

UDK: 656.137:[629.048.8:621.327.54+621.382.2

Originalni naučni rad  
Original scientific paper

## UŠTEDA ENERGIJE KOD POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA PRI UPOTREBI RAZNIH VRSTA SIJALICA

Zlata Bracanović<sup>1\*</sup>, Velimir Petrović<sup>1</sup>, Branka Grozdanić<sup>1</sup>, Slobodan Janković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut IMR-a, Beograd, Srbija

<sup>2</sup>Tehnički fakultet -Mihajlo Pupin, Zrenjanin, Srbija

**Sažetak:** Napredne tehnologije doprinele su modernizaciji traktora, omogućile rukovaocu traktora efikasnost, komforost, sigurnost u radu i kretanje u saobraćaju. Halogene sijalice i LED moduli, kao sastavni delovi za inoviranje svetlosnih uređaja kod traktora, odaju veću količinu svetlosti bez senki i blještavosti. LED module karakteriše mala nominalna snaga i toplotno emitovanje, a zbog svog sastava nisu toksični.

Posmatrajući karakteristike i namenu standardnih sijalica, koje se koriste kod svetlosnih uređaja poljoprivrednih traktora, data je odgovarajuća zamena istih sa halogenim sijalicama i LED modulima. Analizirana je minimalna i maksimalna potrošnja energije za šest modela poljoprivrednih traktora proizvođača IMR-a, pri upotrebi različitih sijalica. Date su neke moguće varijante uštede energije kod posmatranih modela traktora, ostvarene zamenom standardnih sijalica na svetlosnim uređajima i instrument tabli traktora.

Prema zvaničnim podacima o broju poljoprivrednih traktora vezanih za popis poljoprivrede, u Srbiji ima oko 410.894 dvoosovinskih traktora. Ako se pretpostavi, da je 60 % traktora od ukupno registrovanih traktora proizvodnja IMR-a, dolazimo do podatka o mogućoj uštedi energije za neki projektovani vremenski period.

**Ključne reči:** traktor, LED moduli, energija.

### UVOD

Elekreo oprema kod traktora je sastavni deo ukupnih elektro sistema koji kontrolišu, upravljaju i na taj način održavaju isparvnost namenskih funkcija traktora. Upotreba

\* Corresponding author. E-mail: zlabracanovic@yahoo.com

nekim naprednih tehnologija kod svetlosne elektro oprema traktora doprinela je ukupnom kvalitetu spoljnjih i unutrašnjih svetala, sigurnoj indikaciji svih izvršnih funkcija traktora kao i smanjenoj potrošnji energije.

Cilj ovog rada je ušteda energije kod poljoprivrednih traktora, odnosno kako i na koji način obezbediti manju potrošnju energije kod upotrebe svetlosne opreme traktora a pri tom dobiti kvalitetnije i stabilnije osvetljenje. Svaka funkcija traktora ima odgovarajuću svetlosnu indikaciju odnosno sijalicu, pa u zavisnosti od namene razlikuje se deklarirana snaga sijalice. U ovom radu ukazuje se na vrstu i snagu sijalica potrebnih za svetlosne uređaje traktora, na potrošnji energije koju ostavruju svojim svetlosnim efektima, kako bi rad traktora bio ispravan i rukovaocu traktora omogućena sigurnost u radu kao i kretanje u saobraćaju.

Kako sve obične sijalice deklarirane snage  $P(W)$  imaju adekvatnu zamenu sa halogenim sijalicama i LED modulima, znatno manje nazivne snage  $P(W)$ , može se videti kolika je razlika u potrošnji energije. Sve standardne sijalice podležu direktivi EEC od strane Evropske unije i EN standarda za Evropu nizom pravilnika ECE R. za kategorije T. Halogene sijalice i LED moduli su definisani međunarodnim standardima: EN60598 (IP-stepen zapivenosti), EN62262 (IK-stepen otpornosti) [1].

Za rukovaoca poljoprivrednih traktora veoma je značajno da ponuđene kombinacije halogenih sijalica i LED modula, odaju veću količinu svetlosti, manju blještavost a da pritom je troše manje energije [2]. Ovaj rad transparentno prikazuje utrošene energije za posmatranih šest modele poljoprivrednih traktora proizvođača IMR-a, kao i detaljnu analizu uštede energije za svaki model. Istovremeno, ušteda energije kod traktora pozitivno se odnosi i na produžen vek trajanja akumulatora, odnosno na povećanje broja uključenja motora.

Na bazi činjenica o potrošnji energije svetlosnih uređaja kod poljoprivrednih traktora, a prema broju registrovanih traktora u Srbiji, tabelarno su prikazani projektovani podaci o uštedi energije za vremenski interval od pet godina.

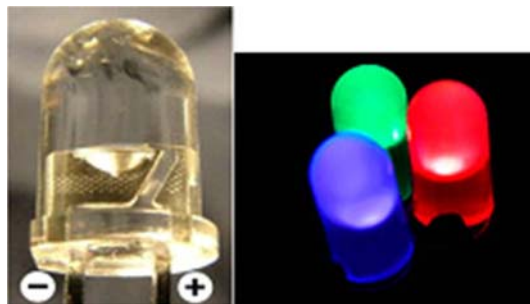
## MATERIJAL I METODE RADA

Sijalice su sastavni deo svetlosnih uređaja poljoprivrednih traktora: pokazivači pravca, poziciono svetlo, osvetljenje kabine, svetlo upozorenja, svetlo aktivne kočnice, parkirno svetlo, osvetljenje registarske tablice, prednji i radni far. Takođe, sijalice kao indikacija kod prekidača, tastera i kontrolnomernih instrumenata su pokazatelji ispravnosti funkcionisanja sistema merenja, kontrolisanja električnih i neelektričnih veličina.





Kako novi zakonski propisi nalažu neprekidnu uključenost prednjih svetala odnosno farova traktora, u toku rada i u saobraćaju, potrošnja energije kod poljoprivrednih traktora je povećana. Imajući to u vidu, ovaj rad je obuhvatio pregled svih postojećih svetlosnih uređaja kod šest modela poljoprivrednih traktora proizvođača IMR-a. Analiza je obuhvatila sve standardne sijalice koje se koriste kod pomenutih traktora i njihovu odgovarajuću zamenu sa halogenim sijalicama i LED modulima.

LED moduli su konstruisani od nekoliko svetlećih SMD dioda (LED: Light-emitting diode) ravnomerno raspoređenih u zavisnosti od namene, koje su izrađene po RoHS standardu. Ovaj standard se odnosi na sastav materijala, koji se koristi za izradu dioda, znači da u sebi ne sadrži: Olova (Pb-Lead), žive (Hg), cadmiuma (Cd), šestovalentnog hroma (CrVI), polybrominated biphenyls (PBB) i polybrominated diphenyl ethers (PBDE) materije štetne po okolinu [3].

Da bi se emitovala svetlost odnosno svetlosni talasi kod svetlećih dioda dolazi od katodne luminiscencije elektrona ili grupe elektrona koje usmerenim kretanjem u pravcu elektroda različitih napona prelaze sa višeg na niži energetski nivo. Talasna dužina emitovane svetlosti, a samim tim i boja svetlosti zavisi od prirode grupa elektrona formiranog p-n spoja. Izbor poluprovodničkog materijala dioda određuje boju svetlosti. Novi materijali su omogućili da diode proizvode svetlost u boji, tako što se izgrađeni p-n spoj prekriva emisionim talogom od legura metala IIIa i Va grupe periodnog sistema elemenata: aluminijum-Al; galijum-Ga; arsenid-As; fosfid-P; azot-N; indijum-In. Štampane ploče su lemljene bezolovnim kalajem. Diode imaju različito polarisane krajeve, plus (+) i minus (-). To znači da ako se pogrešno postavi u ležište neće sijati, ali neće pregoreti jer postoji zaštita od pogrešnog spajanja. Na slici 1. dat je opšti izled svetlećih dioda i kao primer izgled dioda sa odavanjem svetlosti nekih boja.



Slika 1. Izgled LED – svetleće diode  
Figure 1. Appearance LED - light emitting diode

	standardna sijalica standard light bulbs	LED modul LED module
adekvatna zamena / adequate substitute	 <b>W5W T10</b> 2-5 W / 12 V	 <b>U108LG</b> 0,8W / 12-15 V
	 <b>BA 12S : 5W,10W/12V</b>	 <b>BA 1508LG</b> 0,8 W / 12-15 V

Slika 2. Primeri nekih odgovarajućih zamena standardne sijalice sa LED modulom  
Figure 2. Examples of some appropriate replacement of standard light bulbs with LED module

Kako bi se zamena standardnih sijalica sa LED molulom bila adekvatna sa svim neophodnim karakteristikama, data su dva transparentna primera odgovarajuće zamene sijalica na Sl. 2.

Porizvođači sijalica su prilagodili proizvodnju halogenih sijalica kao i LED modula tako, da je moguća ugradnja istih na postojeća sijalična gnezda običnih standardnih sijalica. Na ovaj način, proizvođačima i korisnicima poljoprivrednih traktora ostavlja se mogućnost izbora ugradbenih sijalica kod svetlosnih uređaja traktora. U Tab. 1. navedene su karakteristike standardnih sijalica i LED modula, čiji izgled je dat na Sl. 2., neophodnih za ostvarivanje odgovarajuće zamene.

Tabela 1. Prikaz karakteristika nekih standardnih sijalica i LED modula  
Table 1. Representation of the characteristics some standard bulbs and LED modules

Vrsta i oznaka sijalice/modula <i>Species and designation bulbs / modules</i>	Standardna sijalica <i>Standard light bulbs</i>		LED modul <i>LED module</i>	
	BA12S	W5WT10	BA1508LG	U108LG
<i>Karakteristike / Characteristics</i>				
Prečnik / <i>Diameter</i> d (mm)	15	10	12	9
Visina / <i>Height</i> h (mm)	37	25	37	26
Napon / <i>Voltage</i> U (V)	12	12	12÷15	12÷15
Snaga / <i>Power</i> P(W)	5÷10	2÷5	0,8	0,8
Ugao osvetljenja / <i>Angle of illumination</i> $\beta$ (°)	180	180	360	360

Kao što se videti iz priložene Tab. 1. karakteristike standardnih sijalica i LED modula bitnih za ugradnju su podudarne i zadovoljavaju potrebne gabaritne dimenzije. Napajanje sijalica i LED modula je identično.

Navedeni LED moduli u tabeli 1. su konstruisani sa osam SMD dioda, ravnomerno raspoređenih pod uglom  $\alpha=120$  (°), što doprinosi ekstra osvetljenju za ugao osvetljenja  $\beta=360$  (°), sa dodatom pozicijom osvetljenja napred. Namena i upotreba ovih LED modula, je kod prednje i zadnje pozicije, unutrašnjeg osvetljenja i instrument table. Zastupljene boje kod LED modula su : bela, plava, crvena, zelena i žuta [4]. Za ugradnju pomenutih LED modula i standardnih sijalica koristi se isto sijalično gnezdo, što se i vidi prema datim podacima u Tab. 1.

Na osnovu predhodno rečenog, moguće je izvršiti zamenu svih standardnih običnih sijalica kod svetlosnih uređaja traktora sa odgovarajućim halogenim sijalicama i LED modulima. Svetlosni uređaji na poljoprivrednom traktoru prema svojoj funkciji i nameni imaju definisanu pripadajuću sijalicu sa karakteristikama koje podrazumevaju: oblik (prečnik i dužina), snagu, ugao i boju osvetljenja. U skladu sa navedenim karakteristikama formirana je Tab. 2. sa akcentom na nominalnu snagu sijalica.

U Tab. 2. transparentno su prikazani svetlosni uređaji traktora sa naznačenim snagama P(W) za pripadajuće obične standardne sijalice. Prema navedenoj nominalnoj snazi standardne sijalice, data je odgovarajuća zamena sa halogenim sijalicama i LED modulima sa naznačenom nominalnom snagom P (W). Kao što se vidi u tabeli 2, zamena sijalice za neke svetlosne uređaje, moguće je ostvariti upotrebom nekoliko ponuđenih kombinacija LED modula sa različitim nominalnim snagama. Na osnovu date minimalane i maksimalne snage P (W) za neke LED module, u daljem radu biće

analizirana ukupna svetlosna energije pri upotrebi minimalane ( $P_{min}$ ) i maksimalne ( $P_{max}$ ) definisane za nominalne snage LED modula.

Tabela 2. Adekvatna zamena sijalica za svetlosne uređaje kod poljoprivrednih traktora  
Table 2. Adequate replacement bulbs for lighting devices for agricultural tractors

Svetlosni uređaji na traktoru <i>Light equipment on a tractor</i>	Nominalna snaga sijalica za svetlosne uređaje traktora <i>Nominal power of the bulbs for lighting devices tractor</i> P (W)		
	Standardna sijalica <i>Standard bulb</i>	Halogena sijalica <i>Halogen bulb</i>	LED modul <i>LED module</i>
Prednji farovi <i>The head lights</i>	45/50	H4 65/60	
Pokazivač pravca <i>Direction indicator</i>	21		1,5   2   3
Poziciono svetlo <i>Position lights</i>	10		0,25   0,8
Prednja radna svetla <i>Front working lights</i>	55	H1 55	
Osvetljenje kabine <i>Cabin lighting</i>	5		0,25   0,8
Pokazni instrumenti <i>Indicating instruments</i>	5		0,2   0,28   0,4   0,56 0,6
Svetlo upozorenja <i>Warning light</i>	55	H1 55	0,2   0,28   0,4   0,56 0,6
Zadnje radno svetlo <i>Rear working light</i>	45	H3 55	
Svetlo aktivne kočnice <i>The active brake light</i>	21		1,5   2   3
Parkirno svetlo <i>Parking lights</i>	21		1,5   2   3
Osvetlj. registarske tablice <i>License plate lighting</i>	10		0,25   0,8

Ko što se vidi u Tab. 2. za svetlosne uređaje: prednji farovi, prednja radna svetla, svetlo upozorenja i zadnja radna svetla predložena je zamena sa halogenim sijalicama. Za svetlosne uređaje: pokazivač pravca, poziciono svetlo, osvetljenje kabine, pokazni instrumenti, svetlo upozorenja, svetlo aktivne kočnice, parkirno svetlo, osvetljenje registarske tablice predložena je zamena sa LED modulima sa nekoliko mogućih kombinacija. Upotrebom podataka za nominalne snage LED modula izračunata je minimalna snaga  $P_{min}$  (W) i maksimalna snaga  $P_{max}$  (W), a odnose na ponuđene kombinacije u Tab. 2., u zavisnosti od svetlosnog uređaja traktora. Na osnovu izračunate snage svetlosnih uređaja može se doći do podatka o potrošenoj energiji za šest modela traktora, koja će biti izračunata sa zamenom sijalica na instrument tabli kao i bez zamene sijalica kod instrument table traktora.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Upotrebljavajući podatke date u Tab. 2. za nominalne snage standardnih i halogenih sijalica kao i LED modula, kako i prema broju svih ugrađenih sijalica kod svetlosnih uređaja traktora, izračunate su ukupne snage svetlosnih uređaja za šest modela poljoprivrenih traktora, što je prikazano u Tab. 3. Kako je instrument table traktora izložena jakim sunčevim zracima koji pod nekim uglom umanjuju preglednost instrument table rukovaocu traktora, data je mogućnost izbora zamene sijalica na instrument tabli traktora [5].

Snaga sijalica svetlosnih uređaja traktora koja obuhvata zamenu svih standardnih sijalica kod svetlosnih uređaja traktora i sijalica na instrument table traktora obeležena je sa  $P_{sr1}$  (W), a izračunata je po formuli (1).

$$P_{sr1} = (P_{max1} + P_{max1}) : 2 \quad (1)$$

Snaga sijalica svetlosnih uređaja traktora koja podrazumeva zamenu standardnih sijalica svetlosnih uređaja traktora bez sijalica na instrument table, obeležena je sa oznakom  $P_{sr2}$  (W) a računa se po formuli (2).

$$P_{sr2} = (P_{max2} + P_{max2}) : 2 \quad (2)$$

Tabela 3. Ukupna snaga sijalica svetlosnih uređaja za razne modela traktora proizvođača IMR-a  
Table 3. Power lamp lighting fixtures for various models of tractors manufacturers IMR

Redni br. / Order. no.	Modeli traktora <i>Models of tractors</i>	Ukupna snaga sijalica kod svetlosnim uređajima traktora sa: <i>Total power of the lamps in lighting devices tractor with:</i> P (W)		
		Standardnim sijalicama <i>Standard bulbs</i> $P_{sta}$	Halogenim sijalicama i LED modulima <i>Halogen lamps and LED modules</i>	
			Sa instrument tablom <i>With dashboard</i> $P_{sr1}$	Bez instrument table <i>No dashboard</i> $P_{sr2}$
1	R47	434	314	326
2	R50 DV	447	312	335
3	R 60 transporter	453	317	342
4	R65	607	424	438
5	R65-12BS DV	672	475	549
6	R110-DV turbo	837	544	688

Kao što se može videti iz navedene tabele ukupna snaga standardnih sijalica svetlosnih uređaja traktora, obeležena sa  $P_{sta}$ (W), je veća u odnosu na moguće zamene sijalica ostvarene upotrebom halogenih i LED sijalica, a razlikuje se u zavisnosti od modela traktora.

Kako bi se izračunala potrošnja energije upotrebom svetlosnih uređaja traktora odnosno uvidela moguća ušteda energije, pored navedenog o sijalicama i odgovarajućoj zameni, sagledani su ostali uticajni parametri. Na osnovu činjenica i testova zabeleženo je da traktor radi otprilike 420 (h) časova godišnje [6]. Od toga 60% odlazi na transport

gde su zastupljeni svi signalni i svetlosni uređaji a 40% je rad u njivi gde nije potrebno stalono uključivanje prednjih i pozicionih svetala [7].

U tabeli 4. prikazana je potrošnja energije za razne modele traktora i obeležena je sa A(kWh), i prikazana je za period od godinu dana. Potrošnja energije svetlosnih uređaja traktora data je pri upotrebu sa standardnim sijalicama i obeležena je Asta (kWh). Potrošnja energije koja je ostvarena potpunom zamenom standardnih sijalica sa halogenim sijalicama i LED modulima obeležena je Asr1(kWh). U slučaju gde je izvršena delimična zamen standardnih sijalica kod svetlosnih uređaja odnosno bez zamene sijalica na instrument table, potrošnja energije je obeležena sa Asr2 (kWh).

Tabela 4. Potrošnja energije svetlosnih uređaja kod raznih modela traktora  
Table 4. Energy consumption of lighting fixtures in a variety of models of tractors

Modeli traktora Models of tractors		Potrošnja energije svetlosnih uređaja traktora sa raznim sijalicama Consumption of light tractor unit with a variety of bulbs A (kWh)					
		Stand. sijalice Standard bulbs $A_{sta}$		Sa instr. tabl. From dashboard $A_{sr1}$		Bez instr. tabl. No dashboard $A_{sr2}$	
		1 god. 1 year	5 god. 5 years	1 god. 1 year	5 god. 5 years	1 god. 1 year	5 god. 5 years
		1	R47	182,28	911,4	131.88	659,4
2	R50 DV	187,74	938,7	131.04	655,2	140,70	703,5
3	R 60 transporter	190,26	951,3	133.14	665,7	143,64	718,2
4	R65	254,94	1274,7	178.08	890,4	183,96	919,8
5	R65-12BS DV	282,24	1411,2	199.5	997,5	230,58	1152,9
6	R110-DV turbo	351,54	1757,7	228.48	1142,4	288,96	1444,8

Tabela 5. Ušteda energije svetlosnih uređaja kod raznih modela traktora  
Table 5. Energy saving lighting fixtures in a variety of models of tractors

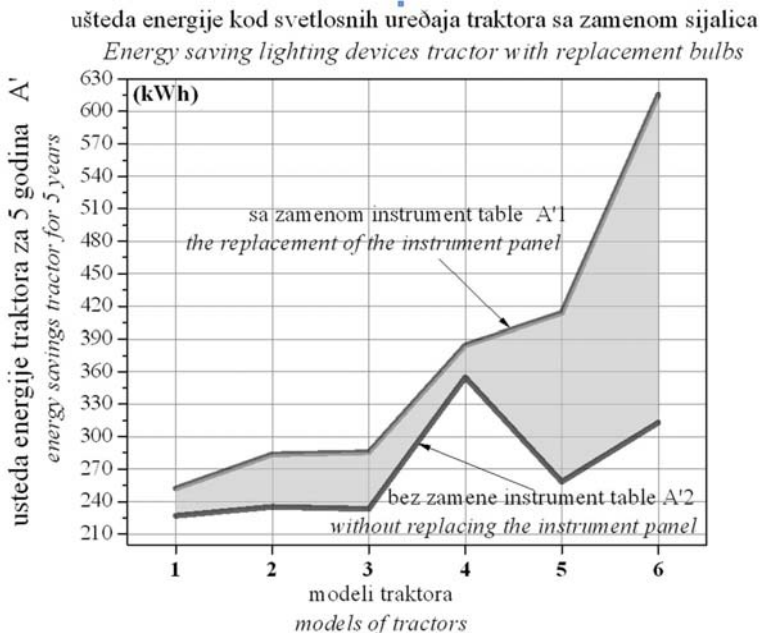
Ušteda energije u toku rada za 5 godina Energy savings during operation for 5 years A' (kWh)			
Modeli traktora Models of tractors		Sa instrument tablom From the dashboard $A'1 = (A_{sta} - A_{sr1})$	Bez instrument table No dashboard $A'2 = (A_{sta} - A_{sr2})$
1	R47	252,0	226,8
2	R50 DV	283,5	235,2
3	R 60 transporter	285,6	233,1
4	R65	384,3	354,9
5	R65-12BS DV	413,7	258,3
6	R110-DV turbo	615.3	312.9

U Tab. 5. prikazana je ušteda energije traktora, za vremenski period od pet godina, ostvarena upotrebom i zamenom standardnih sijalica svetlosnih uređaja sa halogenim sijalicama i LED modulima. Sa oznakom A'1(kWh) obeležena je ušteda energije sa potpunom zamenom svih standardnih sijalica svetlosnih uređaja traktora, a sa oznakom

A'2 (kWh) obeležena je ušteda energije sa delimično izvršenom zamenom standardnih sijalica, koja izuzima zamenu sijalica na instrument table traktora.

Prema podacima u Tab. 5. može se konstatovati da model traktora R110-DV turbo, kada se izvrši potpuna zamena standardnih sijalica sa halogenim i LED modulima, ostvari najveću uštedu energije za projektovani vremenski period od pet godina.

Na osnovu Tab. 5. dat je Graf. 1. radi transparentnog prikaza uštede energije, za sve model traktora, koju je moguće ostvariti zamenom standardnih sijalica svetlosnih uređaja traktora sa odgovarajućim halogenim sijalicama i LED modulima.



Grafik 1. Ušteda energije poljoprivrednih traktora pri upotrebi raznih sijalica  
*Chart 1. Energy saving agricultural tractors in use of different light bulbs*

Posmatrajući projektovane podatke o uštedi energije ostvarene zamenom sijalica svetlosnih uređaja traktora kao i zvanične podatke sa popisa poljoprivrednih gazdinstava sprovedenog u Srbiji 2012. godine, može se sagledati značaj uštede energije. Upotrebljavajući sve navedene podatke iz Tab. 1. do Tab. 5., sačinjena je Tab. 6. gde je data prosečna ušteda energije obeležena sa A'pr (kWh) po formuli (3) kod modela traktora proizvođača IMR-a.

$$A'pr = \frac{\sum_{n=1}^6 A'n1 + \sum_{n=1}^6 A'n2}{2} \quad (3)$$



Ušteda energije je od značaja i za akumulator, kao osnovnog dela električnog sistema. Njegova osnovna funkcija je da obezbeđuje električnu energiju elektropokrtaču i sistemu za paljenje koji pokreće traktor [8].

Tabela 6. Ušteda energije kod registrovanih traktora  
Table 6. Energy saving of registered tractors

Prosečna ušteda energije kod modela traktora proizvođača IMR-a <i>The average energy savings in models of tractor manufacturers IMR</i>	$A'_{pr}$ (kWh)	321,300
Broj registrovanih traktora u Srbiji <i>The number of registered tractors in Serbia</i>	(kom) (pcs)	410.894
Broj registrovanih traktora proizvođača IMR-a <i>The number of registered tractors manufacturers IMR</i>	(kom) (pcs)	246.536

Akumulator sadrži u sebi hemikalije i metalne ploče koje međusobno reaguju i po potrebi proizvode struju. Što je vreme hladnije odnosno niža spoljna temperatura ili što je akumulator manje napunjen to je njegov rad slabiji [9]. Tako potpuno napunjen akumulator na  $T=25$  (°C) proizvodi samo 65% potrebne energije a na  $T=0$  (°C) i  $T= -15$ (°C) oko 40 %. U vremenskim uslovima sa sniženom temepraturom, kada je akumulator najslabiji tada je i najviše opterećen zbog potrebe da pokrene hladan motor. Na osnovu predhodno rečenog, ušteda energije ostvarena zamenom sijalica kod svetlosnih uređaja traktora je valjan doprinos. Uštedom energije broj paljenja motora se povećava oko 12%, u odnosu na deklarisan broj za novi akumulator, koji u proseku iznosi oko 4000 paljenja. Smanjena potrošnja energije kod poljoprivrednog traktora produžava vek akumulatora, što je od značaja u vremenskim uslovima sa sniženom temperaturom kao i sa ekološkom aspekta.

## ZAKLJUČAK

Analizom potrošnje energije standardnih sijalica svetlosnih uređaja traktora i uštedom energije, ostvarenom sa sprovedenom odgovarajućom zamenom standardnih sijalica sa halogenim sijalicama i LED modulima na raznim modelima poljoprivrednih traktora proizvođača IMR-a, mogu se doneti sledeći zaključci:

- Halogene sijalice i LED moduli odaju veću količinu svetlosti, manju blještavost kao i veću svetlosnu efikasnost, pri manjoj deklariranoj snazi u odnosu na standardne obične sijalice, što rukovaocu traktora daje komfornost i sigurnost u radu i saobraćaju.
- Upotrebom LED modula ostvaruje se ekološko unapređenje jer nisu toksični, ne zagađuju prirodu, traju duže od standardnih sijalica, nisu osetljivi na niske temperature a pri minimalnom naponu akumulatora odaju maksimalan sjaj.
- Dobijena ušteda energije kod poljoprivrednih traktora, ostavrena zamenom standardnih sijalica sa halogenim sijalicama i LED modulima, omogućava duži vek akumulatora, što je od značaja za rukovaoca traktora kao i sa ekološkog aspekta.

## LITERATURA

- [1] Knežević, R. 2003. Standard ii tehnička regulative u oblasti poljoprivredne mehanizacije – prikaz stanja i struktura organizacija. *Traktori i pogonske mašine*. 8:3 (189-195). Novi Sad
- [2] Bracanović, Z., Borak, Đ., Grozdanić, B., Petrović, V. 2012. Luminous efficiency of argicultural tractors, MVM2012-008, *International Congress Motor Vehicles & Motors*, Kragujevac, Srbija, October 3<sup>rd</sup>-5<sup>th</sup>, 538 –542.
- [3] Narendran, N., Hosseinzadeh, R. 2004. Estimating junction temperature of high-flux rwhite LEDs in Ligting emitting diods. *Research,mafacturing and applications VIII. Proceedings of SPIE* 5366.Prague,Czech Republic. <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39810.pdf> (datum pristupa:12.03.2014.)
- [4] Satoshi, K., Kenji, W., Masataka, H., Hisao, K.. 2011. *Ultraviolet Emission from a Diamond pn Junction*, Vol.292 no. 5523 pp. 1899-1901 DOI: 10.1126/science.1060258 Japan. <http://www.sciencemag.org/content/292/5523/1899> (datum pristupa:13.02.2014)
- [5] Ercegović, Đ., Raičević, D., Vukić, Đ. 2000. Faktori koji utiču na rad rukovaoca poljoprivrednih traktora. *Traktori i pogonske mašine* 5 (3-4). Novi Sad.
- [6] Bracanović, Z., Grozdanić, Z., Toplak, Ž., Radosavljević, Z. 2000-2012. *Izveštaji sa laboratorijskih ispitivanja Instituta IMR-a*. Beograd.
- [7] Bracanović, Z., Grozdanić, Z., Toplak, Ž., Radosavljević, Z. 2000-2012. *Izveštaji sa eksploatacionih ispitivanja Instituta IMR-a*. Beograd.
- [8] Tomić, M. 2005. *Oprema motora*. Beograd: Mašinski fakultet.
- [9] Schön, H. 2003. *Elektronik und Computer in der Landwirtschaft*. Eugen Ulmer GmbH; Stuttgart.

### ENERGY SAVING OF AGRICULTURAL TRACTORS WHEN USING DIFFERENT TYPES OF BULBS

**Zlata Bracanović<sup>1</sup>, Velimir Petrović<sup>1</sup>, Branka Grozdanić<sup>1</sup>, Slobodan Janković<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *IMR Institute, Belgrade, Serbia,*

<sup>2</sup> *Technical Faculty of Mihajlo Pupin, Zrenjanin, Serbia.*

**Abstract:** Advanced technologies contributed to the modernization of the tractor, enable the tractor operator efficiency, comfort, safety at work and the movement of traffic. Halogen bulbs and LED modules, as components for updating lighting fixtures of tractors, give a greater amount of light without shadows and brightness. LED modules is characterized by low nominal power and heat broadcasting, due to its composition are non-toxic.

Looking characteristics and purpose of standard bulbs, which are used in agricultural tractor unit of light, is given adequate substitute them with halogen lamps and LED modules. We analyzed the minimum and maximum energy consumption for six models of agricultural tractors production of IMR, when using different light bulbs. There are given some possible variations in the observed energy saving models of tractors, achieved by replacing standard light bulbs to light devices and dashboard of the tractor.

According to the official data on the number of agricultural tractors related to the agricultural census, in Serbia there are around 410 894 double-axle tractors. If it is assumed that 60% of registered tractors production of IMR, I came across fact on possible energy savings for a designed period of time.

**Key words:** *tractor, LED modules, energy.*

Prijavljen: 25.5.2014  
Submitted:  
Ispravljen:  
Revised:  
Prihvaćen: 07.09.2014  
Accepted: