

# OČEKIVANE UŠTEDE ELEKTRIČNE ENERGIJE NAKON REKONSTRUKCIJE JAVNE RASVJETE OPŠTINE TRAVNIK

N. Skulj, S. Đekić, IU Travnik

## UVOD

Veliki dio sistema javne rasvjete u BiH zasnovan na zastarjelim i ekološki neprihvatljivim tehnološkim rješenjima, slična situacija preovladava i u sistemu javne rasvjete opštine Travnik. Analizom je utvrđeno da preko 80% postojećih rasvjetnih elemenata u opštini Travnik, kao izvor svjetlosti, koriste živine sijalice visokog pritiska, koje su neefikasne i ekološki neprihvatljive. Cilj ovog rada predstavlja doprinos poboljšanju energetske efikasnosti i efikasnosti javne rasvjete ovog na području opštine Travnik i posebno samog grada Travnika. Na bazi postojećeg rješenja i projekta rekonstrukcije javne rasvjete opštine Travnik, data je detaljna analiza kako postojećeg tako i novoprojektovanog rješenja, sa akcentom na prednosti i nedostatke novog rješenja. Predstavljane su mogućnosti u pogledu finansiranja, novih tehnoloških rješenja i prikazane su projekcije uštede i povrata investicije.

## ZNAČAJ ENERGETSKE EFIKASNOSTI SISTEMA JAVNE RASVJETE

Javna rasvjeta je dio komunalne infrastrukture svakog naseljenog područja, te je u nadležnosti gradova i Opština. Pod pojmom nadležnost podrazumjeva se:

- izgradnja,
- upravljanje,
- održavanje objekata i uređaja javne rasvjete,
- podmirivanje troškova električne energije.

Pod pojmom „javna rasvjeta“ podrazumijeva se upravljanje, održavanje objekata i uređaja javne rasvjete, uključujući podmirivanje troškova električne energije za rasvjetljavanje javnih površina, javnih cesta koje prolaze kroz naselje i nerazvrstanih cesta. Pod okrilje javne rasvjete još ulaze troškovi zamjene dotrajalih svjetiljki, bojenje stubova javne rasvjete, zamjena dotrajalih stubova javne rasvjete, zamjena žarulja, grla, prigušnica, te sav ostali potrošni materijal potreban za javnu rasvjetu.

Vanjsku rasvjetu moguće je podijeliti na :

- uličnu rasvjetu (*rasvjeta saobraćajnica*),
- urbanu rasvjetu (*rasvjeta trgova, parkova i pješačkih zona*) i
- reflektorsku rasvjetu (*rasvjeta fasada, prestižnih i atraktivnih objekata*).

Osnovni zadaci ulične rasvjete, kao najvažnijeg dijela vanjske rasvjete, su:

- da vozačima motornih vozila, motociklistima i biciklistima omogući sigurno, brzo i udobno kretanje,
- da omogući bezbjedno kretanje pješaka, u smislu pružanja mogućnosti da na vrijeme uoče opasnost, orijentišu se i prepoznaju druge pješake,
- da popravi i uljepša noćni izgled neposrednog okruženja puteva i okoline.

Urbana rasvjeta treba da zadovolji potrebu za stvaranjem ambijentalnog ugođaja na javnim prostorima trgova, parkova i ulica.

Reflektorska rasvjeta treba akcentirati arhitektonska izdanja i važne istorijske spomenike. Ovdje treba naglasiti da je, kod izvedbe urbane i arhitektonske rasvjete, vrlo bitna saradnja stručnjaka iz oblasti svjetlotehnike i prostornog uređenja, kao i same Opštine Travnik, kako bi se našlo optimalno rješenje za izgradnju ove rasvjete.

Dokazano je da osvjetljenje puteva značajno povećava sigurnost svih učesnika u saobraćaju. Rezultati veoma opširne analize, bazirane na studijama koje su rađene u 15 zemalja svijeta, pokazale su da osvjetljenje puteva dovodi do:

- smanjenja žrtava među pješacima od 45% do 57%
- smanjenja smrtnih slučajeva na putevima od 48% do 65% i
- smanjenja ukupnog broja saobraćajnih udesa od 14% do 53%.

Najčešći nedostaci i neželjene posljedice zastarjelih i neadekvatnih sistema javne rasvjete su sljedeći:

- česti kvarovi u sistemu javne rasvjete,
- dodatna oštećenja kao posljedica loše kvalitete opreme,
- veliki troškovi održavanja,
- velika potrošnja električne energije,
- dotrajali stubovi rasvjete kao potencijalna opasnost za građane,
- svjetiljke bez kvalitetnog odsijača dovode do rasipanja svjetlosti na neželjene površine, nepotrebnog blještanja, te samim tim dodatnog gubitka energije,
- zastarjeli dizajn svjetiljki i stubova javne rasvjete,
- nezadovoljstvo građana,
- svjetlosno onečišćenje (*svjetlozagađenje*) okoline u vidu neželjenog osvjetljavanja neba i smetajućeg svjetla.

Svjetlozagađenje je svaka nepotrebna i nekorisna emisija svjetla u prostor izvan zone koju je potrebno rasvijetliti, odnosno svako emitovanje umjetnog svjetla u područja gdje je ono nepotrebno ili neželjeno.

Javna rasvjeta je postala bitan integralni dio svakog društva. Međutim, kao njen popratni efekat, pojavilo se svjetlozagađenje. Ovaj nedostatak može biti znatno smanjen osvjetljenjem samo onoga šta je zaista potrebno rasvijetliti i kada je potrebno rasvijetliti, te s tačno određenom jačinom svjetla.

Prema procjenama, od 30% do 50% ukupnog svjetlozagađenja proizilazi iz putne rasvjete. Ovaj, na prvi pogled beznačajan problem, izaziva mnoge neželjene efekte, od nepotrebnog rasipanja energije, do štetnog uticaja na životinje, ljude i okolinu

Javna rasvjeta, kao jedan od najvidljivijih energetske sistema, predstavlja idealnu priliku za razvoj projekata energetske efikasnosti. Zbog toga su ovakvi projekti doživljeli veliki procvat u posljednjih nekoliko godina. Zbog svoje vidljivosti i tehničkih rješenja koja su na raspolaganju, ostaje samo pitanje koliko se može uštediti. Javna rasvjeta, u svakom gradskom ili opštinskom proračunu, pokriva od 1-3% budžetskih sredstava samo za potrošnju energije. Ako tu pridodamo troškove održavanja, te troškove izgradnje nove javne rasvjete, zaključujemo da to i nije baš zanemariva cifra.

U mnogim gradovima i opštinama, zbog nepostojanja strateškog dokumenta ili smjernica za izgradnju i održavanje rasvjete, ne postoji način da se u određenom vremenskom razdoblju značajnije smanje izdvajanja za javnu rasvjetu, kao i njen uticaj na opću potrošnju električne energije.

Osnovni problem većine sistema javne rasvjete je manjkavost ili nepostojanje informacija o postojećem stanju sistema. Kako uopće znati šta napraviti kada niste sigurni šta imate, kada ste to kupili, koliko to košta, kolika je potrošnja, gdje se nalazi ?

Značajan dio sistema javne rasvjete zasnovan je na zastarjelim tehnološkim rješenjima, počevši od sijalica pa do samih svjetiljki. U većini gradova u BiH, barem 20% svjetiljki javne rasvjete, kao izvor svjetla, koriste visokotlačne živine sijalice koje imaju dosta manju svjetlosnu iskoristivost, nego ostali izvori svjetlosti, a ekološki su neprihvatljive i izbacuju se iz upotrebe. Konkretno, u samom gradu Travniku preko 80% svjetiljki, kao izvor svjetlosti, koristilo je visokotlačne živine sijalice.

Pored toga, više od 30% svakog sistema javne rasvjete zasnovan je na svjetiljkama, čiji je vijek trajanja odavno prošao i čije svjetlotehničke i energetske karakteristike više ne zadovoljavaju današnje zahtjeve. To ukratko znači da je, za iste svjetlotehničke rezultate, potrebno u svjetiljku postavljati sijalicu znatno veće snage, nego što je to potrebno kada govorimo o novijim tehnologijama svjetiljki. Svjetiljka funkcioniše, ali puno troši, sijalica je izložena vanjskim uticajima pa brzo pregara, a svjetlotehnički učinak je daleko ispod nivoa današnjih svjetiljki manje snage, jer uopće nema, ili ima jako loš optički dio.

Svi prethodno pomenuti problemi predstavljaju motivaciju za izradu rada i pokušaj njihovog otklanjanja ili ublažavanja, s ciljem pronalaženja adekvatnog rješenja koje se ogleda u uštedi električne energije pomoću rekonstrukcije javne rasvjete grada Travnika.

Osnovna problematika ogleda se u detaljnoj tehno-ekonomskoj analizi prethodno postojećeg stanja javne rasvjete grada Travnika, te njenoj uporedbi sa rekonstruisanim i saniranim stanjem iste, s ciljem dostizanja evropskih standarda, uz racionalizaciju troškova i maksimalnim smanjenjem štetnih uticaja na okolinu. Također, potrebno je razraditi ekonomski model etapne izgradnje javne rasvjete, te studiju izvodljivosti koja će pokazati trenutna tehnička i ekonomska stanja i moguće promjene u cilju poboljšanja prethodnog stanja i stvaranja trajne uštede. Promjene kao skup zahtjeva će biti elementi kriterijuma za odabir sistema za uštedu potrošnje električne energije javne rasvjete grada Travnika.

Tehničkim smjernicama potrebno je pokazati stanje prije rekonstrukcije rasvjetnih tijela po vrsti stuba, te tipu i snazi sijalica. U obzir treba uzeti i geometrijsku konfiguraciju rasvjetnih tijela, te prema tome napraviti podjele upravljanja i algoritme ušteda za pojedine zone i lokacije grada. Takođe, pri predmetnim analizama potrebno je razmotriti i specifičnosti kao što su urbani dijelovi grada i naselja, saobraćajnice, raskršća, šetališta itd., kako bi se napravilo što kvalitetnije rješenje.

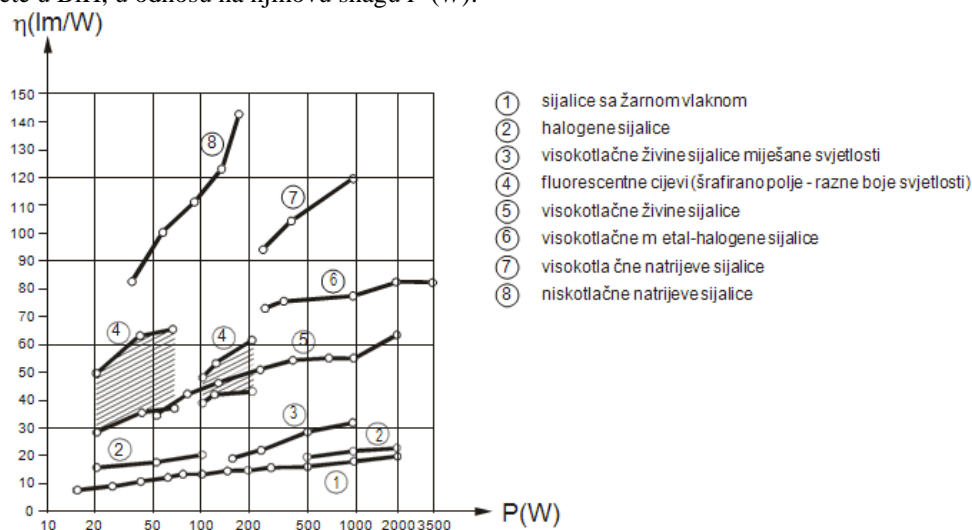
Na osnovu svega toga potrebno je izraditi i ekonomske smjernice koje će pokazati, prema broju i vrsti stubova rasvjete, kolika su moguća novčana sredstva za implementaciju pronađenog rješenja i njegovog ostvarivanja pomoću procijenjene uštede, te u kojem vremenskom periodu se predviđa povrat uloženi sredstava.

## RASVJETNA TIJELA U SVJETLU ENERGETSKI EFIKASNOG SISTEMA JAVNE RASVJETE

Modernizacija sistema javne rasvjete predstavlja zamjenu stare, energetski neefikasne rasvjete savremenom. Takva savremena rasvjeta, pored toga što je manje ukupne instalisane snage, a samim tim i manji potrošač električne energije, daje bolje svjetlotehničke rezultate. Naglašeno treba voditi računa da je svjetlost usmjerena na saobraćajnice i pješačke zone, a smanjen njen uticaj na područja na kojima nije potrebna dodatna osvjetljenost tokom noćnih sati, kao npr. na okolne zgrade ili noćno nebo. Time se doprinosi boljim uslovima življenja, a postiže se i značajan pozitivan uticaj na okolinu. Osim finansijske koristi i koristi za okolinu, značajno je i smanjenje opterećenja elektroenergetskog sistema, te relaksacija postojeće instalacije.

Zamjena rasvjete može biti samo djelimična, tj. mogu se samo mijenjati izvori svjetla u svjetiljkama (npr. umjesto izvora sa živom visokog pritiska montiraju se visokotlačne natrijeve sijalice manje snage). Bolja se efikasnost postiže potpunim projektom, koji uključuje zamjenu kompletnih rasvjetnih tijela. Za razliku od dosada korištene rasvjete, nova rasvjetna tijela zbog karakterističnog oblika pokrova, usmjeravaju većinu proizvedene svjetlosti prema površini koju je potrebno osvijetliti. Imaju, također, neuporedivo učinkovitije odsijače, staklene ili polikarbonantne zaštite, kontrolu i ostalu opremu, koji zajedno doprinose kvalitetnijoj osvjetljenosti prostora i koja zadovoljava sve evropske standarde. Pored toga, ponekad je javna rasvjeta postavljena na neadekvatnoj visini i sa neadekvatnim rasponima između samih svjetiljki i stubova, pa je potrebno napraviti potpuno novi raspored.

Na sledećoj slici prikazana je efikasnost  $\eta$  (lm/W) različitih izvora svjetlosti, koji su se do sada koristili u praksi javne rasvjete u BiH, u odnosu na njihovu snagu  $P$  (W):



Slika 1 - Energetska efikasnost različitih izvora svjetlosti u odnosu na snagu [1]

Sa prethodne slike zaključujemo da je najveća efikasnost kod sijalica sa natrijumom niskog pritiska. Međutim, ovi izvori se više ne koriste za izradu svjetiljki javne rasvjete, jer imaju jako lošu reprodukciju boje, te samim tim smanjuju ugođaj javne rasvjete. Poslije njega dolaze natrijumove sijalice sa visokim pritiskom i metal-halogene sijalice.

U sljedećoj tabeli predstavljeni su savremeni izvori svjetlosti sa svim svojim karakteristikama.

Tabela 1. Osnovne karakteristike savremenih izvora svjetlosti u području JR

Vrsta izvora	Svjetlosni tok (lm)	Iskoristivost (lm/W)	Temperatura svjetla (K)	Odziv boje Ra	Snaga (W)
Niskotlačni natrijev	1800-32500	100-203	1700	-	18-180
Visokotlačni natrijev	1300-90000	50-130	2000-2500	10-80	35-1000
Metalhalogeni	5300-220000	75-140	3000-5600	65-95	70-2000
LED	10-170	>110	3000-8000	>90	0,1-3

Osnovne preporuke za efikasnu javnu rasvjetu i dinamičke uštede su sljedeće:

- korištenje efikasnih izvora svjetlosti (*LED, natrijum visokog pritiska, metal-halogene sijalice itd.*),
- korištenje efikasnih svjetiljki (*poboljšan optički dio, predspojne naprave, redukcija svjetlosnog toka u kasnim noćnim satima, smanjeno svjetlozagađenje*),
- projektovanje javne rasvjete u skladu sa normama (*izrada svjetlotehničkih karata gradova*),
- učinkovito upravljanje javnom rasvjetom (*upravljanje preko astroloških satova, redukcija svjetlosnog toka*),
- praćenje troškova i potrošnje javne rasvjete (*katastar svjetiljki, odabir tarifnog modela itd.*)
- redovito održavanje i nadgledanje.

Ekološka rasvjetna tijela su isključivo zaštićena rasvjetna tijela (*"full cut off"*). Sa njima je zadovoljena civilizacijska potreba za noćnim osvjetljenjem, bez opasnog blještanja i štetne emisije svjetla prema horizontu, odnosno prema nebu. Prema *"dole"* imaju ravno staklo (*jeftinije varijante su bez stakla*), što ih čini lako prepoznatljivim. Oblikom tijela njihova reflektora, te pomicanjem sijalice (po vodilici unutar rasvjetnog tijela) moguće su i dodatne mogućnosti kontrolisanja svjetlosne emisije.

Stepen korisnog iskorištavanja tako proizvedenog svjetla iznosi 97-99%. Ekološka rasvjetna tijela su iste ili manje nabavne cijene koštanja u odnosu na njihove neekološke pandame, te omogućavaju uštede od oko 30% na ime utroška električne energije, uz jednostavnije, sigurnije i ekonomičnije održavanje. Samo ovakva (*ekološka*) rasvjetna tijela omogućavaju rješenje problema svjetlosnog zagađenja i očuvanje okoline.



Slika 2 - Primjer ekološkog dizajna (lijevo) i neekološkog dizajna (desno) svjetiljki

Ovdje treba napomenuti da primjena LED izvora svjetla, koji predstavljaju tehnički novitet i svakako budućnost u oblasti svjetlotehnike, osim u energiji, donosi i značajne uštede u održavanju. Potreban je

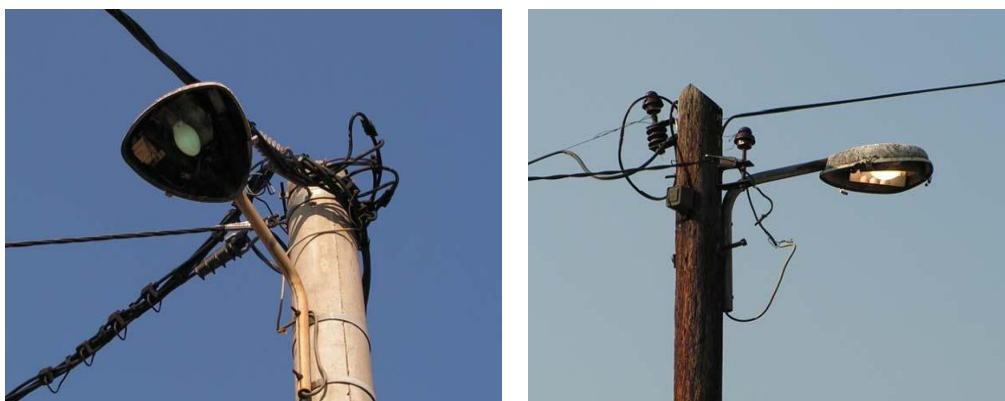
neuporedivo manji broj zamjena sijalica i popravaka, a postiže se i veći broj zagarantovanih radnih sati. Taj se broj radnih sati povećava ugradnjom regulacije. Novoinstalirana rasvjeta smanjuje negativan uticaj na okolinu, tako što troši manje količine električne energije. Naime, proizvodnjom električne energije nastaje emisija stakleničnih gasova, a smanjenom potrošnjom smanjuje se i njihova emisija.



Slika 3 - Primjer energetske učinkovitog i ekološki prihvatljivog svjetlosnog izvora (LED)

#### **JAVNA RASVJETA OPŠTINE TRAVNIK**

Za potrebe izrade predmetnog rada prikupljene su postojeće zvanične informacije u o trenutnom statusu i postojećim planovima vezanim za javnu rasvjetu ciljane opštine, te je vršeno prekomponovanje istih uz opširna teorijska tehnička pojašnjenja pojedinih tehničkih rješenja i konkretno planirane opreme. Polazna tačka predmetnog rada zasnovana je na uočavanju praznine, nejasnosti, teškoće, postavki na kojima je zasnovano prethodno rješenje problema kvalitetne i energetske efikasne javne rasvjete u Travniku.



Slika 4 - Zastarjela rasvjeta, visokotlačne živine sijalice, Travnik, prije rekonstrukcije [1]



Slika 5 - Uništena, otuđena i neispravna javna rasvjeta, Travnik, prije rekonstrukcije [1]

Javna rasvjeta, u gradu Travniku, prije rkonstrukcije bila je u jako lošem stanju. Većina svjetiljki bila je starija od 30 godina i davno je prošao njihov životni vijek. Pored toga jedan od uzroka lošeg stanja rasvjete poticao je od nedovoljno ulaganja u njenu rekonstrukciju, kao i nesistemske rješavanje problema usljed nedostatka finansijskih sredstava i strateškog dokumenta koji bi dao osnovne smjernice za javnu rasvjetu.

Cjelokupni sistem javne rasvjete opštine Travnik sastoji se od 1.085 komada svjetiljki koje su raspoređene na 84 mjerna mjesta. Godišnja potrošnja električne energije javne rasvjete iznosi oko 1411 MWh.

Uzimajući u obzir podatke dobijene iz naprijed opisanih izvora dolazimo do podataka da instalisana snaga rasvjetnih tijela sistema javne rasvjete, nakon rekonstrukcije, opštine Travnik iznosi oko:  $P_m = 91,749 [kW]$  dok je potrošnja električne energije rekonstruisanog sistema, na godišnjem nivou, uz prosječan broj od 11 radnih sati svakoga dana, oko  $E_m = 368,373 [MWh]$ .

Proračun ušteda  $U$ , na godišnjem nivou, u električnoj energiji dobiva se oduzimanjem vrijednosti potrošnje električne energije prije i nakon rekonstrukcije, odnosno uvrštavajući dobivene vrijednosti u izraz (5) imamo:  $U = 775,176 - 368,373 [MWh] = 406,803 [MWh]$ .

Stvarne uštede su još veće, jer se zbog postojećeg lošeg stanja godišnje troši cca 1.400,00 MWh, umjesto proračunatih cca 775,00 MWh.



Slika 6 - Primjer dobro riješene rasvjete raskrsnice, Travnik [1]

Uzimajući u obzir prethodno provedenu analizu javne rasvjete opštine Travnik, zaključujemo da se mogu ostvariti značajne uštede, na godišnjem nivou, u potrošnji električne energije, implementacijom predloženog novog rješenja sa akcentom na smanjenje ukupne instalisane snage sistema, te smanjenje troškova potrošnje električne energije i troškova održavanja.

Jednostavnom računicom dolazimo do zaključka da će se rekonstrukcijom javne rasvjete, samo na potrošnji električne energije, uzimajući u obzir prosječnu trenutnu cijenu kWh i uštedu od cca 400 MWh, godišnje uštedjeti više od 50 hiljada KM. Uzimajući u obzir stvarnu godišnju potrošnju od cca 1.400,00 MWh, dolazimo do zaključka da će uštede u pogledu potrošnje biti ostvarene blizu 100.000,00 KM.

Ako na to dodamo troškove eksploatacije i održavanja postojeće rasvjete, dolazimo do zaključka da će se povrat investicije ostvariti u narednih 10-ak godina, što je dugoročno posmatrano jako dobar rezultat.

## ZAKLJUČAK

Osnova svake dobre javne rasvjete je, pored kvalitetne izgradnje, svakako i kvalitetno i stručno održavanje. Da bi održavanje bilo kvalitetno i da bi se mogao pratiti njegov tok, potrebno je na nivou grada napraviti katastar javne rasvjete, sa tabelarnim i grafičkim prikazom svakog pojedinog stubnog mjesta i razvodnog ormara rasvjete. Služba održavanja javne rasvjete treba imati podatke o:

- tačnoj lokaciji rasvjetnog stuba, konzole ili reflektora sa njihovom jednoznačnom numeracijom u tabeli i na karti grada,
- vrsti i tipu rasvjetnog tijela sa podacima o proizvođaču, godini proizvodnje i ugradnje, vrsti svjetlosnog izvora u njemu, kao i podacima o izvršenim intervencijama,
- tačnoj lokaciji razvodnog ormara rasvjete, sa njegovom jednopolnom šemom, te informacijama o instalisanoj snazi, načinu izvođenja mreže javne rasvjete, te nazivom i lokacijom napojne trafo stanice,
- račune o potrošenoj električnoj energiji.

Analiza javne rasvjete grada Travnika je pokazala da se kvalitetnom i modernom javnom rasvjetom može uštedjeti na mnogim segmentima, kao što su:

- Uštede na troškovima električne energije,
- Uštede na troškovima održavanja sistema javne rasvjete (sistem je manje podložan kvarovima, duži životni vijek svjetlosnih izvora, pojeftinjuju se troškovi interventnih ekipa),
- Dodatne uštede električne energije regulacijom javne rasvjete.

Bitno je napomenuti da se, osim značajnijih ušteda, projektima sanacije i modernizacije postižu i poboljšanja svjetlotehničkih obilježja javne rasvjete kao i smanjenje emisije stakleničkih plinova. Pored toga, bitno se popravljaju izgled i imidž grada kako noću, kada je javna rasvjeta u funkciji, tako i danju, zbog bitno ljepšeg i modernijeg izgleda cjelokupnog sistema javne rasvjete.

Iz svega navedenog, u ovom radu, može se zaključiti da projektovanje novih, energetski efikasnih javnih rasvjeta, te poboljšanje efikasnosti postojećih, donosi mnogobrojne koristi lokalnim zajednicama, kao što je Opština Travnik, od rasterećenja ionako „mršavih“ budžeta i mogućnosti preraspodjele uštedjenih sredstava, preko ekoloških (*smanjenje emitovanja štetnih plinova*), pa sve do ispunjenja strogih zahtjeva koje u ovoj oblasti propisuju direktive i standardi koji važe u EU [3].

Povrat investicije u periodu od 10-ak godina je jako dobar rezultat u pogledu finansiranja. Ako na to dodamo dodatne efekte kao što su: bolja osvijetljenost grada, smanjenje saobraćajnih nezgoda i kriminala i povećanje sigurnosti građana i imovine, dolazimo do zaključka da je investicija u rekonstrukciju javne rasvjete opštine Travnik potpuno opravdana, i ovakav model rekonstrukcije može se preporučiti i drugim opštinama.

## LITERATURA

- [1] Studija javne rasvjete – grad Travnik, IPSA ENICOM, februar 2012.
- [2] Električna rasvjeta, autor nepoznat, izvor – internet.
- [3] Principi uštede električne energije sistema javne rasvjete, INFOTEH – JAHORINA, mart 2013.

- [4] Projektiranje energetske efikasne javne rasvjete, JP Elektroprivreda HZ – HB d.d. Mostar, Direkcija za razvoj, novembar 2016.
- [5] Akcioni plan za održivo upravljanje energijom Općine Travnik, stručni tim za izradu SEAP-a, mart 2012.
- [6] Primjena mjera energetske učinkovitosti na sustavu javne rasvjete Općine Križ, Mario Veža dipl. ing. el., septembar 2011.
- [7] Tehnički zahtjevi za rasvjetu i proračuni, Tesla d.o.o. Horvatsko, oktobar 2015.
- [8] Upravljanje održavanjem javne rasvjete, Konferencija „Održavanje 2010“ Zenica, BiH, juni 2010.