

Principi uštede električne energije sistema javne rasvjete

Marko Ikić, Milomir Šoja, Slobodan Lubura, Srđan Lale
Elektrotehnički fakultet
Istočno Sarajevo, Republika Srpska
marko.ikic@etf.unssa.rs.ba, milomir.voja@etf.unssa.rs.ba,
slubura@gmail.com, slale87@hotmail.com

Nenad Jovančić
KV tim d.o.o
Sarajevo, Bosna i Hercegovina
jovan692@yahoo.com

Sadržaj — U ovom radu dat je pregled principa na kojima se zasniva ušteta električne energije i povećanje efikasnosti sistema javne rasvjete baziranih kako na upotrebi novih tehnologija rasvjetnih tijela tako i uređaja energetske elektronike i obnovljivih izvora električne energije.

Ključne riječi – ušteta, energetska efikasnost, rasvjeta, energetska elektronika.

I. UVOD

Jedan od najvećih problema sa kojim se susrela moderna civilizacija je nagli porast potreba za energijom. Uz izgradnju novih proizvodnih kapaciteta, prije svega onih koji su zasnovani na obnovljivim i ekološki prihvatljivim izvorima, najvažniji način za zadovoljenje naraslih potreba je efikasnije korišćenje postojeće energije. Najnovija istraživanja eminentnih svjetskih instituta, koji se bave problematikom vezanom za energiju, pokazuju da je primjenom savremenih tehnologija moguća ušteta oko 30% električne energije. Izuzetno značajno područje za primjenu metoda efikasnijeg korišćenja električne energije predstavlja rasvjeta, koja u ukupnoj potrošnji učestvuje sa preko 20%.

U većini jedinica lokalne uprave i samouprave (opštine) u Republici Srpskoj, javna rasvjeta se pojavljuje kao veliki (neefikasan) potrošač električne energije i značajna stavka u budžetu. Ozbiljne procjene i provedena istraživanja pokazuju da pojedine opštine u Republici Srpskoj, zavisno od veličine i stepena urbanizacije, na godišnjem nivou plaćaju električnu energiju koju potroše javne rasvjete u iznosu od nekoliko stotina hiljada do nekoliko miliona KM. Ako se tome dodaju i troškovi održavanja, koji iznose oko 50% iznosa plaćenog za energiju, dobiju se, na nivou Republike Srpske, vrtoglave cifre, bilo da se posmatraju kao KM, bilo kao kW. Treba uzeti u obzir i činjenicu da postoji jasan trend stalnog uvođenja novih javnih rasvjeta (dalje povećanje potrošnje električne energije i troškova).

Postojeće javne rasvjete uglavnom su izvedene sa zastarjelim i neefikasnim sijalicama, koje su na kraju životnog vijeka. Iako je u nekim sredinama izvršena zamjena starih živinih sijalica sa efikasnijim natrijumskim, dobijeni efekti su znatno ispod mogućnosti koje nude najsavremenija tehnološka rješenja. Na primjer, efikasnost nove generacije sijalica veća je

za 15-20% u odnosu na klasične, dok je efikasnost svjetiljki povećana sa 70% na 88%, što dovodi do kumulativnog smanjenja potrošnje električne energije od oko 35%, uz isti svjetlosni efekat. Međutim, najsavremenija rješenja zasnovana na kompaktnim fluorescentnim sijalicama (CFL) i svjetlećim diodama (LED) obećavaju smanjenje potrošnje električne energije od oko 75% [1].

Ne treba zanemariti ni činjenicu da su postojeće javne rasvjete potrošači koji negativno utiču na kvalitet električne energije, jer im je zbog ugrađenih prigušnica faktor snage $\cos\phi$ mali, a dodavanje kondenzatora koji rješavaju taj problem zahtijeva određene troškove, a nije uvijek dovoljno efikasno.

Iz navedenog je jasno da projektovanje novih, energetski efikasnih javnih rasvjeta, i poboljšanje efikasnosti postojećih donosi mnogobrojne koristi lokalnim zajednicama, ali i RS u cjelini, od rasterećenja ionako „mršavih“ budžeta i mogućnosti preraspodjele uštedenih sredstava, preko ekoloških (smanjenje emitovanja SO₂), do ispunjenja strogih zahtjeva koje u ovoj oblasti propisuju direktive i standardi koji važe u EU.

II. UŠTEDA ELEKTRIČNE ENERGIJE SISTEMA JAVNE RASVJETE

Javna rasvjeta, kao jedan od najvidljivijih energetskih sistema, predstavlja idealan poligon za razvoj projekata energetske efikasnosti. Zbog svoje vidljivosti i zbog tehničkih rješenja koja su na raspolaganju, ostaje samo pitanje koliko i na koji način se može uštediti. Osnovni problem velike većine sistema javne rasvjete je nedostatak ili nepostojanje informacija o postojećem stanju sistema. Ovaj problem je veoma važan kada se želi sagledati efikasnost sistema javne rasvjete u cjelini.

U ovom radu je navedeno nekoliko principa/načina na osnovu kojih se može uštediti i smanjiti potrošnja električne energije u sistemima javne rasvjete, baziranih na:

- pravilnim podešavanjem vremena uključivanja / isključivanja rasvjete,
- upotrebi astronomskog releja / vremenskog automata,
- upotrebi uređaja za kontinualnu regulaciju svjetlosnog fluksa (intenziteta osvjetljaja),
- zamjenom zastarjelih novim rasvjetnim tijelima.

Da bi se stekla što bolja predstava o mogućim uštedama u troškovima električne energije analiza će se sprovesti za konkretni primjer jednog dijela javne rasvjete na opštini Istočna Ilidža. Rasvjeta je postavljena u ulici Kasindolskog bataljona, napajana sa trafostanice 10/0,4 kV, sa 34 svjetiljke postavljene na stubove visine 10 m, međusobno razmaknutih za 35-40 m. Tip ugrađenih svjetiljki je ONYX 3 sa natrijumovom sijalicom visokog pritiska NAV-T 250 W proizvođača *Minel Schreder*. Cijena utrošene električne energije za sisteme javne rasvjete tarifirana je od strane Elektrodistribucije Pale i iznosi 0,1508 KM/kWh (tokom cijele godine). U tabeli I dati su osnovni podaci i potrošnja električne energije rasvjete za prosječan broj sati rada u godini, kao i podaci po godišnjim dobima.

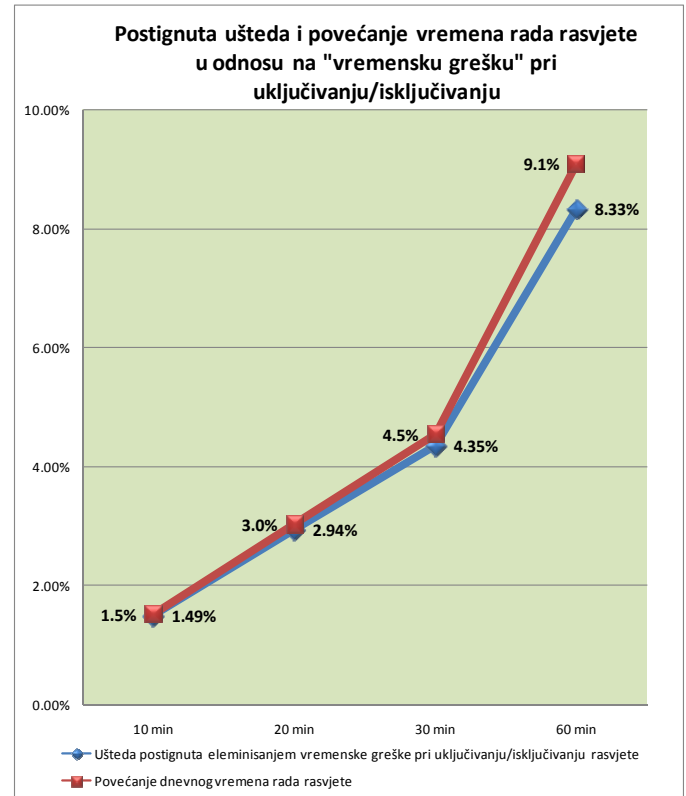
TABELA I. PODACI O JAVNOJ RASVJETI ZA PROSJEČAN BROJ RADNIH SATI U GODINI.

Osnovni podaci	
Tip rasvjete / visina stuba	10 m
Broj montiranih svjetiljki rasvjete	34
Snaga pojedinačnih sijalica rasvjete	250 W
Životni vijek sijalice	14 000 h
Prosječno vrijeme dnevnog rada rasvjete	11 h/dan
Vremenska greška uključivanja/isključivanja rasvjete	30 min
Cijena koštanja el.energije	0.1508 KM/kWh
Potrošnja rasvjete na godišnjem nivou za prosječan broj sati rada	
Prosječan broj sati rada u godini	4197.5 h/god
Potrošnja električne energije	35 678.8 kWh/god
Troškovi električne energije	5 380.4 KM/god
Zima	
Broj zimskih dana u godini	90 dana
Prosječno vrijeme dnevnog rada rasvjete	14 h/dan
Prosječan broj sati rada u godini	1 260 h/god
Potrošnja električne energije	10 710.0 kWh/god
Troškovi električne energije	1 615.1 KM/god
Proljeće / Jesen	
Broj proljeće/jesen dana u godini	184 dana
Prosječno vrijeme dnevnog rada rasvjete	11 h/dan
Prosječan broj sati rada u godini	2 024 h/god
Potrošnja električne energije	17 204.0 kWh/god
Troškovi električne energije	2 594.4 KM/god
Ljeto	
Broj ljetnih dana u godini	91 dana
Prosječno vrijeme dnevnog rada rasvjete	9 h/dan
Prosječan broj sati rada u godini	819 h/god
Potrošnja električne energije	6 961.5 kWh/god
Troškovi električne energije	1 049.8 KM/god

A. Postižanje uštede prilikom pravilnog podešavanja vremenskog automata

Do značajnih efekata u uštedi i smanjenju potrošnje električne energije mogu dovesti jednostavni postupci, kao što je pravilno podešavanje vremenskog automata za uključivanje / isključivanje rasvjete [2]. Tako jedan sat rada duže od neophodnog vremena povećava troškove električne energije za 5-10% a smanjuje životni vijek sijalice za 2-5% zavisno od

doba godine. U tabeli II dat je proračun ušteda koje se postižu pravilnim podešavanjem vremenskog automata za uključivanje / isključivanje javne rasvjete. Prikazano je nekoliko „vremenskih grešaka“ u manipulaciji vremenom uključivanja/isključivanja rasvjete i njegov uticaj na povećanje vremena rada odnosno smanjenja potrošnje električne energije. Na slici 1 prikazani su grafici procentualnog povećanja vremena rada rasvjete, kao i procentualna ušteda pri eliminisanju „vremenske greške“ u manipulaciji vremenom uključivanja/isključivanja rasvjete.



Slika 1. Postignuta ušteda i povećanje vremena rada rasvjete

Sa grafika se primjećuje da čak i eliminacija greške prilikom uključivanja/isključivanja rasvjete od 10 minuta donosi uštedu i smanjenje potrošnje od 1,49%, a greške od 60 minuta dovodi do uštede od 8,33%. Samim tim pravilnim podešavanjem vremenskog automata produžava se i životni vijek rasvjete (smanjuju troškovi održavanja) od 1,47% za 10 minutnu do 7,69% za 60 minutnu grešku u manipulaciji.

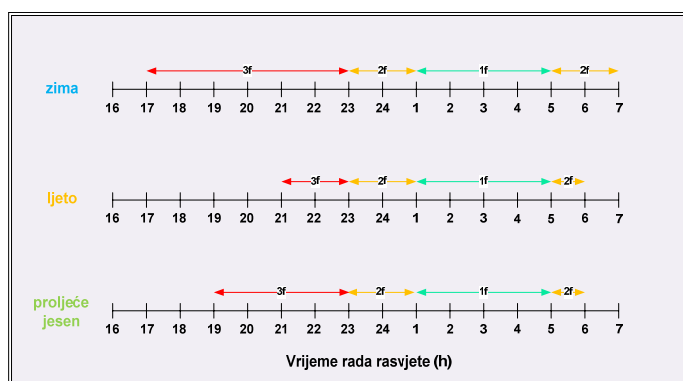
TABELA II. POSTIGNUTA UŠTEDA PRILIKOM PRAVILNOG PODEŠENJA VREMENSKOG AUTOMATA

Postignuta ušteda prilikom prilagođenja vremena uključivanja/isključivanja rasvjete						
Vremenska greška pri uključivanju/isključivanju u rasvjete	Povećanje dnevnog vremena rada rasvjete	Potrošnja el. energije rasvjete	Troškovi utrošene el.energije	Ušteda postignuta eliminisanjem vremenske greške pri uključivanju/isključivanju rasvjete		
0 min	0.0%	34 127.5 kWh/god	5 146.43 KM/god	0.0 kWh/god	0.0 KM/god	0.00%
10 min	1.5%	34 644.6 kWh/god	5 224.40 KM/god	517.1 kWh/god	77.98 KM/god	1.49%
20 min	3.0%	35 161.7 kWh/god	5 302.38 KM/god	1 034.2 kWh/god	155.95 KM/god	2.94%
30 min	4.5%	35 678.8 kWh/god	5 380.36 KM/god	1 551.3 kWh/god	233.93 KM/god	4.35%
60 min	9.1%	37 230.0 kWh/god	5 614.28 KM/god	3 102.5 kWh/god	467.86 KM/god	8.33%

Rad je nastao u okviru projekta „UŠTEDA I POBOLJŠANJE KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U SISTEMU JAVNE RASVJETE PRIMJENOM SAVREMENIH TEHNOLOGIJA“, finansiran od strane Ministarstva nauke i tehnologije u Vladi Republike Srpske, 2012. godine.

B. Upotreba astronomskog releja

Ušteda električne energije koja se postiže na osnovu upotrebe astronomskog releja kumulativno se uvećava u odnosu na uštedu koja se postiže pravilnim podešavanjem vremena uključenja/isključenja javne rasvjete. Veći procenat uštede se postiže tako što se napravi program (plan) rada dijela rasvjete sa redukovanim intezitetom osvijetljenja. Pošto su pretežno sistemi javne rasvjete priključeni na trofaznu mrežu, a astronomski relej se montira na sve tri faze, određenim isključivanjem pojedinih faza u toku rada rasvjete smanjuje se potrošnja, a ujedno povećava životni vijek rasvjetnih tijela. U tabeli III dati su različiti programi rada sa redukovanim intezitetom osvijetljenja i procentualnom uštedom koja se tada postiže za prosječno vrijeme dnevnog rada rasvjete od 11 h. Do optimalnog plana rada potrebno je doći kompromisom između određenih oprečnih kriterijuma, kao što su zahtjevi za zadovoljavajućim nivoom osvijetljenja, prioritet uštede električne energije, važnost dionice koja se osvijetljava itd. Na slici 2 je predložen plan rada rasvjete, a ušteda koja se tom prilikom postiže data je u tabeli IV.



Slika 2. Plan rada rasvjete po godišnjim dobima

TABELA III. PROCENTUALNA UŠTEDA ELEKTRIČNE ENERGIJE POSTIGNUTA UPOTREBOM ASTRONOMSKOG RELEJA

Uštede pri isključivanju pojedinih faza javne rasvjete				Računato za prosječno vrijeme dnevnog rada sijalice od 11 h				
Program rada	Broj uključenih faza			Potrošnja el. energije rasvjete	Troškovi utrošene el.energije	Ušteda pri isključivanju pojedinih faza rasvjete		
	3 faze	2 faze	1 faza					
1	3 h	3 h	5 h	20 683.3 kWh/god	3 119.05 KM/god	14 995.4 kWh/god	2 261.31 KM/god	42.03%
2	3 h	4 h	4 h	21 717.5 kWh/god	3 275.0 KM/god	13 961.3 kWh/god	2 105.36 KM/god	39.13%
3	3 h	5 h	3 h	22 751.7 kWh/god	3 430.95 KM/god	12 927.1 kWh/god	1 949.40 KM/god	36.23%
4	4 h	3 h	4 h	22 751.7 kWh/god	3 430.95 KM/god	12 927.1 kWh/god	1 949.40 KM/god	36.23%
5	4 h	4 h	3 h	23 785.8 kWh/god	3 586.90 KM/god	11 892.9 kWh/god	1 793.45 KM/god	33.33%
6	4 h	5 h	2 h	24 820.0 kWh/god	3 742.86 KM/god	10 858.8 kWh/god	1 637.50 KM/god	30.43%
7	5 h	3 h	3 h	24 820.0 kWh/god	3 742.86 KM/god	10 858.8 kWh/god	1 637.50 KM/god	30.43%
8	5 h	4 h	2 h	25 854.2 kWh/god	3 898.81 KM/god	9 824.6 kWh/god	1 481.55 KM/god	27.54%
9	6 h	2 h	3 h	25 854.2 kWh/god	3 898.81 KM/god	9 824.6 kWh/god	1 481.55 KM/god	27.54%
10	6 h	3 h	2 h	26 888.3 kWh/god	4 054.76 KM/god	8 790.4 kWh/god	1 325.59 KM/god	24.64%

TABELA IV. UŠTEDA ELEKTRIČNE ENERGIJE PO GODIŠNIM DOBIMA I UNAPRIJED UTVRĐENOM PLANU RADA (ISKLJUČIVANJA ODREĐENIH FAZA RASVJETE)

Proračun uštede za različita godišnja doba								
Program rada	Broj uključenih faza			Potrošnja el. energije rasvjete	Troškovi utrošene el.energije	Ušteda pri isključivanju pojedinih faza rasvjete		
	3 faze	2 faze	1 faza					
zima	6 h	4 h	4 h	7 650.0 kWh	1 153.62 KM/god	3 060.0 kWh	461.45 KM/god	28.57%
proljeće / jesen	4 h	3 h	4 h	11 469.33 kWh	1 729.58 KM/god	5 734.67 kWh	864.79 KM/god	33.33%
ljeto	2 h	3 h	4 h	4 125.33 kWh	622.10 KM/god	2 836.17 kWh	427.69 KM/god	40.74%
						11 630.83 kWh	1 753.93 KM/god	34.22%

C. Optimizacija sistema javne rasvjete upotrebom uređaja za kontinualnu regulaciju svjetlosnog fluksa

Razvojem energetske elektronike, na tržištu su sve više prisutni uređaji za kontinualnu regulaciju svjetlosnog fluksa. Glavna prednost ovakvih uređaja, u odnosu na uređaje za diskretnu regulaciju fluksa, sastoji se u tome što mogu da se programiraju za fino podešavanje svjetlosnog fluksa, a u kvalitetnijim izvedbama i da obezbjede stabilan napon napajanja osvijetljenja (i u uslovima varijacija mrežnog napona). Već sama karakteristika stabilizacije napona, koju obezbjeđuju uređaji ovakvog tipa, ima značajne pozitivne efekte na uštedu električne energije, jer je često u noćnom periodu mrežni napon viši od nominalnog, pa je i potrošnja električne energije izvora svjetlosti tada veća od nominalne. Osim toga, stabilan napon napajanja obezbjeđuje duži vijek izvora svjetlosti, jer stabilizuje radnu temperaturu koja direktno zavisi od napona napajanja (u slučaju povećanja mrežnog napona ona se povećava i uzrokuje brže starenje). Uređaji ovakvog tipa mogu da rade u kombinaciji sa svim tipovima izvora svjetlosti koji se danas koriste u javnoj rasvjeti (inkandescentni, fluorescentni, indukcioni, natrijumovi visokog i niskog pritiska, živini i metal-halogeni). Ovakvi uređaji posjeduju upravljačku jedinicu preko koje se vrši programiranje njihovog rada. Uređaj se programira tako što se definišu radni naponi (naponi na izlaznim priključcima) za određene vremenske periode u toku rada rasvjete. Obično se uređaj programira tako da obezbjeđuje napon blizak nominalnom u večernjim satima (najveća gustina vozila i pješaka) i snižene napone u noćnim satima.

Uređaj obezbjeđuje spore promjene efektivne vrijednosti napona napajanja, koje izazivaju spore promjene svjetlosnog fluksa, koje vozači i pješaci praktično ne primjećuju, a sprječavaju se i brze promjene temperature sijalica i svjetiljki, koje bi negativno uticale na njihov radni vijek.

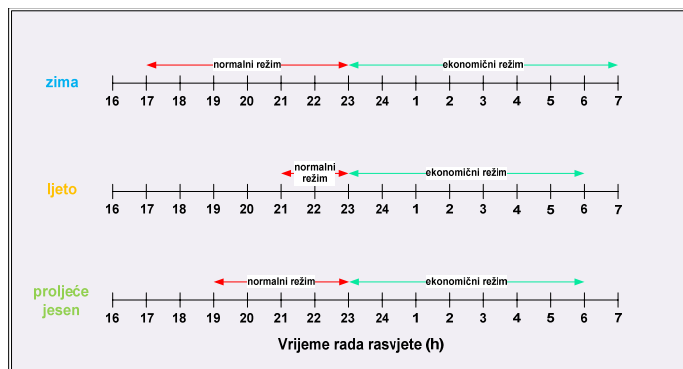
TABELA V. UŠTEDA ELEKTRIČNE ENERGIJE POSTIGNUTA UPOTREBOM UREĐAJA ZA KONTINUALNU REGULACIJU SVJETLOSNOG FLUKSA ZA NEKOLIKO RAZLIČITIH PROGRAMA RADA

Uštede pri kontinualnoj regulaciji intenziteta osvjjetljenja			Računato za prosječno vrijeme dnevnog rada sijalice od 11 h				
Program rada			Potrošnja el. energije rasvjete	Troškovi utrošene el.energije	Uštede pri kontinualnoj regulaciji intenziteta osvjjetljenja rasvjete		
	Nominalni	Ekonomični					
1	11 h	0 h	34 127.50 kWh/god	5 146.43 KM/god	1 551.25 kWh/god	233.93 KM/god	4.35%
2	0 h	11 h	20 894.39 kWh/god	3 150.87 KM/god	14 784.36 kWh/god	2 229.48 KM/god	41.44%
3	4 h	7 h	25 706.43 kWh/god	3 876.53 KM/god	9 972.32 kWh/god	1 503.83 KM/god	27.95%
4	5 h	6 h	26 909.44 kWh/god	4 057.94 KM/god	8 769.31 kWh/god	1 322.41 KM/god	24.58%
5	6 h	5 h	28 112.45 kWh/god	4 239.36 KM/god	7 566.30 kWh/god	1 141.0 KM/god	21.21%
6	7 h	4 h	29 315.46 kWh/god	4 420.77 KM/god	6 363.29 kWh/god	959.58 KM/god	17.83%

TABELA VI. UŠTEDA ELEKTRIČNE ENERGIJE POSTIGNUTA UPOTREBOM UREĐAJA ZA KONTINUALNU REGULACIJU SVJETLOSNOG FLUKSA ZA PREDLOŽENI PROGRAM RADA UREĐAJA

Program rada			Potrošnja el. energije rasvjete	Troškovi utrošene el.energije	Uštede pri kontinualnoj regulaciji intenziteta osvjjetljenja rasvjete		
	Nominalni	Ekonomični					
zima	6 h	8 h	8 336.94 kWh/god	1 257.21 KM/god	2 373.06 kWh/god	357.86 KM/god	22.16%
p / j	4 h	7 h	12 958.86 kWh/god	1 954.20 KM/god	4 245.14 kWh/god	640.17 KM/god	24.68%
ljetno	2 h	7 h	4 862.0 kWh/god	733.19 KM/god	2 099.50 kWh/god	316.60 KM/god	30.16%
			Σ		8 717.70 kWh/god	1 314.63 KM/god	25.66%

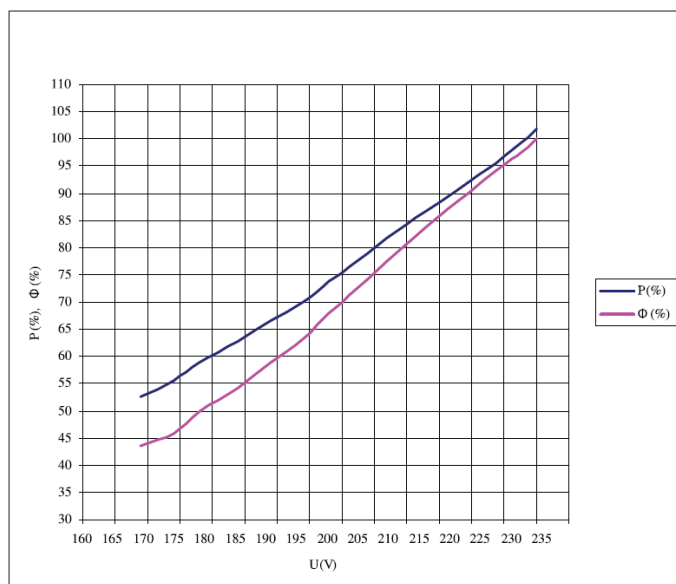
U tabeli V data je ušteda koja se postiže upotrebom uređaja za kontinualnu regulaciju svjetlosnog fluksa za nekoliko različitih programa rada uređaja. Pravilan izbor programa rada uređaja podrazumijeva optimalan kompromis između zadovoljenja fotometrijskih zahtjeva i potrošnje električne energije. Na slici 3 predložen je režim rada uređaja (ciklus programiranih promjena napona na priključcima jednog dijela javne rasvjete), a u tabeli VI moguća ušteda po godišnjim dobima.



Slika 3. Predloženi program rada uređaja

Sprovedena analiza uštede je urađena za uređaj M-BOX *Lighting Control Device* proizvođača *Elektro Energy d.o.o* [3] [4] faktora korisnog dejstva $\approx 98\%$ i zavisnosti ulazne snage i svjetlosnog fluksa od izlaznog napona uređaja datoj na slici 4. Sa slike 4 se uočava da za natrijumovu sijalicu visokog pritiska, čiji je minimalni radni napon 180 V predložen u ekonomičnom režimu rada, ulazna snaga predstavlja $\approx 61\%$ instalisane, dok je nivo osvjjetljenja pri tome pao na zadovoljavajućih 52% od onog pri nominalnim uslovima rada. Ušteda koja se pri tome postiže prelazi 25,66% na godišnjem nivou. U zavisnosti od tipa izvora i režima rada uštede u potrošnji električne energije dostižu i do 40%. Pored navedenih prednosti nije zanemarljivo ni smanjenje troškova održavanja

regulisanog sistema: životni vijek svjetlosnih izvora koji rade na sniženom i regulisanom naponu se značajno produžava (do 30%).



Slika 4. Snaga na ulazu i svjetlosni fluks u zavisnosti od napona na izlazu M-BOX-a za natrijumovu sijalicu visokog pritiska [3]

D. Postizanje uštede prilikom zamjene starih rasvjetnih tijela novijim savremenijim (CFL)

Veoma bitan aspekt kod uštede odnosno smanjenja potrošnje električne energije javne rasvjete predstavlja i zamjena zastarjelih, neefikasnih, tipova rasvjetnih tijela novijim, energetski efikasnijim. U većini lokalnih samouprava javna rasvjeta je izvedena sa neefikasnim živinim sijalicama nominalnih snaga 125 W, 150 W i 250 W i natrijumovim sijalicama visokog pritiska 150 W, 250 W i rijetko 400 W koje tokom svoje eksploatacije kontinualno gube svoje

karakteristike (najčešće efikasnost izvora lm/W). U tabeli VII dat je pregled nekih od karakteristika rasvjetnih tijela koja se ugrađuju (mogu ugraditi) u javne rasvjete. U ovom radu je predložena zamjena zastarjelih rasvjetnih tijela CFL sijalicama odgovarajućih snaga. Za svaki utvrđeni tip rasvjete treba odabrati odgovarajuća nova rasvjetna tijela [5], koja će uz minimalne investicione troškove omogućiti najveću uštedu. Treba voditi računa ne samo o cijeni samih rasvjetnih tijela već i o složenosti i cijeni zamjene starih sijalica sa novim, mogućnosti nabavke, troškovima održavanja, uticaju na kvalitet električne energije i td. [6]

TABELA VII. PREGLED KARAKTERISTIKA RASVJETNIH TIJELA [7]

Izvor svjetlosti (rasvjetno tijelo)	Vijek trajanja (h)	Efikasnost izvora (lm/W)	Indeks reprodukcije boje (CRI)	Odnos cijena izvora svjetlosti
Inkandescentna	1 000	15	100	0,1x
Živa visokog pritiska	6 000	50-55	45	0,4x
Natrijum visokog pritiska	14 000	80-120	25	1x
Natrijum niskog pritiska	10 000	200	-	2x
Metal-halogena	6 000	75-85	85	2x
CFL	10 000	55-70	80	1,2x
Energetski efikasna fluo lampa (T5)	10 000	100-120	75	1,2x
LED	50 000	70-160	90	2,5x

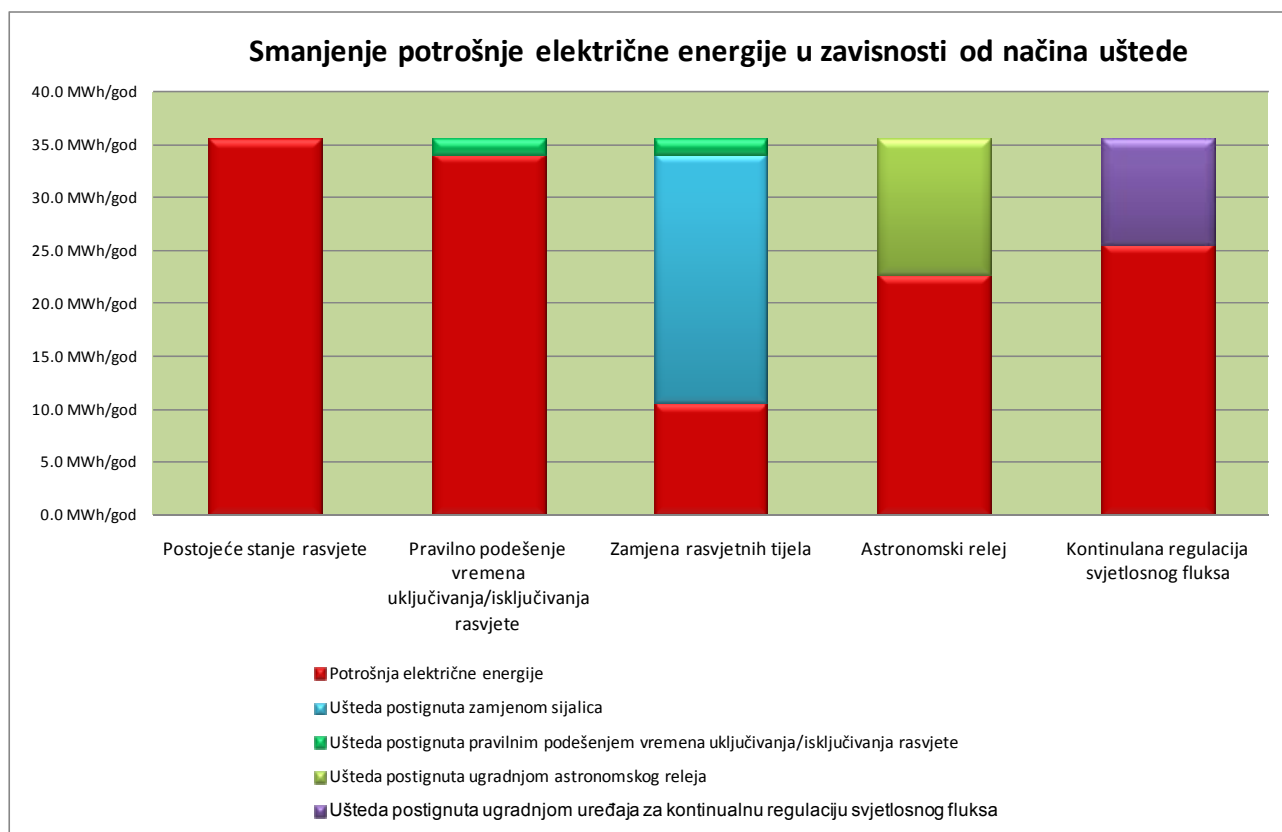
U ovom radu predložen je postupak zamjene postojećih sijalica štednim CFL nominalne snage 85 W proizvođača *VivoOne*. Karakteristike sijalica iz tabele VII pokazuju da je svjetlosna efikasnost štednih sijalica niža od natrijumovih sijalica visokog pritiska pa će iz tog razloga i nivo osvjetljenja dionice biti nešto niži nego što je bio prije zamjene. Ukoliko se sagledaju činjenice sa terena koje govore da, u cilju uštede i smanjenja troškova javne rasvjete, opštine u kasnim noćnim satima potpuno gase rasvjete, opravdanost ovog postupka dobija na značaju.

TABELA VIII. SMANJENJE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE I POSTIGNUTA UŠTEDA ZAMJENOM SIJALICA NA GODIŠNEM NIVOU

Podaci o rasvjetnim tijelima			
	postojeća	zamjenska	
	NAV-T	CFL	
Nazivna snaga sijalice	250 W	85 W	
Cijena koštanja sijalice	34 KM	30 KM	
Svjetlosni fluks sijalice	20 000 lm	6 000 lm	
Zivotni vijek sijalice	14 000 h	10 000 h	

Ušteda rasvjete na godišnjem nivou za prosječan broj sati rada			
	postojeća	zamjenska	ušteda
Potrošnja električne energije	35 678.8 kWh/god	12 130.8 kWh/god	23 548.0 kWh/god
Troškovi električne energije	5 380.4 KM/god	1 829.3 KM/god	3 551.1 KM/god
			66%

Troškovi investicije			
Potreban broj sijalica	34		
Troškovi nabavke sijalica	1020 KM		
Troškovi zamjene sijalica	425 KM		
Ukupna investicija	1445 KM	ušteda	
Ukupni troškovi rasvjete	3 274.3 KM/god	2 106. KM/god	39.14%



Slika 5. Smanjenje potrošnje električne energije u zavisnosti od načina uštede

U tabeli VIII dat je proračun ušteda koje se postižu zamjenom rasvjetnih tijela. Iz tabele se vidi da se potrošnja električne energije smanjila za 66%, dok se za proračun uštede odnosno smanjenja troškova na godišnjem nivou mora uzeti u obzir i troškovi nabavke i troškovi ugradnje novih rasvjetnih tijela. Ušteda koja se postiže uzimajući prethodno navedene parametre iznosi 39,14% konkretno za dati slučaj. Investicija u ovaj metod uštede se isplaćuje tek za 4,88 mjeseci.

III. POREĐENJE PRIKAZANIH NAČINA UŠTEDE

Na osnovu analize mogućih načina za postizanje uštede i smanjenja potrošnje električne energije sistema javne rasvjete moguće je izvući određene zaključke i definisati moguće strategije koje bi uz minimalne investicije dovele do uštede i električne energije i pratećih troškova. Na slici 5 grafički je prikazana potrošnja električne energije (označena crvenom bojom), kako za postojeće stanje javne rasvjete tako i za prethodno analizirane postupke koji dovode do ušteda.

Ugradnja astronomskog releja u sistem javne rasvjete i definisani plan rada isključivanja pojedinih faza dovodi do uštede i do 35% utrošene električne energije. Troškovi investicije potrebni za instalaciju astronomskog releja ogledaju se u troškovima nabavke astronomskog releja (upravljačka elektronika sa pametnim senzorom + trofazni kontakter) i troškovima montaže, što za navedeni primjer iznose oko 400 KM, čime se omogućava otplata za 2,5 mjeseca.

Upotreba uređaja za kontinualnu regulaciju svjetlosnog fluksa dovodi do uštede i do 28% prema predloženom planu rada rasvjete sa nominalnim i ekonomičnim režimom rada uređaja. Investicija potrebna za nabavku i ugradnju ovog uređaja iznosi (za 10 kVA nazivne snage) oko 3000 KM što dovodi do otplate investicije kroz dvije godine u odnosu na uštede novca u troškovima za električnu energiju.

Postupak zamjene rasvjetnih tijela dovodi do najznačajnijih ušteda električne energije. Ugradnjom pametnog senzora i zamjenom rasvjetnih tijela postiže se i do 70% uštede električne energije. Investicija se ogleda u nabavci rasvjetnih tijela i njihovoj montaži što za navedeni primjer iznosi oko 1500 KM i rokom otplate od 5 mjeseci.

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu dat je pregled principa uštede električne energije sistema javne rasvjete. Navedeno je nekoliko različitih načina kojima se može postići ušteda odnosno smanjenje potrošnje električne energije sistema javne rasvjete. Data je analiza načina kojima se omogućava ušteda kao i rezultati sprovedene analize na jednom dijelu javne rasvjete u opštini Istočna Ilidža. Budući rad se zasniva na određivanju optimalnih strategija kojima bi se došlo do upotrebe/instalacije LED rasvjete uz minimalne početne investicije kao i svodenje troškova za električnu energiju sistema javne rasvjete na nulu.

LITERATURA

- [1] Minel Schreder: „Urbano osvjetljenje“, www.minel-schreder.rs, decembar 2012.
- [2] Philip Simpson, Marko Kannisto: „Intelligent Lighting Controller Measures Ambient Light and Tracks Time“, april 2012.
- [3] Elektro Energy d.o.o. „M-BOX Lighting Control Device“, katalog 2012. www.elektroenergy.com, decembar 2012.
- [4] „Izveštaj o realizaciji pilot projekta primene uređaja za uštedu električne energije M-BOX pomoću koga se vrši centralna kontinualna regulacija svjetlosnog fluksa u funkcionalnom javnom osvetljenju“, Elektrotehnički fakultet Beograd, maj 2011.
- [5] Economical long-life light sources with plug-in bases, Compact Fluorescent Lamps OSRAM DULUX®, Technical Guide, www.osram.com, decembar 2012.
- [6] GFA Consulting Group: „Tehno-ekonomska analiza zamene i modernizacije javnog osvetljenja opština Novi Bečej, Smederevska Palanka i Varvarin“, Beograd, avgust 2009.
- [7] Daniel Davidović: „Modernizacija javnog osvetljenja u opštinama u Srbiji“, Beograd, septembar 2009.

ABSTRACT

In this paper the overview of principles/methods for energy savings and improving efficiency of public street lighting systems using new lighting technologies, renewable energy sources and power electronics devices is given.

METHODS OF ENERGY SAVINGS IN PUBLIC STREET LIGHTING SYSTEMS

Marko Ikić, Milomir Šoja, Slobodan Lubura, Srđan Lale,
Nenad Jovančić