



REGIONALNA ENERGETSKA AGENCIJA  
NORTH-WEST CROATIA  
SJEVEROZAPADNE HRVATSKE  
REGIONAL ENERGY AGENCY

## Što je javna rasvjeta?

*U današnje vrijeme ljudska potreba za mobilnošću generirala je nužnost kvalitetnog javnog osvijetljenja kako po danu putem prirodnih, tako i noću putem umjetnih izvora svjetlosti. Kvalitetna javna rasvjeta noću omogućuje nesmetano obavljanje prometa i najrazličitijih aktivnosti, te značajno povećava kvalitetu života.*

Osnovne preporuke za učinkovitu javnu rasvjetu i dinamičke uštede su:

- korištenje učinkovitih izvora svjetla (napredne tehnologije)
- korištenje učinkovitih svjetiljki (svjetlosno zagađenje)
- projektiranje javne rasvjete u skladu s normama
- učinkovito upravljanje javnom rasvjetom
- praćenje troškova i potrošnje javne rasvjete (katastar svjetiljki, odabir tarifnog modela)
  - redovito održavanje



**Znanje nije dovoljno;  
moramo ga primjeniti.  
Namjera nije dovoljna;  
moramo djelovati.**

Johann von Goethe

# SUVREMENA ENERGETSKI UČINKOVITA JAVNA RASVJETA



## ŠTO JE JAVNA RASVJETA?

U današnje vrijeme ljudska potreba za mobilnošću generala je nužnost kvalitetnog javnog osvjjetljenja kako po danu putem prirodnih, tako i noću putem umjetnih izvora svjetlosti. Kvalitetna javna rasvjeta noću omogućuje nam sigurno odvijanje prometa te nesmetano obavljanje najrazličitijih aktivnosti, okupljanja, bavljenje sportom, druženje i zabavu i sl. Vanjsku rasvjetu moguće je podijeliti na cestovnu rasvjetu (rasvjeta prometnica), urbanu rasvjetu (rasvjeta trgova i pješačkih zona) i reflektorsku rasvjetu (rasvjeta fasada i prestižnih objekata).

### Tipovi rasvjete

Postoje dva načina generiranja umjetnog svjetla: termičko zračenje i luminiscentno zračenje koji čine osnovu podjele izvora svjetlosti. Osnovni je princip termičkog zračenja prolazak električne struje kroz materijal (npr. žarnu nit od Wolframa) dok se ona ne zagrije do temperature na kojoj dobivamo vidljiv spektar svjetlosti.

Kod žarulja na izboj, svjetlost se generira principom luminiscentnog zračenja. Električni izboj u staklenoj cijevi napunjenom plinom ili parama kao rezultat ima kretanje elektrona koji se pod djelovanjem magnetskog polja sudaraju s atomima plina. S obzirom na tip žarulje i premaz staklene stijenke dobivamo vidljivo svjetlo. Jačina struje regulira se predspojnom napravom (prigušnicom).

Žarulje na izboj u plinu imaju veću svjetlosnu iskoristivost i najviše se koriste u javnoj rasvjeti. Na primjer, OSRAM Vialox NAV SUPER 4Y žarulje pružaju svjetlosnu iskoristivost do 150 lumena po wattu. One se koriste kao ekonomični svjetlosni izvor u javnoj rasvjeti, jer svojim dugim vijekom trajanja (>95% žarulja svijetli i nakon 4 godine upotrebe u sustavima javne rasvjete) znatno smanjuju troškove održavanja sustava.

### Karakteristike svjetiljaka za javnu rasvjetu

Tablica 1: Izvori svjetlosti

ŽARULJE S KRUTINOM		
LUMINISCENTNO ZRAČENJE	TERMIČKO ZRAČENJE	
LED laser izotopna žarulja elektro luminiscencija foto luminiscencija radio luminiscencija kemo luminiscencija bio luminiscencija tribo luminiscencija	standardne žarulje	halogene žarulje halogene žarulje na mrežni napon niskonaponske halogene žarulje
ŽARULJE NA IZBOJ		
TINJAVI IZBOJ	IZBOJ S LUKOM	
	visokotlačne žarulje na izboj živine žarulje metal-halogene žarulje visokotlačne natrijeve žarulje	niskotlačne žarulje na izboj fluorescentne cijevi fluokompaktne žarulje niskotlačne natrijeve žarulje



Tablica 2: Karakteristike izvora svjetlosti za javnu rasvjetu

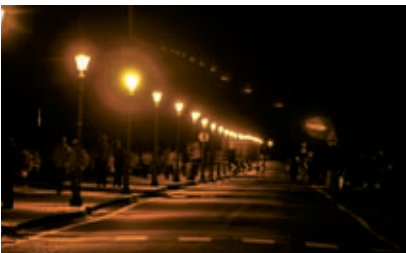
ŽARULJE NA IZBOJ U PLINU		UPOTREBA	ISKORISTIVOST (lm/W)	PROSJEČAN ŽIVOTNI VIJEK (h)	FAKTOR UZVRATA BOJE	UZVRAT BOJE
NISKOTLAČNE NA IZBOJ	fluorescentne cijevi fluokompaktne žarulje	ušteta energije do 80% u odnosu na standardnu žarulju, jedan od najpopularnijih izvora svjetlosti, primjena u javnim i poslovnim zgradama	60 do 100	20 000	60 do 89	dobar
	niskotlačne natrijeve žarulje	izuzetno velika iskoristivost i relativno loš uzvrat boje, proizvode se u snagama od 10 do 180 W, ne koriste se u novim sustavima	200	18 000	-	loš
VISOKOTLAČNE NA IZBOJ	živina žarulja	koristi se u cestovnoj i industrijskoj rasvjeti, proizvode se u snagama od 50-1 000 W, pred zabranom su korištenja u EU zbog visokog udjela žive	40 do 60	16 000	40 do 59	dovoljan
	metal-halogeni žarulja	primjenjuju se u vrlo širokom području, od automobilske, do unutarnje i vanjske rasvjete i fotorasvjete, a proizvode se u snagama od 20 - 2 000 W, moguće je dobiti različite temperature boja	do 120	20 000	70 do 89	vrlo dobar
	natrijeva žarulja	najveća iskoristivost, ali uz slabiji uzvrat boje (naglašena topla žuta boja), najbolje rješenje za cestovnu rasvjetu	do 150	32 000 OSRAM Vialox NAV SUPER 4Y	25	loš



REGIONALNA ENERGETSKA AGENCIJA  
NORTH-WEST CROATIA  
SJEVEROZAPADNE HRVATSKE  
REGIONAL ENERGY AGENCY



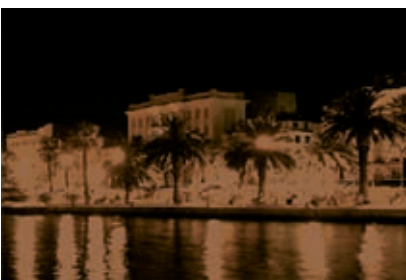
Ravnomjerno rasvjetljena prometnica



Nepropisno rasvjetljena prometnica



Suvremeno LED rasvjetno rješenje  
Izvor: ZTT d.o.o



Tradicionalno rasvjetno rješenje istog objekta  
Izvor: ZTT d.o.o

## Zahtjevi za javnu rasvjetu

Bez obzira koja je namjena javne rasvjete, ona mora zadovoljavati četiri osnovna međusobno povezana zahtjeva:

### 1. FUNKCIJA

Osnovna je funkcija cestovne rasvjete osiguranje minimalne propisane vrijednosti osvjetljenja prometnica, ravnomjerne rasvjetljenosti te smanjenje efekta blještanja farova. Suvremena javna rasvjeta umanjuje utisak blještanja farova za više stotina puta i osigurava 70% veću ravnomjernost rasvjetljenosti.

### 2. ESTETIKA

Tradicionalno su se u javnoj rasvjeti za rasvjetljavanje različitih građevina, kulturnih spomenika i sl. koristile natrijeve žarulje koje imaju loš faktor uzvrata boje. Takve žarulje isijavaju žutu boju svjetlosti koja umrtvljuje ambijent i uspavljuje ljude.

Ukoliko neki prostor želimo oživjeti, suvremeno rješenje predstavljaju kvalitetni bijeli izvori svjetlosti efekta sličnog prirodnoj sunčevoj svjetlosti kao što su metalhalogene ili fluokompaktne žarulje te LED svjetlosne diode.

### LED – svjetlosne diode

- LED rasvjeta je dugo bila korištena u različitim industrijskim aplikacijama od mjernih instrumenata, korisničkih proizvoda kao što je HiFi oprema, telefoni i osobna računala, kao signalna rasvjeta u prometu ili unutarnja i vanjska rasvjeta automobila.
- U posljednjih nekoliko godina efikasnost LED-a u boji dostiže od 40 do 100 lm/W (s trendom porasta), te se sve više koristi u javnoj rasvjeti (protupanična rasvjeta, dekorativna rasvjeta, te oglašavanje).

### Tehnološke prednosti:

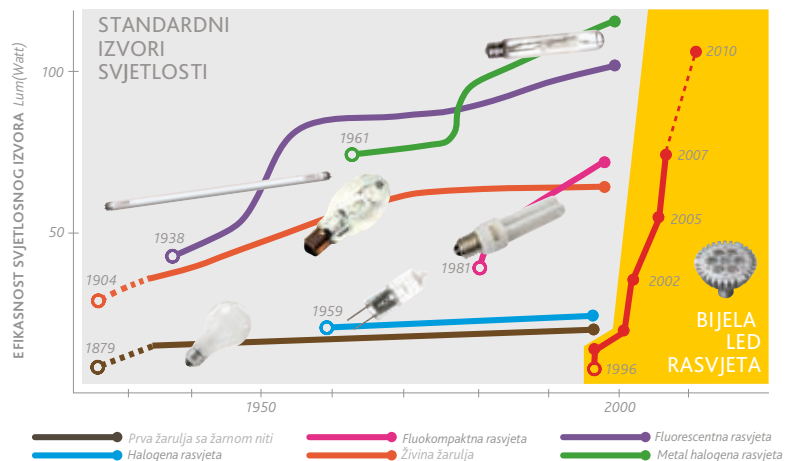
- mala potrošnja energije
- ekstremno dug životni vijek (nakon 50 000 radnih sati, LED će i dalje emitirati pola inicijalne svjetlosti)
- vrlo nizak postotak početne neispravnosti
- male dimenzije
- otpornost na vibracije i udarce
- nema ultraljubičastog i infracrvenog zračenja
- nizak napon
- nema generiranja topline

### Prednosti za korisnika:

- kreativan dizajn kroz raznovrsnost dostupnih boja, kompaktnih dimenzija i fleksibilnih modula
- visoka ekonomska učinkovitost zbog niske potrošnje energije, dugog vijeka trajanja i niskih troškova održavanja
- visoka pouzdanost i pri teškim uvjetima

Efikasnost svjetlosnih izvora

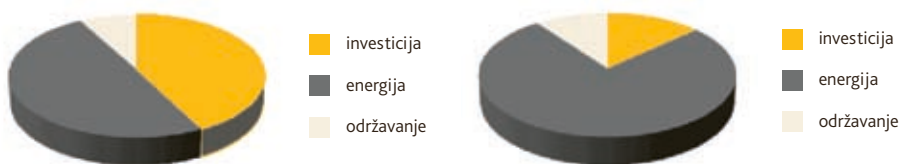
Izvor: [www.osram.hr](http://www.osram.hr)



### 3. EKONOMIČNOST

S obzirom na rastuće troškove električne energije, javna rasvjeta zauzima sve veći udio u troškovima gradova i općina. Pod troškovima javne rasvjete podrazumijevaju se troškovi izgradnje, upravljanja, održavanja i uređenja objekata te troškovi električne energije za rasvjetljavanje javnih površina i javnih cesta koje prolaze kroz naselje kao i nerazvrstanih cesta.

Primjer: Mala općina površine oko 17 km<sup>2</sup> pokrenula je projekt instaliranja 1 078 energetske efikasne svjetiljke. Troškovi investicije iznosili bi 3 665 200,00 kn za ugradnju skupih vrhunskih cestovnih svjetiljki (cijena svjetiljke 3 400,00 kn) ili 862 400,00 kn za ugradnju cestovnih svjetiljki najjeftinije kategorije koja se može naći na tržištu (800,00 kn).



Trošak korištenja vrhunskih cestovnih svjetiljki u prvoj godini

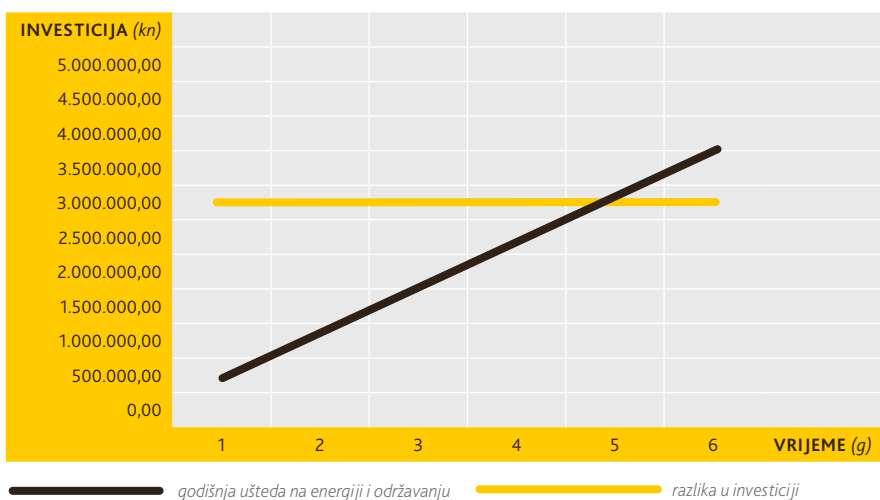
Trošak korištenja vrlo jeftinih cestovnih svjetiljki u prvoj godini

Trošak korištenja vrhunskih cestovnih svjetiljki za održavanje i energiju iznosio bi 5 003 284,00 kn godišnje, dok bi trošak korištenja vrlo jeftinih cestovnih svjetiljki iznosio 5 647 772,00 kn.

Dakle, ulaganjem u kvalitetniju javnu rasvjetu općina bi u razdoblju od 4 godine isplatila razliku u investiciji iz ušteda proizašlih iz smanjene potrošnje električne energije i smanjenih troškova održavanja vrhunskih cestovnih svjetiljki i nakon toga počela ostvarivati znatne uštede.

Nakon sedam godina ukupna ušteda iznosila bi čak 1 645 623,00 kn.

Isplativost ulaganja u vrhunske cestovne svjetiljke



Klasično, energetske neučinkovito rasvjetno tijelo

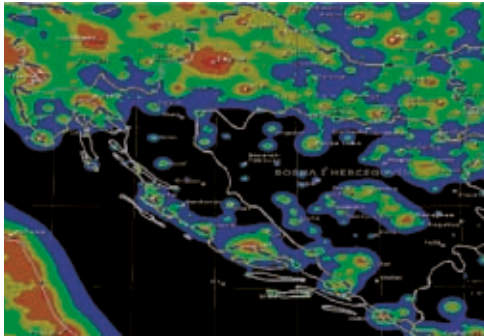


Novo, energetske učinkovito rasvjetno tijelo

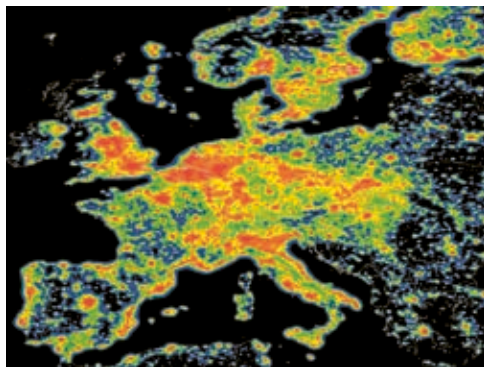


REGIONALNA ENERGETSKA AGENCIJA  
NORTH-WEST CROATIA  
SJEVEROZAPADNE HRVATSKE  
REGIONAL ENERGY AGENCY

## ŠTO JE SVJETLOSNO ZAGAĐENJE I KAKO GA IZBJEĆI?



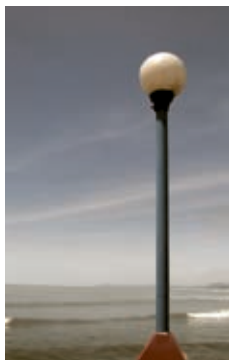
Snimka svjetlosnog zagađenja u Hrvatskoj  
Izvor: [www.lightpollution.it](http://www.lightpollution.it)



Snimka svjetlosnog zagađenja u Europi  
Izvor: [www.lightpollution.it](http://www.lightpollution.it)



Ekološki dizajnirano  
rasvjetno tijelo



Neekološki dizajnirano  
rasvjetno tijelo

Svjetlosno zagađenje podrazumijeva svaku nekorisnu emisiju umjetne svjetlosti u prostor izvan zone koju je potrebno osvijetliti (ceste, ulice, trga, spomenika, reklame...). Uzrokovano je nepravilnom montažom i dizajnom rasvjetnih tijela, a rezultira zagađenjem neba i okoline viškom svjetlosti odnosno nestankom noći. Svjetlosno zagađenje moguće je izbjeći korištenjem ekoloških rasvjetnih tijela koja ne rasipaju svjetlost izvan prostora kojeg je potrebno osvijetliti.

Ekološka rasvjetna tijela su ona rasvjetna tijela koja zadovoljavaju sljedeća tri uvjeta:

1. smanjena potrošnja električne energije u usporedbi s klasičnim rasvjetnim tijelom i u skladu s tim smanjena emisija stakleničkih i drugih štetnih plinova u okoliš,
2. odgovarajući dizajn rasvjetnog tijela,
3. odgovarajuća montaža rasvjetnog tijela.

Neekološka rasvjetna tijela dizajnirana su tako da svjetlost emitiraju u gotovo svim smjerovima, a iskoristivost emitirane svjetlosti za rasvijetljavanje željene površine (cesta, nogostupa i sl.) je svega 10-30%. To su sva ona rasvjetna tijela kod kojih je plexi/staklena kugla ili polukugla, "izbačena" van kućišta rasvjetnog tijela.

Za razliku od njih, ekološka rasvjetna tijela su potpuno zasjenjena (eng. *full cutoff*) te imaju mogućnost kontroliranja svjetlosne emisije i ne dozvoljavaju rasipanje svjetla u okoliš. Ovakva rasvjetna tijela s donje strane imaju ravno staklo, a jeftinije izvedbe su bez stakla.

Pravilno montirano rasvjetno tijelo



Ukoliko je neko rasvjetno tijelo postavljeno pod kutom većim od 5° (nepravilno) u odnosu naspram horizonta dolazi do isijavanja svjetlosti prema nebu. Time se ona nepotrebno rasipa, umjesto da se usmjeri samo na površinu koju treba rasvijetliti. Uporaba takvih rasvjetnih tijela je najčešće energetske izrazito neučinkovita, tj. štetno i bespotrebno se gubi 30-40% električne energije. Kvalitetna rasvijetljenost postiže se na način da se rasvjetna tijela postavljaju horizontalno s nagibom od  $\pm 5^\circ$  i ona rasvijetljavaju samo ciljanu površinu, bez nepotrebnog emitiranja svjetlosti u stranu i prema nebu.

## ŠTO JE REGULACIJA JAVNE RASVJETE?

- Sve prometnice i nogostupi grada ne zahtijevaju istu razinu rasvijetljenosti tijekom noći. Uvođenjem sustava regulacije rasvjete moguće je optimizirati javnu rasvjetu prema varijabilnim zahtjevima vremena i prostora.
- Tako je moguće u kasnim noćnim satima smanjiti razinu osvjetljenosti prometnica. Ovakva jednostavna dvostupanjska cestovna regulacija (tzv. polunoćni režim) omogućuje uštede od 20% energije.
- Korištenjem sofisticiranijih sustava regulacije kao što je mrežno tonfrekventno upravljanje rasvetom uz korištenje elektronskih prigušnica na svjetiljkama, odnosno žaruljama, moguće je postići uštede u radu i do 50% (ovisno o potrebama).
- Preporučeno je koristiti elektronske predspojne naprave u odnosu na magnetne zbog učinkovitosti prigušnih sklopova te produljenja životnog vijeka žarulja.

### PRIMJER DOBRE PRAKSE: GRAD KARLOVAC

Grad Karlovac nalazi se u središnjoj Hrvatskoj na sutoku četiri rijeke - Korane, Kupe, Mrežnice i Dobre. Današnje gradsko područje zauzima površinu od 402 km<sup>2</sup> i sa svojih oko 60 000 stanovnika Karlovac spada u srednje velike hrvatske gradove.

Grad Karlovac proveo je projekt energetske učinkovitosti na javnoj rasvjeti grada vrijedan 8,2 milijuna kuna. U sklopu projekta zamijenjeno je 2 100 postojećih živinih žarulja svjetiljkama s natrijevom žaruljom. Također je ugrađena i regulacija rasvjete koja u kasnim noćnim satima štedi energiju.



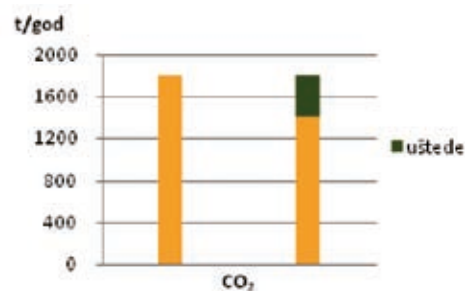
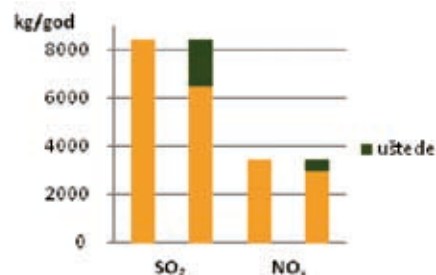
Neekološka rasvjeta lijevo uzrokuje nepotrebno rasipanje svjetlosti, dok je kod ekoloških rasvjetnih tijela desno situacija znatno poboljšana, a istovremeno je površina ulice i dalje kvalitetno osvjetljena.

Izvor: Boris Štromar

Instaliranjem novog sustava javne rasvjete grad Karlovac ostvaruje značajne financijske uštede od 686 000,00 kn godišnje kao rezultat smanjenja troškova za energiju i održavanje.

Osim toga, uslijed smanjene potrošnje električne energije od 1 286,594 kWh godišnje, dolazi do smanjenja emisije ispušnih plinova u atmosferu, a instaliranjem novih ekoloških rasvjetnih tijela pridonosi se i očuvanju noćnog neba te biološkoj raznolikosti.

Izvedbom projekta energetske učinkovitosti, grad Karlovac ostvaruje godišnje uštede od 25%.



Smanjenje emisija štetnih plinova u gradu Karlovcu



REGIONALNA ENERGETSKA AGENCIJA  
NORTH-WEST CROATIA  
SJEVEROZAPADNE HRVATSKE  
REGIONAL ENERGY AGENCY



## PRIMJER DOBRE PRAKSE: GRAD KLANJEC

Grad Klanjec nalazi se u zapadnom dijelu Krapinsko-zagorske županije. Prema sjeveru graniči s općinom Tuhelj, prema istoku s općinom Veliko Trgovišće, a prema jugu s općinom Kraljevec na Sutli. Zapadna granica koja s neznatnim odstupanjem ide rijekom Sutlom, ujedno je i državna granica s Republikom Slovenijom. Na površini od 26 km<sup>2</sup> živi 3 537 stanovnika.

Grad Klanjec pokrenuo je projekt rekonstrukcije i proširenja javne rasvjete energetski učinkovitom. Ukupna vrijednost projekta iznosi 669 383,00 kn.

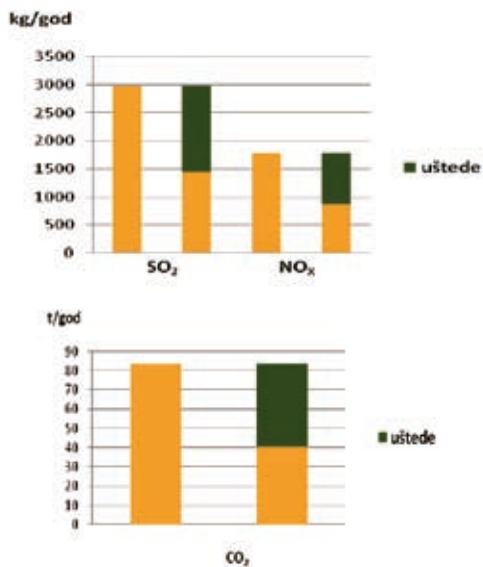
Postojeća javna rasvjeta grada Klanjca sastoji se od 180 žarulja. Njihova je zajednička karakteristika zastarjelost i tehnička dotrajalost, te pretežno kao izvore svjetlosti imaju ugrađene visokotlačne živine žarulje koje su izrazito energetski neučinkovite i štetne za okoliš.

U sklopu projekta ugrađeno je ukupno 458 visokotlačnih natrijevih žarulja, tj. zamjenjene su sve postojeće živine žarulje te je ugrađeno dodatnih 278 žarulja kako bi se osvijetlili i drugi dijelovi grada. Također je ugrađena i regulacija rasvjete koja u kasnim noćnim satima štedi energiju.

Ukoliko bi se za novu javnu rasvjetu koristile klasične živine žarulje, instalirana snaga postojeće i nove rasvjete iznosila bi 66,25 kW, tj. godišnja potrošnja energije iznosila bi 278 084,38 kWh.

Rekonstrukcijom stare javne rasvjete i instaliranjem nove energetski učinkovite ukupna instalirana snaga iznosi 39,86 kW. Ukupna godišnja potrošnja energije zbog upravljanja predspojnom napravom iznosi 143 410,33 kWh, čime se ostvaruje godišnja ušteda od 134 674,05 kWh.

Smanjenje emisija CO<sub>2</sub> uslijed ostvarene uštede iznosi 40,73 t.



Smanjenje emisija štetnih plinova u gradu Klanjcu

## ŠTO SVAKA OPĆINA ILI GRAD TREBAJU UČINITI?

Projektiranje javne rasvjete treba biti u skladu s normama, te se predlaže primjena EU normi iz područja javne (cestovne) rasvjete (npr. EN 13201, UNI 10819). Kod projektiranja je bitno utvrditi, između ostaloga i lokacije stupova (korak) te orijentaciju svjetiljki s obzirom na njihove svjetlo-tehničke karakteristike, uzimajući u obzir sve kriterije kakvoće javne rasvjete.

Osnovne preporuke za učinkovitu javnu rasvjetu i dinamičke uštede su:

- korištenje učinkovitih izvora svjetla (napredne tehnologije),
- korištenje učinkovitih žarulja (svjetlosno zagađenje),
- projektiranje javne rasvjete u skladu s normama,
- učinkovito upravljanje javnom rasvjetom,
- praćenje troškova i potrošnje javne rasvjete (katastar žarulja, odabir tarifnog modela),
- redovito održavanje.

Važna preporuka za sve gradove i općine jest uspostava baze podataka koja sadržava sve tehno-ekonomske parametre kao i lokacije (pozicije stupova) - registar javne rasvjete. Takva baza treba sadržavati popis ulica, popis mjernih mjesta, popis stupova, uklopno stanje, listu događaja, mjesečne troškove i potrošnju. Uspostava takve baze podataka omogućava kontrolu potrošnje, smanjenje troškova održavanja te olakšava planiranje budućih potreba i proširenje sustava rasvjete.

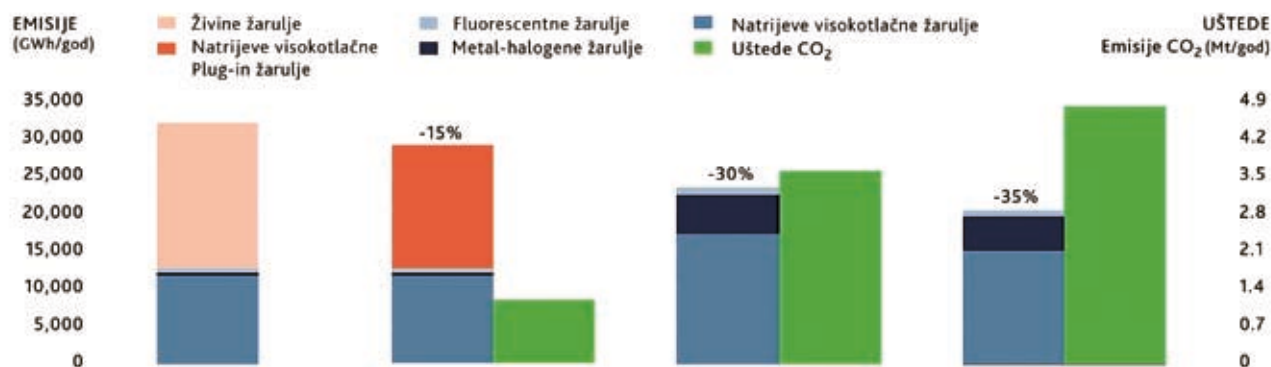
Također je potrebno troškovno i energetski pratiti parametre potrošnje, eventualnu promjenu tarifnog modela i reagirati uslijed promjena na tržištu (npr. povlašteni kupac, promjena tarifnog stavka, i sl.).



REGIONALNA ENERGETSKA AGENCIJA  
NORTH-WEST CROATIA  
SJEVEROZAPADNE HRVATSKE  
REGIONAL ENERGY AGENCY

## ŠTO RADI EUROPSKA UNIJA?

### Potencijalne uštede energije cestovne rasvjete u Europi



Potrošnja energije u Europi 2006.: različiti tipovi žarulja i njihova potrošnja energije u Europi (izvor EU VITO studija 01/07).

Potencijana ušteda energije zamjenom žarulja: jednostavna zamjena živinih žarulja puno učinkovitijim natrijevim visokotlačnim Plug-in žaruljama.

Potencijalna ušteda energije unapređivanjem žarulja: zamjena živinih žarulja sa optimiziranim metal-halogenim, natrijevim visokotlačnim i fluorescentnim žaruljama.

Potencijalna ušteda energije preko elektronske predspojne naprave i unapređivanjem žarulja: nadogradnje koje će optimizirati žarulje s elektronskim predspojnim napravama za maksimalnu učinkovitost.

Izvor: [www.osram.hr](http://www.osram.hr)

Javna rasvjeta regulirana je standardima vezanim uz tehničke zahtjeve za električnu opremu. Brojni gradovi i lokalne zajednice proveli su ili provode projekte zamjene klasične javne rasvjete novom energetski učinkovitom.

U sklopu SAVE II programa Europske komisije, a uz sufinanciranje Bremer Energie-Konsens, BEAN iz Njemačke i Swedish National Road Administration iz Švedske pokrenut je program pod nazivom EnLight *Energy Efficiency Outdoor Lighting in Urban areas*. Glavni cilj projekta je osigurati potrebne praktične alate i primjere dobre prakse kako bi pojedini investitori bili u mogućnosti analizirati, planirati i implementirati mjere za smanjenje energetske potrošnje u javnoj rasveti i dobili sve potrebne informacije vezane uz ovu tematiku. Partneri u ovom programu su energetske agencije te općine i gradovi iz Njemačke, Austrije, Španjolske, Slovačke, Švedske, Grčke, Italije i Portugala.

### THE EUROPEAN GREENLIGHT Programme

GreenLight program pokrenut je od Europske komisije 2000.g. To je dobrovoljna inicijativa kojom se potiču privatne i javne organizacije na suradnju s Europskom komisijom u cilju smanjenja potrošnje električne energije za javnu rasvjetu. Do sada program okuplja 500 članica.

Cilj programa je smanjiti potrošnju električne energije za javnu rasvjetu, povećati kvalitetu rasvjete, smanjiti emisije ispušnih plinova i pozitivno djelovati na globalno zatopljenje.

### ZA ONE KOJI ŽELE ZNATI VIŠE:

<http://www.efficientlighting.net>

<http://www.eu-greenlight.org>

<http://www.eu-enlight.org/>

<http://labl.teriin.org/>

<http://www.hdr-cie.hr/>

<http://www.osram.hr/>

Regionalna energetska agencija sjeverozapadne Hrvatske osnovana je od strane Zagrebačke, Karlovačke i Krapinsko-zagorske županije te grada Zagreba u sklopu programa Europske komisije: Inteligentna energija za Europu. Cilj Agencije je poticanje regionalnog održivog razvitka na području energetike i zaštite okoliša kroz korištenje obnovljivih izvora energije i provođenje mjera energetske učinkovitosti. Agencija podržava i potiče koncept energetski učinkovite javne rasvjete kao imperativa održivog razvitka i očuvanja okoliša 21. stoljeća.

SUVREMENA ENERGETSKI UČINKOVITA JAVNA RASVJETA

U SURADNJI S:

