

**OPĆINA BOGDANOVCI**

# **ELABORAT**

## **MODERNIZACIJA JAVNE RASVJETE OPĆINE BOGDANOVCI**

**Energetska učinkovitost i samodrživost**

**Provedba projekta putem ugovora o energetskej usluzi**

**Siječanj 2015.**

## Sadržaj

<b>1. OSNOVNI CILJEVI.....</b>	<b>2</b>
1.1 Energetska učinkovitost .....	2
1.2 Zaštita okoliša .....	2
1.3 Povećanje sigurnosti .....	2
1.4 Energetska neovisnost i samoodrživost .....	3
<b>2. TEHNIČKI OPIS.....</b>	<b>4</b>
2.1 Postojeće stanje .....	4
2.2 Plan unapređenja javne rasvjete .....	4
2.3 Regulacija rada svjetiljki .....	6
2.4 Energetski izračun .....	7
2.5 Izgradnja solarnog parka .....	8
2.6 Smanjenje emisije CO <sub>2</sub> .....	9
<b>3. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>10</b>
<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>11</b>
<b>PRILOZI .....</b>	<b>12</b>
A. Troškovnik radova.....	12
B. Tehničke karakteristike LED rasvjete .....	17
C. Tehničke karakteristike solarnih modula .....	19

## **1. OSNOVNI CILJEVI**

Sa ciljem poboljšanja kvalitete javne rasvjete i ispunjavanja potrebnih svjetlotehničkih zahtjeva pristupilo se analizi postojećeg stanja i izradi prijedloga novog kvalitetnijeg rješenja.

### **1.1 Energetska učinkovitost**

Zamjenom postojećih svjetiljki te ugradnjom novih energetski učinkovitijih svjetiljki smanjit će se utrošak električne energije a ujedno postići smanjenje angažirane snage i opterećenje električne mreže. Dodatna ušteda postiže se regulacijom snage u više nivoa osvjetljenja tijekom noći. Proračunom nove rasvjete u skladu sa svjetlotehničkim zahtjevima svjetiljke će biti primjerene snage što u postojećoj situaciji uglavnom nije slučaj za odabrani izvor svjetlosti. Nove svjetiljke će zahtijevati minimalno održavanje čime se postiže dodatna energetska učinkovitost i dulji vijek trajanja.

Novo rješenje predlaže se u skladu sa Zakonom o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (NN 114/11) i normi HRN EN 13201. Svakodnevno uočljiva i dostupna, energetski učinkovita javna rasvjeta potiče svijest stanovnika o potrebi i prednostima učinkovitog korištenja energije.

### **1.2 Zaštita okoliša**

Ugradnja ekološki prihvatljivih izvora svjetlosti i osiguranje njihove veće energetske učinkovitosti rezultira manjim zagađenjem okoliša, smanjenjem emisija štetnih plinova i efekta globalnog zatopljenja. Također, i troškovi zbrinjavanja su puno manji, zbog puno duljeg vijeka trajanja i zbog materijala, za razliku od postojećih svjetlosnih izvora sa natrijevim i živinim žaruljama koje poslije demontaže treba odgovarajuće zbrinuti.

Upotrebom novih „full cut off“ svjetiljki smanjuje negativni utjecaj na životinjski i biljni svijet, svjetlinu nebe te na zdravlje ljudi uslijed provalnog svjetla u stambene objekte. Stoga je pri montaži svjetiljki potrebno paziti na njihovo pravilno postavljanje.

### **1.3 Povećanje sigurnosti**

Ispunjavanjem svjetlotehničkih zahtjeva prema normi HRN EN 13201 postiže se veća sigurnost u prometu, kao i opća sigurnost građana. Postojeća rasvjeta nema razinu srednje luminacije niti njenu jednodolnost, te nije postignuto ograničenje blještanja.

U proračunima nove rasvjete vrši se odabir svjetiljki prema klasama ceste u jedinici lokalne samouprave.

#### **1.4 Energetska neovisnost i samoodrživost**

U skladu sa smjericama EU, u svrhu ostvarenja i unapređenja energetske učinkovitosti izrađuje se model energetske samoodrživosti kroz implementaciju solarnog parka sukladno potrebama jedinice lokalne samouprave.

Izgradnjom solarnog parka osiguravaju se dugoročne koristi: veći stupanj neovisnosti o vanjskim izvorima energije, potrošnja se odvija na lokaciji ili u blizini proizvodnje energije što smanjuje gubitke energije u prijenosu, veća konkurentnosti primjenom tehnološki naprednih rješenja.

Proizvedena električna energija istosmjernog napona će se, sukladno potrebama jedinice lokalne samouprave, preko regulatora akumulirati u solarne baterije kapaciteta 3-5 kišnih dana radi smanjena proizvodnje u oblačnim razdobljima.

## 2. TEHNIČKI OPIS

### 2.1 Postojeće stanje

Svjetiljke javne rasvjete ugrađene su na stupove namijenjene javnoj rasvjeti, samostalne visilice te krovne stalke. Visine stupova variraju od 4 -10 metara. Izvori svjetlosti su natrijeve i živine žarulje različite snage.

Sustav javne rasvjete nema potrebnu regulaciju tako da se u nastojanju smanjenja troškova javne rasvjete pribjegava isključenju rasvjete što dodatno utječe na kvalitetu rasvjete, te opću i prometnu sigurnost. Svjetiljke nemaju prenaponsku zaštitu što ih čini osjetljivima na pojave prenapona i oscilacije napona.

Na lošiju kvalitetu rasvjete također utječe zamućenost velikog broja sjenila na svjetiljkama. Postojeća rasvjetna tijela nepotrebno osvjetljavaju fasade građevina. Svjetiljke nisu izvedbe „full cut off“ čime se nepotrebno troši energija i ne osigurava primjena odredbi Zakona o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja.

Pregled postojećeg stanja sustava javne rasvjete prikazan je u *Tablici 1.*

*Tablica 1. Postojeće stanje po vrstama rasvjetnih tijela*

	Vrsta rasvjetnog tijela	Tip žarulje	Količina
1	VT Na - snaga 150 W	Natrij	250
2	VT Na - snaga 250 W	Natrij	74
	<b>UKUPNO</b>		<b>324</b>

### 2.2 Plan unapređenja javne rasvjete

Analiza postojećeg stanja i planirana rekonstrukcija postojeće javne rasvjete u pogledu energetske učinkovitosti načinjena je temeljem podataka o potrebnoj klasi ceste, širini ceste, međusobnom razmaku stupova, udaljenosti pojedinog stupa od ruba ceste, visini postavljene svjetiljke.

Od postojeće instalacije javne rasvjete kroz ovo tehničko rješenje zadržavaju se stupovi kao i postojeća kabelska mreža, dok se postojeće svjetiljke demontiraju i zamjenjuju novim, suvremenijim i efikasnijim svjetiljkama LED rasvjete. Ukoliko su tijela postojeće rasvjete u dobrom stanju moguće ih je zadržati u sustavu buduće javne rasvjete uz uvjet da zamjenski svjetlosni izvori imaju iste karakteristike i jamstveni rok kao i nove svjetiljke. Demontirane svjetiljke i svjetlosni izvori moraju se odgovarajuće zbrinuti zbog zaštite okoliša. Nosači svjetiljki (krakovi) na betonskim stupovima zadržavaju se, na dio armiranobetonskih stupova koji su postavljeni 3-5 m od ruba ceste postavljaju se novi metalni lukovi.

LED rasvjetna tijela ispunjavaju tehničke zahtjeve u pogledu zahtijevane dokumentacije o kvaliteti, sigurnosnih standarda EMC i LVD. Novopredviđene svjetiljke sukladne su sa sljedećim normama: EN60598-1, EN60598-2-3, EN61547, EN62031, EN55015, EN61000-3-2, EN61000-3-3 i posjeduju RoHs certifikat. Životni vijek im je preko 50.000 radnih sati, boja svjetlosti je max 4000K, rasvjetljenost led diode minimalno 80 lm/W, imaju ugrađen vlastiti osigurač i preponsku zaštitu. Svjetiljke snage 56W i više imaju regulirajuće napajanje s nekoliko mogućnosti upravljanja radi smanjenja snage u periodima noći s manjim prometom.

Radi racionalnog korištenja energije uz zadržavanje pune funkcionalnosti moguće je na pojedinim površinama koristiti regulaciju rada svjetiljki u različitim periodima, senzorsko uključivanje, uključivanje po potrebi i potpuno isključivanje.

Parametri postojeće rasvjete i odabir novih svjetiljki prema rezultatima proračuna prikazani su u *Tablicama 2 i 3*.

*Tablica 2. Parametri postojeće rasvjete*

RB	POSTOJEĆA RASVJETA			
	Postojeće svjetiljke	Potrošnja (W)	Kom	Ukupna snaga (kW)
1	VT Na - snaga 125 W - JR	157	250	39,25
2	VT Na - snaga 150 W - JR-1	188	74	13,91
		<b>324</b>		<b>53,16</b>

*Tablica 3. Odabir novih svjetiljki prema rezultatima proračuna*

RB	NOVA RASVJETA			
	LED rasvjeta	Potrošnja (W)	Kom	Ukupna snaga (kW)
1	GSL-240-56W	67	250	16,75
2	GSL-240-84W	100	74	7,40
		<b>324</b>		<b>24,15</b>

U nastavku je prikazana rekapitulacija po vrsti i broju postojećih i novih svjetiljki.

*Tablica 4. Rekapitulacija po vrstama i broju svjetiljki*

RB	POSTOJEĆA RASVJETA				NOVA RASVJETA			
	Snaga (W)	Kom	Ukupna snaga (kW)	God.potrošnja (kWh)	Snaga (W)	Kom	Ukupna snaga (kW)	God.potrošnja (kWh)
1	157	250	39,25	160.925	67	250	16,75	68.675
2	188	74	13,91	57.039	100	74	7,40	30.340
	<b>324</b>		<b>53,16</b>	<b>217.964</b>	<b>324</b>		<b>24,15</b>	<b>99.015</b>

## 2.3 Regulacija rada svjetiljki

Umanjenje snage regulacijom rada svjetiljki omogućava postizanje dodatnih ušteda. Za izračun ukupne potrošnje koristi se podatak od 4100 radnih sati javne rasvjete tijekom godine.<sup>1</sup>

Novopredviđene svjetiljke snage led modula 56W, 84W i 140W i više imaju posebno projektirano napajanje s mogućnošću smanjenja snage u periodu manjeg prometa.

U ovom modelu koristit će se GSL Dimmer preprogramirana redukcija svjetlosti kroz 5 fleksibilnih perioda i nivoa redukcije snage i svjetlosti. Svaki period može se podesiti za svako trajanje i nivo redukcije svjetlosti. Sustav se pali i gasi automatski pomoću luksomata. Napajanje mjeri tijekom prva tri dana rada sustava (i kontrolno tijekom svaka tri dana) vremena paljenja i gašenja rasvjetnog sustava. Na osnovi tih informacija određuje se samostalno virtualna ponoć. Sustav nije ovisan o trajanju noći jer svaka tri dana ponovo određuje vremena paljenja i gašenja sustava. Time se regulacijom rada i perioda osvjetljenja mogu ostvariti dodatne uštede u odnosu na izračune prikazane u ovom elaboratu, a u skladu sa specifičnim potrebama jedinice lokalne samouprave. *Tablica 5.* prikazuje odabrani režim rada na dva primjera.

*Tablica 5. Primjeri perioda regulacije nivoa rasvjete*

DOBA DANA	TRAJANJE	DOBA DANA	TRAJANJE	%TRAJANJA	NIVO RASVJETE
21:00 - 23:28	2:28:00	16:30 - 21:00	4:30:00	31%	100%
23:28 - 00:35	1:06:00	21:00 - 23:00	2:00:00	14%	70%
00:35 - 03:53	3:18:00	23:00 - 05:00	6:00:00	41%	50%
03:53 - 04:26	0:33:00	05:00 - 06:00	1:00:00	7%	70%
04:26 - 05:00	0:33:00	06:00 - 07:00	1:00:00	7%	100%
	7:58:00		14:30:00	100%	

Ušteda prema prikazanom planu regulacije prikazana je u *Tablici 6.* Izračun je napravljen na primjeru svjetiljke GSL-240-56W. Ukupno potrošena energija bez regulacije iznosila bi 258,30 kWh dok ukupno potrošena energija sa regulacijom iznosi 189,08 kWh, što predstavlja uštedu od **26,80%**.

*Tablica 6. Proračun uštede regulacijom rada svjetiljke GSL-240-56W*

Intenzitet rasvjete (%)	Udio sati prema trajanju (%)	Broj radnih sati (h)	Snaga (kW)	Potrošnja (kWh)	Ušteda (%)
100	0,38	1558	98,15	152.923,93	
70	0,21	861	37,97	32.692,26	
50	0,41	1681	52,95	89.011,47	
	1,00	4100	189,08	274.627,66	26,80

<sup>1</sup> Prema Pravilniku o metodologiji za praćenje, mjerenje i verifikaciju uštede energije u neposrednoj potrošnji („Narodne novine“ broj 77/12) referentni broj radnih sati sustava javne rasvjete iznosi 4.100 h/godišnje

## 2.4 Energetski izračun

Cijena utrošene energije iznosi 0,87 kn/kWh, čemu se dodaje još 0,005 kn/kWh za obnovljive izvore energije. Navedene cijene ne uključuju PDV. *Tablica 7* prikazuje izračun godišnje cijene energije uspoređujući utrošak za postojeću i novu rasvjetu.

*Tablica 7. Izračun ukupne godišnje cijene energije*

Vrsta rasvjete	Broj sati rada/god	Snaga	God. potrošnja	Jed.cijena energije	Cijena utrošene energije/god	Potrošnja / 10 god
	h	kW	kWh	kn	kn	kWh
Postojeća rasvjeta	4100	53,162	217.964,20	0,875	190.718,68	2.179.642,00
Nova rasvjeta	4100	24,15	99.015,00	0,875	86.638,13	990.150,00
<b>UŠTEDA</b>		<b>29,01</b>	<b>118.949,20</b>		<b>104.080,55</b>	<b>1.189.492,00</b>

U ukupnom godišnjem trošku sudjeluje i cijena održavanja. Održavanje nove rasvjete, s obzirom na karakteristike i vijek trajanja rasvjete bit će značajno manje u odnosu na postojeću. Obuhvaćat će eventualno čišćenje svjetiljki, zamjenu osigurača ili djelomično vodova. Izračun je napravljen temeljem sljedeće procjene godišnjih troškova održavanja: postojeća rasvjeta – 150 kn/svjetiljci, nova rasvjeta – 15 kn/svjetiljci. *Tablica 8* prikazuje izračun uštede na troškovima održavanja, na godišnjoj osnovi i u periodu od 10 godina.

*Tablica 8. Izračun uštede održavanja*

	Cijena održavanja/ godišnje (kn)	Cijena održavanja/ 10 godina (kn)
Postojeća rasvjeta	48.600,00	486.000,00
Nova rasvjeta	4.860,00	48.600,00
<b>UŠTEDA UKUPNO</b>	<b>43.740,00</b>	<b>437.400,00</b>

## 2.5 Izgradnja solarnog parka

Projektiranjem fotonaponskog solarnog parka (off-grid sustav) za potrebe javne rasvjete primjerene snage s obzirom na potrebnu količinu energije i kapacitet sustava ostvaruje se veća neovisnost sustava javne rasvjete o vanjskim izvorima energije.

Proizvodnja energije u neposrednoj blizini lokacija javne rasvjete ostvaruje dodatne uštede uslijed smanjenja gubitka energije u transportu.

Za predviđenu potrošnju sustava javne rasvjete predviđen je kapacitet solarnog parka od 40 kW (Tablica 9).

Tablica 9. Kapacitet solarnog parka

Potrošnja sustava javne rasvjete (kWh/god)	99.015
Kapacitet proizvodnje solarnog parka (W)	40.000
Proizvodnja energije solarnog parka (kWh/god)	44.000
Razlika proizvedene i potrebne energije (kWh/god)	55.015
Razlika postojeće i nove potrošnje energije (kWh)	162.949

## 2.6 Smanjenje emisije CO<sub>2</sub>

U skladu s obvezama prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) te Kyotskom protokolu, Republika Hrvatska ostvaruje ciljeve za smanjenje stakleničkih plinova provodeći mjere za povećanje energetske učinkovitosti i povećanje udjela obnovljivih izvora energije. Uspostavom Nacionalnog registra emisije stakleničkih plinova Agencije za zaštitu okoliša omogućeno je međunarodno trgovanje stakleničkim plinovima.

Prema Kyoto protokolu, ekvivalent tone CO<sub>2</sub> predstavlja utjecaj na Zemljinu atmosferu skupine od šest „stakleničkih“ plinova: ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), dušični oksid (N<sub>2</sub>O), hidrofluorogljik (HFC), perfluorogljik (PFC) i sumporni-heksafluorid (SF<sub>6</sub>), među kojima je ugljični dioksid najzastupljeniji.

Priloženi izračun u *Tablici 10* koristi specifični faktor emisije CO<sub>2</sub> (pretvorbeni faktor) za električnu energiju koji iznosi 0,386 a za solarni fotonaponski park 1,578.

*Tablica 10. Smanjenje emisije CO<sub>2</sub>*

Smanjenje utroška el.energije (kWh)	Smanjenje emisije CO <sub>2</sub> /god -javna rasvjeta (kg)	Smanjenje emisije CO <sub>2</sub> /god - solarni fotonaponski park (kg)	Ukupno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> / 10 god (kg)
<b>118.949,20</b>	<b>45.914</b>	<b>63.120</b>	<b>1.090.344</b>

### 3. ZAKLJUČAK

Modernizacijom rasvjete prema predloženom tehničkom rješenju, ugradnjom predloženih svjetiljki i izgradnjom solarnog parka osigurali bi se sljedeći pozitivni učinci:

- Uštede u potrošnji električne energije
- Postizanje potrebne rasvijetljenosti radi sigurnosti sudionika u prometu
- Korištenje ekološki prihvatljivih izvora svjetlosti
- Eliminacija svjetlosnog onečišćenja
- Smanjenje emisije CO<sub>2</sub>
- Smanjenje troškova održavanja rasvjetnih tijela
- Postizanje energetske neovisnosti i samoodrživosti
- Poticanje svijesti o energetskej učinkovitosti

Uz predviđenu investiciju i planirane uštede planirani financijski model treba pokazati utjecaj na proračun jedinice lokalne samouprave, kao i mogućnost sufinanciranja projekta iz fondova namijenjenih modernizaciji energetske infrastrukture, podizanju energetske učinkovitosti i zaštiti okoliša.

*Tablica 11.* prikazuje izračune indikatora kvalitete ulaganja i verifikacije ušteda.

*Tablica 11. Indikatori kvalitete ulaganja i verifikacije ušteda*

Jedinična cijena investicije po rasvjetnom mjestu	4.475 kn
Jedinična cijena investicije po godišnjoj uštedi	8,9 kn/kWh
Jedinična cijena investicije po godišnjoj uštedi CO <sub>2</sub>	16.874 kn/t CO <sub>2</sub>
Period povrata investicije	10,2 god

## POPIS TABLICA

*Tablica 1. Postojeće stanje po vrstama rasvjetnih tijela*

*Tablica 2. Parametri postojeće rasvjete*

*Tablica 3. Odabir novih svjetiljki prema rezultatima proračuna*

*Tablica 4. Rekapitulacija po vrstama i broju svjetiljki*

*Tablica 5. Primjeri perioda regulacije nivoa rasvjete*

*Tablica 6. Proračun uštede regulacijom rada svjetiljke GSL-240-56W*

*Tablica 7. Izračun ukupne godišnje cijene energije*

*Tablica 8. Izračun uštede održavanja*

*Tablica 9. Kapacitet solarnog parka*

*Tablica 10. Smanjenje emisije CO<sub>2</sub>*

*Tablica 11. Indikatori kvalitete ulaganja i verifikacije ušteta*