zemlju [4].

Kiša ili sneg ne predstavljaju problem, a sekundarna veza za uzemljenje štiti elektroniku od udara groma



Slika 2. Princip rada BAT turbine [5].

Kompanija Alteros uspešno je, 2013.godine, testirala prototip BAT na oko 150 metara, pri brzinama vetra od 72,5 km/h (slika 3). Plan je da prvi komercijalni BAT, snage 30 kW, bude instaliran u Ferbanksu, na Aljasci. Ova turbina bi mogla da smanji godišnju potrošnju dizela za preko 40000 litara.

Opređenje kompanije Alteros je, da na početku, prodaje skromnije jedinice, koje bi odmah popunjavale praznine u napajanju, pri čemu bi pouzdanost ovakvih sistema bila veća, a troškovi manji u odnosu na konvencionalna rešenja. Planovi su da se, u budućnosti, proizvode turbine većih razmera i potencijala.



Slika 3. Prvi komercijalni BAT (Aljaska) [5].

3.2. MARS turbina (Magenn Air Rotor System)

Vrlo slično rešenje BAT turbini, razvila je kompanija Magenn. U pitanju je turbine MARS, koja je lakša od vazduha jer je napunjena helijumom i koja se podiže na visinu od 330 metara, gde horizontalna vazдушna strujanja pokreću rotor. Ona rotira oko svoje ose, proizvodi struju, ali uz to, zahvaljujući Magnusovom efektu zbog rotacije ostaje stabilna [6]. Prva eksperimentalna MARS turbina ima snagu od deset kW, a može da izdrži širok raspon brzine vetra od 1,6 m/s do 24 m/s (slika 4).



Slika 4. MARS turbina [6].

3.3. Aerodinamički profil Makani (Makani Airborne Wind Turbine)

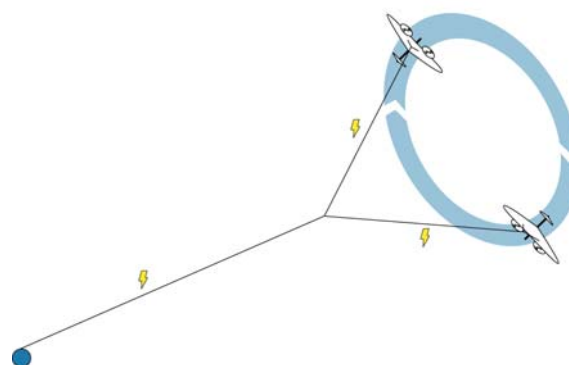
Ovo konstruktivno rešenje razvila je firma Makani Pauer (Makani Power, California, USA), koju je 2013.godine kupio Gugl (Google) i uključio je u svoju porodicu projekata (Moonshot projects) (slika 4).



Slika 4. Aerodinamički profil Makani [7].

Radi na visini od 130 do 150 m. Dok vazдушna turbina pravi petlje, vazduh vrti 4 rotora, koji pokreću generatore. Pričvrtni element šalje energiju na zemaljsku stanicu (slika 5).

Ovo rešenje će u komercijalnoj upotrebi biti maksimalne snage od 600kW. Za sada se još ne zna tačan datum puštanja u širu upotrebu.



Slika 5. Princip rada Makani profila [7].

3.4. Mini avion Ampyx Power

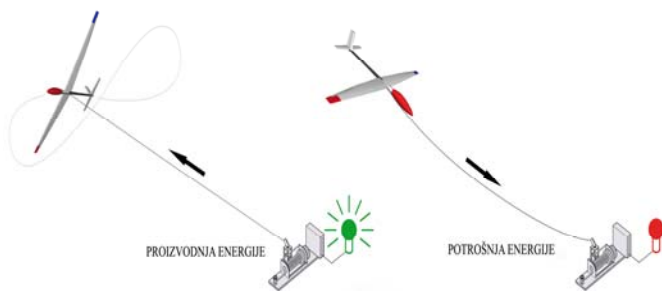
Slično rešenje Makani profilu, razvila je i kompanija Ampyx Power, sa istoimenim modelom (slika 6).



Slika 6. Ampyx Power [8].

Ovo konstruktivno rešenje je, po dizajnu, slično malom avionu. Kompanija računa da će se već 2017.godine, u komercijalnoj upotrebi naći ovakvi vetrogeneratori, snaga 2 do 3MW. Predviđene visine kretanja su od 300 do 700m [8].

Princip rada je relativno jednostavan. Avion jedri na autopilotu kroz obrazac od osam figura. Dok se avion penje, povlači svoj pričvršni element, koji je povezan za generator na zemlji (slika 7).



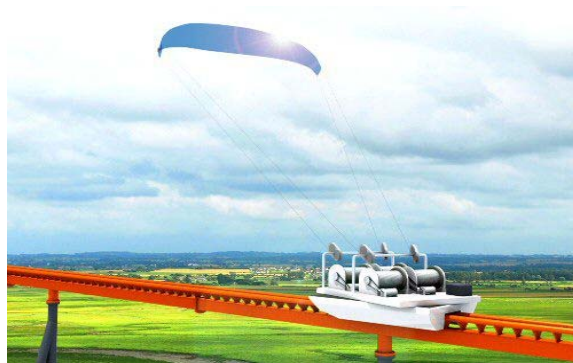
Slika 7. Princip rada Ampyx Power [8].

3.5. Zmaj NTS X –Wind

Koncept je razvio nemački avioinženjer Uwe Arens (Uwe Ahrens). Firma NTS GmbH je, 2006.godine, uložila investicioni kapital u dalji razvoj ideje.

U pogledu dizajna, ovo rešenje najviše sliči zmaju. Princip rada sastoji se u tome što 6 do čak 24 zmaj, vuku generator izdignut dvadesetak metara iznad tla (slika 8). Zmajevi se nalaze na visinama od 200 do 600 metara. Tokom mirnog perioda oni postaju motori, vukući zmajeve da bi ostali u vazduhu [9].

Firma planira da prvi komercijalni proizvod bude na tržištu za oko dve godine, sa snagom od čak 24MW.



Slika 8. Zmaj NTS X – Wind [9].

4. ZAKLJUČAK

Danas vetroenergetika predstavlja granu energetike koja se brzo razvija, kako u pogledu tehnologije, tako i u pogledu porasta instaliranih vetroelektrana u svetu. Iskorišćenje energije vetra je najbrže rastući segment proizvodnje energije iz obnovljivih izvora.

Prednosti korišćenja energije vetra za pretvaranje iste u električnu energiju su pre svega u neiscrpoj količini energije kao i ekonomskoj opravdanosti korišćenjem iste. Nedostatak i visoka cena fosilnih goriva otvara širok prostor za korišćenje vetrogeneratora.

S, druge strane, ozbiljan nedostatak vetrogeneratora je potpuna zavisnost proizvodnje od brzine vetra. Zato se, u poslednje vreme, ozbiljno radi na razvoju novih rešenja vetrogeneratora, sa ciljem pouzdanog korišćenja vetrova na većim visinama, gde su oni jači i stabilniji.

Većina ovih rešenja je, u ovom trenutku, još daleko od ozbiljne komercijalne upotrebe, ali predstavljaju ulaganje u budućnost, gde će se na kvalitetan i pouzdan način iskoristiti energija vetra.

LITERATURA

- [1] AWEA, *Wind Energy Siting Handbook*, American Wind Energy Association, Washington, USA, 2008.
- [2] V. Grebenikov, V. Kayan, P. Szymczak, M. Pryjmak, *A Wind Turbine of a New Type*, *Zeszyty Problemowe-Maszyny Elektryczne*, No.2, pp106, 2015.
- [3] J. Tangler, *The Evolution of Rotor and Blade Design*, American Wind Energy Association Wind Power 2000, Palm Springs, USA, 2000.
- [4] E. Sofge, *The Quest To Harness Wind Energy At 2,000 Feet*, *Popular science*, No.22, pp.38-41, 2014.
- [5] <http://www.altacrosenergies.com/bat.html>
- [6] K. Shelke, M. Duraphe, *Magenn Air Rotor System (Mars)*, *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, Vol. 2, Issue 6, pp. 1566-1568, 2012.
- [7] <http://www.google.com/makani/>
- [8] <https://www.ampyxpower.com/>
- [9] <https://www.x-wind.de/en/>

**ENERGETSKA EFIKASNOST U
VISOKOJ TEHNIČKOJ ŠKOLI STRUKOVNIH STUDIJA U NIŠU**
ENERGY EFFICIENCY IN COLLEGE OF APPLIED TECHNICAL SCIENCES

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

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

Sadržaj – Poboljšanje energetske efikasnosti jednog objekta je složen proces koji zahteva, pre svega snimanje njegovog trenutnog stanja. Poznavanje podataka o objektu, u smislu njegovih karakteristika i potrošnje energije je potrebno radi izrade Energetskog bilansa tog objekta, koji je osnova za analizu njegove energetske efikasnosti. U ovom radu je prikazan Energetski bilans Visoke tehničke škole strukovnih studija sa Energetskim bilansom jedinice lokalne samouprave na čijoj se teritoriji objekat škole nalazi. Na osnovu prikupljenih podataka, predložene su mere za poboljšanje energetske efikasnosti koje su, prema neophodnim finansijskim sredstvima za njihovu realizaciju, grupisane u tri grupe: mere domaćinskog upravljanja energijom, niskobudžetne mere i visokobudžetne mere.

Ključne reči: Energetski bilans, Energetska efikasnost, Mere.

Abstract – Increasing of the object energy efficiency is complex process which requires getting of object actual state. Knowing of object data, its characteristics and energy gains and losses, is need for making of Energy balance of the object, which represents base for energy efficiency analysis. In this paper, Energy balance of College of Applied Technical Sciences with Energy balance of local municipality where College is located, is presented. Based on collected data, measures for increasing of energy efficiency are presented, which are, with required financial funds for its realization, grouped in three categories: good housekeeping, low-budget and high-budget measures.

Key words: Energy balance, Energy efficiency, Measures.

1. UVOD

Povećanje populacije u svetu dovodi do povećanje potražnje za energijom kako kroz sve privredne delatnosti, tako i kroz stanovanje. Takvo stanje predstavlja veliki izazov koji zahteva posebno angažovanje u razvoju novih pristupa i metoda. Međutim, pored korišćenja novih i obnovljivih izvora energije, povećanje postojećih kapaciteta proizvodnje finalne energije i razvoja savremenih energetskih tehnologija (kogeneracija, trigeneracija, poligeneracija, itd.), jedan od načina je poboljšanje energetske efikasnosti, koji ima veliki potencijal. Ovaj pristup ne znači nužno odricanje od korišćenja energije, već obavljanje iste funkcije sa manjom potrošnjom energije. Energetska efikasnost se, obično, prvo dovodi u vezu sa energetskom efikasnošću uređaja, a zatim sa merama i aktivnostima koje se implementiraju. Međutim, korišćenje energetski efikasnih uređaja na način koji nije u skladu sa odgovarajućim merama energetske efikasnosti, čini taj uređaj energetski neefikasnim, odnosno gubi se smisao efikasnosti, pa su ova dva pristupa veoma bliska i međusobno povezana.

U 2013. godini, ukupna potrošnja energije u zgradama u Republici Srbiji je bila 29.5 TWh, što je 83,8% od ukupne potrošnje energije, dok je ukupna potrošnja finalne (električne) energije bila oko 26.9 TWh, od čega je 78.9% po-

trošnja u zgradama, sa 66.6% potrošnje u domaćinstvima. Sa druge strane, ukupna potrošnja toplotne energije u istoj godini je iznosila 8.3 TWh, od čega je 52.65% potrošnja u domaćinstvima [1]. Prema kriterijumima energetske efikasnosti, Srbija je među poslednjim zemljama u Evropi. Prosečna potrošnja toplotne energije u zgradama u Srbiji je preko 200 kWh/m², dok, na primer, u Poljskoj, zemlji koja ima malo oštriju klimu od Srbije, u objektu izgrađenom u skladu sa novim zakonima, specifična potrošnja energije je 90-120 kWh/m², dok je u Švedskoj potrošnja 60-120 kWh/m² [2]. Zbog toga, sektor zgradarstva ima veliki potencijal za smanjenje potrošnje finalne energije kroz implementaciju mnogih mera energetske efikasnosti.

Prvi korak ka povećanju energetske efikasnosti određenog objekta je snimanje njegovog stvarnog stanja i izrada preliminarnog energetskog bilansa [3-6]. S obzirom da se objekat nalazi na teritoriji određene jedinice lokalne samouprave, potrebno je i uraditi energetski bilans te jedinice, zbog njihove veoma složene i značajne ulogu u energetskom sektoru. Izradom preliminarnih energetskih bilansa jedinice lokalne samouprave i objekta, dobijaju se rezultati analize karakteristika objekta sa realnim podacima o potrošnji energije i drugim informacijama. Na osnovu toga se mogu prepoznati mesta neracionalnog trošenja energije i definisati

mere i aktivnosti koje treba sprovesti radi povećanja energetske efikasnosti objekta.

U ovom radu je prikazan preliminarni energetska bilans Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu, sa preliminarnim energetska bilansom lokalne jedinice samouprave, odnosno gradske opštine, na čijoj se teritoriji objekat škole nalazi. Podaci, koji su prikupljeni u okviru snimanja trenutnog stanja objekta Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu, su iz 2014. godine, dok su određeni podaci za jedinicu lokalne samouprave iz 2009. godine, sa napomenom odgovorne osobe iz jedinice da se u 2014. godini ti podaci nisu značajno promenili. Na osnovu prikupljenih podataka, a u okviru preliminarnog energetska bilansa škole, predložene su mere za poboljšanje energetske efikasnosti, koje su klasifikovane u tri grupe: mere domaćinskog upravljanja energijom, niskobudžetne mere i visokobudžetne mere.

2. ENERGETSKI BILANS OPŠTINE

Opštine predstavljaju primere organizacija u javnom sektoru sa širokim nadležnostima. Zbog toga je njihova uloga u energetska sektoru mnogostruka, veoma složena i značajna. One su istovremeno proizvođači i distributeri energije (sistemi daljinskog grejanja), potrošači energije (javne zgrade, vodovodi i druga javna komunalna preduzeća), kao i regulatori tržišta (toplotna energija, javni transport, itd.). Opštine su odgovorne za tekuće i investicione održavanje javnih objekata za koje plaćaju troškove za energiju. One sprovode lokalnu ekonomsku i socijalnu politiku, usvajaju planove prostornog i ekonomskog razvoja, donose opštinske propise i odlučuju o investicijama u opštinsku infrastrukturu koje mogu imati značajne efekte na razvoj privrede, itd. Takođe, opštine propisuju uslove, izdaju različite dozvole za gradnju objekata, kao i za obavljanje privrednih delatnosti. Tome treba dodati još i neposredan uticaj na stanovništvo putem promovisanja, edukacije, motivacije i iniciranja društvenih akcija, ali i povratni uticaj stanovništva na rukovodstvo opštine, s obzirom da se rukovodstvo bira na neposrednim izborima.

Međutim, i pored svoje mnogostruke uloge, opštine nemaju mogućnost da u potpunosti i kroz sve procese, upravljaju energetska tokovima, jer određeni energetska tokovi, u potpunosti ili delimično, nisu pod opštinskom ingerencijom. Zato je njihov direktan uticaj najvećim delom koncentrisan na proces potrošnje finalne energije u javnom i privatnom sektoru, što presudno utiče na najvažnije ciljeve energetske politike opština.

Gradska opština Crveni Krst je jedna od pet opština u gradu Nišu. Nastala je donošenjem novog Statuta grada Niša 2002. godine, kada je Skupština grada Niša promenila broj organizacionih jedinica sa dve na pet, tj. dotadašnju opštinu Niš podelila na četiri nove gradske opštine: Mediana, Palilula, Crveni Krst i Pantelej. Nakon lokalnih izbora u Republici Srbiji, održanih u septembru i oktobru 2004. godine, konstituisane su nove Gradske opštine.

Sa površinom od 182 km², GO Crveni Krst zauzima severozapadni deo područja grada Niša i prostire se od reke Nišave na severu gde se graniči sa opštinom Aleksinac. Na zapadu se naslanja na opštinu Merošina a na istoku se graniči sa GO Pantelej. Zauzimajući skoro trećinu površine grada Niša, GO Crveni Krst ima 26 naselja sa 14 registrovanih mesnih zajednica. Iako je, po površini, velika opština, GO

Crveni Krst ima najmanji broj stanovnika - oko 32000 stanovnika i nešto više od 9800 domaćinstava.

Većina objekata i servisa javne potrošnje se nalaze u nadležnosti opštine – javne zgrade, javno osvetljenje, održavanje pijaca, zelenila, javni saobraćaj, itd. Opštinski budžet u 2009. godini je iznosio 134234370,00 dinara i opština nije koristila nijedan kredit za finansiranje lokalne infrastrukture, a nije ni učestvovala u subvencijama za nabavku energenata, kao ni u kapitalnim subvencijama.

Na teritoriji GO Crveni Krst nema distributivnih izvora u vidu malih hidroelektrana i kogenerativnih postrojenja, kao i ni aktivnih rudnika uglja koji su u okviru EPS-a. Takođe, na teritoriji opštine se nalazi magistralni gasovod, dva izvora geotermalne vode, potencijali biomase u vidu šumske i poljoprivredne biomase, industrijskog drvnog otpada i otpada sa farmi i jedna industrijska toplana koja delimično snabdeva javni i privatni sektor.

GO Crveni Krst konstantno i planski radi na usvajanju velikog broja dokumenata koji se tiču unapređenja opšteg stanja opštine u više sfera. Neki od tih dokumenata su već usvojeni i aktivno se primenjuju (Slika 1).

Strateški plan razvoja opštine	Usvojen (Napisati godinu kada je usvojen)	2011
Prostorni plan opštine	U pripremi	2011
Generalni urbanistički plan	Usvojen (Napisati godinu kada je usvojen)	2011
Plan generalne regulacije	U pripremi	2012
Strateški plan zaštite životne sredine	Usvojen (Napisati godinu kada je usvojen)	2010
LEAP	Usvojen (Napisati godinu kada je usvojen)	2011
Ostalo - napisati ime dokumenta	Usvojen (Napisati godinu kada je usvojen)	2009
Strateški plan razvoja MSP i preduzetništva		
Ostalo - napisati ime dokumenta	Usvojen (Napisati godinu kada je usvojen)	2010
Strateški plan za unapređenje socijalne zaštite		

Slika 1. Planski dokumenti opštine.

U poslednjih pet godina, GO Crveni Krst je počela sa realizacijom tri projekta koji se odnose na komunalne usluge, energetske potrebe i energetske resurse opštine uključujući i obnovljive izvore energije – Vodovodna i kanalizaciona mreža u Banji Topilo (2006. godine), Primena mere energetske efikasnosti za uštedu energenata u upravnoj zgradi GO Crveni Krst (2009. godine) i Primena mere energetske efikasnosti za uštedu energenata u osnovnoj zgradi osnovne škole "Branislav Nušić" (2010. godine). Međutim, realizacija projekata energetske efikasnosti je ugrožena pretežno zbog nedostatka finansijskih sredstava. Pored toga, opština ima probleme koji se tiču normalnog i zdravog života stanovništva na svojoj teritoriji, jer je nivo komunalne izgrađenosti opštine, u svakom smislu, veoma loš. U gradskom području je loša kanalizaciona mreža. Određeni broj sela nemaju rešeno snabdevanje zdravom pijaćom vodom, kanalizaciona mreža uopšte ne postoji, mnoga sela nemaju telefonski saobraćaj, mnogo je neasfaltiranih ulica, itd. S obzirom da se na teritoriji opštine nalaze industrijske zone Sever i Čamurlijski put, koje su potencijalna mesta za ulaganje investitora, problem nedovoljnog kapaciteta energetske mreže već dugo postoji. Sa druge strane, najvažniji ekološki problemi GO Crveni Krst jesu zagađeni potoci i reke na celoj teritoriji opštine, problem otpadnih voda i kišne kanalizacije, kao i divlje deponije, posebno u ruralnom delu opštine.

3. ENERGETSKI BILANS VISOKE TEHNIČKE ŠKOLE STRUKOVNIH STUDIJA U NIŠU

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Nišu je akreditovana državna visokoškolska ustanova sa 39 godina dugom tradicijom visokoškolskog obrazovanja. U okviru reforme visokog obrazovanja, škola je akreditovana kao visokoškolska ustanova koja ostvaruje osnovne strukovne i specijalističke strukovne studije (prvi i drugi stepen visokog obrazovanja) u okviru naučnog polja tehničko-tehnološke nauke.

Objekat Visoke tehničke škole strukovnih studija (Slika 2) se nalazi u gradu Nišu, na teritoriji gradske opštine Crveni Krst. Troškovi škole za energiju, tekuće i investiciono odžavanje su u 2014. godini bili pokriveni iz dva izvora finansiranja - delom iz budžeta Republike Srbije, odnosno sredstava koje nadležno Ministarstvo raspoređuje, a delom iz sopstvenih prihoda škole. Zgrada škole je izgrađena 1976. godine, a značajna rekonstrukcija je urađena zaključno sa 2012. godinom, kada je dograđen drugi sprat škole, urađena je kompletna izolacija omotača objekta, poda i krova zgrade, zamenjena je stolarija i unapređen je sistem grejanja na prvom i drugom spratu. Dakle, u 2014. godini ukupna površina objekta, tj. grejna površina, je 1878 m². Sa prosečnim brojem radnih sati 14 i 1452 stalna korisnika, iskorišćenost kapaciteta je oko 94.6% (Slika 3).



Slika 2. Objekat Visoke tehničke škole strukovnih studija.

Godina izgradnje	1976	2013
Godina rekonstrukcije		
Opis izvođenih rekonstrukcija (Stalnih i u odobranjivim)	Zamena stolarije	Zamena stolarije
	Izolacija zidova	Izolacija zidova
	Izolacija poda	Izolacija poda
	Izolacija krova	Izolacija krova
	Unapređenje sistema grejanja	Unapređenje sistema grejanja
	Unapređenje unutrašnjeg osvetljenja	Unapređenje unutrašnjeg osvetljenja
Datumi: x u odobranjivim	x	x
Broj osoba u zgradi	Stalno zaposlenih (ogr. nastavnici, lekari) u 2009	61
	Broj stalnih korisnika (broj fakulteta u školama, broj kreveta u bolnicama i sl.) u 2009*	1.452
	Ukupno broj korisnika u 2009	1.513
	Projektni kapacitet objekta u pogledu broja stalnih korisnika*	1.600
	Popunjenost kapaciteta objekta u 2009. (%)**	94,6
	Procenjeni dnevni broj govornih korisnika objekta (istranika, dnevni pacijenti, posetiloci i sl.)**	
Plošćina brzo radnih sati tokom dana		14,00
Broj radnih dana tokom sedmice (od 1 do 7)		6,00
Broj radnih dana tokom zime (zimski raspusti)		6,00
Broj radnih dana tokom leta (letnji raspusti)		2,00
Ukupna površina zgrade (m ²)		1.878,00
Ukupna površina zgrade (m ²)		1.878,00
Ukupna zapremina zgrade (m ³)		5.660,00
Ukupna zapremina zgrade (m ³)		5.660,00
Broj spratova		3

Slika 3. Osnovni podaci o objektu.

Grejanje u školi se vrši preko sistema daljinskog grejanja Toplifikacionog sistema Mašinskog fakulteta u Nišu, dok se hlađenje vrši korišćenjem lokalnih split sistema, koji su instalirani pretežno u svakoj prostoriji. Obzirom da je škola ustanova pretežno obrazovnog karaktera, nema potrebe za korišćenjem tehničke pare, termičke pripreme hrane i pranja rublja. U okviru sistema rasvete, u objektu se koriste fluorescentne cevi.

Sistem grejanja u školi se nalazi u okviru sistema daljinskog grejanja koji, kao nosilac toplote, koristi toplu vodu. Naplata grejanja se u prvoj polovini 2014. godine vršila

prema m² grejnog prostora, dok je u drugoj polovini godine, naplata vršena prema potrošnji. Iznosi računa za grejanje prema mesecima za 2014. godinu je prikazan na slici 4.

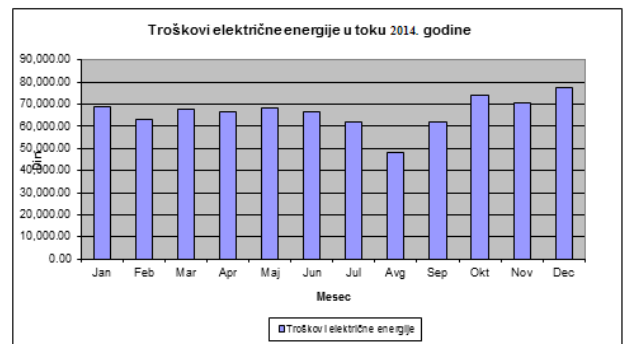
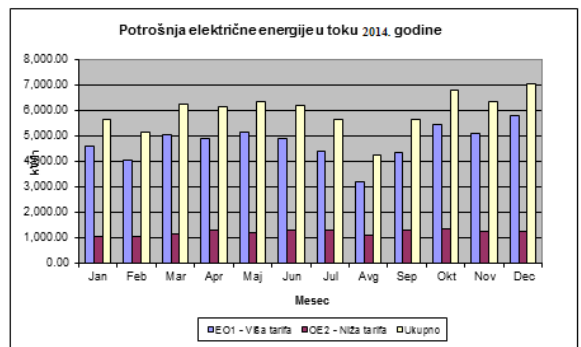
ENERGENT br. 1	Topla voda		Faktor konverzije (kWh/m)		1.00
	Potrošnja kWh	Potrošnja (kWh)	Emisija CO2 (kg/kWh)	Emisija CO2 (kg)	0.40
Mesec. god.	Potrošnja kWh	Potrošnja (kWh)	Emisija CO2 (kg/kWh)	Emisija CO2 (kg)	Ukupno (Din)
Jan. 2014		0.00	0.00	0.00	551.785,15
Feb. 2014		0.00	0.00	0.00	551.785,15
Mar. 2014		0.00	0.00	0.00	551.785,15
Apr. 2014		0.00	0.00	0.00	551.785,15
Maj. 2014		0.00	0.00	0.00	0.00
Jun. 2014		0.00	0.00	0.00	0.00
Jul. 2014		0.00	0.00	0.00	0.00
Avg. 2014		0.00	0.00	0.00	60.382,37
Sep. 2014		0.00	0.00	0.00	60.382,37
Oct. 2014	11.236,00	11.236,00	4.494,40	136.148,61	
Nov. 2014	21.595,00	21.595,00	8.638,00	196.041,05	
Dec. 2014	48.074,00	48.074,00	19.228,60	389.347,35	
UKUPNO 2014	80.905,00	80.905,00	32.382,00	3.029.442,35	

Slika 4. Računi za grejanje prema mesecima u 2014. godini.

Visoka tehnička škola strukovnih studija se nalazi u kategoriji potrošača koji koriste električnu energiju na niskom naponu. Na slici 5, prikazani su tabelarno mesečni računi za električnu energiju za 2014. godinu. Na grafičkom prikazu (Slika 6) se može primetiti da je, u skladu sa aktivnostima u školi i godišnjim dobima, potrošnja električne energije najniža u avgustu, jer je broj korisnika u letnjim mesecima najmanji, zbog realizovanih nastavnih aktivnosti.

Mesec	Električna energija							Emisija CO2		1 kWh = 0,8 kg CO2	
	OE1	OE2	OE3	OE4	OE5	OE6	OE7	Ukupno	Emisija CO2	Ukupno (Din)	
Jan	4.582,00	1.964,00	1.683,00	434,00	27,50	121,20	5.644,00	4.516,00	46.108,13		
Feb	4.054,00	1.862,00	1.683,00	418,00	25,70	121,20	5.164,00	4.082,00	42.934,93		
Mar	3.955,00	1.764,00	1.683,00	402,00	23,90	121,20	5.279,00	4.213,00	43.832,25		
Apr	4.956,00	1.922,00	2.021,00	493,00	43,50	121,20	6.144,00	5.014,40	56.539,72		
Maj	5.136,00	1.987,00	2.082,00	525,00	43,40	121,20	6.333,00	5.064,40	68.533,44		
Jun	4.905,00	1.933,00	2.034,00	507,00	43,40	121,20	6.189,00	5.052,40	66.797,70		
Jul	4.382,00	1.828,00	1.857,00	456,00	43,40	0,00	5.566,00	4.529,00	61.928,50		
Avg	3.172,00	1.673,00	1.595,00	373,00	43,40	0,00	4.243,00	3.396,00	48.257,20		
Sep	4.718,00	1.796,00	1.845,00	442,00	43,40	0,00	5.614,00	4.481,00	62.982,00		
Oct	8.419,00	3.139,00	2.221,00	549,00	43,40	0,00	10.790,00	1.046,40	112.232,50		
Nov	5.181,00	1.929,00	2.081,00	489,00	43,40	0,00	6.330,00	5.064,00	70.528,12		
Dec	5.789,00	1.965,00	2.142,00	537,00	43,40	0,00	7.634,00	5.627,00	77.665,93		
UKUPNO 2014	6.00	56.789,00	14.542,00	21.433,00	4.832,00	0,00	142,00	71.261,00	67.804,88	796.267,90	

Slika 5. Mesečni računi za električnu energiju u 2014. godini.



Slika 6. Grafički prikaz potrošnje električne energije i troškova u 2014. godini.

4. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Nakon preliminarnih analiza potrošnje energije i parametara energetske efikasnosti, potrebno je fokusirati se na poboljšanje trenutnog stanja objekta. Međutim, predložene aktivnosti i mere za poboljšanje treba izabrati, na prvom mestu, po važnosti u uštedi energije, a na drugom, po ekonomskoj opravdanosti. Te mere mogu biti, u nekim slučajevima, realizovane uz određena finansijska ulaganja, dok se, u drugim slučajevima, mogu postići jednostavnim promenom navika korisnika objekta. Zbog toga, mere za poboljšanje energetske efikasnosti se mogu podeliti u tri grupe [7]:

- Mere domaćinskog ponašanja – bazirane na motivaciji korisnika za racionalno korišćenje energije kroz informisanje i promenu ljudskih navika; ne zahtevaju finansijska sredstva.
- Niskobudžetne mere – investiranje u nova tehnička rešenja, modernizacija instalacija i opreme, sa ciljem da se optimizuje funkcija određenih podsistema za prenos i konverziju energije, na primer, oprema za merenje, regulaciju i kontrolu; zahteva minimalna finansijska sredstva.
- Visokobudžetne mere – investiranje u rekonstrukciju objekta, novu opremu sa modernizovanim sistemima i instalacije u oblasti grejanja, hlađenja, električne energije, itd.; zahteva značajna finansijska sredstva.

Na osnovu rezultata preliminarnog energetskog bilansa, predložene su mere za poboljšanje energetske efikasnosti u Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Nišu (Slika 7).

Vrsta mere	Konkretne mere
Mere domaćinskog ponašanja	<ul style="list-style-type: none"> – zatvaranje vrata i prozora u grejanim i hlađenim prostorijama, – raspored kancelarijskog nameštaja sa ciljem uklanjanja barijera oko grejnih tela, – regulacija grejanja i hlađenja u prostorijama u skladu sa njihovom namenom i prisustvom korisnika, – upotreba prirodnog osvetljenja, – isključivanje osvetljenja u prostorijama u kojima nije neophodno osvetljenje, – isključivanje računara i drugih uređaja, – podešavanje rada uređaja u stand by režimu, kada god je to moguće.
Niskobudžetne mere	<ul style="list-style-type: none"> – održavanje omotača objekta, – popravka i zamena mernih instrumenata koji su u nadležnosti institucije, – redovno održavanje sistema grejanja i hlađenja.
Visoko budžetne mere	<ul style="list-style-type: none"> – instalacija termostatskih glava i radijatora visoke energetske efikasnosti, – zamena stolarije u prostorijama u kojima je to potrebno, – instalacija centralizovanog sistema hlađenja, – instalacija sistema za osvetljenje visoke energetske efikasnosti i njegovo upravljanje bazirano na više parametara (potreban nivo osvetljenosti u prostoriji u odnosu na prirodno osvetljenje, prisustvo korisnika u prostoriji,...).

Slika 7. Predložene mere za poboljšanje energetske efikasnosti.

Međutim, realizacija predloženih mera zavisi pre svega od svesti zaposlenih u Visokoj tehničkoj školi. Oni stoga mogu uticati na druge korisnike svojim primerom, uz stalno informisanje o prednostima usvajanja i implementacije mera domaćinskog upravljanja energijom. S druge strane, može se postići značajna ušteda energije primenom visokobudžetnih mera čija realizacija zavisi direktno od raspoloživih finansijskih sredstava škole.

4. ZAKLJUČAK

Veliki deo javnih objekata u Republici Srbiji ima nizak nivo energetske efikasnosti. Iako ukupno poboljšanje energetske efikasnosti postojećih objekata ne podrazumeva uvek

potpunu rekonstrukciju i obnovu celog objekta, aktivnosti mogu biti usmerene na delove objekata i opremu koji su energetski najvažniji i ekonomski opravdani. Međutim, mere unapređenja energetske efikasnosti ne zahtevaju obavezno korišćenje finansijskih sredstava, već jednostavnim promenom navika korisnika i implementacijom mera domaćinskog ponašanja je moguće pozitivno uticati na potrošnju energije.

U ovom radu su prikazani Energetski bilansi Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu i Gradske opštine Crveni Krst, na čijoj se teritoriji nalazi objekat škole. U okviru toga, izvršeno je snimanje trenutnog stanja u opštini, kao i snimanje trenutnog stanja objekta škole, čime su i identifikovana moguća mesta za uštedu energije. Na osnovu toga, predložene su mere za poboljšanje energetske efikasnosti, koje su grupisane na osnovu neophodnih finansijskih sredstava za njihovu realizaciju, kao mere domaćinskog upravljanja energijom, niskobudžetne mere i visokobudžetne mere.

U Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija se konstatno radi na sprovođenju mera domaćinskog ponašanja. Ipak, postoji potreba za značajnim radovima u oblasti unapređivanja sistema grejanja i hlađenja, kao i osvetljenja, ali s obzirom na to da su to mere koje zahtevaju ulaganje značajnih novčanih sredstava, njihova realizacija direktno zavisi od finansijskih prihoda škole, koji su ograničeni. Za realizaciju ovakvih mera, potrebno je dodatna sredstva potražiti kod određenih fondova ili banaka, realizacijom odgovarajućih projekata ili pak obezbeđivanjem donacija.

LITERATURA

- [1] Republic of Serbia, Statistical office in the Republic of Serbia, 2011 Census of Population, Household and Dwellings in the Republic of Serbia, Dwellings by the Type of Energy Raw Material Used for Heating, Data by municipalities/cities, Belgrade, 2011.
- [2] M. Mihić, D. Petrović, A. Vučković, Mogućnosti primene cost-benefit analize u projektima energetske efikasnosti u zgradarstvu, *Ekonomске teme*, 49, pp. 355-378, 2011
- [3] D. Živković, M. Mančić, P. Milosavljević, M. Todo-rović, D. Pejović, B. Stanković, Energy efficiency increasing of indoor swimming pools using solar technology, *Proceedings, 16th Symposium of Thermal Science and Engineering of Serbia*, Sokobanja, Serbia, October 22-25, pp. 518-528, 2013.
- [4] M. Cellura, F. Guarino, S. Longo, M. Mistretta, Different energy balances for the redesign of nearly net zero energy buildings: An Italian case study, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, pp. 100-112, 2015.
- [5] T. R. Oke, R. A. Spronken-Smith, E. Jáuregui, C. S. B. Grimmond, The energy balance of central Mexico City during the dry season, *Atmospheric Environment*, 33, pp. 3919-3930, 1999.
- [6] M. K. Tuule, T. Mauring, A. H. Tkaczyk, Energy balance calculation of window glazing in the northern latitudes using long-term measured climatic data, *Energy Conversion and Management*, 89, pp. 896-906, 2015.
- [7] V. Karamarković, B. Ramić, M. Stamenić, M. Matejić, D. Đukanović, M. Stefanović, R. Karamarković, S. Jerotić, D. Gordić, M. Stojiljković, M. Kljajić, Uputstvo za izradu energetskog bilansa u opštinama, *Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije*, Beograd, Republika Srbija, 2007.

UMREŽAVANJE RECIKLITANOG GUMENOG PRAHA SINTEROVANJEM CROSS-LINKING OF GROUND TIRE RUBBER (GTR) BY SINTERING

Petar S. Đekić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Biljana Milutinović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Slađana Nedeljković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - *Otpadni pneumatici imaju veliku zapreminu i dug period raspadanja, pa zbog toga predstavljaju jedan od velikih problema u očuvanju životne sredine i zdravlja ljudi. Odlaganjem otpadnih pneumatika na deponiju zauzima se prostor, zagađuje životna sredina i negativno utiče na zdravlje ljudi. Zbog toga su razvijene različite metode kojima se smanjuje zapremina otpadnih pneumatika uz mogućnost dobijanja sekundarnih sirovina i energije. Neke od metoda koje su do sada razvijene su: spaljivanje, piroliza i reciklaža otpadnih pneumatika. Svaka od ovih metoda ima prednosti i mane: reciklažom se štede prirodni resursi i složeni polimerni lanci ponovo vraćaju u proces proizvodnje, dok se spaljivanjem otpadnih pneumatika dobija značajna količina energije. Međutim problem se javlja zbog nemogućnosti primene proizvoda reciklaže. Jedna od metoda primene je izrada proizvoda metodom sinterovanja. U ovom radu biće prikazan postupak sinterovanja recikliranog gumenog praha (GTR) i mehaničke karakteristike tako dobijenog materijala.*

Ključne reči: Otpadna guma, sinterovanje, mehanička svojstva.

Abstract - *Waste tires have large volume and a long period of decay, and therefore represent a major problem in the preservation of the environment and human health. Disposal of waste tires in landfill occupies the space, pollutes the environment and negatively affects human health. Therefore, various methods have been developed that reduce the volume of waste tires and receiving raw materials and energy. Some of the methods that have been developed are: incineration, pyrolysis and recycling of waste tires. Each of these methods has advantages and disadvantages: recycling saves natural resources and complex polymer chains back into the production process, while the burning of waste tires received a significant amount of energy. However a problem arises because of the impossibility of using the recycling products. One method of application is the creation of products by sintering. In this paper will be shown the sintering process of ground tire rubber (GTR) and mechanical properties of the resulting materials.*

Key words: Waste tire, sintering, mechanical properties

1. UVOD

Jedan od najvećih problema današnjice je zagađenje životne sredine, smanjenje životnog prostora i prirodnih resursa. Guma, za čiju proizvodnju se troše veliki broj prirodnih resursa nastaje postupkom vulkanizacije, nepovratnom hemijskom reakcijom između kaučuka, sumpora i drugih hemikalija pri čemu dolazio do trodimenzionalnog umrežavanja polimernih lanaca. Guma nije termoplast tj. povišenim temperaturama se ne može ponovo preoblikovati. Period raspada otpadne gume u proseku je 80 – 100 godina, a 1 t putničkih pneumatika zauzima najmanje 6 m³ životnog prostora. [1,2]

Gumeni proizvodi se izrađuju postupkom vulkanizacije sirove smeše u određenom vremensko intervalu, na određenoj temperaturi i pritisku. Prvi je postupak vulkanizacije otkrio Charls Goodyear još 1844. godine. Sirova (gumena) smeša predstavlja smešu kaučuka (prirodnog (NR), sintetičkog (SBR) i ostalih sredstava za vulkanizaciju, aktivnih i neak-

tivnih punila, omekšivača i specijalnih dodataka. U aktivna punila spadaju čađ i silikatna punila, a u neaktivna punila kaolin, kreda, neaktivna čađ i reciklirani gumeni prah. Proizvodi od gume su mnogobrojni i koriste se gotovo u svim granama industrije (pneumatici, transportne trake, gumena creva, gumeno tehnička roba, obuća, itd.).

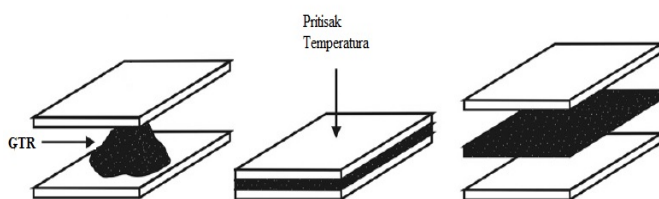
Najzastupljeniji gumeni proizvod je pneumatik i godišnje se u svetu proizvede nešto više od 1 milijarde pneumatika pri čemu 60% čine putnički pneumatici, 30% teretni i autobuski, a ostatak su pneumatici za razne građevinske i poljoprivredne mašine, avione, itd. Prosečan putnički pneumatik ima težinu od oko 11 kg koja se sastoji od 1,6 kg prirodnog kaučuka; 3 kg sintetičkog kaučuka; 3,2 kg raznih aditiva i 2,7 kg sintetičkog platna i čeličnog jezgra. Godišnje se u Republici Srbiji proizvede oko 10 miliona pneumatika. U skladu sa Strategijom za upravljanjem otpadom za period 2010-2019 godine, predviđen je odnos od 80:20% u korist reciklaže za 2011 godinu, a da se do kraja 2019 godine poveća udeo u reciklaži do maksimuma [3].

Problem otpadne gume je u početku rešavan deponovanjem, ali zbog opasnosti od nastanka požara i izazivanja ekološke katastrofe od ovog koncepta se odustalo. Kako je sintetički kaučuk derivat nafte i bogat energijom, rešenje problema otpadne gume traženo je u spaljivanju gume. Međutim spaljivanjem otpadne gume umanje se potencijal gume da se skoristi kao sirovina. Zbog toga se prešlo na reciklažu otpadne gume. Prvi je počeo da razmatra postupak reciklaže gume mlevenjem 1853. godine, Charls Goodyear. Do sada su razvijene različite metode reciklaže: redukcija veličine i proizvodnja recikliranog gumenog praha (metodom ambijentalnog drobljenja i metodom kriogenog drobljenja); devulkanizacija i regeneracija; i postupak dobijanja hemikalija. Kako se raznim zakonskom regulativom u svetu i kod nas nameće povećanje udela reciklirane gume u proizvodima od gume, jedan od načina je upotreba recikliranog gumenog praha za izradu proizvoda koji sadrže 100% recikliranog gumenog praha [4]

Postupak sinterovanja je postupak koji se vrlo često koristi za izradu delova od materijala u praškastom stanju pod uticajev visokog pritiska i temperature. Sinterovanjem gumenog praha bavili su se razni istraživači ali su do sada koristili unapred pripremljene smeše na bazi NR i SBR kaučuka koji su naknadno usitnjavali ambijentalni postupkom pa zatim sinterovali [5,6]. Ova istraživanja predstavljaju osnov za istraživanje koje ce biti tema ovoga rada gde ce za sinterovanje biti upotrebljen reciklirani gumeni prah (GTR) dobijen ambijentalnim mlevenjem putničkih pneumatika

2. OPIS EKSPERIMENTA

Za potrebe ovoga rada nabavljen je reciklirani gumeni prah veličine čestica manje od 500 μm (EKO GUMMI, Gabor, Bugarska) dobijen ambijentalnim postupkom mlevenja putničkih pneumatika. Za potrebe sinterovanja izrađen je trodelni alat prečnika 85 mm u kome je sinterovan gumeni prah. Sinterovanje je vršeno na gumarskoj hidrauličnoj presi (Mladost, Banja Luka, R.Srpska) sile pritiska 50 tona, veličine etaža 400x400 mm i dimenzije svetlog otvora 450 mm. Vreme sinterovanja je iznosilo 1h, temperatura se kretala u intervalu od 160°C do 240°C, a specifični pritisak u alatu je bio konstantan 25 MPa. Postupak sinterovanja prikazan je na slici 1.



Slika 1. Postupak sinterovanja.

Pre svakog ispitivanja epruvete su kondicionirane u standardnoj atmosferi (SRPS. G.S0.050). Epruvete su izrađene prosecanjem profilisanim nožem iz ploče.

Ispitivanje tvrdoće gumenih smeša je izvršeno Shor-ovim tvrdomerom tipa „A“ po tri merenja na svakom uzorku prema standardu SPRS. G.S2.125.

Određivanje zateznih svojstava izvršeno je na mernom mestu, tako što su zvonaste epruvete tipa "2", prema

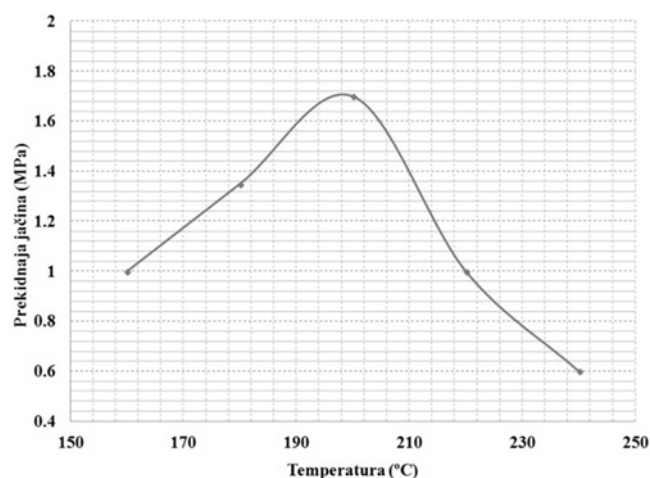
standardu SRPS.G:S2:127 istežane do kidanja, a vrednosti očitavne na dijagramu. Od opreme korišćena je univerzalna kidalica, konvertor signala „Spider 8“, senzor puta WK 100m, senzor sile Q11 i odgovarajući softer za obradu podataka. Brzina razmicanja čeljusti je iznosila 230 mm/min.

Takođe vršeno ispitivanje otpornosti na cepanje, po tri epruvete tipa „A“, prema standardu SPRS. G.S2. 735, istežane su do kidanja na mernom mestu, pri čemu je brzina razdvajanja čeljusti bila konstantna i iznosila 230 mm/min

3. REZULTATI ISPITIVANJA

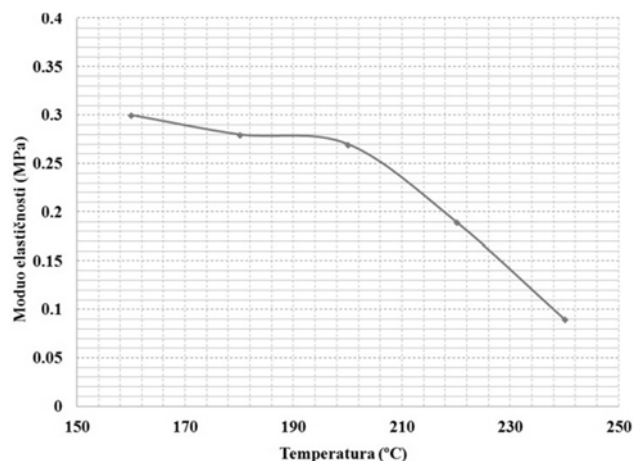
Ispitivanjem tvrdoće utvrđeno je da dolazi do malih odstupanja tvrdoće u temperaturnom intervalu do 200°C i ona iznosi 55 Shora. Sa povećanjem temperature dolazi do pada tvrdoće na 50 Shora.

Promena prekidne jačine u zavisnosti od temperature je prikazan na slici 2.



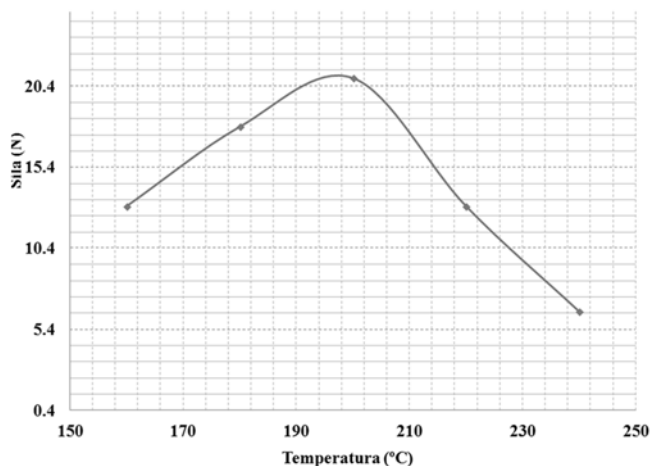
Slika 2. Prekidna jačina u zavisnosti od temperature.

Promena modula elastičnosti u zavisnosti od temperature prikazana je na slici 3.



Slika 3. Modul elastičnosti u zavisnosti od temperature.

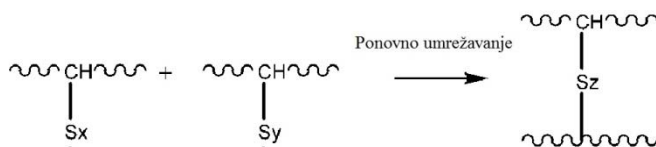
Uticaj temperature na otpornost na cepanje je prikazan na slici 4.



Slika 4. Sila cepanja u zavisnosti od temperature.

4. ANALIZA I DISKUSIJA

Postupak sintetrovanja je laki i relativno brz. Mehanizam nastanka materijala još nije u potpunosti razjašnjen, ali postoji teorija koja ovo objašnjava. Uz pomoć velikog pritiska unutar alata ostvaruje se kontakt između čestica a pod uticajem povišene temperature dolazi do hemijske reakcije, odnosno do raskidanja umreženih lanaca na površini samih čestica i dolazi do novog postupka umrežavanja polimernih lanaca čestica u kontaktu (slika 5) i stvaranja novih.



Slika 5. Postupak nastanka novih veza.

Na osnovu ispitivanja tvrdoće kod dobijenih uzoraka uočeno je da sa porastom temperature do 200°C dolazi i do povećanja tvrdoće dobijenih uzoraka. Dok sa daljim porastom temperature dolazi do naglog opadanja tvrdoće. Ovo se može objasniti činjenicom da došlo do ponovnog umrežavanja polimernih lanaca čime se povećava otpornost gume pri prodiranju utiskivača za ispitivanje tvrdoće. Međutim sa daljim porastom temperature dolazi do obrnutog postupka od vulkanizacije to jest dolazi do degradacije smeše.

Kao što se može videti sa slike 2 prekidna jačina takođe raste kao i tvrdoća gume iz istog razloga i najveća vrednost je pri temperaturi oko 200°C nakon čega naglo opada. Vrlo bitna je i činjenica da je prekidna jačina gotovo u linearnoj zavisnosti sa temperaturom do 200°C. Modul elastičnosti takođe beleži ovaj trend, što se može uočiti sa dijagrama koji je prikazan na slici 4. Ova pojava ukazuje da se stepen umrežavanja povećava sa povišenjem temperature i da je došlo do ponovnog umreženja polimernih lanaca unutra čestica.

Otpornost na cepanje gume je takođe vrlo bitna karakteristika gumenih proizvoda. Promena ove karakteristike u zavisnosti od temperature je prikazana na dijagramu na slici 4. Kao i kod zateznih svojstava i ovde se uočavaju slične zakonitosti. Sa porastom temperature do 200°C raste i sila neophodna da dođe do razaranja epruvete, što opet znači da je došlo do umrežavanja polimernih lanaca u znatnoj meri. Sa daljim porastom temperature dolazi do reverzibilnog procesa to jest da devulkanizacije gume čime se smanjuje neophodna sila za razaranja epruvete.

5. ZAKLJUČAK

Ovim radom je pokazano da se postupak sinterovanja, postupak izrade proizvoda pod uticajem visoke temperature i pritiska može koristiti i za izradu proizvoda od recikliranog gumenog praha. Sinterovana reciklirana guma ima zadovoljavajuće karakteristike u poređenju sa klasičnim gumenim smešama. Prednost ovog postupka se ogleda i u tome što su zalihe recikliranog gumenog praha praktično beskonačne. U radu je uočeno da se sinterovanje treba vršiti na temperaturama nižim od 200°C, a razlog leži u tome što je temperatura vulkanizacije pneumatika nije veća od 175°C u zavisnosti od tipa smeše.

LITERATURA

- [1] European Tyre and Rubber's Manufacturers Association (ERTMA), Statistics, Edition 2014, Bussels, 2014. [http://www.etrma.org/uploads/documents/20150408%20%20Statistics%20booklet%202014%20FINAL%20\(modified\).pdf](http://www.etrma.org/uploads/documents/20150408%20%20Statistics%20booklet%202014%20FINAL%20(modified).pdf) (pristupljeno 15.05.2015).
- [2] D. Stanojević, M. Rajković, D. Tošković, (2011) Upravljanje korišćenim pneumatikama, dometi u svetu i stanje u Srbiji, *Hemijska industrija*, 65 (6), str. 727–738.
- [3] Republika Srbija, (2010) Strategija upravljanja otpadom za period 2010-2019. godine.
- [4] P. Đekić, G. Radenković, (2010) Uticaj udela regiklirane gume na svojstva gumene smeše, *Hemijska industrija*, 64 (3), str. 247-252.
- [5] A. R. Tripathy, J. E. Morin, D. E. Williams, S. J. Eyles, R. J. Farris, (2002) A Novel Approach to Improving the Mechanical Properties in Recycled Vulcanized Natural Rubber and Its Mechanism, *Macromolecules* 35, str. 4616-4627.
- [6] J. E. Crespo, F. Parres, A. Nadal, Mechanical behavior analysis of sintered products of natural rubber crumb rubber (NR CR) using adhesives, *Mat.-wiss. u. Werkstofftech*, 40 (3), str. 211-217.

PRIMENA SOLARNE ENERGIJE U ŽELEZNIČKOJ INFRASTRUKTURI USE OF SOLAR ENERGY IN RAILWAY INFRASTRUCTURE

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

Sadržaj - Solarni paneli se mogu integrisati u železničke građevine, stanice, perone itd. Mogu se montirati na infrastrukturne objekte duž pruge, semafore, znakove, a mogu se koristiti i za pokrivanje celog tunela, kao što je to slučaj sa prvim solarnim tunelom u Belgiji. Prvi "zeleni voz" je startovao 6. juna 2011. godine u Antverpen. Proizvedena električna energija snabdeva infrastrukturu linije za osvetljenje, signale, ali i elektromotore "zelenog voza". Korišćenjem električne energije na licu mesta, eliminišu se skoro u potpunosti gubici energije, troškovi transporta i smanjuje se emisija gasova sa efektom staklene bašte.

Ključne reči: Solarna energija, železnica

Abstract - Solar panels could be integrated into the railway buildings, stations, platforms, etc. They can be mounted on the infrastructure facilities along the railway traffic lights, signs, and can be used to cover the entire tunnel, as is the case with the first solar tunnel in Belgium. The first "green train" was started on June 6, 2011, in Antwerp. The produced electricity supply infrastructure lines for lighting, signals, and electric motors & quot; green train & quot;. Using electricity on the spot, eliminates almost completely the losses of energy, transportation costs and reduced emissions of greenhouse gases.

Key words: Solar energy, railway

1. UVOD

Tuneli železničkog saobraćaja moraju imati dovoljno osvetljenje kako bi se operateri u vozu prilagodili promenama u jačini svetlosti, od jakog svetla napolju, na ulazu ili u stanicu, do tame u tunelu. Dakle, neophodna je određena deonica na ulazu u tunel gde svetla moraju biti jača. Minimalni nivo osvetljenja se obično predviđa za svaki tunel, međutim taj nivo osvetljenja treba biti dovoljan da inspektori ili radnici koji pregledaju prugu ne moraju koristiti lampu, a mogu jasno da vide elemente šina.

Pruga koja povezuje međunarodne gradove Pariz i Amsterdam je 2010. godine [1] postala prva u Evropi koja koristi električnu energiju sa solarnih panela za osvetljenje u tunelima (Sl. 1). Investicija od 15,6 miliona evra je uložena u tunel dužine 3,6 km u blizini Antverpena na severu Belgije. Tunel je opremljen sa 16.000 solarnih panela koji pokrivaju 50.000 m² površine. Paneli proizvode približno 3.300 MWh električne energije godišnje. Ugradnjom solarnih panela, predviđa se da će u narednih 20 godina emisija ugljen-dioksida biti smanjena za 47,3 miliona kilograma [1,3].

Ovo predstavlja efikasan način da se smanji emisija ugljen-dioksida jer površina na kojoj su instalirani paneli nema nikakvu ekonomsku vrednost.



Slika 1. Postavljanje panela na tunelu na liniji Pariz – Amsterdam.

Solarna energija se smatra metodom za smanjenje ispuštanja ugljenika iz sektora železnice. Tendencija je da će projekti iskorišćenja solarne energije omogućiti razvoj novih instalacija u Evropi i drugim delovima sveta, ukazujući da su železnički hangari idealna mesta za takve instalacije u budućnosti. Mogućnost primene takve tehnologije se razmatra na brzoj pruzi Tuson-Feniks u Arizoni (SAD).

2. INTEGRACIJA PV SISTEMA U ŽELEZNIČKU INFRASTRUKTURU

Integracija PV panela u građevine ima prednost u ceni koja čini ovaj koncept privlačnim za urbanizovane regione ali i za slabije naseljene oblasti sa dovoljno neokupiranog zemljišta. Paneli se mogu instalirati na površinama zgrada i duž puteva, tj. pruga, sa mogućnošću da kombinuju proizvodnju energije sa ostalim funkcijama građevina ili drugih struktura.



Slika 2. Solarni tunel na liniji Antverp – Amsterdam.

U poređenju sa velikim prizemnim PV elektranama, korišćenjem ovih kombinovanih sistema se mogu ostvariti znatna smanjenja u ceni. Na primer, u slučaju kada je zgradi neophodno oblaganje treba ga zameniti oblaganjem PV modula s obzirom da su ulaganja nešto veća a benefiti znatni. Dodatno, ne koristi se zemljište koje je ekonomski vredno a pri tome nisu potrebne nikakve pomoćne strukture.

Elektricitet koji se na ovaj način generiše, troši se na mestu proizvodnje, što je vrlo bitno. Instalirane baterije omogućavaju stanici da funkcioniše nezavisno od spoljašnjeg snabdevanja energijom. Ovako se eliminišu gubici prilikom prenosa i distribucije i smanjuju se troškovi održavanja. Dobro integrisan PV sistem u arhitekturu građevine može poboljšati estetiku zgrade i podržati imidž železničke kompanije u cilju ekološke odgovornosti, kao što je ilustrovano na slici 3. Vlasnici komercijalnih građevina su sve zainteresovaniji za instaliranje PV sistema kao vrlo vredne odlike njihove imovine.



Slika 3. Solarni paneli integrisani u krov železničke stanice.

Integrisanje fotonaponskih panela u dizajn stanice i železničkog depoa zahteva dodatne radnje kako bi se dopunile trenutne smernice dizajniranja. Što se tiče integrisanja u sitem vozova, detaljne studije se moraju izvršiti. Potrebno je angažovati arhitekta dizajnere. Dodatni sistemi se mogu dodavati zgradi tokom vremena ali bi arhitekta trebalo da planiraju ovo tokom faze dizajniranja građevine. Ovako je instalacija PV panela olakšana i jeftinija.



Slika 4. Integracija solarnih panela na železničkom depou.

Naravno građevine moraju biti sigurne konstrukcije, kako bi podržale integraciju PV sistema, na primer na krovu. Depo je veliki konzument energije. Osim energije koja se troši na radnom mestu, vozovi takođe zahtevaju energiju. Radionica, garaže i ostale građevine imaju veliku površinu krova koja je odlična za instalaciju fotonaponskih sistema. Mnogo je slučajeva ovakve primene. U okviru Heliotram projekta, nekoliko pilot elektrana je instalirano na tramvajskim depoima u Hannover Leinhausen i Ženevi. Elektrana u Ženevi od 150 kW_p napaja oko 600V DC direktno u elektro-mrežu tramvaja i trolejbusa, što čini oko 1% potreba transportne mreže Ženeve (Sl. 4). Direktnim snabdevanjem mreže jednosmernom strujom se eliminišu gubici prilikom konverzije jednosmerne u naizmničnu struju. Jednsmerna mreža se isključivo koristi u električnom transportu kao što su transport tramvajima, trolejbusima i električnim vozovima. Snabdevanje vagona naizmničnim elektricitetom je izazovno zato što voz u nekim slučajevima prelazi nekoliko zona što može dovesti do kvara na sistemu snabdevanja naizmničnom strujom.

2.1 Korišćenje "na licu mesta"

Prednost korišćenja solarnih panela duž pruge je i što se energija generiše gde je potrebna, pa nema gubitaka koji se javljaju prilikom transporta. Još jedan primer je fotonaponski sistem Austrijske Federalne Železnice (ÖBB) koji direktno konvertuje solarnu energiju u elektricitet i šalje ga u železničke dalekovode. Sistem se sastoji od 7000 m² solarnih panela koji proizvode oko 1100 MWh godišnje. Ova količina je ekvivalentna potrošnji energije koi umaju 200 vozova na liniji Beč - Salzburg, a procenjeno je da smanjuje zagađenje od 400 tona CO₂. Za potrebe PV sistema razvijen je posebni inventer koji spaja solarne panele sa dalekovodma. Ovako je omogućeno da se PV sistem postavi duž pruge pa se elektricitet efikasno proizvodi tamo gde je i potreban (Sl. 5).

Sistem skoro da nema gubitaka u prenosu energije koji se obično javljaju kada se energija prenosi sa većih razdaljina.



Slika 5. Solarni panel za napajanje pružne signalizacije.

U Italiji EU finansira postavljanje solarnih panela na krovu voza koji obezbeđuju električnu struju za klimatizaciju vagona, dok Francuska takođe razmatra mogućnost uvođenja te tehnologije radi korišćenja struje za osvetljenje i klimatizaciju voza u regionu Poato - Šarent.

2.1 Korišćenje solarne energije u saobraćaju

Istanbulska kompanija za javni gradski prevoz "Istanbul Elektrik Tramvay ve Tunel" (IETT) predstavila je prve autobuse koje pokreće solarna energija. Na predstavljanju solarnog autobusa, kompanija je pokazala pilot vozilo i predstavila planove za pokretanje i uvođenje u javni prevoz većeg broja vozila. Autobusi će biti na krovu opremljeni sa 15 solarnih panela, koji će se koristiti za podršku baterijama i električnom sistemu u autobusima. Projekat ima za cilj smanjenje emisije ugljen-dioksida kao i potrošnje goriva.

U cilju iskorišćenosti solarne energije u saobraćaju, konstruisana je eksperimentalna letelica na solarni pogon "Solarni impuls" koja je letela svoj prvi međunarodni let, iz baze Pajern u Švajcarskoj do Brisela. Prototip letelice koja se napaja solarnom energijom ima samo jedno sedište i raspon krila kao Boing 777, na kome su vršena sva istraživanja i probni letovi.

U Velikoj Britaniji, se smatra da budućnost leži u električnim automobilima koji će se napajati iz stacioniranih solarnih ploča smeštenih na krovovima zgrada. Ako želimo da smanjimo ispuštanje gasova iz automobila, onda ima više smisla koristiti električna vozila i napajati ih iz mreže gde je struja dobijena 'zelenim' putevima.

Prava budućnost solarnih saobraćajnih sredstava je u električnim vozilima koja će napajati svoje baterije iz mreže koja će dobijati struju iz solarnih izvora.

3. ZAKLJUČAK

Solarna energija je najčistija energija na svetu. Njenom primenom se mogu opslužiti izolovani regioni sveta bez potrebe za komplikovanom infrastrukturom. Integrisanjem solarnih panela u građevine se ne zauzima vredna ili obradiva površina. Njene pogodnosti su prepoznate u železničkom saobraćaju, pa je sve više primera gde se solarni fotonaponski paneli integrišu u železničke zgrade i ostalu infrastrukturu železnice. Na ovaj način je moguće zameniti veliki deo neodržive potrošnje železnice, energijom koja potiče iz alternativnih izvora i čista je. Sve je više primera gde se

solarnim panelima duž pruge pokreću vozovi. Specifičnost električnih vozova ovo dozvoljava zato što koriste jednosmernu struju. Ovakva primena je uslovljena efikasnošću solarnih panela danas, ali kako je ova tehnologija u velikom zamahu, PV sistemi mogu pokrenuti revoluciju u javnom sadržaju sa tendencijom da se svi vozovi, tramvaji i autobusi mogu pokretati energijom iz solarnih panela.

Proizvodnja električne energije iz sunčeve, dobra je osnova za smanjenje uvoza električne energije, kao i način da se uštedi u finansijskom i drugim sektorima. Sunčeve radijacije u Srbiji je na mnogo većem stepenu nego u drugim zemljama koje koriste solarne kapacitete. Izuzetno je bitno i smanjena emisija štetnih gasova korišćenjem solarnih panela, pa bi Srbija za pet godina korišćenja ovih sistema mogla da spreči isparavanje više od 305 hiljada tona ugljen-dioksida.

Oko 10 miliona tona energetske proizvodnje godišnje u Srbiji nije dovoljno, pa je potreban i uvoz. U budućnosti, obnovljiva energija će sigurno dominirati u bilansu svetskih energetskih zaliha iz prostog razloga što neće biti druge alternative. Danas su svetske zalihe energije bazirane na fosilnim gorivima i nuklearnoj energiji, a ti izvori neće trajati zauvek, s obzirom da je da njihova eksploatacija veliki ekološki problem.

LITERATURA

- [1] <http://inhabitat.com/paris-amsterdam-high-speed-rail-line-powered-by-two-miles-of-solar-panels/>
- [2] <http://www.sunisthefuture.net/2015/06/14/trains-powered-by-sunshine-in-belgium-and-india/>
- [3] TRENITALIA – PVTrain: The application of innovative PV technology to railway trains
- [4] http://www.indianrailways.gov.in/railwayboard/uploads/directorate/stat_econ/pdf/Summary%20Sheet_Eng.pdf
- [5] Designing with solar power: A source book for building integrated photovoltaics (BIPV) - Ded Prasa, Mark Snow - SO LARCH Group, Centre for a Sustainable Built Environment University of Now South Woles, Australia
- [6] TramStore21 Report - Building sustainable and efficient tram depots for cities in the 21st century: Photovoltaic Systems
- [7] A study on the feasibility of solar powered railway system for light weight urban transport
- [8] Syed Husain Imran Jaffery, Hassan A. Khan, Sarfraz Ali, Mushtaq Khan
- [9] A study on the feasibility of solar powered railway system for light weight urban transport -
- [10] Syed Husain Imran Jaffery, Hassan A. Khan, Sarfraz Ali, Mushtaq Khan

OPASNOSTI I MERE ZAŠTITE PRI RADU SA SISTEMIMA ZA EKSTRUDIRANJE PLASTIČNIH FOLIJA

RISK AND OCCUPATION SAFETY WORKING WITH THE SYSTEM FOR EXTRUDING PLASTIC FILM

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

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

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

Sadržaj - U ovom radu opisane su opasnosti i štetnosti koje su vezane za rad sa sistemima za ekstrudiranje plastičnih folija. Kod ovakvih sistema vrlo često se javljaju najteže posledice tj. amputacije ekstremiteta. Oni za posledicu imaju trajni gubitak radne sposobnosti. Kako bi se ovo izbeglo neophodno je prepoznati sve opasnosti i štetnosti svih delova proizvodnog procesa. Nakon toga treba sprovesti mere zaštite uvođenjem različitih sistema zaštite polazivši od zvučne, svetlosne i grafičke siglalizacije pa sve od različitih vidova mehaničke zaštite (zavese, mreže, sajle, tasteri, itd.). Takođe se posebna pažnja treba posvetiti obuci radnika kao bi oni bili u potpunosti svesni svih opasnosti i štetnosti koje su vezane za njihovo radno mesto.

Ključne reči: Opasnosti, štetnosti, zaštita naradu, ekstrudiranje.

Abstract - This paper describes the risks and hazards related to the operation of the systems for the extrusion of plastic film. When such systems are often exacerbated the catastrophic events that occur. limb amputations. They result in a permanent loss of working ability. To avoid this it is necessary to identify all the risks and hazards of work of the production process. You should then take measures to protect the introduction of different shims protection polazivši of sound, light and graphic siglalizacije and all of the different types of protection (curtains, nets, ropes, keys, etc.). Also, special attention should be paid to the training of workers as they would be fully aware of all the risks and hazards related to their job.

Key words: Hazard identification, occupation safety, extruding.

1. UVOD

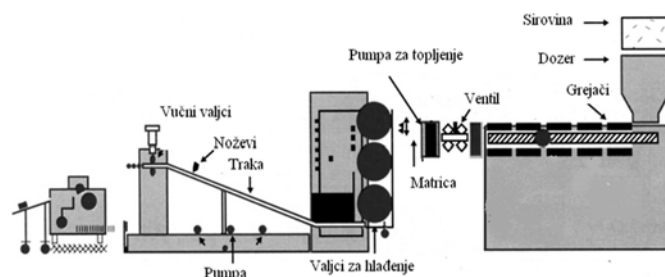
Povrede koje nastaju usled nepažljivog i nestručnog rukovanja sistemima za proizvodnju plastičnih folijastih proizvoda, zahtevaju posebnu pažnju zbog težine samih povreda. Sistemi i oprema za proizvodnju plastičnih proizvoda sastoje se od mnogobrojnih pokretnih i rotirajućih delova, koji su zagrejani na visokim temperaturama i nalaze se pod visokim naponom. Povrede koje mogu nastati su raznovrsne od najtežih kao što je smrtnost, preko težih povreda (prignječenja i amputacije ekstremiteta i prstiju) i raznih stepena opekotina (prvog, drugog i trećeg stepena) kao i lakših povreda (ogrebotina, modrica, itd...). Ovakve povrede nastaju kao posledica nepažnje, nestručnosti i neobučenosti radnika, loše i neispravne opreme i nedostatka zaštite mašina.

U ovom radu biće opisane tipske povred koji nastaju na karakterističnim delovima sistema kao i mere zaštite u cinju prevencije i smanjenja stepena rizika i mogućnosti za nastanak povreda [1].

2. OPIS SISTEM ZA PROIZVODNJU PLASTIČNIH FOLIJA I EKSTRUDERA

2.1 Sistem za izradu plastičnih folija i folija

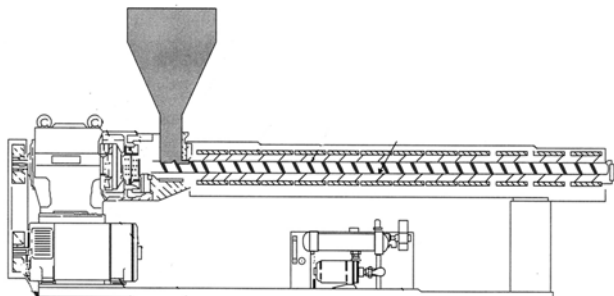
Smola (sirovina) kroz dozer ulazi u ekstruder slika 1, gde se topi i prelazi u tečno stanje. Ekstruder, koji se sastoji od usijane cevi sa unutrašnjim pužem, i pumpe koja rastopljenju smolu ubacuje u matricu za brizganje. Ploče izlaze u polu tečnom stanju i prolaze kroz njih valjaka za hlađenje i stanjivanje na odgovarajuću debljinu. Folije se nakon toga isećaju na odgovarajuće dimenzije i po potrebi namotavaju u rolne.



Slika 1. Sistem za proizvodnju plastičnih folija.

2.2 Ekstruder

Ekstruder se sastoji od dela za dostavljanje sirovine (dozera i rezervoara), puža sa grejačima, menjača i motora. Iz rezervoara kroz dozer smola koja je u obliku peleta ulazi u puž gde biva istopljena a kasnije kroz matricu ekstrudirana u ploče. U pužu se nalaze električni grejači koji greju telo ekstrudera i tope smolu, koja se uz pomoć pužnog vretena ekstrudira u matrici slika 2 [1,2].



Slika 2. Izgled ekstrudera

3. TIPOVI POVREDA I RAZLOZI NJIHOVOG NASTANKA UZROCI

U industriji za proizvodnju plastike postoji nekoliko tip-skih povreda koje su direktna posledica složenog sistema proizvodnje, tehnološkog procesa i nepažnje i to su:

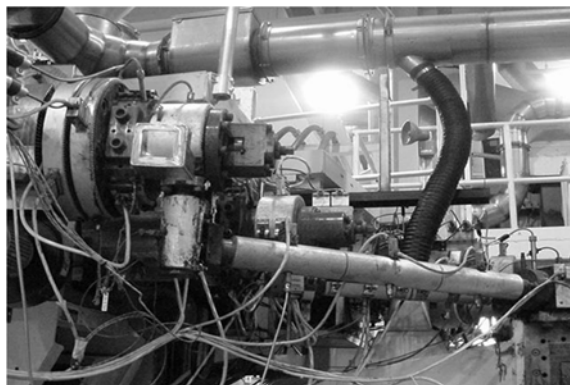
- Smrtni slučaj kao najteža povreda na radu.
- Amputacija, odsecanje delo ekstremiteta kao i prstiju.
- Čupanje delova tela, usled uvlačenja delova odeće (tela) u pogonske delove sistema.
- Prelomvi,
- Opekotine, prvog, drugog i trećeg stepena usled dodira sa vrelim delovima mašine ili rastopljene plastike..
- Modrice i ogrebotine,
- Strujni udar,

Uzroci nastanka povreda su različiti i mnogobrojni. Oni uglavnom predstavljaju nedostatke u procesu rukovanja, obuke, nadzora itd.. pri radu sa opasnim materijalima. Vrlo čest slučaja je i da se radi povećanja produktivnosti i lakše manipulacije oko mašine skidaju zaštitne ograde, delovi pri čemu se u značajnoj meri povećava rizik za nastanak neke povrede [3].

4. OPASNE ZONE I DELOVI SISTEMA ZA PROIZVODNJU PLASTIČNIH FOLIJA

4.1. Cevi za dopremanje rastopljenog materijala

Sistem za dopremanje rastopljene smole slika 3, predstavljaju opasnu zonu je se u njima nalazi rastopljena sirovina koja u kontaktu sa kožom može da izazove opekotine drugog i trećeg stepena.



Slika 3. Izgled cevi

4.2. Valjci za namotavanje folije

Ova oblast je veoma opasna iz razloga što se delovi tela lako mogu da se zaglave između valjaka slika 4, pri čemu najčešće dolazi do odkidanja delova tela ili gnječenja pri čemu vrlo često ishod može biti fatalan po radnike [2].



Slika 4. Valjci za namotavanje folije

4.3. Noževi za isecanje na meru

U delu procesa kada se proizvod iseca na željene dimenzije može doći do povređivanja (posekotina) u slučajevima ako je skinuta zaštita oštrice a sa ciljljem lakše zamene sečiva ili oštrenja slika 5 [2].



Slika 5. Noževi za isecanje na meru sa štitnicima

5. MERE ZAŠTITE I BEZBEDNOST

Iskustvo je pokazalo da pravilna obuka za rad u specifičnim uslovima kao i adekvantne mere zaštite na mašinama i uređajima u značajnoj meri mogu da smanje pa čak i da eliminišu nastanak povreda. Jedan od načina je ugradnja zaštitnih zavesa ili mreža kako bi se sprečio mogućnost dolaska u dodir ekstremiteta sa pokretnim delovima (slika 6).



Slika 6. Sigurnosne mreže, zavese i štitnici

Zatim ugradnja sigurnosnih tastera i kablova kako bi radnik u svakom momentu bez problema mogao da zaustavi rad mašine (slika 7).



Slika 7. Sigurnosni tasteri i kablovi

Takođe, veliku ulogu u prevenciji povreda imaju i štampana obaveštenja, nalepnice, posteri slike i sl. Njima se radnici upozoravaju na moguće opasnosti a istovremeno im stalno služi kao podsetnik [4,5].



Slika 8. Sigurnosna uputstva, posteri i nalepnice

6. ZAKLJUČAK

U današnjim uslovima rada, zaštita zaposlenih radnika bi trebalo da se sagledava sa društvenog i ličnog aspekta. Kao društveni aspekt, zaštitu zaposlenih treba da obezbeđuje radno zakonodavstvo i socijalno osiguranje kojima se uređuju prava: puno i skraćeno radno vreme, odmori i odsustva sa rada, zarade i primanja, zdravstvena zaštita, prava za slučaj invalidnosti.

Kao što se može zapaziti kod procesa proizvodnje plastične folije postoje različite težine mogućih povreda. One se međusobno razlikuju od vrste opasnosti. Rizik od nastanka povreda se može smanjiti stalnom edukacijom zaposlenih, kao i uvođenjem dodatne zaštite na uređajima i mašinama (sigurnosne ograde, zavese, stop tasteri, stop kablovi, itd...).

Takođe vrlo je važno da se prepoznaju sve opasnosti i svi rizici, a sve sa ciljem njihovog smanjenja ili eliminisanja.

LITERATURA

- [1] Machine Guarding for Plastic Sheet and Roll Stock Extrusion, OSHA 10-Hour Outreach Training Program for the Plastics Processing Industry A Presentation of the SPI-OSHA Alliance, september 2008
- [2] <http://www.osha.gov/SLTC/plastics/index.html>
- [3] <http://www.osha.gov/SLTC/plastics/index.html>
- [4] <http://www.osha.gov/SLTC/etools/machineguarding/plastics.html>
- [5] OSHA's Site-Specific Targeting (SST) Program.

PRIMENA TRANSPORTNOG PROBLEMA U OPTIMIZACIJI TRANSPORTA
USING A TRANSPORTATION PROBLEM FOR OPTIMIZATION OF TRANSPORT

Milan Stanković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Dejan Bogičević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Nada Stojanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Tomislav Marinković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - *Stalna potreba za premeštanjem tereta i pružanjem usluga, navodi nas na pronalaženje najoptimalnijeg rešenja u pogledu najkraćih puteva i (ili) najmanjih troškova. U radu će biti predstavljen transportni problem kao specijalan slučaj linearnog programiranja. Najčešći elementi vezani za transportni problem jesu troškovi, vreme i udaljenost čije minimalne vrednosti tražimo. Na primeru jednog transportnog preduzeća biće opisan postupak prevoza određenog broja jedinica (tereta) iz više izvorišta u više odredišta. Osnovna pretpostavka je da ponuda pojedinih izvora (količina sa kojom se raspolaže) mora biti iskorišćena, i da potražnja svih odredišta (potrebe) mora biti zadovoljena. Na konkretnom primeru odnosa ponude i potražnje razmatraće se metode koje postoje, opisana njihova primena i način odabira najpovoljnije varijante na osnovu dobijenih rezultata.*

Ključne reči: Transport. Optimizacija.

Abstract - *The constant need for the movement of goods and for providing services leads us towards finding the most favorable solution concerning the shortest routes and (or) lowest costs. This paper presents a transportation problem as a special instance of linear programming. The most common elements related to transportation problems are costs, time and distance, the values of which should be minimized. Using a transportation enterprise as an example, the process of transporting a certain number of units (load) from various sources to various destinations is described. The basic assumption is that the supply of the sources (the amount of goods which is available) must be used, and that the demands of all the destinations (the needs) must be met. Using the example of the supply-demand ratio, the existing methods are analyzed, and their application and the way in which the optimal solution is chosen based on the obtained results are described.*

Key words: Transport. Optimization.

1. UVOD

Transportne probleme je prvi proučavao ruski matematičar L.V. Kantorovich, u radu „Mathematical Methods of Organizing and Planning Production“ (1939). Zbog ignorisanja njegovih savremenika, rad je ostao nepoznat sve do 1960. godine, dugo nakon što je na ovom polju postignut pomak na Zapadu.

Na Zapadu, sličan rad u ovoj oblasti je imao F.Hitchcock (1941), koji je prvi opisao standardni oblik transportnog problema. Predložio je $m \times n$ dimenzionalnu geometrijsku interpretaciju transporta robe od m proizvođača do n potrošača, i konstruisao „region mogućnosti“ na čijoj granici mora postojati optimalno rešenje. Predložio je metod za nalaženje fiksnih tačaka na ovoj granici (temena) i pokazao iterativno generisanje boljeg rešenja pomoću funkcije cilja. Hitchcock se takođe bavio problemom višestrukih optimalnih rešenja [1].

U radu će najpre biti objašnjen transportni problem u opštem obliku, a zatim i predstavljen matematičkim modelom. Tako data formulacija problema, koristiće kasnije za formiranje matrice parametara modela transportnog problema. U trećem poglavlju pokazano je rešavanje transportnog problema na jedan od postojećih načina. Na konkretnom primeru jedne samostalne radnje za otkup i transport drvnog materijala, primeniće se specijalan slučaj linearnog programiranja u određivanju optimalne varijante raspodele drvnog materijala od skladišta do mesta potražnje.

2. MATEMATIČKI MODEL TRANSPORTNOG PROBLEMA

Transportni problem je takva vrsta problema za koji je potrebno odrediti broj homogenih (istovetnih) jedinica (tereta, predmeta, osoba...) koje treba transportovati, odnosno rasporediti iz više izvora (mesta gde se nalaze jedinice tereta) na više odredišta (mesta na kojima se podmiruje potražnja, odnosno zadovoljavaju zahtevi), sa osnovnim ciljem da troškovi transporta (udaljenost,

vreme,...) budu minimalni, a prihod (dobit) maksimalan. Pritom treba voditi računa da ponuda pojedinih izvora ne sme biti premašena i da potražnja svih odredišta treba biti zadovoljena kao što je dato u [2] [3].

Dato je m skladišta i n potrošača. Na i -tom skladištu postoji nenegativna količina a_i neke robe, a j -ti potrošač potražuje nenegativnu količinu b_j te robe. Cena transporta jedinične količine robe od i -tog skladišta do j -tog potrošača je c_{ij} , za svako $i=1,2,\dots,m$ i $j=1,2,\dots,n$. Cilj je transportovati svu robu od skladišta do potrošača tako da se zadovolje sve potražnje uz minimalne ukupne transportne troškove.

Matematički model ovog zadatka je:

$$(\min) \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i ; i = 1,2, \dots, m, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j ; j = 1,2, \dots, n, \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0, i = 1,2, \dots, m ; j = 1,2, \dots, n$$

gde je sa x_{ij} označena nepoznata količina robe koju treba transportovati od i - tog skladišta do j -tog potrošača, za $i=1,2,\dots,m$ i $j=1,2,\dots,n$ [4].

Matematička formulacija upravo opisanog transportnog problema ima za cilj da se od svih mogućih varijanti odabere ona koja će obezbediti minimalne transportne troškove poštujući data ograničenja.

Svakom transportnom problemu pripada odgovarajuća matrica transporta koja izgleda ovako:

Tabela 1. Matrica parametara modela transportnog problema

Izvor	Destinacija (odredište)					Ponuda
	1	2	3	.....	n	
1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	c_{13} x_{13}	.....	c_{1n} x_{1n}	a_1
2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	c_{23} x_{23}	.....	c_{2n} x_{2n}	a_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}	c_{m3} x_{m3}	.....	c_{mn} x_{mn}	a_m
Potražnja	b_1	b_2	b_3	.....	b_n	$\sum a_i = \sum b_j$ $\sum a_i \neq \sum b_j$

Oznake u matrici:

m – ukupan broj izvora (otpremnih stanica); i – redni broj ishodišta, $i = 1,2,\dots,m$

n – ukupan broj odredišta (destinacija); j – redni broj odredišta, $j = 1,2,\dots,n$

c_{ij} – cena transporta (udaljenost, vreme...) jedne jedinice na relaciji od i -tog izvora do j -tog odredišta

x_{ij} – količina robe koju treba transportovati ili rasporediti iz i -tog izvora u j -to odredište

a_i – količina koja se raspoređuje iz pojedinih izvora (ponuda)

b_j – količina koja je potrebna pojedinim odredištima (potražnja).

Model u kojem je $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$ odnosi se na zatvoreni

transportni problem, za razliku od otvorenog transportnog problema za koji je ukupna ponuda svih izvora veća ili manja

od ukupne potražnje ($\sum_{i=1}^m a_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$).

3. REŠAVANJE TRANSPORTNOG PROBLEMA

Transportni problem predstavlja specijalan slučaj linear-nog programiranja i može se rešavati na više načina:

- Simpleks metodom,
- Specijalnim metodama za rešavanje transportnih problema linearnog programiranja.

Modifikovana simpleks metoda prilagođena je specifičnoj strukturi problema i zato je znatno efikasnija od klasične simpleks metode. Postoje zatvoreni i otvoreni model transportnog zadatka. Računanje pomoću simpleks metode je dugotrajno (ako se problem rešava ručno) zbog velikog broja promenljivih i postavljenih ograničenja, pa je zato najbolje koristiti specijalizovane metode za rešavanje transportnih problema.

Početni program se postavlja pomoću sledećih metoda:

- Metoda "severozapadnog ugla" (North West Corner Method)
- Metoda najmanjih troškova
- Vogelova metoda.

MODI metoda uslovljava postojanje početnog rešenja. Relativni troškovi k_{ij} po MODI metodi izračunavaju se za zauzeta polja prema formuli:

$$k_{ij} = c_{ij} - (u_i + v_j), \quad (4)$$

gde su c_{ij} jedinični troškovi, a u_i i v_j koeficijenti za svako bazno rešenje vrednost kojih se dobija iz formule za zauzeta polja $c_{ij} = u_i + v_j$.

Na konkretnom primeru biće prikazan postupak određivanje optimalnog rešenja u svrhu postizanja najmanjih troškova. Metoda koja je korišćena je metoda „severozapadnog ugla“ u kombinaciji sa MODI metodom (The Modified Distribution Method).

Samostalna radnja za transport, otkup, iskorišćavanje šuma i promet na malo i veliko drvenim sortimentima „Iver“ iz Kuršumlije, uzeta je za primer određivanja optimalne varijante raspodele drvene građe (ogrevnog drveta). Predmetna samostalna radnja ima 3 skladišta (u Kuršumlji, Prokuplju i Beogradu) i na osnovu prodajnih mesta koja imaju zahteve za ogrevnim drvima, konstruisaće se transportni problem kao u [5]. U zavisnosti od broja teretnih

vozila, nosivosti i potražnje izražene u m³, a na osnovu cene transporta, tabela transportnog problema izgleda ovako:

Tabela 2. Početna tabela transportnog problema sa cenama transporta

Skladište	Odredište			Ponuda (broj kamiona)
	P1	P2	P3	
S1	15000	13000	18000	2
S2	12000	16000	20000	6
S3	22000	10000	14000	6
Potražnja (br.kamiona)	4	7	3	14

U tabeli je dat broj kamiona određene nosivosti koji se nalaze na skladištima S1, S2 i S3 i broj kamiona sa ogrevnim drvima za koje se vrši potražnja P1, P2 i P3. Cene transporta, u hiljadama dinara, date su u tabeli, ali zbog lakšeg prikazivanja upisane su samo desetice.

Tabela 3. Postavljanje matrice transportnog problema

Skladište	Odredište				
	P1	P2	P3		
S1	15 2	13 (-6)	18 (-5)	2	15
S2	12 2	16 4	20 (0)	6	12
S3	22 (16)	10 3	14 3	6	6
	4	7	3		
	0	4	8		

Raspodela broja kamiona izvršena je metodom „severozapadnog ugla“ i na osnovu toga dobijena je sledeća cena transporta:

$$Z = 15000 \cdot 2 + 12000 \cdot 2 + 16000 \cdot 4 + 10000 \cdot 3 + 14000 \cdot 3$$

$$Z = 190000 \text{ RSD}$$

Tabela 4. Završni postupak dobijanja optimalnih rešenja

Skladište	Odredište				
	P1	P2	P3		
S1	15 (6)	13 2	18 (1)	2	13
S2	12 4	16 2	20 (0)	6	16
S3	22 (18)	10 3	14 3	6	10
	4	7	3		
	-4	0	4		

$$Z = 13000 \cdot 2 + 12000 \cdot 4 + 16000 \cdot 2 + 10000 \cdot 3 + 14000 \cdot 3$$

$$Z_{\min} = 178000 \text{ RSD}$$

Prema optimalnom rešenju, svakodnevno se kamioni raspoređuju na sledeći način: iz stovarišta S1 kamioni se upućuju na drugo prodajno mesto P2, sa S2 na prvo i drugo prodajno mesto (P1 i P2), a sa trećeg stovarišta S3 na prodajna mesta P2 i P3. Takav raspored kamiona prouzrokuje najmanju moguću cenu „prazne vožnje“.

4. ZAKLJUČAK

U radu je istaknuta matrica problema kao polazna karakteristika i data opšta matematička formulacija transportnog problema. Na konkretnom primeru samostalne radnje koja se bavi distribucijom ogrevnog drveta, opisana je formulacija transportnog problema i njegovo rešavanje u više iteracija sve dok se ne dobije optimalno rešenje u pogledu minimalne cene koštanja. Početnom metodom „severozapadnog ugla“, izvršena je raspodela kamiona i rešenje koje je dobijeno nije odgovaralo funkciji cilja. Zbog toga je u sledećoj iteraciji raspodela kamiona odgovarala postizanju zadate funkcije cilja ka minimalnim troškovima. Ovo je samo jedan od primera primene transportnog problema i njegovog značaja u planiranju transporta, koji je našao primenu i u drugim oblastima. Modeliranje prevoznog procesa u drumskom transportu, kao i nalaženje optimalnih vrednosti, doprinosi ukupnom stepenu efikasnosti autotransportnih preduzeća u ovoj delatnosti [6].

LITERATURA

- [1] R.S. Garfinkel and M.R. Rao, “The bottleneck transportation problem”, *Naval Research Logistics Quarterly*, pp. 465-472, 1971.
- [2] Z. Zenzerović, “Transportni problem”, <http://www.pfri.uniri.hr/~zenzerov/TP-TEORIJA.doc>, 2011.
- [3] H.J. Bookbinder and S.P. Sethi, “The dynamic transportation problem: A survey”, *Naval Research Logistics Quarterly*, pp. 65-87, 1980.
- [4] M. Stojiljković, S. Vukadinović, Opeaciona istraživanja. *Vojnoizdavački zavod Beograd*, 1984.
- [5] M. Stanković, P. Gladović, D. Bogićević, “Značaj primene transportnog problema u funkciji izbora optimalnog rešenja”, *XI International Conference Traffic and Environmental Problems of Countries in transitions in terms of Integration in the European Union Proceedings*, Vlašić-Travnik, pp. 145-151, 2015.
- [6] P. Gladović, M. Stanković, “Model optimizacije proizvodnosti teretnih vozila”, *Časopis TEHNIKA*, broj 5, str. 927-933, 2013.

OVE – UKUPNA EFEKTIVNOST VOZILA OVE – OVERALL VEHICLE EFFECTIVENESS

Dušan Radosavljević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Marjana Radosavljević, *JKP Parking servis Niš, Voždova 80a, Niš*

Sadržaj - Postizanje efikasnog i održivog drumskog transporta zahteva postojanje metoda za merenje njegove efektivnosti, odnosno efektivnosti drumskih vozila. Metoda „Totalno produktivno održavanje“, između ostalog u sebi sadrži alat za merenje efektivnosti sredstava rada u proizvodnji. Pošto su vozila sredstva rada u drumskom transportu, postoji osnova za istraživanje primene ove metode u drumskom transportu. U ovom radu je analizirana primena „ukupne efektivnosti vozila, overall vehicle effectiveness – OVE“ u voznim parkovima drumskog transporta, sa ciljem da se doprinese transportnoj efektivnosti. U radu je predstavljen pregled literature iz ove oblasti i definisan je parameter OVE.

Ključne reči: . Efektivnost. Vozila. OVE. Performansa. Raspoloživost. Kvalitet.

Abstract - Achieving effective and sustainable road transport requires the existence of methods for measuring its effectiveness, and efficiency of road vehicles. The method of "Total Productive Maintenance", among other things, contains a tool for measuring the effectiveness of the means of work in product-driving. As the vehicle equipment in road transport, there is a basis for research in applying these methods in road transport. This paper analyzes the application of the "overall vehicle effectiveness - OVE" in the fleets of road transport, with the aim of contributing to transport efficiency. This paper presents a review of the literature in this area and is defined by the parameter OVE.

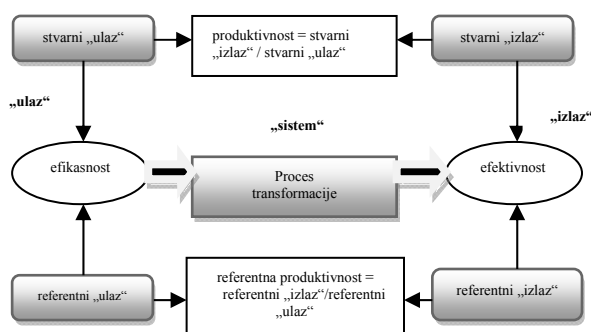
Key words: Effectiveness. Vehicle. OVE. Performance. Availability. Quality.

1. UVOD

Održivi razvoj predstavlja razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjice, a ne dovodi u pitanje mogućnost budućih generacija da zadovolje svoje potrebe. U skladu sa postavljenim načelima, transport treba da teži održivosti, koja se između ostalog definiše kao sistem koji omogućuje bezbednu realizaciju prevoznih potreba pojedinaca i društva ne ugrožavajući zdravlje ljudi i ekosistema, zatim sistem koji je ekonomski dostupan i efikasan, koji smanjuje emisije i otpad u okviru planete, minimizirajući potrošnju neobnovljivih energetskih izvora. Na nivou drumskog transporta treba težiti povećanju efektivnosti funkcionisanja drumskog transporta robe kroz poboljšanje obuke vozača, povećanjem stepena iskorišćenja vozila, smanjivanjem praznih vožnji, efikasnijim planiranjem transportnog procesa i sl. Sve ovo je utoliko važnije zbog činjenice da je drumski transport daleko najzastupljeniji vid transporta, što govori i podatak da se drumom preveze više od 90% ukupno prevezenih tona-kilometara robe.

Postizanje efikasnog i održivog drumskog transporta zahteva postojanje metoda za merenje njegove efektivnosti, odnosno efektivnosti drumskih vozila. Metoda „Totalno produktivno održavanje“, po prvi pu pominje, a između ostalog u sebi sadrži alat za merenje efektivnosti sredstava rada u proizvodnji. Pošto su vozila sredstva rada u drumskom transportu, postoji osnova za istraživanje primene ove metode u drumskom transportu.

Efektivnost procesa je stvaran „izlaz“ u odnosu na referentni „izlaz“. Produktivnost je definisana kao stvaran „izlaz“ u odnosu na stvaran „ulaz“. Na produktivnost ne utiču samo promene efektivnosti nego i promene efikasnosti. Efikasnost je stvaran „ulaz“ u odnosu na referentni „ulaz“ slika 1. [6]



Slika 1. Definisanje efikasnosti, efektivnosti i produktivnosti.

U ovom radu prikazano je područje primene i pozicija OVE-a - „ukupne efektivnosti vozila (OVE potiče od: „overall vehicle effectiveness“ u daljem tekstu samo OVE) u odnosu na održivu distribuciju. Područje održive distribucije je definisan kao smanjenje potrebe ili poboljšanje efektivnosti. Za efektivnost važne su tri opcije i to: efikasnost transporta,

promena vida prevoza i direktno smanjenje obima transportne usluge. Prikazan je odnos između ovih opcija i repera održivog transporta. Područje primene OVE-a je zatim predloženo kao jedan operativni alat za dostizanje efikasnosti transporta. Pregledom literature prikazano je da OVE doprinosi jednom ukupnom izmeritelju rada i funkcionisanja transporta uzimajući u obzir kompromise između izmeritelja.

2. PREGLED LITERATURE

Metoda „Totalno produktivno održavanje“ (Total productive maintenance – TPM), koju je predložio Nakajima (1988), između ostalog u sebi sadrži alat za merenje efektivnosti sredstava rada. TPM je kasnije razvijen (Willmott, 1994.,2001.), sa idejom da sva sredstva od kojih zavisi proizvodnja stalno budu u optimalnom stanju i raspoloživa za rad.[1,2,3]

Koncept TPM-a, sugeriše kvantitativnu mernu jedinicu „ukupna efektivnost opreme“ (overall equipment effectiveness – OEE) za identifikaciju i merenje gubitaka važnih aspekata proizvodne operacije kao što su: raspoloživost, performanse i stopa kvaliteta. OEE je kasnije postao popularniji i razvijan je i dorađivan od strane mnogih autora. Na primer, Scott D. i Pisa R. (1998) naglašavaju da uspesi u OEE nisu dovoljni jer mašine nisu izolovane.[4] S. H. Huang (2003), na bazi OEE-apredlaže korišćenje „ukupne efektivnosti protoka“ (overall throughput effectiveness– OTE).[5] Francis Wauters i Jean Mathot (2002) su takođe obradili OEE na bazi šest velikih gubitaka i prikazali njegovo izračunavanje na primeru. [6]

Glavna strategija za efikasan lanac snabdevanja je eliminacija gubitaka. Poreklo eliminacije gubitaka je povezano sa konceptom čiste proizvodnje („lean manufacturing“), koja podrazumeva da se stalno teži eliminaciji ili smanjenju gubitaka u toku proizvodnje. Najvažniji doprinos razvoju „čiste proizvodnje“ došao je iz japanske automobilske industrije „Toyota“, tzv. tojotin sistem proizvodnje (Toyota Production System). Ona je popularizovana 1997. godine knjigom „Lean Thinking“ (James P. Womack i Daniel T. Jones), koja je pokazala sedam vrsta gubitaka koji su adaptirani lancima snabdevanja.[7] Hines i Taylor, u svom radu „Going Lean“ (2000), predlažu metodologiju kojom se proširuje ovakav pristup kako bi se eliminisali gubici u lancu snabdevanja.[8] Mike Rother i John Shook (1999) preporučuju korišćenje „value stream mapping“- VSM (to je tehnika „čiste proizvodnje“, koja se koristi da dokumentuje, analizira i unapredi protok informacija ili materijala potrebnih za proizvodnju ili uslugu kupca).[9]

KPI – Key Performance Indicators, predstavlja prvu veliku studiju koja postavlja ključne pokazatelje rada lanaca snabdevanja u industriji prehrambenih proizvoda. Rađena je u Ujedinjenom Kraljevstvu (u daljem tekstu UK), u okviru programa „Transport energy best practise“ – Vehicle utilisation and energy efficiency in the food supply chain (McKinnoni dr. 1999.).[10] Studija je ponovljena 2002. godine (AlanMcKinnon, Dr. Yongli Ge, Duncan Leuchars) - Analysis of Transport Efficiency in the UK Food Supply Chain, gde su korišćeni isti indikatori ali na većem uzorku.[11] U okviru programa „Freight best practice“ je rađena studija - Key Performance Indicators for the Food Supply Chain (2006), u

kojoj se upoređuju rezultati studija iz 1998. i 2002. godine.[12]

OEE je bio startna tačka za kreiranje OVE-a kao jednog ukupnog, agregatnog pokazatelja u drumskom transport. OVE je prvobitno predložen od strane Simons D., Mason R., i Gardner B. (2004), gde su oni gubitke iz OEE-a konvertovali u transportne gubitke.[13] Bernardo Villareal i dr. (2010) su predložili alternativnu meru efikasnosti transporta pod nazivom „ukupna operativna efikasnost vozila“ (Total Operational Vehicle Effectiveness – TOVE), gde je OVE prilagođen, uključuje dodatne gubitke, preporučuje celokupno kalendarsko vreme i razdvaja faktor raspoloživosti na administrativnu i operativnu raspoloživost.[14] Novi doprinos početnom računanju OVE-a dali su Guan T.S, Mason R. i Disney S., (2003.), koji su modifikovali OVE (MOVE) i stvorili novi, precizniji pokazatelj i procenili mogućnosti njegovog udođenja.[15] Bernardo Villareal i dr. su 2012. u radu Distribution Operational Efficiency predlažu dva koraka u vođenju projekta eliminacije gubitaka, prvi je vezan za identifikaciju i eliminaciju gubitaka u vezi sa prevozom, a drugi se vezuje za gubitke prilikom skladištenja robe.[16] Villareal je 2012. u svom radu, The transportation value stream map – TVSM, proširio i prilagodio VSM, imajući za cilj smanjenje gubitaka u transportnim operacijama.[17]

3. DEFINISANJE UKUPNE EFEKTIVNOSTI VOZILA

Prilikom definisanja „ukupne efektivnosti vozila, overall vehicle effectiveness“, treba razmotriti dva dela. U prvom je važno utvrditi od čega se sastoji „vrednost transporta“, a u drugom, što je važno iz perspektive krajnjeg potrošača, kako se komponenta „efektivnost transporta“ može meriti.

Aktivnost koja dodaje vrednost se smatra ona aktivnost za koju postoji mišljenje krajnjeg potrošača da je korisna. U lancu snabdevanja serija koraka koji dodaju vrednost, od izvora sirovina do krajnjeg potrošača naziva se vrednost transporta (value stream). Može se zaključiti da sav transport tereta treba klasifikovati kao gubitak ili kao aktivnost koja ne dodaje vrednost. Ipak, u realnom svetu to je retko slučaj tako da se funkcija transporta u premeštanju robe u blizini krajnjeg potrošača može klasifikovati kao aktivnost koja dodaje vrednost.

Merenjem relativnog odnosa aktivnosti koje dodaju vrednost i onih koje ne dodaju vrednost u transportu tereta i otkrivajem aktivnosti koje predstavljaju gubitak, sa ciljem njihovog eliminisanja, transport tereta počinje da bude bolje optimiziran. Međutim, važno je istaći da lanac snabdevanja treba gledati kao proces. Krajnji cilj treba da bude optimizacija aktivnosti koje dodaju vrednost kroz ceo lanac snabdevanja, a ne samo slediti cilj optimizacije pojedinačnih delova, kao što je transport, na izoliran način. U tom smislu, novi izmeritelj OVE treba sagledati kao samo jedan deo slagalice. OVE je ograničen izmeritelj, koji je jedino odgovarajući ako je odgovornost celog lanca snabdevanja poboljšana i njegovi troškovi smanjeni.

Mogući doprinosi koje OVE može da da u široj slici je na nacionalnom i kompanijskom nivou:

1. Efikasnost transporta je važna na ekonomskom, društvenom i nivou životnog okruženja.

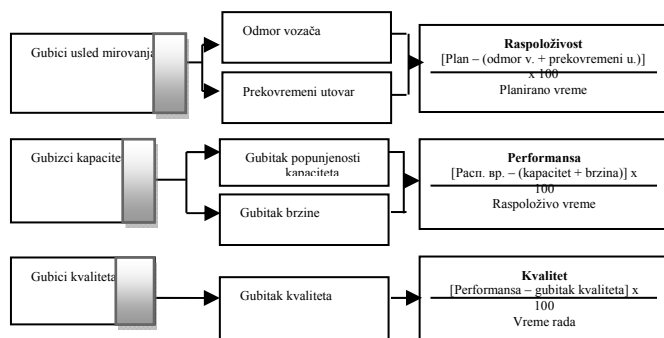
2. OVE može da bude snažan indikator profitabilnosti kompanije. Transportna preduzeća imaju tri glavna troška (gorivo, radnu snagu i vozila), a čije merenje i optimizacija uz pomoć OVE ima mogućnost da dovede do poboljšanih performansi transporta.

Izmeritelj mora da bude jednostavan i lak za razumevanje, primenljiv u svim vidovima drumskog transporta i što je važno, treba da bude dizajniran tako da tačno oceni odnos aktivnosti koje dodaju i onih koji ne dodaju vrednost („gubitke“). Identifikovana su sledeća dva tipa aktivnosti koje dodaju vrednost, i to, transport i aktivnosti istovara i utovara.

Novi izmeritelj OVE, dobijen je prevođenjem principa iz OEE-a, da bi se merilo efektivno korišćenje vozila u drumskom transportu robe. Komponente izmeritelja su očigledno iste. Procenat raspoloživosti, vrednost performanse i ocena kvaliteta se izračunaju i međusobno pomnože da bi se dobila ukupna vrednost OVE-a u procentima. Takođe, OEE gubici (otkazi, promene brzina, manji prekidi, defekti, gubici prinosa) iz proizvodnje se prilagođavaju gubicima u transportu.

Rezultat je bio definicija pet transportnih gubitaka ili troška:

1. Odmori vozača: zakonski odmori tokom vožnje se smatraju gubitkom. Ako se zakonski odmor uzima na kraju vožnje ili kada neko drugi obavlja utovar/istovar tada nije gubitak.
2. Preterana vremena utovara: standardno vreme za utovar i istovar vozila je dozvoljeno. Kada utovar/istovar prekorači to standardno vreme iz razloga koji su van kontrole vozača tada se pojavljuje preterano vreme utovara.
3. Gubitak popunjenosti: idealno je da vozilo bude puno, bilo masom ili zapreminom, zavisno šta je niže ograničenje. Gubici popunjenosti se javljaju kada vozilo nije u potpunosti natovareno.
4. Gubici brzine: razlika između maksimalno dostižne brzine i srednje brzine je gubitak brzine.
5. Gubitak kvaliteta: oštećena roba ili pogrešan kancelarijski rad bi bili primeri pitanja kvaliteta koji utiču na ovaj izmeritelj.



Slika 2. Parametri koji sačinjavaju OVE.

Na slici 2 prikazani su parametri koji čine OVE. Vrednost OVE se računski može dobiti množenjem parametara prikazanih u formuli 1. Vrednost OVE je: $0 < OVE < 1$.

$$“OVE = \text{Raspoloživost} \times \text{Performansa} \times \text{Kvalitet}” \quad (1)$$

Razvijena su dva gledišta u odnosu na pitanje da li vreme odmora vozača treba da se razmatra kao gubitak raspoloživosti ili ne. Prvo, može se argumentovati da su odmori, kao zakonsko pravo, planirano vreme zastoja a ne gubitak. Sa druge strane, postoje slučajevi kada prevoznik može da smanji gubitak u raspoloživom vremenu prouzrokovanim odmorima vozača, planiranjem rasporeda rada. Prevagnulo je drugo gledište jer je shvaćeno da izmeritelj OVE pre svega posmatra efektivnost korišćenja vozila a ne fokusira ponašanje vozača. Ovakvo shvatanje, dovodi do toga da se planiranje vrši tako da se lokalne vožnje završe u okviru četvoročasovnog perioda posle koga je potreban odmor i da se na dužim vožnjama uzmu u obzir udvojene posade vozača.

Aktivnosti utovara i istovara vozila su aktivnosti koje dodaju vrednost ili su gubitak i kao takve sui posmatrane. U proizvodnji, izmeritelj OEE klasira vreme postavljanja i vreme izmene kao aktivnosti koje predstavljaju gubitak. Kada govorimo o transportnom utovaru i istovaru, iako su analogni aktivnostima postavljanja proizvodnje, obe aktivnosti mogu se smatrati kritičnim koracima u lancu snabdevanja jer one dozvoljavaju konsolidaciju i sklapanje proizvoda na različitim tačkama između proizvodnje i potrošnje. Zaključeno je da utovar i istovar treba da budu razmatrani kao aktivnosti koje dodaju vrednost u drumskom transportu robe. Postavljanjem standarda svetske klase za utovar i istovar (koji dodaju vrednost) i odvajanjem takvih od preteranih vremena utovara i istovara (gubici) izmeritelj raspoloživosti je mogao da se prilagodi takvoj dopuni.

Tačno izračunavanje gubitka brzine je bio problem. Brzina kojom vozilo može da se kreće često je subjektivna i zavisi od vrste puta i gustine saobraćaja. Zbog toga je vrednost gubitka brzine postala vrlo proizvoljna i sporna. Da bi se to rešilo smišljen je novi izmeritelj preko koga se ocenjuje srednja prevozna brzina. Jednostavno, ona je postavljena na zakonski maksimalno dozvoljenu brzinu, koja je 90 km/h za teretna vozila iznad 3,5t ukupne težine, što je ekvivalentno 1.5 km/min. Novi izmeritelj je rezultat obračuna kombinacije gubitaka infrastrukture i gubitaka usled zagušenja. Ima i druge prednosti kao što je ta da je on objektivna a ne subjektivna mera, što je smanjilo jednu od kritičnih varijabli. To će „kazniti“ lokaciju koja je udaljena od magistralnih pravaca i podstaći izbegavanje vršnih perioda u toku dana. Ipak, promenom trase puta na brže alternativne puteve može rezultirati dobijanje veće vrednosti OVE-a. Takođe noćna dostava je još jedan od načina da se unapredi vrednost gubitka brzine.

Kako su vozila projektovana da vuku određenu masu i zakonodavstvo uređuje masu vozila, a kapacitet vozila može biti ispunjen i zapreminom. Da bi se pri merenju iskorišćenja kapaciteta to prevazišlo, kada je vozilo ispunjeno zapreminom, kao rezultat prevoza lakšeg tereta nego što je njegova nosivost gleda se iskorišćenost volumena. Sa druge strane, ako prevozi teške proizvode i to rezultira da vozilo nije ispunjeno zapreminom onda težina tovara određuje koliki je kapacitet iskorišćen.

Prva četiri gubitaka se mogu pripisati eksternim (spoljnim) faktorima koji mogu biti ali ne zavise od kontrole transportnih preduzeća. Nasuprot tome, gubitak kvaliteta, uzima u obzir sva kašnjenja koja su rezultat unutrašnjih neusaglašenosti koja su pod direktnom kontrolom organiza-

tora transportne usluge. Na primer, može se desiti da se vozač izgubio jer je imao loše mape ili uputstva ili kašnjenje usled iznenadnog otkaza vozila. Takođe, može se javiti kašnjenje na utovar/istovar jer vozač nije sproveo tačne procedure, na primer netačan putni nalog ili vraćanje pošiljke usled oštećenja i sl.

4. ZAKLJUČAK

Efikasna performansa zavisi od raznih izmeritelja. Postoje mnogi izmeritelji kojima se meri efektivnost diskretnih elemenata drumskog transporta. Međutim, OVE je prvi ukupni izmeritelj usmeren na operacionalizaciji efektivnosti transporta koji je osmišljen za ocenu ukupne efektivnosti vozila.

OVE, kao i OEE, je težak test i obezbeđuje punu meru efektivnosti i produktivnosti vozila. U ovom radu su postavljene neke od koristi uspostavljanja takvog izmeritelja i istraženo je kako se može razvijati. Osim toga, razmotrena su i neka pitanja u vezi sa njegovom primenom. Krajnji cilj je da obezbedi transport punom brzinom, maksimalne iskorišćenosti kapaciteta, sa procesima utovara i istovara svetske klase i bez gubitka kvaliteta. Novi izmeritelj obezbeđuje podatke vezane za te kriterijume i omogućava jasne indikacije najboljih oblasti za poboljšanja u kompaniji. Pet gubitaka: odmori vozača, prekomerna vremena utovara/istovara, gubitak popunjenosti (kapaciteta), brzine i kvaliteta mogu se tačno proceniti i analizirati sa ciljem smanjenja njihovog uticaja i time omogućiti poboljšanje produktivnosti.

Pravac daljeg istraživanja je primena izmeritelja OVE u lokalnim uslovima. Studije slučaja koje su dostupne u literaturi potiču iz zapadne Evrope. Očekivanja su da je potrebno izmeritelj modifikovati kako bi bio primenjiv.

LITERATURA

- [1] Nakajima, S., Introduction to TPM, Productivity Press, Cambridge, MA., 1988.
- [2] Willmott, P., Total Productive Maintenance: The Western way. Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, 1994.
- [3] Willmott, P., McCarthy D., Total Productive Maintenance: A Route to World-Class Performance. Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, 2001.
- [4] Scott D. and Pisa R., Can Overall Factory Effectiveness Prolong Moore's Law?, Solid State Technology, Vol 41, No 3, 1998.
- [5] Huang, S.H., Dismukes, J.P. Shi, J., Su, Q., Razzak, M.A., Bodhale, R. and Robinson, D.E., "Manufacturing Productivity Improvement Using Effectiveness Metrics and Simulation Analysis", International Journal of Production Research, Vol. 41, No. 3, 2003
- [6] Wauters F., Mathot J., Overall Equipment Effectiveness, 2002
- [7] Womack J. P., Jones D. T., Lean thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated, 1997.
- [8] Hines, P. & Taylor, D., "Going Lean", Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School, 2000.
- [9] Rother, M. & Shook, J., Learning to See, Lean Enterprise Institute, 1999.
- [10] McKinnon, A., Campbell J.& Leuchars, D., Benchmarking Vehicle Utilisation and Energy Consumption Measurement of Key Performance Indicators, Energy Consumption Guide 76 (DETR), (1999)
- [11] McKinnon, A.C., Ge, Y. & Leuchars, D., Key Performance Indicators for the Food Supply Chain, Transport Energy Benchmarking Guide 78, London, Department for Transport., (2003)
- [12] Department for transport, Freight best practice, Key Performance Indicators for the Food Supply Chain, 2006
- [13] Simmons, D., Mason, R. and Gardner, B., "Overall Vehicle Effectiveness", International journal of Logistics: Research and Applications, Vol. 7, No. 2, pp. 119-34, 2004.
- [14] Villarreal, B., Garcia, D. & Rosas, I., Eliminating Transportation Waste in Food Distribution: A Case Study, Transportation Journal, Vol.48 No. 4, pp 72-77, 2009.

REDUKOVANJE REAKCIJE OSLOMCA DRVENOG MOSTA OMOGUĆAVANJEM NJEGOVOG DELIMIČNOG POMERANJA

REDUCTION OF THE BEARING REACTION OF WOODEN BRIDGE BY ENABLING LIMITED BEARING DISPLACEMENT

Nenad Stojković, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Dragan Perić, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – U ovom radu je prikazana optimizacija projektog rešenja drvenog pešačkog mosta izborom optimalnog načina oslanjanja glavnih nosača konstrukcije. Izvršen je proračun rešenja sa oba nepokretna, odnosno sa jednim nepokretnim i jednim pokretnim osloncem čije je pomeranje ograničeno na određenu vrednost. Cilj razmatranja različitih rešenja je bio smanjenje horizontalne komponente reakcije oslonaca i veće iskorišćenje nosivosti glavnih nosača. Rezultati su pokazali da je reakciju oslonca moguće dovesti na polovinu svoje početne vrednosti a da pri tome iskorišćenost nosivosti glavnog nosača bude maksimalna.

Ključne reči: drvene konstrukcije, pešački most, optimizacija, deformacija.

Abstract - In this paper the optimization of the pedestrian wooden bridge by choosing the optimal bearing conditions is shown. The different solutions for bearing conditions were chosen. The calculations were performed for the case of two fixed bearings and the cases with one fixed and one movable bearing with different limitation of the horizontal displacement. The aim of the study was the reduction of horizontal reaction of the bearing and the maximization of the use of main girders bearing capacity. The results showed that it was possible to reduce the horizontal reaction to one half of its initial value and at the same time use almost full main girders bearing capacity.

Key words: timber structures, pedestrian bridge, optimization, deformation.

1. UVOD

Razvoj tehnologije u današnje vreme ima veliki uticaj na građevinarstvo. Upotrebom novih softverskih rešenja, projektovanje objekata je znatno olakšano i ubrzano. Na taj način omogućeno je razmatranje više projektivnih rešenja iste konstrukcije i optimalan izbor materijala, elemenata konstrukcije, kao i uslova građenja. U prošlosti je u najvećem broju slučajeva proračun elemenata konstrukcije započinjao pretpostavljanjem njihovih dimenzija, za koje se u narednim koracima utvrđivalo da li zadovoljavaju propisane uslove za zadato opterećenje. Ukoliko se ispostavi da neki od elemenata ne zadovoljava uslove proračuna, pretpostavljale su se nove dimenzije i ceo proračun se sprovodio od početka. Danas nam savremeni softverski paketi omogućavaju da ovakve slučajeve rešavamo pristupajući im na drugačiji način. Možemo razmatrati i druge faktore, koje je bilo znatno teže uključivati u proračun bez upotrebe kompjutera.

Uradu je prikazan primer optimizacije projektog rešenja pešačkog mosta u Niškoj Banji [1] izborom različitog načina oslanjanja glavnih nosača konstrukcije. Glavni nosači su prvobitno projektovani kao lučni, sa dva nepokretna oslonca. Tokom izrade projekta zaključeno je da projektno rešenje sa dva nepokretna oslonca daje veoma velike horizontalne reakcije oslonaca, a ujedno i malu iskorišćenost nosivosti

glavnih nosača. To je autore rada navelo na ideju da se razmatraju različita rešenja oslanjanja glavnog nosača, sa ciljem smanjenja horizontalne reakcije i povećanja iskorišćenosti potencijala samih nosača. Izvršen je statički proračun odabranih rešenja po teoriji II reda u softverskom paketu "Tower". Prikazani su relevantni rezultati proračuna i razmatrane su prednosti i nedostaci različitih rešenja.

2. KONSTRUKCIJA MOSTA

Pešački drveni most projektovan je od lepljenog lame-liranog drveta (LLD) sistema lučnog nosača sa dva nepokretna oslonca (prvobitno rešenje). Statički sistem i oblik su diktirali da most bude sa dva glavna kriva nosača, odlepljenog lame-liranog drveta. Glavni nosači su konstantnog poprečnog preseka visine 50cm, od četinara I klase. Gornja ivica mosta – extrados je projektovana u vidu kružnog luka prečnika 13,7m i dužine $L_1=10,51m$. Intrados mosta je projektovan takođe kao kružni luk, poluprečnika 13,2m i dužine $L_2=7,29m$. Širina mosta je $b=2,64m$. Izgled i osnova mosta prikazani su na sl. 1, a poprečni preseki na sl. 2.

Poprečni nosači su grede od LLD od četinara I klase dimenzija $b/h=12/25cm$. Statičkog sistema su proste grede raspona 2,64m. Uloga poprečnih nosača je da prime i prenesu korisno opterećenje i opterećenje od kamene obloge patosa na glavne nosače od LLD. Oni ujedno i primaju uticaje izazvane

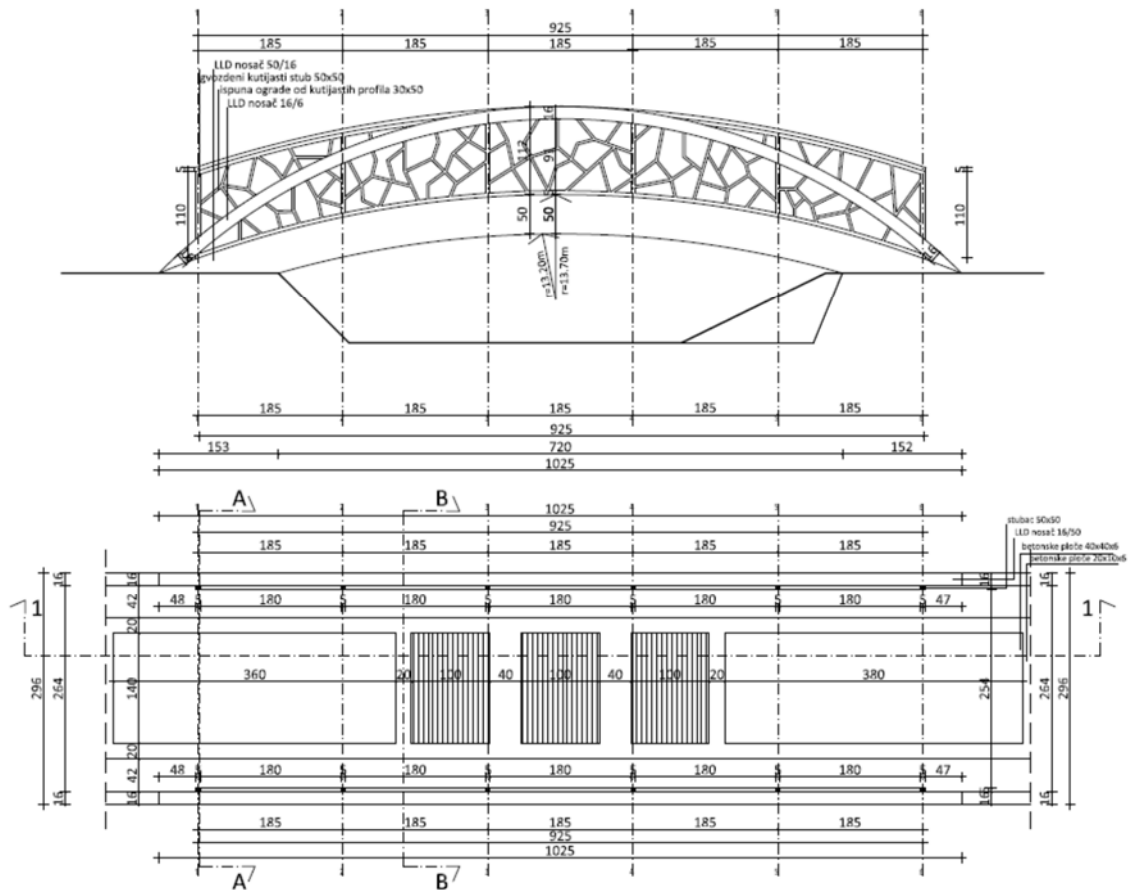
bočnim opterećenjem od vetra i sa spregovima obrazuju prostorno stabilan statički sistem.

Spregovi mosta su dva para ukrštenih dijagonala od okruglog armaturnog čelika, vezani za glavni nosač preko čvornih limova.

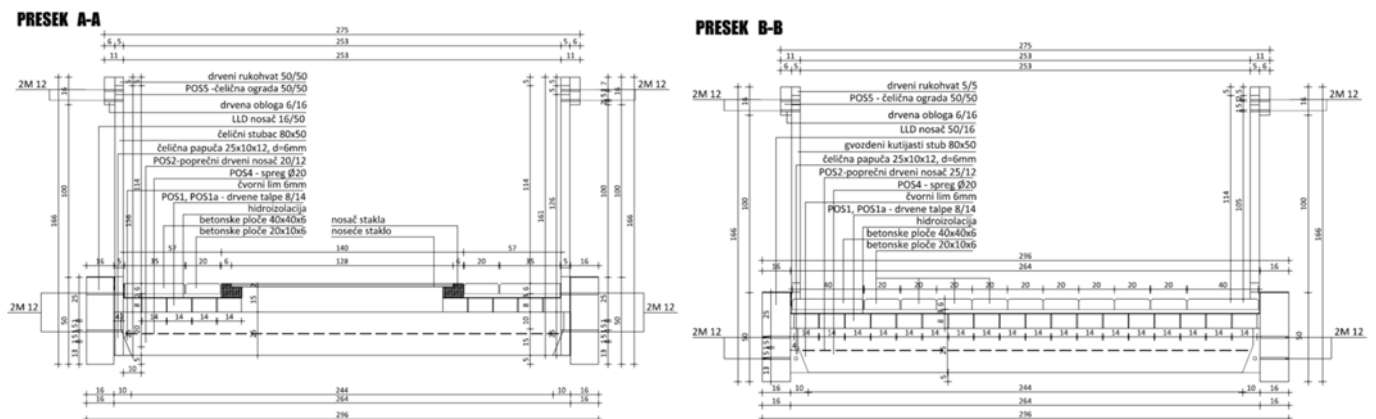
Patos mosta je od talpi dimenzija 8x14, postavljenih u pravcu ose mosta. Prema projektnom rešenju, patos se iznad talpi oblaže betonskim pločama dimenzija b/l/h=20/10/6cm i 40/40/6cm. Na sredini mosta (i u podužnom i u poprečnom smislu) nalazi se providni deo patosa koji je napravljen od

stakla koje se preko okvira oslanja na talpe. Dimenzije staklenih delova sa okvirima su 140x140cm.

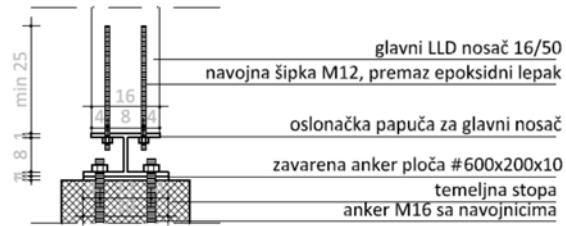
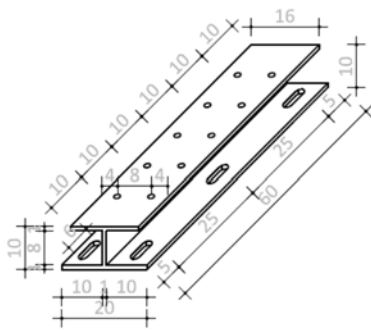
Za vezu glavnih nosača za temeljnu konstrukciju koriste se čelične oslonake papuče. Čelične oslonake papuče vezane su za temelje ankerima 6 M16, a konstruisane su tako da jedna papuča radi kao nepokretan, a druga može, u zavisnosti od varijantnog rešenja raditi kao pokretan ili kao nepokretan oslonac. Oslonake papuče za ostvarivanje veze sa ležišnom pločom imaju izbušene ovalne rupe, koje ostavljaju mogućnost horizontalnog pomeranja samog oslonca ukoliko zavrtnevi nisu maksimalno utegnuti. Izgled oslonake papuče kao i detalj veze glavnog nosača za anker ploču prikazan je na sl. 3.



Slika 1. Izgled i osnova mosta.



Slika 2. Poprečni preseki mosta.



Slika 3. Oslanjanje glavnog nosača: a) oslonjačka papuča, b) detalj veze sa anker pločom.

3. PRORAČUN VARIJANTNIH REŠENJA

S obzirom da je tokom razrade projekta zaključeno je da rešenje sa dva nepokretna oslonca daje veoma velike horizontalne reakcije oslonaca, a ujedno i malu iskorišćenost nosivosti glavnih nosača, pristupilo se razmatranju različitih rešenja oslanjanja glavnog nosača.

Statičkim proračunom analizirano je rešenje sa oba nepokretna oslonca, kao i rešenja sa jednim nepokretnim i jednim pokretnim osloncem čije je pomeranje slobodno ili delimično ograničeno. Statički proračun glavnog nosača je urađen za različite slučajeve opterećenja. Pored stalnog opterećenja, koje podrazumeva stalno opterećene prihvaćeno od poprečnog nosača i sopstvenu težinu nosača zajedno sa ogradom, uzeto je u obzir opterećenje od vetra, snega, kao i korisno opterećenje za pešačke mostove (5kN/m^2). Sve vrednosti opterećenja sračunate su prema važećim propisima [2,3].

Merodavno opterećenje određeno je nakon analize različitih kombinacija opterećenja koja se mogu očekivati u konstrukciji objekta na datoj lokaciji, a proračun statičkih uticaja prema teoriji II reda, pomoću softverskog paketa „TOWER“ [4]. Kontrola napona je izvršena prema važećim propisima [5].

Izvršeni su proračuni za sledeće karakteristične slučajeve:

1. Slučaj konstrukcije glavnog nosača sa oba nepokretna oslonca i punim opterećenjem (stalno + korisno).

2. Slučaj nosača sa jednim nepokretnim i jednim pokretnim osloncem, opterećenog punim opterećenjem.

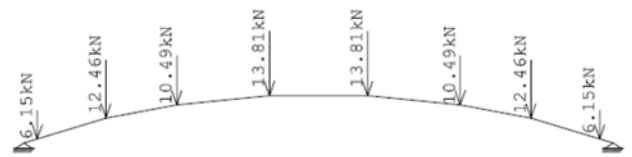
3. Slučaj nosača sa jednim nepokretnim i jednim pokretnim osloncem koji je opterećen samo stalnim opterećenjem, sa ciljem da se dobije pomeranje pokretnog oslonca iz početnog položaja nakon montaže svih elemenata konstrukcije.

4. Slučaj sa pokretnim osloncem i punim opterećenjem uz dodatno opterećenje horizontalnom silom u pokretnom osloncu, za koju se dobija ista veličina pomeranja kao i u slučaju prijema samo stalnog opterećenja. Ovaj slučaj podrazumeva da se nakon montiranja konstrukcije i početne deformacije konstruktivnim merama onemogućiti dalje horizontalno pomeranje oslonca. Dodatna horizontalna komponenta reakcije oslonca se dobija iterativnim postupkom koji se završava kada veličina pomeranja dostigne vrednost kao u slučaju 3.

5. Slučaj sa jednim nepokretnim i jednim pokretnim osloncem i punim opterećenjem uz dodatno opterećenje

horizontalnom silom u pokretnom osloncu od 69kN za koje se dobija iskorišćenje preseka od 98% . Ovaj slučaj nam daje veličinu na koju je potrebno ograničiti horizontalno pomeranje oslonca da bi iskorišćenje preseka nosača bilo maksimalno, odnosno za koje možemo očekivati minimalnu reakciju oslonca a da pri tome nije prekoračen dozvoljeni napon u nosaču.

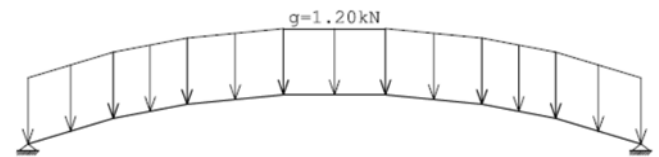
Opterećenje koje glavni nosač prima od poprečnog nosača u slučajevima 1,2,4 i 5 je prikazano na sl. 3. U slučaju 3, glavni nosač prima od poprečnih nosača opterećenje prikazano na sl. 4. Sopstvena težina glavnog nosača sa ogradom i dodatno opterećenje od vetra za most sa saobraćajem (slučaj 1,2,4 i 5), sračunato prema [3], prikazani su na slikama 5. i 6.



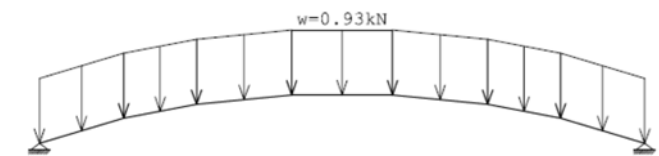
Slika 4. Opterećenje od pop. nosača (stalno + korisno)



Slika 5. Opterećenje od pop. nosača (stalno)



Slika 6. Sopstvena težina glavnog nosača sa ogradom



Slika 7. Dodatno opterećenje od vetra (most sa saobraćajem)



Slika 8. Reakcije oslonaca kao opterećenje za slučaj 4(5)

Slučaj	σ/σ_d [%]	R_H [kN]	u_B [mm]
1	49	145,58	0
2	158	0	17,12
3	61 ¹	0	6,61
4	85	92,25	6,61
5	98	69,00	10,09

Tabela 1. Rezultati statičkog proračuna i kontrole napona.

U tab. 1. prikazani su rezultati proračuna i to: iskorišćenja preseka (odnos proračunskog i dozvoljenog napona), σ/σ_d , horizontalne komponente reakcije oslonaca, R_H , i horizontalna pomeranja desnog oslonca za sve pomenute slučajeve proračuna. Reakcije oslonaca uslučaju 4 predstavlja silu koja bi horizontalno pomeranje oslonca usled dejstva stalnog i korisnog opterećenja ograničila na istu onu vrednost koju bi imalo samo pod dejstvom stalnog opterećenje. U slučaju 5 ta sila kao rezultat ima maksimalno iskorišćenje preseka. Pomeranja dobijena u ovim slučajevima predstavljaju veličine na koje bi se trebala ograničiti horizontalna pomeranja.

4. ANALIZA RAZLIČITIH SLUČAJEVA OS-LANJANJA

Iz dobijenih rezultata prikazanih u tab. 1. očigledno je da omogućavanje horizontalnog pomeranja jednog od oslonaca delimično ili u potpunosti smanjuje horizontalnu komponentu reakcije oslonaca.

Rešenje koje podrazumeva dva nepokretna oslonca (slučaj 1) je kao rezultat dalo najveću horizontalnu silu od 145,58kN i najmanje iskorišćenje glavnog nosača od LLD. Normalni napon usled dejstva ukupnog opterećenja dostiže 49% od maksimalnog dozvoljenog napona za ovaj tip nosača i klasu drveta. Takođe, usled velikog intenziteta horizontalne reakcije oslonaca ovakvo rešenje bi zahtevalo veće dimenzije temelja radi obezbeđivanja stabilnosti u smislu preturanja. Omogućavanje neograničenog pomeranja oslonca (slučaj 2) dalo je za rezultat prekoračenje normalnog napona od 58% u sredini nosača. To znači da ovakvo rešenje ne zadovoljava uslove proračuna. Ostali slučajevi se mogu okarakterisati kao povoljniji jer rezultuju smanjenjem horizontalne komponente reakcije oslonca, kao i povećanjem iskorišćenosti glavnog nosača, a ujedno i zadovoljavaju kriterijume proračuna glavnih nosača od LLD. U slučaju 4 iskorišćenje glavnog nosača je 85%, a reakcija oslonca je u odnosu na rešenje sa dva nepokretna oslonca smanjena za trećinu, dok je u slučaju 5 iskorišćenje nosača je maksimalno, a reakcija oslonca smanjena za više od jedne polovine.

U konstruktivnom smislu, slučaj 4 predstavlja jednostavnije rešenje. Nakon postavljanja glavnog oslonca preko akner ploča, nepokretni oslonac bi se utegao zavrtnjevima i pristupilo bi se montaži ostalih elemenata konstrukcije. Nakon montaže kompletne konstrukcije, neutegnuti oslonac bi imao horizontalno pomeranje zadobijeno usled dejstva stalnog opterećenja. Ukoliko bi se u tom trenutku utegao zavrtnjevima, to rešenje bi bilo opisano 4. slučajem proračuna. Poslednji slučaj podrazumeva da oslonac ostane neutegnut ali da se određenim graničnikom udaljenim od papuče za 10,09-6,61 \approx 3,5mm onemogućiti dalje pomeranje. S obzirom na veoma malo rastojanje između papuče i graničnika može se reći da je ovo rešenje komplikovano za izvođenje u praksi i zahteva ozusetno precizno oblikovanje.

5. ZAKLJUČAK

Kako je proračunom različitih uslova oslanjanja glavnih nosača mostovske konstrukcije pokazano, moguće je u znatnoj meri smanjiti horizontalnu komponentu reakcije oslonaca a da se pri tome ne ugrozi stabilnost konstrukcije. Ovakva rešenja zahtevaju veoma dobro poznavanje ponašanja same konstrukcije, ali i poznavanje savremenih softvera bez kojih bi proračun više različitih rešenja bio znatno teži i sporiji.

Pokazano je da se pravilnim izborom elemenata konstrukcije i njihovih veza može obezbediti optimalno korišćenje njihovih potencijala. Međutim, za ovakva rešenja je veoma važno obezbediti da postupak izvođenja same konstrukcije, podrazumevan u procesu projektovanja, bude ispoštovan tokom građenja.

LITERATURA

- [1] Idejno rešenje drvene konstrukcije mosta na lokaciji u Niškoj Banji, Supervision, Niš, Januar 2012. .
- [2] Pravilnik o tehničkim normativima za određivanje opterećenja mostova, Službeni list SFRJ, br. 37/88, Beograd, 1981
- [3] Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-4: Opšta dejstva- Dejstva vetra (SRPS EN 1991-1-4:2012)
- [4] Uputstvo za Tower 6, Radimpex Beograd, preuzeto sa www.radimpex.rs 12.10.2013.
- [5] Evrokod 5 - Projektovanje drvenih konstrukcija - Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade (SRPS EN 1995-1-1:2012)

¹ Iskorišćenje preseka u ovom slučaju nije merodavno jer je data kombinacija opterećenja poslužila samo za određivanje pomeranja oslonca pod dejstvom stalnog opterećenja

**POPULARNI PRSTUPI REŠAVANJU PROBLEMA PREKOMERNE UPOTREBE
VOZILA I PARKIRANJA U GRADSKIM CENTRIMA**
**POPULAR APPROACHES TO RESOLVING THE PROBLEM OF EXCESSIVE CAR
USE AND PARKING IN CITY CENTERS**

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

Sadržaj - U ovom radu dat je pregled aktuelnih mera pomoću kojih se u evropskim gradovima tretira problem prekomerne upotrebe vozila i parkiranja u gradskim centrima.

Ključne reči: parking mesto, gradski centar, zagušenje saobraćaja, regulativne mere.

Abstract - This paper provides an overview of current measures, used in European Cities, for resolving the problem of excessive car use and parking in city centers.

Key words: parking space, city center, traffic congestion, regulations.

1. UVOD

Stalni porast broja automobila, koji su u svakodnevnoj upotrebi na ulicama i za koje postoji potreba stacioniranja kada su van aktivnih saobraćajnih tokova, kao i sve veće interesovanje javnosti za očuvanje i unapređenje životne sredine, kako bi je narednim generacijama ostavili u što zdravijem stanju, uzrok su pojave novih pristupa tretmanu parking prostora. U razvijenim državama svaki punoletni član porodice često ima svoj auto, što se opravdava dugačkim destinacijama koje se svakodnevno prelaze kao i životnim standardom stanovništva. Međutim, i u manje razvijenim državama se poslednjih godina ovaj broj povećava. Uzrok je, delimično, pad cene novih automobila - zbog primene savremenih materijala čija je proizvodnja jeftinija; a većim delom ekološke regulative u zakonima razvijenih država - što je izazvalo veliki priliv polovnih, dobro očuvanih, automobila na tržišta manje razvijenih zemalja. U ovim regulativama, koji se donose na nivou jedne države ili za celi region (Evropsku uniju na primer), detaljno su propisana pravila: o vrsti goriva - koja su zbog nižeg stepena štetnosti dozvoljena za upotrebu u vozilima; i o potrebnim tehničkim karakteristikama koje jedno vozilo mora da ispunjava da bi se kretalo putevima - a koje su u skladu sa pravilima o maksimalnoj dozvoljenoj emisiji štetnih gasova. Odobravanjem kretanja samo onim vozilima koja ispunjavaju postavljene norme, afirmiše se umanjene štetnog delovanja upotrebe vozila na životnu sredinu, koje je još uvek neminovna posledica ove ukorenjene svakodnevne aktivnosti.

Ekološke regulative će pre ili kasnije biti prihvaćene globalno a novi vidovi energije za kretanje automobila (kao što je električna energija) predstavljaju potencijno rešenje za aktuelni problem koji predstavljaju štetni izduvni gasovi. Međutim, broj automobila na ulicama i njihovo parkiranje ostaje izazov za gradske planere. Sa velikim brojem vozila koja treba stacionirati, istovremeno i na jednom mestu, nameće se potreba da se dovoljnim brojem parking prostora

snabdu važne gradske tačke. Važno je da se pritom ne prekine kontinuitet cirkulacije kroz gradsko tkivo i ustaljene linije pešačkih komunikacija, što bi umanjilo kvalitet i stepen aktivnosti ili smanjilo potencijal za ostvarivanje budućih interakcija građana. Tokom godina je zagušenje na putevima postajalo sve veće, bez obzira na broj novih zgrada za parkiranje i novih kilometara autoputeva koji se izgrade; jer je čak 50% zagušenja uzrokovano kretanjem vozila koja kruže unaokolo u potrazi za jeftinijim parking mestom - PM [1].

U ovom radu se kroz pregled relevantne literature i strategija koje se primenjuju u evropskim gradovima prikazuje način tretiranja problema zagušenosti saobraćaja i prekomerne upotrebe vozila u gradskim centrima. U uvodnom delu navode se razlozi za razmatranje ove teme i naglašava njena aktuelnost. U drugom delu navedeni su primeri povezanosti kvaliteta saobraćajne mreže i zdravlja stanovništva koje je koristi, dok su u trećem delu navedeni savremeni pristupi rešavanju problema parkiranja u centralnim zonama evropskih gradova.

2. POVEZANOST KVALITETA SAOBRAĆAJNIH TOKOVA I ZDRAVLJA STANOVNIŠTVA

Povećanje broja vozila na putevima tokom prethodnih decenija je izazvalo gradnju većeg broja auto-puteva, sa više traka. Ovaj trend je najizraženiji u severno-američkim državama ali ga prate i druge ekonomski razvijene države sveta. Međutim, kratkoročna korist od povećanog kapaciteta puteva daje kao krajnji ishod više ljudi koji voze duže distance kako bi stigli do posla, škole, kuće i dr. Dugoročno, on utiče na smanjenje kvaliteta života vozača, putnika i onih koji žive pored autoputeva. Često je u gradovima u kojima je najviše sredstava potrošeno na izgradnju puteva ujedno i najveća zagušenost. „Začarani krug“ zagušenja saobraćaja funkcioniše na sledeći način:

- preveliki broj vozila na putevima izaziva proširenje postojećih i izgradnju novih puteva;

- izgradnjom novih puteva dobija se prostor za veći broj vozila, koja se brže kreću;
- putnici javnog transporta počinju da koriste vozila jer se njima brže stiže do odrednice;
- povećava se broj automobila na putevima a vozači izbegavaju gužvu tako što idu okolnim, dužim, trasama;
- zagušenje se ponovo pojavljuje u gorem obliku nego pre izgradnje novih puteva.

Dostupnost vozila uticala je na prostorno planiranje gradova i njihovog okruženja. Mogućnost da se dugačke relacije prelaze svakodnevno, i spremnost vozača da to čine zarad komfornijih stambenih prostora u predgrađima, bila je osnova za organizovanje stambenih zona na velikoj udaljenosti od gradskih centara. Gradovi počinju da bivaju sve rasprostranjeniji i okruženi amorfnim predgrađima. No, zajednički imenilac modernih naselja u predgrađima jeste da, i u samim naseljima, važni objekti najčešće nisu na kratkim međusobnim rastojanjima. Pristup trgovinama, zdravstvenim ustanovama i javnim objektima limitiran je ukoliko se ne koristi automobil. Široki putevi u ovim naseljima, po kojima se automobili kreću velikim brzinama, potencijalno su opasni i nisu prijatni za pešačenje, često i nemaju trotoare; dok su javne zgrade okružene prostranim površinama parkinga za smeštanje vozila kojima se do njih dolazi [2].

Ukoliko sistem javnog transporta i sistem parkiranja privatnih automobila nije usklađen sa pozicijom fokalnih tačaka u gradovima, vreme koje pojedinac može iskoristiti na slobodne aktivnosti troši se u vožnji. Ako osoba provede jedan sat u automobilu dnevno to je zbirno osam nedelja godišnje. Mnogi zdravstveni problemi povezani su sa predužim boravkom u automobilu, ne samo fizički već i psihički. Žene koje žive u naseljima koja nisu dobro povezana sistemom javnog transporta izložene su velikom pritisku. Studija rađena u američkim predgrađima pokazala je da su žene podložnije problemima savladavanja stresa, osećaja tuge, bezvrednosti i beznađa [3]. Ovo je naročito izraženo ukoliko su zaposlene i dugo putuju do posla a imaju uobičajene porodične obaveze - vožnja dece do škole i vanškolskih aktivnosti; odvođenje starijih članova porodice kod lekara; obavljanje svakodnevne kupovine.

Sa druge strane, dokazana je pozitivna veza između društvene povezanosti i zdravlja, što je veći kvalitet i kvantitet socijalne povezanosti veća je i zdravstvena dobrobit [4]. Socijalni kapital se ojačava kratkim putovanjima do posla, što ostavlja ljudima više vremena za rekreaciju, slobodne aktivnosti, društvena angažovanja i brigu o sebi. Narušavanje socijalnog kapitala smanjuje poverenje i interakciju među sugrađanima, drugim rečima, manje društvene angažovanosti dovodi do gubitka osećaja zajedništva. Studije pokazuju da su osobe sa niskim vrednostima socijalnog kapitala izložene riziku lošeg fizičkog i mentalnog zdravlja [5,6].

Nedostatak prilike za pešačenje i vožnju bicikla kao i nedostatak jednostavnog pristupa parkovima i igralištima, tipičan za naselja u predgrađima, utiče i na zdravlje dece. Preterana gojaznost dece je važan predskazatelj dečije hipertenzije i povećanog rizika od koronarnih bolesti u odraslom dobu, kao i hipertenzije, osteoartritis, dijabetesa i nekih vrsti kancera [7,8]. Istraživanja pokazuju da život u naseljima gde kretanje zavisi od automobila i naseljima sa visokim procentom saobraćaja u okolini, utiče na zdravlje

dece i pre njihovog rođenja: trudnice koje žive blizu prometnih autoputeva imaju 10-20% veće šanse preuranjenog porođaja ili rođenja deteta sa malom težinom [9]; deca koja žive na 250 metara od autoputa sa 20 000 ili više automobila dnevno imaju osam puta veće šanse za dobijanje leukemije i šest puta veće šanse da dobiju neku drugu vrstu kancera, zbog izloženosti izduvnim gasovima [10].

3. PRISTUPI REŠAVANJU PROBLEMA PREK-OMERNOG PARKIRANJA U CENTRALNOJ GRAD-SKOJ ZONI

Potreba za novim PM je dugo smatrana indikatorom uspešne privrede, do trenutka kada su saobraćajni uslovi počeli da utiču na produktivnost i, direktno ili indirektno, na zdravlje ljudi koji voze automobile. Dve odluke, koje su sprovedene decenijama, izazvale su priliv nebrojenih kvadrata parking prostora u gradove, što je kasnije postao problem sa kojim se je teško suočiti:

- kada je procenat zauzetosti postojećih PM u mnogim evropskim gradovima postao visok, lokalne vlasti su se našle u situaciji da im nedostaje javni fond iz kojeg bi zadovoljile rastuću potrebu za novim parkinzima, pa su privatnim firmama ponudile koncesije. Koncesije su se ogledale u tome da privatne firme dobijaju zemljište i pravo da grade i upravljaju zgradom za parkiranje na dug vremenski period ili na neograničeno vreme [11];

- pravila gradnje su nalogala da se kod izgradnje novih objekata (komercijalnih, stambenih, obrazovnih, sportskih i drugih) obezbedi potreban broj PM. Uveden je minimum PM koji se morao izgraditi, što je i danas na snazi u većini zemalja.

Tokom 60-tih i 70-tih godina prošlog veka, posle dekada ispunjavanja svakog zahteva za novim PM, u pojedinim zapadnoevropskim gradovima (Cirihi i Kopenhagen pre svih), stručnjaci su zaključili da je postojanje prevelikog broja PM zapravo izazvalo zagušenje u saobraćaju [12]. Negativni aspekti zagušenja saobraćaja pokazali su da postoji potreba za preispitivanjem prioriteta u koje treba investirati. Istraživanja su dovela do sledećih zaključaka:

- zagušenje saobraćaja se neće smanjiti izgradnjom još većeg broja parkinga;

- prioritet nisu novi autoputevi već revitalizacija javnog transportnog sistema i uvođenje sistema naplate parkinga, kako bi se moglo indirektno uticati na korisnika kada pravi izbor transportnog sredstva kojim će putovati [13].

U evropskim državama se reformisanjem sistema parkiranja, sistema naplate parkiranja i promocijom zdravog načina života, čine napor ka usmerenju korisnika na alternativne opcije u izboru transportnog sredstva. Tri vrste reformi su najrasprostranjenije:

- reforme sistema parkiranja u evropskim gradovima koje su podstaknute potrebom da se na prostoru evropske unije usklade norme za kvalitet vazduha i nacionalni ciljevi za smanjenje efekta staklene bašte;

- druge reforme i pravila proistekla iz njih su vezane za šire ciljeve kao što je vraćanje pešačenja u svakodnevni život radnih ljudi, putem smanjenja upotrebe privatnih automobila a učestalijom upotrebom javnih transportnih sredstava ili bicikala;

- treći pristup je da se visoke cene naplaćuju za parkiranje u centralnim delovima grada.

Ipak, budući da je za svako vozilo potrebno po jedno PM na početnoj i jedno na krajnjoj destinaciji, regulacija parkiranja primenom odgovarajućih pravila je najefikasniji način da se reguliše upotreba vozila. Analizama upotrebe parking prostora, na različitim lokacijama u gradovima, uočena su neka pravila po kojima se parkirališta koriste. Potrebe za PM variraju u zavisnosti od lokacije, doba dana i dana u nedelji:

- na centralnim železničkim stanicama je potrebno kratko se zadržati pri ostavljanju i uzimanju putnika ili su potrebna mesta za celodnevno zadržavanje, ako putnik radi u drugom gradu i svakodnevno dolazi vozilom do stanice;

- u poslovnim zonama su mesta zauzeta tokom radnih sati, u radnim danima u nedelji ali su tokom vikenda nepopunjena;

- u sportskim halama je vrhunac popunjenosti samo za vreme važnih sportskih događaja;

- u stambenim zonama se dešava da su tokom nedelje u noćnim satima mesta zauzeta ali za vreme vikenda je zauzetost manja, jer tada stanovnici kolima odlaze na kratka putovanja.

Kada se određuje površina koju će parking prostor zauzeti ovakvi podaci se moraju uzeti u obzir da bi se odredile tačne potrebe za brojem PM i sprečilo predimenzionisanje ovih prostora. Iz brojnih analiza, kojima se razmatraju uzroci zagušenja saobraćaja i trendovi u upotrebi parking prostora, proistekle su strategije za upešno upravljanje sistemom parkiranja koje se primenjuju u evropskim gradovima [14]. Pomenute strategije mogu se razvrstati u četiri kategorije koje se mogu primeniti u različitim kombinacijama, kako bi se postigli različiti efekti, a od ciljeva onih koji upravljaju sistemom parkinga na nivou jednog grada, zavisu koji će način biti primenjen i hoće li to biti optimalni izbor u datim okolnostima.

- Ekonomski mehanizmi:

Cena - stručnjaci iz oblasti parkiranja su upoznati sa pravilom da se, u potrazi za PM, najmanje vremena utroši ako je 15% od postojećih PM nepopunjeno. Cene parkiranja se razlikuju od lokacije do lokacije i od doba dana, kako bi se održala popunjenost od 85%. U Strazburu je, na ovaj način, parkiranje strogo koordinisano - velikom razlikom u ceni parkiranja na ulici i u zgradama za parkiranje. Ove mere obezbeđuju da se najpoželjnija PM, na ulici i blizu ulaza u važne zgrade, popunjavaju samo onda kada se pojavi onaj ko je spreman da plati visoku cenu parkiranja.

Naplata prema emisiji gasova - parkiranje se naplaćuje prema nivou štetnih gasova koje vozilo emituje, a koji se procenjuje u vreme registracije. Cena izdavanja stanarske propusnice za pakiranje bazira se na emisiji gasova. Vozila koja su u skladu sa ekološkim normama dobijaju popust pri plaćanju dok se većim zagađivačima propisuje viša cena.

Prinudna naplata od poslodavaca - ako imaju više od 10 PM za zaposlene, plaćaju godišnje dodatnu cenu za svako pojedinačno mesto. U Hamburgu je dozvoljeno da poslodavac obezbedi manje PM od predviđenog ukoliko zaposlenima plaća mesečnu kartu javnog transporta [1].

Izdvajanje novca u posebne svrhe - novac od kazni za parkiranje odlazi u budžet za održive načine transporta. Projekat koji je aktuelan u evropskim gradovima je postavljanja više punktova sa biciklama koje se mogu iznajmiti i ostaviti na punktu najbližem željenoj destinaciji putnika. U našoj zemlji ovakvi punktovi postoje u Novom Sadu.

- Regulativne mere:

Zabrana uvođenja novih mesta - kada se u zgradi za parkiranje izgradi novo PM, jedno mesto na uličnom prostoru mora da bude uklonjeno. Izvan zone u kojoj se primenjuje ovo pravilo, dozvoljeno je formiranje novih PM samo ukoliko okolne saobraćajnice mogu da apsorbuju dodatni saobraćaj bez zagušenja a dodatno zagađenje ne ugrožava kvalitet vazduha toliko da ne zadovoljava propisane norme.

Maksimalne potrebe za parkiranjem - tokom višedecenijske prakse se od investitora tražilo da ispuni minimalne potrebe za parkiranjem. Planeri su smatrali da će, ako u fazi izgradnje objekta traže da se obezbedi više PM, cena izgradnje tih mesta postati obaveza investitora. Međutim, to je uzrokovalo gradnju više mesta nego što je propisano, na uštrb zelenih površina, i dodatno stimulisalo upotrebu automobila. U evropskim gradovima ukidaju se minimalne potrebe za PM i uvode maksimalni brojevi PM koji se na određenim lokacijama mogu izgraditi. U holandskim gradovima od 1989. god. postoji nacionalni „A, B, C“ sistem koji površinu grada deli u tri zone: A- sa odličnim pristupom javnom transportu i lošim automobilskim pristupom, B- sa dobrim pristupom javnom transportu i dobrim automobilskim pristupom, C- sa slabim pristupom javnom transportu i dobrim automobilskim pristupom. Svaka od ovih zona ima svoj minimum i maksimum broja PM. Dodatno se i smanjuje dozvoljeni broj PM na lokacijama koje su u neposrednoj blizini stanica javnog transporta.

Regulacija lociranja parking prostora - praksa regulacije dozvoljenog parkiranja u toku različitih doba dana se koristi kako bi se podstakla upotreba sredstava javnog transporta i uspostavio aktivniji ulični život, stvaranjem pešačkih zona. Parkiranje se izmešta u periferne zone dok se putnicima javnog saobraćaja i biciklistima pruža mogućnost pogodnijeg pristupa popularnim destinacijama.

Redukcija parking mesta na ulici – kako bi ulice bile bezbednije za pešake na pešačkim prelazima i da bi se poboljšala vidljivost dolazećeg automobila zabrana parkiranja na raskrscima, povećana od je sa 5 m na 10 m od kraja radiusa krivine. Na pojedinim ulicama, za vreme najvećih frekvenci saobraćaja, određene trake se koriste isključivo za vozila javnog transporta. Car-sharing kompanije imaju pravo parkiranja na mestima blizu centra grada, koja su ranije bila privatna parkirališta.

- Elementi fizičkog dizajna:

Ivični stubići - barijera koja se koristi da bi se sprečilo parkiranje po pešačkim stazama i javnim zelenim površinama, ili kako parkirani automobili ne bi blokirali ulaze u zgrade i površine trotoara. Stubići se mogu izvesti kao pomerljivi, kada treba da prođe vozilo hitne pomoći ili vozilo službe održavanja izvade se iz postolja i potom vrate.

Ovičavanje linijama - belim linijama se obeležavaju mesta za parkiranje invalida. Ne obeležava se svako PM već

čitava dužina jednog dela ulice uz ivičnjak, kako bi se što više manjih automobila smestilo u predviđeni prostor, a svaki plaća parkiranje pa više novca ode u gradski budžet. Posebna mesta se mogu obeležiti ako su predviđena za određene korisnike, kao što su vozila iz projekta Carshare.

Prenamena javnog prostora - uklanjanje parking prostora iz gradskih istorijskih jezgara i centralnih trgovačkih zona je postala prepoznatljiva odlika evropskih gradova. Gradski centri se transformišu, stvaranjem visoko kvalitetnih pešačkih zona i biciklističkih staza zahvaljujući eliminisanju na hiljade PM.

Geometrija ulice - ređanjem nizova PM strateški duž ulice stvara se bezbednije okruženje za korisnike uličnog prostora. Obostrano naizmenično ređanje po nekoliko PM, po celoj dužini uske ulice, ima funkciju usporenja saobraćaja. Parkirani automobili ostavljaju uske prolaze koji uslovljavaju vozila da se kreću brzinom do 30 km/h. Biciklističke staze zaštićene su parkiranim automobilima koji služe kao barijera između biciklista i motornog saobraćaja. „Ulice za igranje“, na čijoj površini deca mogu bezbedno da provode vreme bez opasnosti od kontakta sa vozilima imaju ograničenje brzine do 20 km/h.

- Sistem naplaćivanja:

Prenošenje obaveze upravljanja parking prostorima na privatne firme dovodi do povećanja prikupljenih sredstava od naplate i kazni. Predstavnici gradskih službi nadgledaju rad privatnih firmi. Neki od načina nadgledanja, naplate i kažnjavanja koje primenjuju privatne firme su:

Električni sistem za nadgledanje - instaliranjem električnih tabli duž ulica, na kojima piše broj slobodnih PM u najbližoj zgradi za parkiranje i putokaz do ulaza u zgradu, znatno se smanjuje vreme provedeno u potrazi za mestom. Unapređeni oblik je personalizovano dostavljanje poruka dok je vozač u vozilu.

Plaćanje telefonom - kompanije mobilne telefonije dobijaju određeni procenat od svake poruke koju proslede centru za obradu podataka firme koja vrši naplatu parkiranja.

Magnetni uređaji - su efikasan način za prepoznavanje vozila koja su ostala na PM duže od uplaćenog vremena. Ovi uređaji se aktiviraju i šalju SMS poruke i kontroloru i vozaču onda kada vreme istekne.

Kombiji sa skenerima - digitalizacija registarskih tablica unapredila je sistem naplate. Kombi vozila se brzinom od 40 km/h kreću ulicom i fotografišu parkirane automobile. Mašina dalje procesuiru svaku tablicu, koristeći automatski program za prepoznavanje automobila koji nisu parkirani po pravilima. Ovaj sistem ima nivo tačnosti od 98%. Onih 2% greške otpada na automobile sa stranim tablicama, koji nisu u digitalnoj bazi pa se moraju proveravati posebno [1].

4. ZAKLJUČAK

Javni otvoreni prostor velikih evropskih gradova, uključujući i pešačke staze, proteklih decenija je stalno bio zauzet vozilima. Parkiranje prosečnog automobila zauzima prostor od 15 m² a prosečni vozač svakodnevno koristi od dva do pet različitih PM za parkiranje u gradu [1]. Ta mesta

zauzimaju površine koje bi mogle da imaju veću društvenu, ekološku ili čak ekonomsku vrednost ako se upotrebe drugačije. Infrastruktura otvorenih parkinga umanjuje kvalitet uličnih vizura, prekida liniju pešačkih putanja, uslovljavajući pešake da ih zaobilaze, i time im povećava rastojanja između odrednica [1]. Potreba za promenom politike u vezi parkiranja proizašla je iz potrebe da se gradski centri revitalizuju i da se dobijena površina od parkirališta, u zavisnosti od veličine, pretvori u zelene i pešačke površine ili mesta za odlaganje bicikala. Prihvatanje alternativnih načina kretanja, od strane šire populacije, uslovljeno je uvođenjem restriktivnih pravila i primenom navedenih strategija. Željeni rezultat je dobro balansirana transportna mreža, sa manjim procentom upotrebe automobila.

LITERATURA

- [1] Kodransky, M., Hermann, G., *Europe's Parking U-Turn: From Accommodation to Regulation*, ITDP, 2011.
- [2] McCann, B. A., Ewing R., *Measuring the Health Effects of Sprawl, A national analysis of Physical Activity, Obesity and Chronic Disease*, Smart Growth America, Surface Transportation Policy Project. 2003.
- [3] Lundeen, S., *Health Needs of a Suburban Community: A Nursing Assessment Approach*. J. Community Health Nursing, 9 (4), 1992. Str. 235 – 244.
- [4] Frumkin, H., *Healthy Places: Exploring the Evidence*. American Journal of Public Health, 93, (9), 2003. Str. 1451 – 1456.
- [5] Hawe, P., Shiell, A., *Social capital and health promotion: A review*. Social Science and Medicine. 51, 2000. str. 871-85.
- [6] Kawachi, I., Kennedy, B.P., *Income inequality and health: Pathways and mechanisms*. Health Services Research, 34(1 Deo 2), 1999. str. 215-27.
- [7] Must, A. i saradnici, *The Disease Burden Associated with Overweight and Obesity*. J.A.M.A., 282, 1999. str. 1523 – 1529.
- [8] Ornetzeder, M., Hertwich, E. G., Hubacek, K., Korytarova, K., Haas, W., *The environmental effect of car-free housing: A case in Vienna, Analysis*. Ecological economics 65. 2008. Str. 516–530.
- [9] Wilhelm, M., Ritz, B., *Residential Proximity to Traffic and Adverse Birth Outcomes in Los Angeles County, California, 1994 – 1996*. Environmental Health Perspectives, 2002.
- [10] Pearson, R.L. i saradnici, *Distance Weighted Traffic Density in Proximity to a Home is a Risk Factor for Leukemia and other Childhood Cancers*. Journal of Air and Waste Management Association, 50. 2000. Str. 175 – 180.
- [11] Button, K. J., *The political economy of parking charges in 'first' and 'second- best' worlds*. Transportation Policy. 2006.13 (6), 470–478.
- [12] Gehl, J., Gemzoe, L., *New City Spaces. The Danish Architectural Press: Copenhagen*. Third Edition, 2003.
- [13] COST Action 342, *Parking Policies and the Effects on Economy and Mobility*. Technical Committee on Transport, 2006.
- [14] Steierwald, G., Künne, H. D., Vogt, W., *Stadtverkehrsplanung*, Berlin: Springer, 2005.

ŠTETNO DEJSTVO MATERIJALA HEMIJSKOG POREKLA KOJI SE KORISTI ZA ZIMSKO ODRŽAVANJE PUTEVA NA ŽIVOTNU SREDINU

ADVERSE EFFECTS OF CHEMICAL ORIGIN OF MATERIALS USED FOR WINTER MAINTENANCE ON THE ENVIRONMENT

Dragan Perić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Nenad Stojković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - *Da bi se obezbedila stalna prohodnost puta u zimskom periodu neminovna je upotreba hemijskih sredstava koja otapaju sneg i led i sprečavaju nastajanje poledice. Njihova neracionalna i neadekvatna upotreba, može znatno ugroziti životnu sredinu u okolini puta. Zbog toga je veoma važno određenim merama smanjiti količine za posipanje i time sprečiti njihovo štetno dejstvo.*

Ključne reči: Zimsko održavanje. Sneg i led. Materijali hemijskog porekla. Životna sredina.

Abstract - In order to ensure constant mobility time in winter is inevitable use of chemicals which dissolve snow and ice and prevent the formation of ice. Their rational and inadequate use, can significantly harm the environment around times. Therefore it is very important specific measures to reduce the amount of spreading thus preventing their damaging effects

Key words: Winter maintenance. Snow and ice. Material and chemical origin. Environment.

1. UVOD

U zimskom periodu, velike smetnje normalnom odvijanju saobraćaja pricinjavaju niske temperature, sneg i poledica. Zbog njih se mnogo češće nego u ostalim delovima godine događaju saobraćajni udesi koji prouzrokuju brojne ljudske žrtve i velike materijalne štete. Da bi se sprečilo nastajanje poledice, ili uklonio sneg i nastala poledica sa puta koriste se određena hemijska sredstava kojima se vrši posipanje kolovoza puta. Primena hemijskih sredstava (zbog njihove higroskopnosti) zasniva se na njihovoj osobini da otapaju sneg i led stvarajući sa snegom i ledom određene rastvore koji zavisno od koncentracije tih materijala, snižavaju temperaturu smrzavanja vode do određene granice [5].

2. KARAKTERISTIKE DEJSTVA HEMIJSKIH SREDSTAVA NA TOPLJENJE SNEGA I LEDA

Za zimsko održavanje puteva mogu se upotrebljavati materijali koji ispunjavaju sledeće zahteve [1]:

- njihovo dejstvo na otapanje snega i leda treba da postiže određene efekte i pri temperaturama nižim od -7°C ;
- ne smeju da budu otrovni, a njihovo dejstvo ne sme da izaziva negativne posledice na pneumaticima, lakovima, tekstilu, itd;
- poželjno je da ne deluju korozivno na metale;
- njihova cena treba da omogući ekonomičnu upotrebu za navedenu svrhu.

Navedene zahteve u najvećoj meri ispunjavaju hloridi, koji se zbog toga najčešće upotrebljavaju za održavanje puteva u zimskom periodu. Hloridi su soli pojedinih

hemijskih elemenata sa hlorom, a među njima su najpoznatiji: natrijum hlorid (NaCl), kalcijum hlorid (CaCl_2) i magnezijum hlorid (MgCl_2). Proces rastvaranja hlorida u vodi daje određeni toplotni efekat, zbog čega se ovi materijali i koriste za topljenje snega i leda. Hloridi svoje delovanje zasnivaju na uzimanju (akumulaciji) toplote od okoline, što predstavlja endotermički proces, ili na oslobađanju (ispuštanju) toplote, što predstavlja egzotermički proces. Natrijum hlorid ostvaruje endotermički efekat, a kalcijum hlorid i magnezijum hlorid egzotermički, pri čemu se postižu vrlo različiti toplotni efekti, što se može videti u sledećoj tabeli.

Tabela 1.

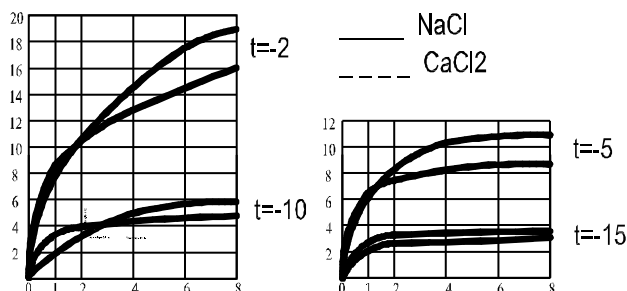
Vrsta hlorida	Vrsta toplotnog efekta	Toplota rastvaranja (J/g)
NaCl	endotermički	4.897,30
CaCl ₂	egzotermički	38.748,20
MgCl ₂	egzotermički	90.324,90

Dejstvo hlorida na topljenje snega i leda zavisi i od njihove koncentracije u rastvorima, tako da se teorijska granica njihovog dejstva postiže samo pri određenoj koncentraciji, što se može videti u sledećoj tabeli.

Tabela 2.

Vrsta hlorida	Granica dejstva ($^{\circ}\text{C}$)	koncentracija (%)
NaCl	- 21,20	23,10
CaCl ₂	-55,00	31,00
MgCl ₂	-33,60	20,60

Egzotermički proces je povoljniji u odnosu na endotermički, jer se pri upotrebi iste količine materijala ojačava proces topljenja leda. Na sledećoj slici je dat prikaz efekata topljenja leda raznih temperatura pri upotrebu mase od jednog grama NaCl i CaCl₂.



Slika 1. Efekat topljenja leda na različitim temperaturama.

Iz navedenih dijagrama se može primetiti da se sa smanjenjem temperature leda smanjuje i efekat topljenja, kao i da se sa produžavanjem vremena dejstva taj efekat povećava, bez obzira dali je u pitanju endotermički i egzotermički proces. Najveći efekat otapanja je pri temperaturi od -2 °C. Pri temperaturi od -5 °C ovaj efekat je najintezivniji u prvom času, kada se otopi 80 % leda, a posle 2-3 časa naglo se smanjuje. Materijali koji za otapanje koriste egzotermički proces u početku imaju veći efekat, koji se potom postepeno smanjuje, tako da je posle izvesnog vremena (1 -2 časa) njihov efekat manji [2].

Iz uporedne analize dejstva, primene NaCl i CaCl₂ (MgCl₂ se koristi samo gde se javlja u dovoljnim količinama kao nuz proizvod) mogu se uočiti sledeće prednosti CaCl₂:

- proces otapanja pri istoj temperaturi i istoj količini leda, daleko je brži;
- granica delovanja je daleko veća, i
- kolovoz puta postaje vlažan u kraćem vremenskom periodu.

Prednosti NaCl u odnosu na CaCl₂ su sledeće:

- daleko je niža cena ovog materijala (sedam i više puta), i
- sadrži manji procenat neotopivih primesa.

Da bi se što racionalnije iskoristila tehnička prednost CaCl₂ i ekonomska prednost NaCl, preporučljivo je koristiti njihove mešavine, pogotovo što CaCl₂ trenutno otpočinje topljenje, a otopljeni voda podstiče i ubrzava dejstvo NaCl. Zbog smanjenja troškova, kod primene mešavine hlorida najracionalnija je upotreba tzv. ovlažene soli. Ova so podrazumeva primenu suve soli NaCl, kojoj se u prolazu kroz levak za dovod materijala do rotirajućeg diska na posipaču za posipanje dodaje 21 % rastvor CaCl₂ u vodi. Pored ovlažene soli, još jedan vid primene hlorida obezbeđuje znatno snižavanje troškova i to uz povećanu efikasnost. To je primena rastvora soli u vodi (tzv. otopina). Na osnovu višegodišnje primene otopine soli i ovlažene soli, u nekim zapadnim zemljama utvrđene su sledeće prednosti u odnosu na suhu so:

- poboljšana je prohodnost puta i povećana bezbednost odvijanja saobraćaja;
- višestruko su smanjeni troškovi održavanja puteva u zimskim uslovima,

- delovanje je brže i efikasnije, i
- moguća je stalna koncentracija soli na površini kolovoza.

Mnoge od navedenih prednosti savremenih metoda održavanja kolovoza u zimskim uslovima se odražavaju i na smanjeno zagađivanje životne sredine tom aktivnošću.

3. PROBLEMI U KORIŠĆENJU HEMIJSKIH SREDSTAVA

Da bi se u zimskim uslovima ostvario kontinuiran i bezbedan saobraćaj na putevima, što znači nesmetano funkcionisanje privrede i društvenih službi, kolovozi se moraju posipati hemijskim sredstvima, bez obzira na štetne posledice koje prouzrokuju na same puteve, vozila i životnu sredinu, jer se između dve nepovoljnosti bira manja.

3.1. Štetno dejstvo na puteve

Štetno dejstvo hemijskih sredstava ogleda se u sledećem [3]:

- kada hemijska sredstva otapaju sneg i led na putevima, kolovoz ostaje duže vreme vlažan i na temperaturi ispod 0 °C, što omogućava da rastvori soli preko vode duže prodiru u kolovoz puta;
- hemijska sredstva smanjuju pozitivnu ulogu snega i leda kao dobrih termičkih izolatora kolovoza od suviše naglih promena temperature, koje mogu biti sa velikim razornim dejstvom na kolovoznu konstrukciju;
- pri korišćenju NaCl za posipanje puteva koji potrebnu količinu toplote za otapanje uzima iz okoline, a naročito iz kolovoznog zastora, tako da je kolovoz izložen naglom smanjenju temperature, odnosno do tzv. termičkog šoka, što dovodi do oštećenja kolovozne konstrukcije.

3.2. Štetno dejstvo na vozila

Štetno dejstvo hemijskih sredstava na vozila koja se u zimskim uslovima kreću po putevima, ogleda se u pojačanoj koroziji metalnih delova vozila. Istraživanja su pokazala da se udeo korozije, kao posledica primene sredstava za zimsko održavanje puteva, kreće u proseku do 45 % od ukupne korozije vozila.

3.3. Štetno dejstvo na životnu sredinu

Pored štetnog dejstva na kolovoz puta i vozila, materijali za zimsko održavanje puteva hemijskog porekla, imaju posebno štetni uticaj na životnu sredinu i to pre svega na tlo, vegetaciju i vodu. Prisustvo nedopustivih količina NaCl, koji je najčešće korišćeni materijal te vrste (zbog relativno niske cene), izmereno je čak na rastojanju i do 22,50 m od kolovoza i na dubini od 45 cm [4]. Ako se zna, da je dozvoljena granica PH vrednosti zdravog tla 5-7, onda izmerena vrednost do 10 pokazuje da je takvo tlo postalo veštačka slatina koja onemogućuje svaki dalji opstanak vegetacije. NaCl se u vodi raspada na natrijumove katjone i hlorove anjone, pri čemu natrijum sa vodom dospeva u zemlju. Preko vode so dospeva u lišće biljaka koje zbog toga umire. Kod upotrebe CaCl₂ mnogo je manji neželjeni efekat delovanja u odnosu na onaj koji izaziva NaCl.

4. ZAKLJUČAK

Štetno dejstvo hemijskih sredstava na zivotnu sredinu i materijalna dobra (kolovoze, vozila, i dr.) pri održavanju puteva u zimskim uslovima može se smanjiti sledećim merama:

- prilagođavanjem doziranja pojedinih materijala za posipanje stvarnom stanju kolovoza i vremenskim uslovima;
- pooštavanjem kontrole doziranja materijala za posipanje primenom automatskih elektronskih komandi na odgovarajućim uređajima, koje omogućavaju veliku tačnost doziranja i ravnomernost posipanja;
- uzimanjem u obzir ostataka prethodnih posipanja prilikom svakog novog posipanja;
- preduzimanjem preventivnih posipanja samo u situacijama kada se pouzdano mogu očekivati određeni nepovoljni vremenski uslovi;
- pri izboru materijala kod preventivnih posipanja prednost treba dati ovlaženoj soli;
- posipanjem u manjoj širini od širine kolovoza u zavisnosti od njegovog poprečnog nagiba;
- odbacivanjem snežne kaše nastale dejstvom materijala hemijskog porekla na sneg van kolovoza u što mogućem kraćem roku;
- koristiti za zasade pored puta vegetaciju koja dobro podnosi materijale hemijskog porekla (hrast, kupina, itd.)

Smatramo svrsishodnim, da predložimo i neki nužan minimum administrativnog regulisanja obaveznog preduzimanja nekih od navedenih mera.

LITERATURA

- [1] Berrocal V., Raftery A., Gneiting T., and Steed R., *Probabilistic Weather Forecasting for Winter Road Maintenance*; Tehnical Report no. 511, Department of Statistics, University of Washington, (2007);
- [2] Бјалобжески В.,Дербенева М.,Мазепова И.,Рудако М., *Борба с зимнеј сколјзкостју на автомобилјних дорогах*; Транспорт, Москва, Русија, (1993);
- [3] Davis G, Contreras M; *Snow And Ice Control Operations*; California Departement of Transportation, (1999);
- [4] Grupa autora, *Smjernice za projektovanje, građenje, održavanje i nadzor na putevima, knjiga III: održavanje puteva, dio 3: zimska služba*, JP”Direkcija cesta” FBiH, JP ”Putevi Republike Srpske ”, Sarajevo/Banja Luka, (2005);
- [5] Perić D., *Racionalizacija organizacije i tehnologije zimskog održavanja puteva*, (magistarski rad), Građevinski fakultet, Niš, (1989).

STATISTIČKA ANALIZA POVREDA NA RADU NEMEDICINSKIH RADNIKA KLINIČKOG CENTRA U NIŠU

STATISTICAL ANALYSIS OF INJURIES OF NON-MEDICAL WORKERS OF CLINICAL CENTER OF NIŠ

Milica Cvetković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Miloš Spasić, *Klinički centar, Bulevar dr Zorana Đinđića 48, Niš*

Sadržaj - U ovom radu, korišćenjem rezultata dobijenih na osnovu sprovedenih procedura vođenja evidencija u Kliničkom centru u Nišu, biće data analiza povezanosti nepovoljnih uticaja rada i radne sredine na pojavu povreda na radu nemedicinskih radnika, kroz mehanizam statističkog pristupa problemu.

Ključne reči: Indeks učestalosti (frekvencije) povreda na radu. Statističke tabele. Statistički dijagram.

Abstract - In this paper, using the results obtained from the procedures of record keeping in the Clinical Center in Niš, will be given an analysis of the link between the adverse impact of work and working environment on occupational accidents non-medical workers, using the statistical approach.

Key words: Index of frequency of occupational injuries. Statistical tables. Statistical diagram.

1. UVOD

U odnosu na broj povreda na radu, delatnosti zdravstvenih radnika zauzimaju okvirno središnju poziciju. U radu [1] data je analiza povreda na radu zdravstvenih radnika (lekara i medicinskih sestara) Kliničkog centra u Nišu usled neadekvatnih uslova rada i radne sredine, kao i povreda gde nema ovih faktora.

U evidenciji o povredama na radu Kliničkog centra u Nišu postoje zabeleženi i slučajevi povreda nemedicinskih radnika, kao što su: pravni sektor, tehnička služba, služba za bezbednost na radu, radiološki tehničari, laboranti, ekonomski sektor, služba kuhinje, higijeničari i dr.

Zbog svakodnevne izloženosti rizicima različitog porekla, potreban je ozbiljan pristup i jednoj i drugoj populaciji zaposlenih u svakoj zdravstvenoj ustanovi. Kako je pojam teorije rizika nerazdvojiv od pojma statističke verovatnoće u okviru koje postupak uzorkovanja ima dominantno mesto, statistički alati, koji iz dana u dan postaju sve popularniji, nezaobilazni su elementi u procenama i analizama rizika.

U ovom radu biće data statistička analiza povreda na radu nemedicinskih radnika Kliničkog centra u Nišu.

U radu su korišćeni podaci o povredama na radu iz evidencije Kliničkog centra u Nišu, u periodu od 2011.-2014. godine.

Posmatran je i indeks učestalosti (frekvencije) povreda na radu, koji se u praksi često koristi kao standardna statistička mera, a definisan je u radu [2].

2. STATISTIČKA ANALIZA

Indeks učestalosti (*IF*) povreda na radu predstavlja odnos broja povreda (*N*) u posmatranom vremenskom intervalu i broja ostvarenih radnih sati (*S*) u istom tom vremenskom intervalu sa faktorom proporcionalnosti 10^6 , odnosno,

$$IF = \frac{N}{S} \cdot 10^6 \quad (1)$$

Broj ukupno ostvarenih radnih časova (ukupan broj časova izloženosti povređivanju) može se izračunati na sledeći način:

$$S = Z \cdot rh \quad (2)$$

gde je *Z* prosečan broj radnika za godinu dana, a *rh* prosečan broj ostvarenih radnih časova po jednom radniku.

Za analizu od godinu dana *rh* se može izračunati kao razlika ukupnog mogućeg broja radnih sati (52 nedelje × 40 časova = 2080 časova) i sati koje radnik nije ostvario.

Razlog	Broj dana	Broj časova
Годишњи одмор	20	160
Државни празници	8	64
Боловања	14	112
Одсуство	5	40
		Σ = 376

Tabela 1. Prosečan broj sati koje radnik nije ostvario (za godinu dana).

Zato je razlika:

$$rh = 2080 - 376 = 1704 \quad (3)$$

pa je:

$$S = Z \cdot rh = 830 \cdot 1704. \quad (4)$$

Uzimajući za uzorak ukupan broj nemedicinskih radnika Kliničkog centra u Nišu, njih 830 prosečno u poslednje četiri godine, a na osnovu podataka o povredama na radu iz evidencije Službe za bezbednost i zdravlje na radu Kliničkog centra u Nišu, u periodu 2011.-2014. godine, koji su permanentno prikupljeni u skladu sa propisanom procedurom, napravljene su statističke tabele (Tabele 2.-4.).

2011. godina	
Lake povrede	10 okliznuća (šifra 42)
	3 posekotine (šifra 12)
Teške povrede	8 preloma (šifra 42)
Σ	21

Tabela 2. Povrede na radu nemedic. radnika u 2011. god.

Tabela 3. prikazuje broj povreda na radu 2012. godine, kada je usvojen *Akt o proceni rizika, snimanja uslova radne okoline i primene zaštitnih sredstava* [3].

2012. godina	
Lake povrede	12 okliznuća (šifra 42)
	3 nagnječena ruka (šifra 12)
Teške povrede	3 preloma (šifra 42)
Σ	18

Tabela 3. Povrede na radu nemedic. radnika u 2012. god.

Usvajanjem *Programa osposobljavanja zaposlenih Kliničkog centra Niš za bezbedan i zdrav rad* [4-5], broj povreda u 2013. godine se dodatno smanjuje.

2013. godina	
Lake povrede	9 okliznuća (šifra 42)
Teške povrede	3 preloma (šifra: 2 x 42, 1 x 43)
Σ	12

Tabela 4. Povrede na radu nemedic. radnika u 2013. god.

Nakon usvojenih pravilnika i sprovođenja mera bezbednosti i zdravlja na radu, 2014. godine bilo je ukupno 11 povreda.

2014. godina	
Lake povrede	8 okliznuća (šifra: 6 x 42, 2 x 50)
Teške povrede	3 preloma (šifra: 50)
Σ	11

Tabela 5. Povrede na radu nemedic. radnika u 2014. god.

Ako za svaku od navedenih godina izračunamo indeks učestalosti (frekvencije) povreda na radu usled neadekvatnih uslova rada i radne sredine, dobijamo rezultat dat u Tabeli 6.

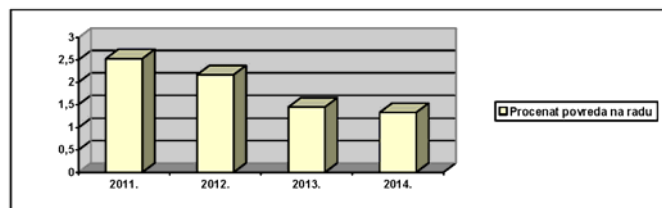
godina	IF
2011.	14,848
2012.	12,727
2013.	8,485
2014.	7,778

Tabela 6. IF u periodu 2011.-2014.

Prema statističkoj skali ovaj indeks treba da se kreće u intervalu od 5-10, kakav beleže godine 2013. i 2014. Usvojanje pravilnika i sprovođenje mera bezbednosti i zdravlja na radu, doprinelo je da se 2014. godine indeks učestalosti povreda na radu skoro prepolovio.

Treba naglasiti i da je broj povreda na godišnjem nivou relativno mali u odnosu na broj nemedicinskih radnika Kliničkog centra u Nišu, i da nije uzet tačan broj ukupno ostvarenih radnih časova (već statistički prosek). I pored toga, ove četiri godine daju približno **IF ≈ 10, 959**, što predstavlja zadovoljavajući rezultat.

Slika 1. daje kompletnu predstavu o povredama na radu nemedicinskih radnika Kliničkog centra u Nišu, gde su zbirno posmatrane sve povrede na radu u odnosu na broj radnika.



Slika 1. Procentualni broj povreda na radu po broju zaposlenih.

U periodu od 2011. do 2014. godine, broj povreda nemedicinskih radnika Kliničkog centra u Nišu je manji od 3% i iz godine u godinu opada, tako da je u 2014. godini ispod 1,5% (Slika 1.). To govori o permanentnom radu Službe za bezbednost i zdravlje na radu Kliničkog centra u Nišu, na sprovođenju i unapređivanju bezbednosti na radnom mestu i u radnoj okolini (Slika 2.).



Slika 2. Primer centrifuge za veš pre i posle zaštite

Sprovođenja preventivnih i periodičnih pregleda i ispitivanja opreme za rad i uslova radne sredine, u velikoj meri doprinose unapređenju bezbednosti, kako lica koja učestvuju u radnim procesima, tako i lica koja se zateknu u radnoj sredini (Slika 3.).



Slika 3. Prevencije Sl. za bezb. i zdrav. na radu KC Niš.

Ovim rezultatima je svakako doprinelo i donošenje *Pravilnika o bezbednosti i zdravlju na radu Kliničkog centra Niš* [3], kao i *Programa osposobljavanja zaposlenih Kliničkog centra Niš za bezbedan i zdrav rad* donet na osnovu [4-5]. Na osnovu ovog programa, Klinički centar Niš je dužan da obezbedi da svaki zaposleni bude osposobljen za bezbedan rad i teorijski i praktično. Teorijska obuka vrši se u obliku predavanja a metode i sredstva nastave moraju biti pristupačni i shvatljivi za određenu kategoriju zaposlenih. Provera znanja i ocena osposobljenosti vrši se putem testova i izdaje posebna potvrda (Slika 4.).



NEKREKLA BEZBEDNOSTI
 Niš, _____ 2015. godine

Na osnovu člana 17. a i člana 27. i 28. Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu i člana 20. Pravilnika o bezbednosti i zdravlju na radu Kliničkog centra Niš, po sprovođenju obuke i teorijskog i praktičnog osposobljavanja, potvrđuje se:

_____ za rad na radnom mestu _____ (odgovor na pitanje)

POTVRDA

Da je ispunjen _____ po zahtevu _____ osposobljen za bezbedan rad na radnom mestu _____ a) Čl. 17. Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu

• Ispunjen je zahtevani uslov na NEKREKLA BEZBEDNOSTI - ODRŽANJE uslova zdravstvenog stanja _____ 2015. godine.

Prilikom obuke ispunjenost obuke se na radnom mestu od strane odgovarajućih radnika _____

U Nišu, _____ 2015. godine. _____ Odgovoran direktor za bezbednost, _____ Član 17. Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu

Slika 4. Testiranje nakon teorijske obuke i dobijanje potvrde o osposobljavanju za bezbedan rad u KC Niš.

Praktična obuka vrši se direktno na radnom mestu gde je radnik raspoređen uz primenu i korišćenje sredstava za rad. Obuka se izvodi uz prisustvo nadređenih lica i odgovornog lica za bezbednost i zdravlje na radu.

3. ZAKLJUČAK

Tabela 6. kao i Slika 1. svedoče o konstantnom smanjenju broja povreda na radu nemedicinskih radnika Kliničkog centra u Nišu, u periodu od 2011. do 2014. godine. Tome je svakako doprinelo to što 2011. godine još uvek nije bio donet Akt o proceni rizika, snimanja uslova radne okoline i primene zaštitnih sredstava. Usvajanjem ovog Akta 2012. godine, broj povreda je smanjen za skoro 15%, a nakon obuke zaposlenih Kliničkog centra Niš za bezbedan i zdrav rad 2013. godine, u odnosu na 2011. godinu smanjen je za 43%. Konačno, 2014. godine, u posmatranom periodu, broj povreda je skoro prepolovljen, odnosno, smanjen je za 48%.

U pogledu procenta broja povreda na radu u odnosu na ukupan broj nemedicinskih radnika Kliničkog centra u Nišu, rezultati su zadovoljavajući, pogotovu činjenica da je poslednje godine posmatranog perioda taj procenat najmanji i iznosi oko 1,3%.

U radu je analiziran period od 2011. do 2014. godine, ali evidencija Službe za bezbednost i zdravlje na radu Kliničkog centra u Nišu beleži podatak da je broj povreda u odnosu na 2010. godinu smanjen za čak 33%, što je najbolji pokazatelj učinka svih aktivnosti.

Imajući u vidu da analiza rizika podrazumeva identifikaciju potencijalnih rizika, koji su posledica delovanja kako jedinki, tako i društva, kao i procenu verovatnoće ostvarivanja bilo koje opasnosti sa stanovišta statističkih analiza, sistematskog posmatranja, stručnog znanja i iskustva, potpuno je jasno da pojam teorije rizika ne treba razdvajati od pojma statističke verovatnoće, kao ni od mehanizma statističkog pristupa problemu.

LITERATURA

- [1] M. Cvetković, A. Boričić, D. Blagojević, "Statistical analysis of injuries of health workers due to inadequate working conditions and work environment", *Proceedings of 10th International Conference on Risk and Safety Engineering*, pp. 305-313, 2015.
- [2] D. Spasić, "Ekonomika zaštite na radu", IV izdanje, *Fakultet zaštite na radu*, Niš, 2003.
- [3] "Pravilnik o bezbednosti i zdravlju na radu Kliničkog centra Niš", Član 14. Stav 1. Zakona o bezbednosti i zdravlja na radu, *Službeni glasnik RS*, br.101/2005.
- [4] "Pravilnik o postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad", član 15. stav 2. Zakona o bezbednosti i zdravlja na radu, *Službeni glasnik RS*, br.101/2005.
- [5] Član 53. stav 2. Način i postupak ostvarivanja zdravstvene zaštite, *Statut kliničkog centra Niš*

АНТРОПОЦЕНТРИЧНА И ЕКОЦЕНТРИЧНА ЕТИКА ANTHROPOCENTRIC AND ECOCENTRIC ETHICS

Станиша Димитријевић, *Висока техничка школа, Александра Медведева 20, Ниш.*
Милан Димитријевић, *Висока техничка школа, Александра Медведева 20, Ниш.*

Садржај - Еколошка етика - скуп моралних норми са циљем остварења моралног идеала у друштвеном односу са природом - промена човекове досадашње свести у нову - еколошку свест, што мора бити императив читавог света. Наглашени антропоцентризам - центар свих збивања на планети Земљи су човек и његов живот, а остатак природе има искључиво инструменталну вредност, као средство које служи циљевима људи. По екоцентристичкој етици - средиште еколошке етике више није човек, већ екосистем, природа и остали живи и неживи свет у целини. Међутим, ни антропоцентризам, ни екоцентризам, ни релативизам, не могу порећи објективну угроженост појединих делова планете Земље или њених ресурса. Питање моралних поступака, етичких вредности и принципа у односима - човек - природа - постаје један од основних императива данашње, а и будућих цивилизација.

Кључне речи: Екологија, етика, антропоцентризам, екоцентризам.

Abstract - *Environmental ethics-a set of moral standards in order to achieve moral ideals in the social relationship with nature- changes in current human consciousness into a new - environmental awareness, which must be imperative around the world. Significant anthropocentrism- the centre of all the events on the planet Earth are a man and his life, and the rest of nature has only instrumental value, as a means to serve the aims of the people. By ecocentric ethics, environmental ethics centre is no longer a man, but the ecosystem, nature and other living and non-living world as a whole. However, neither anthropocentrism, eco-centrism or relativism cannot deny objective danger of certain parts of the planet Earth and its resources. The issue of moral actions, ethical values and principles in relations - man - nature - becomes one of the basic imperatives of todays and the future of civilizations.*

Key words: Ecology, Ethics, anthropocentrism, eco-centrism.

1. УВОД

Можда би нека анализа, о томе - који су појмови присутнији у данашњем свету - ИТ технологије или екологија планете Земље, показала да је први појам, у бројчаном смислу присутнији. Без обзира и на такав резултат, морамо признати да су и један и други изузетно значајни за људску цивилизацију. Међутим, колико да је први појам важан за развој људског друштва и подизање квалитета живота, заштита планете Земље се као појам све више употребљава у смислу аларма за заштиту Земље, који показује минут до дванаест!

Наравно, треба рећи да се појам екологије не користи увек у истом и 'правом' смислу. Разлика не постоји само у одређењу самог појма, него и у понашању у односу на његово појмовно значење. Нажалост, то се посебно односи на оне који, с једне стране, највише доприносе угрожавању Земље, а са друге, највише могу да учине за њено еколошко побољшање.

Однос између човека и природе се мењао. Почетак људске цивилизације карактерише највећа усаглашеност између човека и закона који су деловали у природи. Човек је у њој могао да узме све што му је било потребно за

живот, а да при томе не ремети њено функционисање. Касније, на вишем степену развоја друштва, посебно после појаве индустријског рада, човек себе поставља у центар збивања у свету, изнад свега што га је окруживало. Све што се налази у природи, било је подређено њему, без обзира на последице по исту природу. Када је човек схватио, да су те последице погубне управо по њега самог, однос се променио. Сада је много више заступљена љубав, боље рећи, брига за природу. То је управо тема овог рада!

2. ЕКОЛОГИЈА

Иако је екологија као самостална наука веома млада, она се, као еколошко-научни приступ, јавила много раније. Овај начин мишљења се среће још код античких мислилаца и филозофа Аристотела, Хипократа, Демокрита. Еколошка начела се такође налазе и у делима неких писаца старог Рима, као што су песник Виргилије и филозоф Лукреције. Такође се многи етички принципи могу наћи и у наукама других древних цивилизација, посебно источњачких.

Немачки биолог Ernest Hekel 1868. године, у књизи "Природна историја стварања", први пут је употребио

израз "екологија". Значење које је дао овом појму, односи се на скуп знања која се баве економиком природе: изучавање свеукупности узајамног односа живог света са средином која га окружује, како органском, тако и неорганском, а пре свега, пријатељских или непријатељских односа са животињама и растињем са којима директно или индиректно ступа у контакт. Једном речју: екологија је изучавање свих сложених узајамних односа, које Дарвин назива условима и беспопштеном борбом за опстанак [1].

Етимолошки, израз екологија чине грчке речи *oikos* - што значи - дом, станиште и речи *logos* - која означава - слово, реч, знање, науку. Из тога произилази, да је екологија наука о животној средини, о одржавању природе, како неживих фактора, тако и живог света. Она изучава услове постојања и међузависности свих живих бића и физичке средине.

3. ЕКОЛОШКА ЕТИКА

Ако знамо да се општа етика заснива на односу добра и зла, онда еколошка етика представља скуп моралних односа између људских бића и њиховог природног окружења. Она претпоставља да моралне норме могу управљати људским понашањем према свету природе. Теорија еколошке етике настоји да објасни карактер тих норми, према коме и према чему људи имају одговорности, и како се те одговорности оправдавају [2]. Еколошка етика означава скуп моралних норми чији је циљ остварење моралног идеала у друштвеном односу са природом [3].

Поједини филозофи тврде, да су наше одговорности према природном окружењу само индиректне - а одговорност према заштити природних богатстава, најбоље се разуме као одговорност коју дугујемо другим људима. Има и оних према којима је довољно да имамо одређену теорију, која ће се заснивати на принципима заштите природе. Из те теорије се могу извући практични закључци, на основу којих ће се усмеравати целокупно људско понашање према природи. Та теорија, наравно, мора садржавати етичку димензију. Улога такве теорије управо припада еколошкој етици.

За разлику од поменутих мишљења, односи у природи много су комплекснији и укључују већи број фактора. Под њима се не подразумева само човеково окружење где живи. Сам човек је део природе, сав живи и неживи свет, не само око нас, него и у читавом космосу. Због тога би нека теоријска упутства за практично деловање према том свету била недовољна, јер етички проблеми било којег типа, укључујући и еколошке проблеме, ретко кад могу бити решиви тако недвосмисленим теоријским решењима. Једна таква теорија не може дати неки списак морално исправних одговора за све проблеме које је човек створио од својих првих односа са природом. Она би могла да буде само један део могућих решења за пажљивије и систематичније промишљање о опсегу етичких и филозофских питања везаних за проблем природног окружења [2]. Сем тога, онај који је и највише одговоран за овакво стање света у коме живи - човек - треба много тога да учини и промени у свом односу према том свету. Због тога би еколошка етика морала да утиче на промену досадашње човекове свести у нову - еколошку свест. То подразумева системско решење у целом свету, које ника-

ко не сме бити селективно, како најодговорнији за овакво стање, не би могли да избегну одговорност.

4. АНТРОПОЦЕНТРИЧНА ЕТИКА

Само етимолошко порекло појма антропоцентризам, коју чине две грчке речи: *antropos* - човек и *centron* - средиште, указује на право значење тог појма. Центар и сврха свих збивања у свету на планети Земљи су човек и његов живот. Он је мерило свих ствари, смисао свега што постоји.

Антропоцентристична становишта у разматрању односа екологије и етике могу се поделити у две групе. Једну чине схватања умереног, а другу, веома наглашеног антропоцентризма.

Присталице умереног антропоцентризма увиђају неопходност да се морално расуђивање не може свести само на човека и његове интересе. Сматрају да човек мора да се односи и према другим нељудским бићима са становишта моралних вредности. Нељудска бића, не могу бити субјекти морала, али треба да буду "примаоци моралног тицања" или "пацијенти морала". Иако овај правац антропоцентризма не прихвата чисто инструментализован приступ природи, он не може да понуди одговарајућа решења за све израженије еколошке проблеме света [4]. Сем тога, однос овог умереног становишта према осталој живој и неживој природи се и даље не мења. И једна и друга треба и даље да служе потребама човека, без обзира на последице њихове нерационалне експлоатације, чак и према будућим генерацијама.

Постоји чак и оправдање антропоцентризма, које се објашњава на један веома егоистичан начин. Присталице тог оправдања постављају питање: "Има смисла да се питам о својој одговорности пред људима, али, да ли има смисла рећи да имам одговорност према људима који не постоје и који можда никада неће постојати - да ли људи у садашњости имају одговорност према људима који би могли бити живи за сто хиљада година? [2]" .

Можда би најбољи одговор на ова питања био - шта би било да су први људи на Земљи имали могућност да присвајају, боље рећи, уништавају Земљу као данашње генерације, а да су размишљали као што се питају они који су поставили питања о смислу одговорности за људе који би могли живети за сто хиљада година?

Други правац, наглашеног антропоцентризма, изједначава развој технике и технологије са прогресом читавог човечанства. Међутим, технички напредак не подразумева аутоматски и безусловно напредак света уопште. Утолико пре, што многа техничко-технолошка открића сем позитивних, имају и негативне утицаје на људе, а могу да имају и катастрофалне последице, као што је откриће нуклеарне енергије. На тај начин, човек постаје себи највећи непријатељ и један од најзначајнијих уништивача своје средине. Он је свој однос према природи уредио према својим потребама, пре свега биолошким и социјалним, не водећи рачуна о томе колико ће те његове потребе штетно деловати на природу. Таквим односом, покушао је да се постави у надређеном положају према природи, да њоме влада. Његове потребе су постајале обимније и разноврсније, што је захтевало већу производњу, а она све више сировина и све веће узимање од

природе и тако у круг. Потрошња је постала основни смисао живота, а тржиште једино мерило свих активности: од производних до духовних. Само су људи и њихове вредности подложни моралним разматрањима, расуђивањима и вредновањима, а остатак природе има искључиво инструменталну вредност, као средство које служи циљевима људи [4]."

Овакво схватање односа човека и природе било је посебно условљено наглим индустријским развојем. Сматрало се да су сировине и извори енергије неисцрпни, а да техничко-технолошки напредак и његова открића служе, не само прогресу човека, него и целокупног света у коме живи, укључујући ту и природу. Све што је добро за њега, добро је и за природу.

Међутим, неконтролисано узимање од природе, захваљујући таквој филозофији живота, почело је да угрожава природу. Однос узимања и давања у природи је регулисан у живом и у неживом свету. Нарушавањем те равнотеже се дешава управо због антропоцентричног односа људске врсте према свету који је окружује. Оно што је најгоре у томе је - не само исцрпљивање ресурса Земље, пре свега оних необновљивих - него и јако алармантан одговор Земље. Тај аларм упозорава, да ће човек себе довести до самоуништења, уколико и даље безобзирно и неконтролисано води рачуна само о својим потребама и интересима.

5. ЕКОЦЕНТРИЧНА ЕТИКА

Истакнути филозоф Кант, у свом спису - *да ли Земља стари*, највише пажње посвећује феномену константне ерозије тла која доводи до смањења плодности земљишта. Овај феномен је у извесној мери узрокован и немарношћу људи. Из тога Кант изводи узроке несавршености људске природе и наставља критику антропоцентризма, критикујући свођење природних појава на људску меру. По њему, бесконачност стварања света даје са истом нужношћу живот свакој органској врсти, зато човек, као биће обдарено умом, не може стајати изнад осталих органских врста. Тиме Кант антиципира изазов савремених еколошких питања о штетном утицају човека и индустријских постројења на природу [5].

Енормна индустријска производња је буквално 'усисавала' делове природе, што је постепено довело до својеврсне еколошке кризе на Земљи. Ова криза је иницирала освешћивање човека о погубности таквог начина рада и живота. Зато се јавља нова еколошка етика - *екоцентризам*, етички супротстављена антропоцентризму. Ова етика у основ свега ставља екосистем, у коме се човек изједначава с другим облицима природе. Долази до повећане одговорности за очување 'Живота' на Земљи уопште, како људске врсте, тако и осталог живог света, али и неживе природе. Одговорност је произашла из чињенице да је само човек обдарен високо развијеном свешћу и могућношћу да буде носилац моралних вредности. Човек се на овој планети може спасити ако води рачуна, осим о свом животу и о свему живом, поштујући свој живот колико и живот око себе [4].

Екоцентризам је етички супротстављена позиција антропоцентризму. По екоцентристичкој етици - средиште еколошке етике више није човек, већ екосистем, природа и остали живи и неживи свет у целини.

Дуго је изгледало да антропоцентризам - став да је човек највише и најважније биће - важан за опстанак људске врсте, а човеково овладавање природом битно за бољи живот човека. У новије време, увиђа се да је екоцентризам - став да су сва бића једнако вредна и важна - кориснија за човеков опстанак, а да његово овладавање природом има и штетне учинке по опстанак људске и других врста. Треба рећи, да је екоцентризам становиште које је имало своје заступнике од давнина, а тек сада добија на актуалности.

Екоцентризам се развија у неколико праваца:

- *анимоетика* - етика обухвата и сва бића која имају осећаје и осећања, а пре свега на животиње;
- *биоетика* - етика се мора односити, не само на фауну и флору - животиње и биљке, већ укључује сва жива бића, па и микроорганизме);
- *геаетика* - етика планете Земље у целини и њен ваздушни и водени омотач).

Без обзира на правац, екоцентризам се суочава са већ поодмаклом еколошком кризом. Она је све трајнија и условљава промене начина живота, рада и односа. Јавља се нови поглед на однос човека и друштва према природи, који је етички супротстављен антропоцентризму. Овај нови поглед, нови правац, с правом носи назив - *"еколошка етика"*, који у средиште етичких полазишта ставља природу, екосистем, а не човека и људско друштво. На тај начин, важење етике сада се шири на остали живи, али и на неживи свет, односно на свет у целини [4].

6. ЕКОЛОШКИ РЕЛАТИВИЗАМ

Поред наведених схватања која се баве еколошким проблемима са етичког аспекта, постоји и схватање које однос човека и природе релативизира. Овај правац, који неки називају *етичким релативизмом*, сматра да етички стандарди зависе од личних осећања, културе, религије. Релативисти поричу постојање објективних норми, помоћу којих можемо оцењивати морално понашање људи према природи и њихове моралне судове. Сва морална веровања су само ствар обичаја. "Све је то ствар личног мишљења", тако да је немогуће да пронађемо "исправне" или "истините" одговоре на спорна еколошка питања [2].

Када неко спорно питање о екологији захтева подробну и разложну анализу, релативисти обустављају расправу, питајући се - Ко то треба да каже шта је исправно или неисправно? Овакво схватање априори одбија могућност решавања или бар покушаја тражења решења неких наизглед нерешивих еколошких проблема.

Људи у различитим културама и многобројним традицијама, имају различита веровања о многим стварима, укључујући и етичка питања. Међутим, било би погрешно закључити да исправног и истинитог одговора нема зато што две културе имају различита веровања. Погрешно је расуђивати да, због тога што се културе разилазе по вредносним питањима - исправног одговора нема. На пример - веровање да је планета Земља равна, њу не чини равном, а веровање да је убиство врста правног чина, не чини га исправним.

Проблем еколошког релативизма је у томе што етика, а и неке друге науке, као што су - медицина, екологија, метеорологија, не могу дати потпуно објективне судове које може дати математика [2]. Али, то не значи да се закључци који се изводе из ових наука не могу базирати на истини, без обзира на индивидуалну припадност њихових припадника некој нацији или вери. Другим речима, угроженост појединих делова планете Земље или њених ресурса је објективна, признала то нека нација, вера или не. Ради се само о томе како ће се људи опходити према тим чињеницама које су судбоносне за њих.

ЗАКЉУЧАК

Имајући у виду садашње стање на планети Земљи, није више битно утврђивати који су фактори довели до тога и колико је сам човек томе допринео. То је већ познато и због тога ће људско друштво морати своју будућност да гради на квалитативно новим вредностима. Оно што је најбитније у томе је, да нико и ништа што се налази на Земљи, не може имати било какве привилегије у понашању према природи, па ни сам човек. Јер, опстанак свега и свих у њој, управо и зависи од понашања и деловања целокупног живог и неживог света, убрајајући ту и човека.

Ако знамо, да је сав неживи и живи свет међусобно усклађен и уређен и да се заснива и функционише на природним законима, онда се и човек мора прилагодити тим законима, чак и више од тога. Он, као најинтелигентније биће, које ради свесно и плански, има могућности да оно што је до сада нарушио у природи, бар заустави и колико може поправи. Природа ће му, као и до сада, несебично нудити све оно што му је потребно, али он у својим захтевима мора имати одређене границе и меру.

Да би овакви резултати били остварени, неопходан је дуготрајан процес промене основних људских ставова о човековом односу према природи. То мора бити процес истинског и искреног просвећивања сваког појединца, без обзира на верску или националну припадност. Питање нивоа свести и савести, моралних поступака, етичких вредности и принципа у односима - човек - природа - постаје један од основних императива данашње, а и будућих цивилизација.

Иако се етика заснива на одређеним моралним принципима, основа еколошких вредности мора се градити и на основама науке, јер - "наука без етике је слепа - етика без науке је празна".

LITERATURA

- [1] Mara Đukanović, *Ekološki izazov*, Elit, Beograd, 1991.
- [2] Džozef R. de Žarden, *Ekološka etika*, Službeni glasnik, Beograd, 2006.
- [3] Гордана Митић, *Економија и еколошки морал*, Еко-центар, Београд, 1966.
- [4] Јелена Ђорђевић, *Нова еколошка етика и заштита животне средине*, ТЕМЕ. XXVI Бр. 2 Стр. 235 - 244 Ниш, април - јун 2002.
- [5] Растко Јованов, *Кантова револуционарна екополитика*, Часопис - Филозофија и друштво XXIII/1. Beograd, 2012.
- [6] Предраг Јеленковић, Љиљана Јеленковић, *Односи с јавношћу у области заштите животне средине*. Чигоја, Београд, 2012.
- [7] Ерих Фром, *Човек за себе*, Напријед, Загреб, 1980.

THE ENGLISH LANGUAGE IN THE ERA OF GLOBALIZATION AND TECHNOLOGICAL ADVANCES

ENGLISKI JEZİK U ERI GLOBALIZACIJE I TEHNOLOŠKOG NAPRETKA

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

Abstract - *The aim of this paper is to consider the role and the importance of the English language within the context of globalization. English as an international language is well on its way to becoming the dominant global language. Such position of English arises from a combination of factors, including economic, technological, cultural power, as well as cultural power. With the development of information and communication technologies, traditional approach has been changed with modern and efficient one. Researches show that computers are powerful means in language learning, because they provide better and more efficient transmission and absorption of knowledge, as well as they enable communication all around the world.*

Key words: English language, globalization, information and communication technologies

Sadržaj - *Cilj ovog rada je da razmotri ulogu i značaj engleskog jezika u kontekstu globalizacije. Kao internacionalni jezik, engleski je postao dominantan u svim sferama života. Takva pozicija engleskog proizilazi iz različitih faktora, uključujući politički, ekonomski, tehnološki, sociokulturni. Upotrebom informaciono-komunikacionih tehnologija, tradicionalni oblik nastave zamenjen je savremenim, efikasnijim oblikom učenja. Istraživanja pokazuju da su računari mocno sredstvo u nastavi engleskog jezika jer obezbeđuju bolji i efikasniji prenos i apsorpciju znanja, i omogućavaju komunikaciju širom sveta.*

Ključne reči: engleski jezik, globalizacija, informaciono-komunikacione tehnologije

1. INTRODUCTION

This paper describes the significant role of the English language for successful participation in the globally interconnected society and workforce of the 21st century.

"What is remarkable about English and what makes it unique is the extent to which it has spread throughout the world. No other language has ever had the influence in world affairs that English has today" [13]. It is so widely spread that there are no precedents to help us see what happens to a language when it achieves genuine world status [2].

Being competitive in the world today requires knowledge of English. One of the primary functions of English "is to enable speakers to share with others their ideas and culture" [10].

"Knowledge of the English language is a powerful tool for advancement throughout the world, and fluency constitutes a huge step forward in struggles for self-sufficiency and success. Increases in global interactions have stimulated demands for more efficient communication across lingual borders"[9].

According to [3], more people use English today than have used any other language in the history of the world. [5] observes that English now is "a new phenomenon, and if it

represents any kind of triumph it is probably not a cause for celebration by native speakers".

2. GLOBALIZATION

Globalization is, without doubt, one of the major characteristics of modern society. It refers to the expanding connectivity, integration, and interdependence of economic, social, technological, cultural, political, and ecological spheres across local activities. Globalization is the latest phenomenon in the historical trajectory of modernity which [12] defines as the most general way in which we represent cultural experience to ourselves. It involves complex processes that have resulted in human values and identities. [12] defines globalization as "the rapidly developing process of complex interconnections between societies, culture, institutions and individuals world-wide. A wider, deeper, accelerated interconnectedness has far-reaching implications regarding languages, especially one so often described as a lingua franca. The globalization of English is simply the most recent stage in the continual (sometimes more gradual, sometimes more accelerated) transformational processes that have been present throughout the history of the language [4].

In this increasingly globalized society, empowered individuals communicate across cultural and national boundaries as citizens of the world. English, as a global language [2], has kept its privileged position among other world languages, and it predominates in all spheres of world communication. "English is now used in so many places by so many people that it no longer has a single centre of influence" [3].

3. THE STATUS OF A GLOBAL LANGUAGE

English is widely regarded as having become a lingua franca [5],[7], a global language [3],[6] a world language [4], an international language [1],[10],[15], and world English(es) [1].

The importance of English has been rapidly increasing, as it has become a global language [3], used by people with various vocational skills. On defining the status of a global language, [3] states that "a language achieves a genuinely global status when it develops a special role that is recognized in every country." Such position of English, [2] argues, arises from a combination of factors, including political, economic, military power, and what he describes as a cultural power - primarily the use of English as the means of storing and imparting knowledge and information. The need for a global language is particularly appreciated by the international academic and business communities, and it is here that the adoption of a single lingua franca is most in evidence, both in lecture-rooms and board-rooms, as well as in thousands of individual contacts being made daily all over the globe [3].

The English language has shifted from being a language that was primarily used to serve native speakers' intranational and communal purposes to becoming an international medium in lingua franca communication [8]. The English language, as a lingua franca, is taking new forms of speaking and writing. The competitive demands for modernization and progress require knowledge of a foreign language which opens doors to the world and provide great opportunities for people in this global village [11].

English has become a world language in both senses of the term, international and global: international, as a medium of literary and other forms of cultural life in (mainly) countries of the former British Empire; global, as the co genitor of the new technological age, the age of information. International English has expanded by becoming world Englishes, evolving so as to adapt to the meanings of other cultures. Global English has expanded - has become 'global' - by taking over, or being taken over by, the new information technology, which means everything from email and the internet to mass media advertising, news reporting, and all the other forms of political and commercial propaganda [6].

International English is described as "a lingua economica" (a medium for business dealings or international trades), "a lingua academica" (a medium for content learning and academic publications), "a lingua cultura" (a medium for cultural exchange or intercultural communication) [12]. What exactly gives English the international status is, instead, its unique and special role that is recognized in various parts of the world [2].

"The Future of English? identifies such significant global trends - in economics, technology and culture - which may affect the learning and use of English internationally in the 21st century" [5].

4. THE MAJOR DOMAINS OF ENGLISH

The increasing use of the English language [16],[17] must be seen in a much wider context in which the entire world language system is restructuring [5].

"English is used for more purposes than ever before. Everywhere it is at the leading edge of technological and scientific development, new thinking in economics and management, new literatures and entertainment genres. These give rise to new vocabularies, grammatical forms and ways of speaking and writing. Nowhere is the effect of this expansion of English into new domains seen more clearly than in communication on the Internet and the development of 'net English' [5].

"It requires little linguistic sensibility to note the omnipresence of English in Europe today both in the national domains of the educational systems, and in the international specialist domains of supra-governmental, business, scientific, technological, legal and general academic communication". [9].

[5] identifies the role of the English language in various spheres of our lives:

- English is the working language of international organizations and conferences.
- English is the language of "the international currency of science and technology".
- English is the language of international banking, economic affairs and trade.
- It is the language of advertising for global brands.
- It is the language of audio-visual/cultural-products, such as film, TV, popular music.
- It is the language of international tourism.
- It is the language of tertiary education.
- It is the language of international safety, e.g. "airspeak", "seaspeak" [15].
- It is the language of international law.
- It is a "relay language" in interpretation and translation.
- It is the language of technology transfer.
- It is the language of Internet communication.

These domains listed above illustrate the fact that English is the dominant language of the world in any domain today. These give rise to new vocabularies, grammatical forms and ways of speaking and writing. Nowhere is the effect of this expansion of English into new domains seen more clearly than in communication on the Internet and the development of 'net English' [6].

5. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

We have entered a period in which language and communication play a more central role than ever before in economic, political and cultural life - just at the moment in history that a global language has emerged [5].

Recent years have shown an explosion of interest in using computer for language teaching and learning [14]. The advancement of the English language and the rapid growth of the Internet [14] are mutually enforcing trends in the age of globalization. [2] examines "the radical effect on language of the arrival of the Internet technology, which has supplemented spoken and written language with a linguistically novel medium of communication". English is at the heart of the Internet, for Net activity is interactivity. Netspeak will become part of a much larger computer-mediated language,

which in the digitally designed enhanced-bandwidth environment of the future could be the community's linguistic norm [2].

English has become the world's primary vehicle for storing and transmitting information. In fact, an estimated 75% of the world's mail, 80% of computer data, and 85% of all information is reportedly stored or abstracted in English [3].

Electronic literacies incorporate both information processing skills (e.g., navigation of the Internet) and rhetorical skills (e.g., writing a persuasive e-mail message). Taken together, these new literacies will be important in many languages [14], but in none more so than English as an estimated 85% of the electronically-stored information in the world is in the English language [1].

[11] state that electronic communication would unite the world because "the medium is the message. It is the medium that shapes and controls the scale and form of human association and action". Besides, [14] discusses the rise of computer-mediated communication and the Internet, more than anything else, which has reshaped the uses of computers for language learning at the end of the 20th century. With the advancement of modern technologies [16], computers have been transformed from a tool for information processing and display to a tool for information processing and communication. Learners of a language can now communicate inexpensively and quickly with other learners of speakers of the target language all over the world [14].

To sum up, English is "the dominant language of technology worldwide. Given this fact, it must be recognized that any country wishing to modernize, or in some way become technologically competitive, must develop the capacity to access and use information written in the English language" [4].

6. CONCLUSION

This paper has reviewed a significant role of the English language in the era of globalization and technological advances.

The competitive demands for modernization and progress require knowledge of English "which opens doors to the world and provide great opportunities for people in this global village" [11].

A current position of English arises from a combination of factors, including political, economic, technological, socio-cultural power. English, as the dominant language [3], exists in the contemporary world over those practices by which collectivities (and individuals) make sense of their lives. English is now spoken by more people than any other language and is recognized by more countries as a desirable lingua franca than any other language [3]. It is now far greater in frequency, amount and significance.

At the moment, "English is in the right place at the right time" [2]. But, as the global language, will English be able to hold that position in the 21st century?

LITERATURE

- [1] J. Brutt-Griffler, *World English: A study of its development*, UK: Multilingual Matters Ltd, Clevedon. 2002.
- [2] D. Crystal, *Language and the Internet*. Cambridge: Cambridge University Press. 2001.
- [3] D. Crystal, *English as a global Language*. Cambridge: CUP. 2003.
- [4] Grabe, W. English, Information Access, and Technology Transfer: A Rationale for English as an International Language, *World Englishes*, 7(1), 63–72. 1998.
- [5] D. Graddol, *English next*. London: British Council. 2006.
- [6] M. Halliday, Written language, standard language, global language. In Braj B. Kachru, Yamuna Kachru and Cecil B. Nelson eds. *The Handbook of World Englishes*. Malden, MA and Oxford: Blackwell, pp. 349-365. 2006.
- [7] J. Jenkins, Current perspectives on teaching World Englishes and English as a lingua franca. *TESOL Quarterly*, (2006), pp. 157–181. 2006.
- [8] J. Jenkins, *World Englishes: a Resource Book for Students*. Oxtan, Routledge. 2009.
- [9] A. Johnson, The Rise of English: The Language of Globalization. *Macalester International*. Vol. 22. 2009.
- [10] S. McKay, *Teaching English as an International Language*. Oxford: Oxford University Press. 2002.
- [11] M. McLuhan, & B. R. Powers, *The global village: Transformations in world life and media in the 21st century*. Oxford: Oxford University Press. 1989.
- [12] J. Tomlinson, *Globalisation and Culture*, Cambridge: Polity Press. 1999.
- [13] R. Wardhaugh, *Languages in competition. Dominance, diversity, decline*. Oxford: Basil Blackwell. 1987.
- [14] M. Warschauer, & D. Healey, Computers and language learning: An overview. *Language Teaching*, 31(3), 57–71. 1998.
- [15] H. G. Widdowson, "EIL, ESL, EFL: global Issues and local Interests". *World Englishes*, v. 16, n. 1, 146-53. 1997.
- [16] S. Živković, Modernization of English as Foreign Language Studies in University Education. *University Education in Transition, Transition in University Education – Modern and Universal*. Belgrade. Higher Education Institution For Applied Studies for Entrepreneurialship. 2011.
- [17] S. Živković, To Modernize or not to Modernize - There is no Question. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*. MCSER Publishing: Rome-Italy. 2013.

ESP METODE I TEHNIKE: UPOTREBA EVALUACIONIH UPITNIKA STUDENATA ZA DEFINISANJE KOMPETENCIJA NASTAVNIKA ENGLESKOG JEZIKA ZA POSEBNE NAMENE

ESP METHODS AND TECHNIQUES: STUDENT EVALUATION QUESTIONNAIRES USED TO DEFINE ESP TEACHER COMPETENCIES

Danica Milošević, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - *Engleski jezik za posebne namene predstavlja ozbiljan zadatak za nastavnike koji se njime bave, ali je ujedno i veliki profesionalni izazov kome treba pristupiti mudro i obazrivo. Sa druge strane, engleski za posebne namene je nista manje zahtevan za studente koji usvajaju znanje i vешtine iz stručnog engleskog jezika, koji ima za misiju da ih učini lingvistički kompetentnim u domenu njihove profesije. Ovaj rad će se usredsrediti na kompetencije, metode i tehnike engleskog jezika za posebne namene na Visokoj tehničkoj školi u Nisu i ukazati na to kako je moguće učiniti nastavu engleskog jezika još efikasnijom i više strukovno orjentisanom.*

Ključne reči: Esp, metode, tehnike, evaluacija, kompetencije.

Abstract - *Teaching ESP is an extremely demanding task for teachers who are involved in it, but also a great professional challenge that has to be taken wisely and attentively. On the other hand, ESP is no less challenging for students acquiring knowledge and skills in vocational English, whose mission is to make them linguistically competent for their professional environment. The paper will draw attention to the ESP competencies, methods and techniques at the Technical College in Niš at the Department of Industrial Engineering and indicate how it is possible to make them even more efficient and more vocationally oriented.*

Key words: Esp, methods, techniques, evaluation, competencies.

1. INTRODUCTION

Linguists such as Peter Master (1998) and Hutchinson and Alan (1990) argue that there is no such thing as ESP methodology. In their opinion, methods and techniques to be found in the realm of ESP are no different from those already established within General English or any other form of language teaching. However, it cannot be denied that in spite of the fact that ESP (English for Specific Purposes) and GE (General English) practitioners seem to be sharing most of the theoretical concepts on language teaching, their practical experiences in the classroom differ a lot owing to the fact that ESP teaching environment is simply not the same as GE environment. The question which can be raised then is whether ESP teachers need to have any special skills or competencies to be put to use inside the classroom. In their research paper on Developing a Set of Competencies for Teachers of English in Engineering Colleges¹, professors Prema and Venkatraman from the University of India believe it to be a case, for which purpose they have developed a set of 65 competencies for EL teachers among which only 16 refer to the general whereas 48 of them refer to the subject-specific competencies of teachers. Even though this list appears to be too broad or too elusive to some, it is a proof of

very delicate nature of ESP which must be approached with utmost care if the practitioners themselves wish to have good performances and ensure that the learning outcomes of their students are met. Each ESP teacher, especially the newcomer, must be aware of the strategies, skills and competencies he/she needs to have in order to cope successfully with the ESP settings. If it is clear from the outset what an ESP teacher has to do and how to do it, students will have more benefits from such tuition and probably reach their learning outcomes much more easily.

This paper aims to reveal how some of the competencies for ESP teachers became more obvious to the teachers themselves at the College of Applied Technical Sciences in Niš, Serbia after the analysis of student evaluations of the pedagogical work of teachers and the student questionnaire especially designed to investigate the attitudes of Industrial engineering students towards their ESP course. To have a broader picture on the issue, first the main techniques and methods that are used in teaching ESP at the College will be outlined and then the results of the evaluations will be given. This will be followed by the specific teacher and student competencies, some of them already being familiar and some of them stemming from the results of the research.

¹ To be found at <http://www.esp-world.info/Issue1> (14), Volume 6, 2007

2. METHODS AND TECHNIQUES

The main approach to teaching ESP at the College of Applied Technical Sciences is a constructivist learning-centered approach. This well-established approach presumes that students rely on their previous knowledge of English in order to learn new language materials presented to them in ESP classes during which process they should gain practical experience and achieve interaction with the learning environment. Learning is viewed as an on-going process which is sometimes unpredictable, so each stage of teaching is primarily concerned with the current learning needs of the students. The process of tuition is facilitated to a great extent by introducing information technologies in the classroom, whose purpose is to make learning much easier, more efficient, less dull and much more stimulating for students. Computers, the Internet, video-beams and audio recordings are used on a regular bases in the classroom but also referred to outside the classroom due to the fact that students have to devote part of their study time to individual/group research tasks, preparation of seminar papers and Power-point presentations.

The focus of the course is on building up communicative skills in learners in view of making them proficient enough to understand and talk to native speakers discussing profession-oriented subjects. To achieve this, authentic materials in the form of texts, journal and magazine articles, excerpts from books, e-publications, video and audio clips are used extensively apart from the regular course material. Given the opportunity to hear and read English from authentic resources, students are believed to stand more chances to internalize the vocabulary, grammatical structures and discourse markers specific to their field of expertise and incorporate it in their internal language systems. Also, the ESP teachers encourage and motivate students to use language creatively, to take an active part in class, to brain-storm ideas, open discussions, start debates, analyze problems, exchange opinions, predict situations, etc. To keep the students alert in class, various kinds of exercises are employed such as simulations, dialogues, in-class project tasks, open-closes, all with the intention to create real-life situations in which students can repeat and recycle the language they have learned in an interesting way and thus not only learn it but internalize it as well. The cornerstone of the course is a belief that all the problem-solving tasks "oblige the learners to use language and theory to fix the language into the matrix of knowledge in their minds" Hutchinson and Alan (1990: 130), improving at the same time their cognitive capacities and linguistic knowledge. This approach in teaching puts efforts in bringing out the maximum from the learning situations in which the students are placed, paying attention both to the target needs, that is the language students need in target situations and the learning needs of students during ESP tutorship.

The main role of the teacher in the classroom is to initiate, lead and facilitate communication activities instructing students how to approach and respond to specialized language. That is why it is very important how teachers ask questions and react to students' answers bearing in mind constantly that the motivation and the involvement of students substantially depends on this kind of feedback.

When emphasizing the importance of communication skills, ESP teachers at the College do not exclude other three skills-reading, listening and writing- from the curriculum. All these skills are indispensable and they are implemented in an integrative methodology model for ESP classes in which plethora of skills and activities need to be employed so that the development of cognitive, logical and linguistic competencies of each learner can be ensured.

3. EVALUATION OF THE PEDAGOGICAL WORK OF ESP TEACHERS

Students of Industrial engineering at the College of Applied Technical Sciences have an ESP course only during their first year of undergraduate studies. The course lasts 15 weeks with four English classes per week. After the course is completed, students are asked to assess their English language teachers in two separate evaluation questionnaires as part of the internal quality assurance strategy of the College. This survey is conducted prior to the exam period to avoid bad reactions of students which might result from their dissatisfaction with the exam results.

The analysis of the student evaluations of the pedagogical work of teachers has shown so far that ESP teachers are assessed very positively. Students of Industrial engineering seem to be very satisfied with the pedagogical techniques and methods the teachers rely on such as inclusion of practical examples in teaching, encouragement of students to be active, creative and prone to critical thinking, but they also admire the teachers' professional, ethical and fair attitude in communication with students, as well as the quality of the selected material for the course, quality of the teaching, clarity in presenting the material, etc. This questionnaire is designed to measure general capacities and competencies of teachers in tertiary vocational education with the idea of introducing certain corrective measures if needed for the overall improvement of quality within the institution. It is disputable to which extent then this kind of questionnaire can reflect the real problems, uncertainties and challenges faced in the ESP classroom. Students who are given this kind of questionnaire for each and every of their teachers may give automatic responses when filling in the questionnaire without giving too much thought to the actual performance analysis of each specific teacher. That is why it was necessary to draft a new questionnaire which would take into account the specificity of the ESP course itself as well as some of the more specific competencies of the ESP teachers.

4. QUESTIONNAIRE FOR THE ESP COURSE (PRACTICAL CLASSES)

This questionnaire was given to the students of Industrial engineering who had just finished their 1st year of studies in academic year 2014/15. More than a half of students participated in the survey (32 out of 59) in which way the optimal number of students for this evaluation to be considered legitimate was reached. The students used the Likert scale (1= I completely disagree, 2= I disagree, 3= I am neutral, 4= I agree and 5= I strongly agree) to express their own attitudes towards the given statements. Out of 20 questions in the questionnaire there were also two open-ended questions (17. "We should have practised more _____ in class." and 20. "How can this course be improved in the future?") in which students were expected to

state their own opinion and express their own ideas and attitudes towards a certain problem that was raised. There was also one multiple-choice question (16. "I think this English Technical course is mostly focused on: a) speaking, b) reading, c) listening, d) writing, e) grammar, f) vocabulary, g) something else."), where only one option was to be circled as the most appealing to the student. Students were informed that the survey was anonymous and were given instructions how to complete the questionnaire, which was designed with reference only to the practical English classes in ESP.

This student evaluation has revealed somewhat different results from the ones obtained previously in the general evaluation of the pedagogical work of teachers. The results obtained asked for both quantitative and qualitative scrutiny. Although the overall score for different areas of ESP practical classes and the ESP practical teacher were relatively high, a need to improve the ESP course in certain aspects was also noticed.

The research has shown that students' reaction in particular to the statements no.5- "My professional English vocabulary is significantly enriched" and no.6- "I felt that I am ready to communicate in English on different professional topics", was surprisingly negative. Fig. 1.

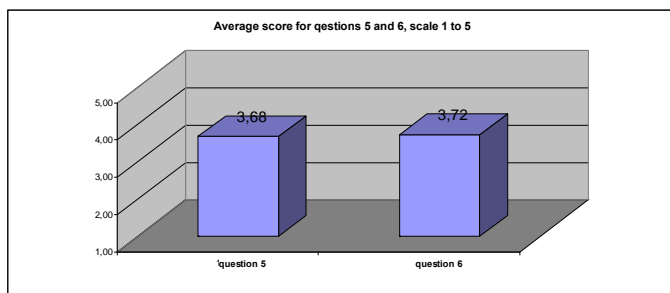


Figure 1. Average score for questions 5 and 6, scale 1 to 5

After the course ended students felt that they were neither competent enough to participate in communication activities in target situations that were not familiar to them nor empowered by substantial lexical means to pursue conversations. This entails necessity for increasing the number of vocabulary exercises in class which are going to be done more thoroughly. Vocabulary tests should also be organized more frequently so that the students can keep track of their own performances and build enough confidence in their knowledge of professional terms. Once the vocabulary in Industrial engineering is significantly enriched, the students will have less problems to cope with new linguistic target situations and feel more comfortable about them.

The questionnaire has also shown that the students have a need for bigger quantity of authentic materials to be supplemented and greater diversity of professional topics to be dealt with in class. This became obvious based on the answers to the statements no.10- "There were enough authentic resources of professional English in classes (video materials, texts from scientific magazines and books, internet resources)", and no.13- "I think that the study material for classes has been carefully selected to cover important topics for my profession."

Based on the results for the statements no.10 and no.13 it can be inferred that the ESP practical teacher should search for additional authentic material and make this material more

diverse. This would imply the activation of the ESP practitioner to select the appropriate, up-to-date material which will be stimulating and inspiring for students. Linguists such as Master (1998) say that an ESP teacher is not a content instructor and should not teach professional contents, but the truth is that the ESP practitioner must have enough interest in the topics he/she is teaching if he/she is to present the material in the appropriate way and guide students to interpret, analyse, summarize and reproduce such material in the most optimal way.

The best scores in the evaluation; however, were obtained for the statements no.3- "I felt comfortable speaking English during discussions in class" and no.9- "Now I have better translation skills which I can use to translate professional texts", indicating that the ESP teacher has done a good job in motivating the students to be communicative in classes, giving them a chance to practice their fluency and accuracy in oral conversation and has shown good competencies as a facilitator of such conversation activities as well as very good competencies in teaching translation skills which will be of great use to students in their future careers. Fig. 2.

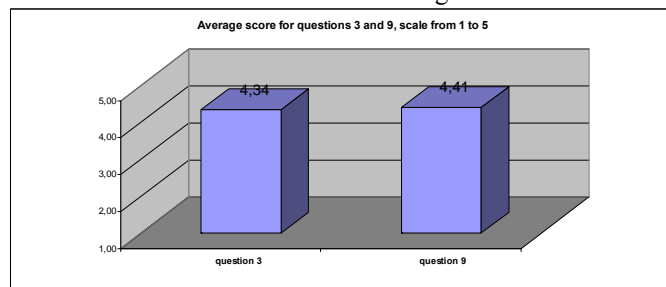


Figure 2. Average score for questions 3 and 9, scale 1 to 5

In conclusion to the research results it can be stated that the overall impression of students about the ESP course practical classes is positive. The majority of students agrees with the content and class organization having no specific suggestions for further changes or improvement. Some of them even stated that this part of course was tailored exactly to their needs ("Everything is exactly like it should be", comments one of the students). The minority of students; however, believes that more writing and reading exercises should have been practiced during practical classes. This indicates that indeed communicative skills were primarily in focus, which only proves the main mission of the course. Some of the students have also testified to it by saying that they had enough speaking exercises in classes to practice professional English language. No matter if the overall results are good, none of the findings must be neglected. All the data should be taken into consideration to organize future activities and exercises in a more effective manner for each of the four skills.

4. TEACHER AND STUDENT COMPETENCIES IN ESP: INDUSTRIAL ENGINEERING

Relying on the previously mentioned research carried out by Prema ad Venkatraman as well as referring to the results of the two evaluations of ESP practitioners at the College, a set of teacher competencies has emerged to the surface enabling the ESP teachers to gain a better insight in the problematics of ESP teacher competencies.

Each ESP field requires a different reservoir of linguistic items to be exploited and for that reason teachers who teach

students of medical sciences or the students of arts cannot be believed to have the same speaking competencies. The registries are too much different to be treated the same. In this particular case, the teachers must conduct simulations, discussions and debates more readily and be able to teach students to define and explain different processes, describe different machines, tools and parts of equipment used in industrial engineering with greater accuracy.

The best way to do that is to be constantly exposed to as many authentic materials as possible whose diverse form and content can lead to greater proficiency in all the four skills and above all in mastering the subject-related vocabulary. By showing greater interest in diverse professional topics for Industrial engineering, the teachers can also provide for much more adequate teaching material which tackles the state-of-the-art problematics in Industrial engineering. To sum up then, the main competencies that teachers should have in the cognitive learning-centred approach which focuses on communication are first and foremost the competence in the subject-specific registry and the competence of a researcher into the most suitable and updated information and topics on Industrial engineering.

Also, the students at the College of Applied Technical Sciences must have high competencies in writing skills which will enable them to write a CV in English, apply for a scholarship/job position, elaborate on project results, prepare a short summary of the audio or textual material studied in class, compose seminar papers on professional topics, translate parts of or entire texts and write business letters. As far as reading skills are concerned, students are expected to achieve competence in reading, processing and understanding various kinds of authentic professional texts and be able to do different types of accompanying comprehension check exercises as well as to read and interpret diagrams, pie charts and other graphical representations. Being exposed to listening exercises, students are supposed to develop competencies in recognizing the role of discourse markers, key lexical items and be able to take notes or search for specific information details in selected audio recordings as well as to be able to predict conversation development/course.

Also, students must have grammar competencies in specific grammar structures that are commonly found in scientific texts, such as passive voice, modal verbs, conditional sentences, etc. To enable all this, teachers on their part, must have enough competencies in methodology and techniques to make all of the above-stated desired learning outcomes achievable and realistic. They also must have these competences expected from the students, of course, on a more advanced level.

5. CONCLUSION

Bearing in mind that the ESP course at the College of Applied Technical Sciences lasts only 4 months, it can be said that its syllabus is very intensive and demanding for students on the one hand, but on the other hand it also proves to be very motivating and well-organized striving to prepare students for their future encounters with professional language by assisting them to develop their expertise and language capacities to the fullest. This evaluation analysis has been helpful to the ESP teachers to become more aware of their weaknesses and good sides so as to know which competencies to advance in and which competencies to maintain as proofs of good practice. The global market is merciless and in order to be able to fit in, students must acquire the best competencies in order to be visible to their future employers. Their knowledge of English as a second language and the language skills they obtain may be decisive at the moment of applying for the job, or in real job experience and practical application of English. For that reason, ESP teachers must do their best to qualify their students for the fierce market competition by never ceasing to grow as ESP practitioners.

REFERENCES

- [1] Master, Peter. Responses to English for Specific Purposes. San Jose, California: San Jose State University, 1998.
- [2] Hutchinson, Tom and Waters, Alan. English for Specific Purposes: A Learning Centered Approach. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [3] Tarnopolsky, Oleg. Constructivist Blended Learning Approach to Teaching English for Specific Purposes available at <http://www.degruyter.com.proxy.kobson.nb.rs:2048/view/books/9788376560014/9788376560014.228/9788376560014.228.xml?format=EBOOK>
- [4] Stojković, Nadežda. (ed.) Re-visiting Mechanical Engineering English in Higher Education Studies. Journal of Teaching English for Scientific and Academic Purposes. Vol.1, no.2, 2012, p. 193-195. available at <http://espeap.junis.ni.ac.rs/index.php/espeap/issue/archive>
- [5] Day, Jeremy and Krzanowski, Mark. Teaching English for Specific Purposes: An Introduction. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.
- [6] Stojković, Nadežda. (ed.) ESP Conference 2013: Connect and Share. Niš, Serbia: Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Serbia, 2013.

PРАВNA ZAŠTITA UZBUNJIVAČA LEGAL PROTECTION OF WHISTLEBLOWERS

Jelena Petković, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Milica Mladenović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - U ovom radu izvršena je analiza pravnog položaja uzbunjivača, postupka pravne zaštite pred nacionalnim i međunarodnim sudom. U prvom delu rada definisan je pojam i zakonsko regulisanje uzbunjivanja. U drugom delu rada analiziran je postupak pravne zaštite uzbunjivaca pred nacionalnim i međunarodnim sudom.

Ključne reči: Uzbunjivač, uzbunjivanje, postupak zaštite.

Abstract - In this paper, an analysis of the legal position of the whistleblower, the legal protection procedure before national and international courts. The first section defines the concept and legal regulation of alert. In the second part of the paper the procedure of legal protection of whistleblowers before national and international courts

Key words: Whistleblower, alerting, process protection.

1. UVOD

Čoveku je svojstveno da se pobuni protiv nepravde i pravo na pobunu je ultimativni oblik slobode kao suštine čoveka. Zbog toga je ono jedno od najstarijih ljudskih prava i istovremeno jedno od najvažnijih ljudskih prava. Zato je i u uvodnom delu Univerzalne deklaracije o ljudskim pravima koja je usvojena na Generalnoj skupštini UN još 10. decembra 1948. godine, navedno da je pravo i obaveza svakog čoveka na pobunu, na revolt sve dok su ta prava narušena [1].

Kada vlast prekrši svoje obaveze prema društvu, pogazi slobode i prava građana, Ustav i zakone, tada građani imaju pravo i dužnost, da se protiv takve vlasti pobune, pruže otpor.

Zato je svako civilizovano i organizovano društvo dužno da svojim građanima omogući pravo na pobunu i da građanima koje to svoje pravo iskoriste omogući pravnu zaštitu.

Sa takvom idejom, odnosno sa idejom zaštite lica koje izvrši otkrivanje informacije o kršenju propisa, kršenju ljudskih prava, vršenju javnog ovlašćenja protivno svrsi zbog koje je povereno, opasnosti po život, javno zdravlje, bezbednost, životnu sredinu, kao i radi sprečavanja štete velikih razmera, a koje je nazvano uzbunjivač, donet je i Zakon o zaštiti uzbunjivača [2].

U skladu sa normativima i standardima EU kao i u skladu sa čl. 97. tačka 17. Ustava Republike Srbije a vezi sa Nacionalnom strategijom za borbu protiv korupcije za period od 2013. do 2018. godine („Sl. Glasnik RS“, br. 57/2014), i pratećim Akcionim planom („Sl. Glasnik RS“, br. 79/13) u Republici Srbiji od 05.06.2015. se primenjuje Zakon o zaštiti uzbunjivača. Zakon je objavljen u („Službenom glasniku RS“, br. 128/2014 od 26.11.2014. godine, stupio je na snagu 4.12.2014.)

Ovim Zakonom je propisano da uzbunjivač može da otkrije informacije u vezi sa svojim radnim angažovanjem, postupkom zapošljavanja, korišćenjem usluga državnih i drugih organa, nosilaca javnih ovlašćenja ili javnih službi, poslovnom saradnjom i pravom vlasništva na privrednom društvu, i kao takav ostvaruje pravo na zaštitu u skladu sa Zakonom [2].

Zakonom je zabranjeno sprečavanje uzbunjivanja ili preduzimanje štetnih radnji protiv lica koje ukaže na moguću korupciju ili kršenje propisa, kao i vrste uzbunjivanja i postupci zaštite uzbunjivača. Zakonom je predviđeno da onima koji otkriju korupciju i zloupotrebu javnog interesa, država pruži najjaču sudsku zaštitu.

Ono što je važno naglasiti je da Zakon o zaštiti uzbunjivača pruža zaštitu kada se uzbunjivanje vrši u javnom interesu, to jest, ova zaštita nije zamena za rešavanje individualnih problema na radnom mestu, osim ako se rešavanje privatnim problema poklapa sa rešavanjem problema koji su u javnom interesu (npr. ako zbog toga što je jedan zaposleni preopterećen, organ vlasti ne može u roku da završi predmete građana koji su mu se obraćali). U skladu sa činjenicom, da se uzbunjivanje vrši u javnom interesu Zakon o zaštiti uzbunjivača predstavlja vid savezništva građana i države u borbi protiv korupcije i zloupotrebe javnog interesa. Država će prvi put u potpunosti moći da stane iza onoga ko trpi posledice jer brani javni interes [4].

Donošenje Zakona o zaštiti uzbunjivača predstavlja jedan od ciljeva koje je bilo neophodno ostvariti radi uspostavljanja efikasne i delotvorne zaštite uzbunjivača, odnosno lica koje prijavi sumnju na korupciju.

Donošenjem ovog zakona preduzeti su neophodni koraci ka uspostavljanju normativnog okvira za borbu protiv korupcije, a istovremeno se ispunjavaju preuzete obaveze iz međunarodnih ugovora.

Obaveza Republike Srbije je bila da na sveobuhvatan način zakonom uredi pitanje zaštite lica koja prijavljuju sumnju na korupciju i drugo nezakonito postupanje.

Zakon o zaštiti uzbunjivača bi trebao da sa jedne strane pruža zaštitu licima koja prijavljuju sumnju na korupciju (uzbunjivač), dok se sa druge strane njime štiti javni interes, na posredan način kroz navedenu zaštitu uzbunjivača, odnosno lica koji korupciju prijavljuju. [2, 3].

2. PREGLED ZAKONA O ZAŠTITI UZBUNJIVAČA

2.1 Značenje izraza koji su upotrebljeni u Zakonu o zaštiti uzbunjivača

„*Uzbunjivač*” je fizičko lice koje izvrši uzbunjivanje u vezi sa svojim radnim angažovanjem, postupkom zapošljavanja, korišćenjem usluga državnih i drugih organa, nosilaca javnih ovlašćenja ili javnih službi, poslovnom saradnjom i pravom vlasništva na privrednom društvu.

„*Poslodavac*” je organ Republike Srbije, teritorijalne autonomije ili jedinice lokalne samouprave, nosilac javnih ovlašćenja ili javna služba, pravno lice ili preduzetnik koji radno angažuje jedno ili više lica;

„*Odgovorno lice*” je lice kome su u pravnom licu povereni određeni poslovi koji se odnose na upravljanje, poslovanje ili proces rada, kao i lice koje u državnom organu, organu teritorijalne autonomije i jedinice lokalne samouprave vrši određene dužnosti;

„*Radno angažovanje*” je radni odnos, rad van radnog odnosa, volontiranje, vršenje funkcije, kao i svaki drugi faktički rad za poslodavca;

„*Ovlašćeni organ*” je organ Republike Srbije, teritorijalne autonomije ili jedinice lokalne samouprave ili nosilac javnih ovlašćenja nadležan da postupa po informaciji kojom se vrši uzbunjivanje, u skladu sa zakonom;

„*Uzbunjivanje*” je otkrivanje informacije o kršenju propisa, kršenju ljudskih prava, vršenju javnog ovlašćenja protivno svrsi zbog koje je povereno, opasnosti po život, javno zdravlje, bezbednost, životnu sredinu, kao i radi sprečavanja štete velikih razmera [2, 3].

3. PROCESNO PRAVNA ZAŠTITA UZBUNJIVAČA

3.1 Postupak zaštite uzbunjivača

Uzbunjivač ima pravo na zaštitu ako: izvrši uzbunjivanje kod poslodavca, ovlašćenog organa ili javnosti, otkrije informaciju o kršenju propisa, kršenju ljudskih prava, vršenju javnog ovlašćenja protivno svrsi zbog koje je povereno, opasnosti po život, javno zdravlje, bezbednost, životnu sredinu, kao i radi sprečavanja štete velikih razmera. Da bi uzbunjivač imao pravo prava na zaštitu, štetna radnja treba da je izazvana u vezi sa uzbunjivanjem.

Uzbunjivač može izvršiti uzbunjivanje u roku od jedne godine od dana saznanja za izvršenu radnju, a najkasnije u roku od deset godina od dana izvršenja radnje zbog koje se vrši uzbunjivanje.

Pored uzbunjivača, pravo na zaštitu imaju i povezana lica, zatim lica za koje se pogrešno smatra da su uzbunjivači ili povezana lica, službena lica, kao i lica koja traže informacije u vezi sa uzbunjivanjem i zbog toga trpe posledice štetne radnje.

3.2. Vrste uzbunjivanja

Uzbunjivač može izvršiti:

- a) unutrašnje,
- b) spoljašnje i
- c) uzbunjivanje javnosti.

3.2.1 Unutrašnje uzbunjivanje

Unutrašnje uzbunjivanje je takva vrsta uzbunjivanja, u kom uzbunjivač otkriva informacije licu koje je ovlašćeno za prijem informacija unutar preduzeća. Ono je dužno da štiti podatke o ličnosti uzbunjivača, odnosno podatke na osnovu kojih se može otkriti identitet uzbunjivača. Poslodavac je dužan da postupi bez odlaganja, a najkasnije u roku od 15 dana od dana prijema informacije.

3.2.2 Spoljašnje uzbunjivanje

Kod spoljašnjeg uzbunjivanja informacije otkrivaju nadležnom organu.

3.3.3 Uzbunjivanje javnosti

Uzbunjivanje javnosti je otkrivanje informacija sredstvima javnog informisanja, putem interneta, na javnim skupovima, ili na drugi način kojim se obaveštenje može učiniti dostupnim javnosti.

Unutrašnje i spoljašnje uzbunjivanje postavljeni su alternativno, dok je uzbunjivanje javnosti postavljeno supsidijarno u odnosu na unutrašnje i spoljašnje.

Da bi uzbunjivač mogao da otkrije informaciju, neophodno je da se poštuju sledeća načela:

- *Zabrane sprečavanja uzbunjivanja*: Zabranjeno je sprečavanje uzbunjivanja i odredbe opšteg ili pojedinačnog akta kojim se sprečava uzbunjivanje su ništave.

- *Zabrane preduzimanja štetne radnje*: Zabranjeno je svako činjenje ili nečinjenje u vezi sa uzbunjivanjem kojim se uzbunjivaču ili licu koje ima pravo na zaštitu kao uzbunjivač ugrožava ili povređuje pravo, odnosno kojim se ta lica stavljaju u nepovoljniji položaj u situacijama kao što su: zapošljavanje, sticanje svojstva pripravnika ili volontera, rad van radnog odnosa, obrazovanje, osposobljavanje ili stručno usavršavanje, napredovanje na poslu, ocenjivanje, sticanje ili gubitak zvanja, disciplinske mere i kazne, uslovi rada, prestanak radnog odnosa, zarade i druge naknade iz radnog odnosa.... Zakonom je naglašeno je da su apsolutno ništave odredbe opšteg akta kojima se uzbunjivaču uskraćuje ili povređuje pravo, odnosno kojima se ovo lice stavlja u nepovoljniji položaj u vezi sa uzbunjivanjem.

- *Zaštite podataka o ličnosti uzbunjivača*: Lice koje je ovlašćeno za prijem informacije dužno je da, štiti podatke o ličnosti uzbunjivača, odnosno podatke na osnovu kojih se može otkriti identitet uzbunjivača, osim ako se uzbunjivač ne saglasi sa otkrivanjem tih podataka. Svako lice koje sazna te podatke dužno je da ih štiti. Lice ovlašćeno za prijem informacije dužno je da prilikom prijema informacije, obavesti uzbunjivača da njegov identitet može biti otkriven nadležnom organu, ako bez otkrivanja identiteta uzbunjivača ne bi bilo moguće postupanje tog organa, kao i da ga obavesti o merama zaštite učesnika u krivičnom postupku. Ovlašćeni organ je dužan da postupi po informaciji u roku od 15 dana od dana primanja informacije. Ukoliko ovlašćeni organ nije nadležan za postupanje u vezi sa uzbunjivanjem, proslediće informaciju nadležnom organu. Ako je u toku postupka neophodno da se otkrije identitet uzbunjivača, lice ovlašćeno za prijem informacije dužno je da o tome, pre otkrivanja identiteta, obavesti uzbunjivača.

- **Zabrane zloupotrebe uzbunjivanja:** Zabranjena je zloupotreba uzbunjivanja. Zloupotrebu uzbunjivanja vrši lice koje dostavi informaciju za koju je znalo da nije istinita.

- **Nadoknade štete:** Ukoliko uzbunjivač postupkom uzbunjivanja pretrpi određenu štetu on ima pravo na naknadu materijalne i nematerijalne štete po Zakonu o obligacionim odnosima.

Zaštita građana koji ukažu na ozbiljno narušavanje javnog dobra prevazilazi lični interes samih uzbunjivača, pa je Zakonodavac predvideo da uzbunjivač ima pravo na:

- sudsku zaštitu pred nacionalnim sudovima koja je uređena odredbama Zakona o parničnom postupku kojima je uređen postupak u radnim sporovima.
- sudsku zaštitu pred Evropskim sudom za ljudska prava u Strazburu
- naknadu štete po Zakonu o obligacionim odnosima [2, 3, 7].

3.2 Postupak pred nacionalnim sudovima

Sudska zaštita ostvaruje se podnošenjem tužbe za zaštitu u vezi sa uzbunjivanjem nadležnom sudu u roku od šest meseci od dana saznanja za preduzetu štetnu radnju, odnosno tri godine od dana kada je štetna radnja preduzeta. Sudski postupak je okarakterisan kao hitan i nadležan je viši sud prema mestu preduzimanja štetne radnje ili prema mestu prebivališta tužioca.

Radi sigurnije i potpunije zaštite uzbunjivača predviđeno je da je revizija kao vanredno pravno sredstvo uvek dozvoljena. [2]

3.2.1 Sadržina tužbe za zaštitu u vezi sa uzbunjivanjem.

Tužba mora da sadrži određeni zahtev u pogledu glavne stvari i sporednih traženja, činjenice na kojima tužilac zasniva zahtev, kao i dokaze kojima se utvrđuju ove činjenice.

Tužbenim zahtevom se može tražiti:

- utvrđenje da je prema uzbunjivaču preduzeta štetna radnja;

- zabrana vršenja i ponavljanja štetne radnje;
- uklanjanje posledica štetne radnje;

naknada materijalne i nematerijalne štete[2];

Po tužbi uzbunjivača, odstupa se od opšteg pravila o teretu dokazivanja. Dovoljno je da tužilac samo učini verovatnim da je prema njemu preduzeta štetna radnja u vezi sa uzbunjivanjem, na poslodavcu je teret dokazivanja da štetna radnja nije u uzročnoj vezi sa uzbunjivanjem.

Radi prikupljanja dokaza i donošenja zakonite i pravno valjanje odluke sud se rukovodi istražnim načelom. U tom cilju sud može odrediti upotrebu svakog dokaznog sredstva, pa i onog koje stranke nisu predložile ili su se čak njegovom izvođenju protivile, jer činjenično stanje je potpuno i pravilno utvrđeno samo ako obuhvata sve okolnosti od značaja i uticaja na ishod spora.

Načelo usmenosti se ogleda se u tome što je Stranka je dužna da iznese sve činjenice od kojih zavisi osnovanost tužbenog zahteva i da govori istinu. Nije ograničena fazom postupka u pogledu iznošenja novih činjenica, pa ih često iz različitih, ponekad taktičkih razloga iznosi u žalbi, iako ih je mogla i ranije izneti.

To dovodi do ukidanja prvostepene presude, jer je zahtev za utvrđenjem materijalne istine ispred zahteva ekonomičnosti i efikasnosti postupka.

Zaključak o postojanju sporne činjenice sud izvodi na osnovu ocene izvedenih dokaza i rezultata celokupnog dokaznog postupka. Ipak, i tada se stvarno stanje može razlikovati od sudski utvrđenog iz veoma različitih razloga, koji se mogu pripisati propustima bilo stranaka, bilo suda, a koji se odnose na upotrebu ili ne upotrebu nekog dokaznog sredstva ili pogrešnu ocenu dokaza. Nekada činjenice ostaju nedokazane i pored nastojanja suda da o njima formira određeni zaključak. Istina do koje se dolazi dokazivanjem, ipak nije apsolutna, već predstavlja najveći stepen verovatnosti do koje sud dolazi iz raspoloživih sredstava saznanja.

Sud može utvrđivati činjenice i kada one, među strankama, nisu sporne, a može i samostalno istraživati činjenice koje ni jedna stranka nije iznela u postupku, ako oceni da je to od značaja za ishod postupka

Ukoliko tuženi ne dođe na ročište za glavnu raspravu, a uredno je pozvan, sud može da održi ročište i bez prisustva tuženog, kao i da odluči na osnovu utvrđenog činjeničnog stanja na ročištu.

Ako dodamo i pravilo o obrnutom teretu dokazivanja predviđeno to bi značilo da ukoliko tuženi odbije da prisustvuje ročištima biće doneta odluka u korist tužioca – uzbunjivača.

Sud ima mogućnost određivanja privremenih mera kako u postupku zaštite u vezi sa uzbunjivanjem tako i u posebnom postupku Navedene privremene mere sud će odrediti u skladu sa zakonom kojim se uređuje izvršenje i obezbeđenje. Privremena mera se može odrediti po službenoj dužnosti i po predlogu u toku čitavog postupka, sve dok izvršenje ne bude sprovedeno. Protiv odluke o određivanju privremene mere nije dozvoljena žalba. [2]

Nadzor nad sprovođenjem Zakona vrši inspekcija rada odnosno upravna inspekcija.

3.3 Postupak pred međunarodnim sudovima

Ukoliko pred domaćim sudovima ne ostvare svoje pravo, uzbunjivači mogu da pokrenu postupak pred Evropskim sudom za ljudska prava sa sedištem u Strazburu, na osnovu Evropske Konvencije o ljudskim pravima koju je Srbija potpisala 3. aprila 2003. godine.

Predstavka mora biti upućena u roku od 6 meseci nakon što je u pravnoj stvari odlučeno od strane najvišeg suda ili državnog organa.

Ukoliko stranka u postupku naknadno sazna za nove činjenice, koje predočavaju kršenje njenih prava u postupku pred domaćim sudom, rok se računa od trenutka saznanja za kršenja vaših prava garantovanih Konvencijom.

Presude Evropskog suda za ljudska prava su obavezujuće za države potpisnice Konvencije. Presudom može biti dosuđena novčana nadoknada za štetu koja je naneta od strane tužene države potpisnice Konvencije.

Takođe, može se zahtevati čitav niz pojedinačnih mera, koje mogu podrazumevati konkretne činidbe države potpisnice u smislu npr. ponovnog otvaranja postupka u predmetu u kome su navedene povrede Konvencije počinjene.

Ukoliko u postupku pred Evropskim sudom za ljudska prava sud ne utvrdi da je došlo do kršenja Konvencije, podnosilac predstavke ne snosi nikakve troškove [6].

4. MANJKAVOSTI ZAKONA O ZAŠTITI UZBUNJIVAČA

Donošenjem Zakona o zaštiti uzbunjivača uniformisana su pravila kojima se štite prava uzbunjivača koja su do sada fragmentalno bila uređena članom 23a. Zakona o državnim službenicima ("Sl. glasnik RS", br. 79/2005, 81/2005-isp., 83/2005-isp., 64/2007, 67/2007-isp, 116/2008, 104/2009 i 99/2014), članom 56. Zakona o Agenciji za borbu protiv korupcije ("Sl. glasnik RS", broj 120/2004, 54/2007, 104/2009 i 36/2010), Zakonom o slobodnom pristupu informacijama od javnog značaja i Pravilnikom o zaštiti lica koje prijavi sumnju na korupciju („Službenom glasniku RS“, broj 56/2011).

S obzirom da je zaštita uzbunjivača državni i društveni interes ovaj Zakon predstavlja pre svega sredstvo zaštite uzbunjivača (sudske, zaštite podataka o ličnosti...) ali i svih lica povezanih sa njim.

Donošenje Zakona o zaštiti uzbunjivača predstavlja veliki pomak u domaćem zakonodavstvu.

Tokom javne rasprave ukazano je na to da Zakonom o zaštiti uzbunjivača nisu propisana ni krivična dela, ni prekršaji, za neke od najtežih oblika kršenja prava uzbunjivača. Odsustvo ovih mera onemogućiće da se adekvatno kazne odgovorni za narušavanje prava ljudi koji su se osmelili da ukažu na korupciju, rasipanje javnih resursa, opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi i druge nepravilnosti. [5]

Među nedostacima Zakona na koje se ukazivalo i tokom javne rasprave i kroz predloge amandmana su i: a) opasnost da se institut uzbunjivanja trivijalizuje, jer se zaštita ne vezuje za prijavljivanje ozbiljnijih prekršaja; b) odsustvo pravila o nagrađivanju; c) nepostojanje izričitog prava uzbunjivača da zahteva pravičnu naknadu umesto poništenja akta koji predstavlja odmazdu; d) odsustvo pravila o nekim specifičnim slučajevima (npr. kada odmazdu ne vrši poslodavac, već treće lice, kada se odmazda vrši prema licima koja su podatke dala u poverljivom odnosu) i e) ne postoje sankcije za prijavljivanje izvršeno u pogrešnom uverenju [5]

Jedan od glavnih nedostataka, po mišljenju mnogih učesnika javne rasprave je:

a) neadekvatna zaštita u smislu izostanka inkriminacije određenih ponašanja propisivanjem posebnih krivičnih dela za lica koja ugrožavaju uzbunjivače, tako i za one koji otkriju njihov identitet i

b) nedovoljno precizno rešeno pitanje procedure uzbunjivanja, pitanje tereta dokazivanja i sl [5].

5. ZAKLJUČAK

Uzbunjivači imaju značajnu ulogu u nacionalnim i globalnim naporima za borbu protiv korupcije. Uzbunjivači rizikuju karijere, a ponekad i ličnu bezbednost da bi otkrili nezakonito postupanje koje ugrožava javno zdravlje i bezbednost, finansijski integritet, ljudska prava, životnu sredinu i vladavinu prava. Lice koje je otkrivanjem informacije ukazalo na kršenje propisa ne sme činjenjem ili nečinjenjem od strane poslodavca da bude stavljeno u nepovoljniji položaj u odnosu na ostale zaposlene. [6]

Donošenjem Zakona o zaštiti uzbunjivača preduzeti su koraci za jačanje prava uzbunjivača [3].

Obezbeđivanje pravne zaštite za ljude koji otkriju nezakonito postupanje, pokazuje jaku posvećenost slobodi izražavanja, koja preovlađuje nad pravom poslodavca da upravlja zaposlenima [4].

Ovaj zakon ima potencijal da čini presudni element u ulozi Srbije kao delu demokratske i progresivne Evrope.

Uzbunjivanje pomaže u povezivanju problema i njihovo rešavanje, tako što pomaže da informacije dođu na pravo mesto. Uzbunjivanje nije puko „tužakanje“ već jedan od načina da se spreči korupcija. Neprijavlivanje je isto što i saučesništvo, a ako vidimo i čutimo o nečemu, znači da smo prihvatili korupciju. Neophodno je prekinuti krug izolacije i tajnosti koji održava zloupotrebu vlasti tako što će se informacija uzbunjivača podeliti svim segmentima društva koji treba da imaju korist od toga.

Bez sistemski koordinisanog rada svih nas nijedan mehanizam ne može da uspe. Još uvek ne znamo da li je Zakon o zaštiti uzbunjivača dovoljno dobar model za prijavu korupcije i zaštitu uzbunjivača, ali ćemo ga testirati. Važno je shvatiti da uzbunjivači nisu „potkazivači, klevetnici, drukeri“ već ljudi koji koriste slobodu govora za odbranu države od onih koji je koriste na način koji je u suprotnosti sa ovlašćenjima koja imaju, odnosno od onih koji koriste svoja ovlašćenja u bilo kom interesu koji nije opšti ili javni, zato što je država je opšte dobro svih nas koji živimo u njoj, i treba da bude instrument za zaštitu ljudskih prava i za obezbeđenje boljih uslova života svih svojih građana.

LITERATURA

- [1] *Univerzalna deklaracija o ljudskim pravima*, Generalna skupština UN 10.12.1948. godine
- [2] Zakon o zaštiti uzbunjivača, *Zakon je objavljen u "Službenom glasniku RS", br. 128/2014 od 26.11.2014. godine, stupio je na snagu 4.12.2014, a primenjuje se od 5.6.2015. godine.*
- [3] Pravilnik o načinu unutrašnjeg uzbunjivanja, načinu određivanja ovlašćenog lica kod poslodavca, kao i drugim pitanjima od značaja za unutrašnje uzbunjivanje kod poslodavca koji ima više od deset zaposlenih. *Pravilnik je objavljen u „Službenom glasniku RS“ broj 49/2015 od 5.6.2015. godine a stupio je na snagu 13.6.2015. godine.*
- [4] Poverenik za informacije od javnog značaja i zaštitu podataka ličnosti, *Zaštita uzbunjivača*, Beograd 2013,
- [5] A. Marinković, *Prednosti i mane novog Zakona o zaštiti uzbunjivača*, Časopis Lege Artis, broj 32, maj 2015. godina, str. 18.
- [6] В. Николић, *Šta to muči žrtve ... zlostavljanja, diskriminacije i uzbunjivače na radu*, Časopis Lege Artis, двоброј 34-35, јул/август 2015, стр. 100.
- [7] *Zakon o obligacionim odnosima* - Закон је објављен у "Службеном листу СФРЈ", бр. [29/78](#), [39/85](#), [57/89](#) и "Службеном листу СРЈ", бр. [31/93](#). Види: [Одлуку УС Југославије У бр. 363/86 - СЛ СФРЈ, 45/89-1195](#). Види: [чл. 64](#). Уставне повеље - СЛ СЦГ, 1/2003-1. Престао да се примењује у Црној Гори - види: [чл. 1204](#). Закона - ЦГ, 47/2008-1 и [чл. 421](#). Закона - ЦГ, 19/2009-1.