



Javna rasvjeta i lokalna samouprava

VODIČ 2013/2014

“Javna rasvjeta i lokalna samouprava”

Vodič 2013/2014

Urednici:

Brian Schjertzer, GIZ
Aleksandra Stanivuković, GIZ

Autor:

Branimir Kalanj

Koautor:

Aleksandra Stanivuković

Saradnik:

Dragan Mastilović

Dizajner:

Aleksandra Stanivuković

Izdavači:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

ESCO Control Project, Beograd

Izdano u septembru 2013. godine



SADRŽAJ

ZNATE LI PRINCIPE TEHNIKE OSVJETLJENJA ?	6
POSTOJE RAZLIČITI SVJETLOSNI IZVORI !	8
OPŠTINA I JAVNA RASVJETA DANAS ?	15
KOMBINACIJE ZAMJENE KOJE DONOSE UŠTEDU !	20
ZAŠTO JE REGULACIJA BITNA ?	28
ČEMU SLUŽI OVAJ VODIČ ?	29

KORAK 1

DEFINIIŠITE KOJE HID SVJETILJKE SU U VASOJ OPŠTINI !

KORAK 2

OBRATITE PAŽINJU NA TIP PRIGUŠNICE ZA HID SVJETILJKE !

KORAK 3

IZABERITE EKONOMSKI NAJISPLATIVIJU ZAMJENU !

KORAK 4

IZVRŠITE DETALJNU EKONOMSKU ANALIZU ZAMJENE !



Potrošnja električne energije u sistemima javnog osvetljenja i troškovi održavanja istog čine bitnu stavku u budžetu lokalnih samouprava. U posljednje vrijeme kada je cijena energije i energenata u trendu porasta sve češći su primjeri da sektor za upravljanje energijom u opštinama/ lokalnim samoupravama prepoznaje segment javne rasvjete kao jedno od najinteresantnijih polja djelovanja u smislu rekonstruktivnih zahvata sa ciljem uštede energije. Ovome doprinosi i činjenica da su sistemi javne rasvjete u zemljama balkanskog regiona uglavnom neefikasni (loše iskoristivi) i neoptimizovani, te da shodno tome predstavljaju ogroman potencijal kada je u pitanju ušteda kao i kada je u pitanju operativna upotreba (funktionalnost).

Mnogobrojne izvedene studije koje se bave javnom rasvjetom opština balkanskog regiona pokazuju i dokazuju da je javna rasvjeta kojom su osvijetljene ulice, trgovi i saobraćajnice tehnički realizovana opremom koja je tehnološki, ekološki i ekonomski prevaziđena (sijalice na bazi ŽIVE). Treba imati u vidu da su živine sijalice danas zabranjene za upotrebu u zapadnoj Evropi.

Pored tri faktora koja su pomenuta (tehnika, ekologija i ekonomija) u kojima postojeća javna rasvjeta ne zadovoljava kriterijume optimalnog i održivog poslovanja, ključan nedostatak ove vrste rasvjete je i slaba funkcionalnost i neprilagođenost savremenim preporukama međunarodnog komiteta za osvetljenje.

Tehnički, ekološki, ekonomski i funkcionalno gledano ovim katalogom (koji suštinski predstavlja tehničke preporuke tj. metode optimizacije javne rasvjete u regionu Balkana) biće obrađeni aspekti tehnokoekonomske analize uz striktna pridržavanja ekoloških preporuka kao i preporuka međunarodnog komiteta za osvetljenje.

Cilj kataloga je da korisniku omogući izbor optimalnog rješenja, odnosno zahvata koji je isplativ ili prihvatljiv lokalnoj samoupravi, da bi zadovoljila zahtjeve održivog poslovanja i potpuno fleksibilne

funkcionalnosti javne rasvjete. Katalog je zapravo vodič i savjetnik u poslovima rekonstrukcije javne rasvjete.

Kada se pominje termin "*potpuna fleksibilnost*" prvenstveno se misli na mogućnost kontrole nivoa i kvaliteta osvijetljenosti u skladu sa potrebama saobraćajnice ili drugih konkretnih objekata koji su predmet osvetljenja.

Savremene tehnologije nude jasna i vrlo praktična rješenja sa mogućnostima upravljanja javnom rasvjetom shodno potrebama objekta koji se osvijetljava, što pruža šansu za ozbiljne uštede električne energije na objektima kod kojih je potrebna promjenjiva dinamika osvetljenja u toku jednog dnevnog ciklusa osvijetljavanja.

Svaka od preporučenih metoda rekonstrukcije javnog osvetljenja biće obrazložena tehničkom i ekonomskom analizom kao i funkcionalnom analizom. Svi proračuni koji budu izvođeni, a na osnovu kojih se dokazuje faktor valjanosti nekog od predloženih sistema su izvođeni u odnosu na jedinicu potrošene električne energije po jedinici svjetlosnog fluksa posmatranog izvora.

ZNATE LI PRINCIPLE TEHNIKE OSVJETLJENJA?

U cilju razumjevanja termina koji su upotrebljeni u ovome vodiču dat je kratak teoretski uvod u principe tehnike osjetljenja:



OSNOVNE VELIČINE U TEHNICI OSVJETLJENJA

Osnovne svjetlotehničke (fotometrijske) veličine su:

1. Sveltlosni fluks
2. Svetlosni intenzitet
3. Osvetljenost i
4. Sjajnost

Svjetlosni fluks

(Φ)

Predstavlja ukupnu snagu svetlosnog zračenja izvora, tj. svetlosni fluks predstavlja ukupnu količinu svetlosti koju emituje svetlosni izvor u jedinici vremena. Jedinica za fluks je **lumen (lm)**.

Svjetlosni Intenzitet

(I)

Zračenje svetlosnih izvora je uvijek određeno količinom lumena koje emituju u datom uglu u određenom pravcu. Ova količina se zove **Svjetlosna jačina – Svjetlosni Intenzitet (I)** i meri se u lumenima po steradianu.

Jedinica za svetlosni intenzitet je **kandela [cd]**.

Osvetljenost

(E)

Intenzitet ne govori o količini svetlosti koja pada na neku površinu. Veličina koja govori o količini svetlosti koja padne na neku površinu zove **Osvetljenost (E)** i meri se u **lx (luks)**. To je vrednost koja se navodi u planovima i projektima za osvetljenje. Izražava se u cd/m^2 .

Osvetljenost kazuje koja količina svetlosti pada na površinu.

Sjajnost

(L)

je jedina fotometrijska veličina koju oko neposredno osjeća, pa predstavlja mjerilo svetlosnog utiska.

Φ - [lm] lumen

I - [cd] kandela

E - [lx] luks

L - [cd/m²]

$$I = \Phi / \Omega$$

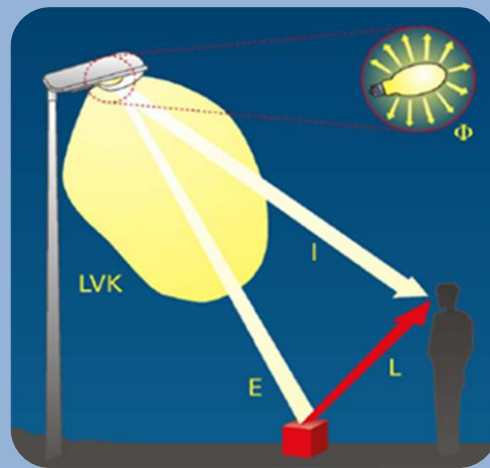
$$L = I / S = E / \Omega$$

$$E = \Phi / S$$

S - [m²]

Ω - [sr] steradian

Vrednost osvetljenosti meri se luksmetrom, a vrednost sjajnosti luminansmetrom.



OSNOVNI KRITERIJUMI ZA IZBOR ELEKTRIČNOG IZVORA SVJETLOSTI

Projektovanje osvetljenja sadrži dve glavne komponente:

1. Nivo osvetljenosti i nivo sjajnosti
2. Kvalitet svjetlosti, koji se ogleda u boji svjetlosti, ravnomjernosti i ujednačenosti osvetljenosti, odsutnosti ili prisutnosti refleksa koji gledanje čine nejasnijim kao i količinom blještanja svetlosnog sistema u okviru njegovog djelokruga.

Prilikom projektovanja se, pored osnovnih navedenih svjetlo-tehničkih osobina izvora svjetlosti, velika pažnja obraća i na **EFIKASNOST IZVORA** svjetlosti. Pravi pokazatelj efikasnosti svetlosnih sistema je formula koja uvezuje utrošenu električnu energiju za proces emisije svjetlosti, količinu emitovane svjetlosti po 1W upotrebene električne energije i koliko će emitovane svjetlosti (lumena) doći do površine kojoj su namjenjeni.

Dakle, efikasnost (K) je važan pojam kada se sudi o korisnosti jednog izvora svjetlosti u odnosu na drugi.

Prema tome, osnovni projektantski parametri o kojima se vodi računa prilikom projektovanja sistema osvetljenja su:

1. svjetlosni fluks,
2. svjetlosna iskoristivost, η [lm / W]
3. pad svjetlosnog fluksa tokom životnog doba,
4. boja svjetlosti i svojstva u pogledu reprodukcije boja,
5. električna snaga,
6. izvedbeni oblik,
7. nabavna cijena i troškovi eksploatacije.

Svi navedeni parametri utiču kako na kvalitet osvetljenja tako i na troškove u toku eksploatacije i na period povratka investicije.

Efikasnost

je odnos
ukupnog
svjetlosnog
fluksa
emitovanog
od strane
izvora prema
ukupnoj
količini
energije koju
je izvor za
taj rad
potrošio.



POSTOJE RAZLIČITI SVJETLOSNI IZVORI !

U javnoj rasvjeti najčešće se sreću dva izvora svjetlosti - zračenja, a to su:

- I Izvori svjetlosti na bazi visokog pritiska (HID – high-density discharge), koji se opet dijele na:
 - I-A Živine sijalice visokog pritiska
 - I-B Metal halogene sijalice visokog pritiska,
 - I-C Natrijumove sijalice visokog pritiska.
- II Izvori svjetlosti na bazi LED tehnologije.



IZVORI SVJETLOSTI NA BAZI VISOKOG PRITISKA

I-A ŽIVINE SIJALICE VISOKOG PRITISKA

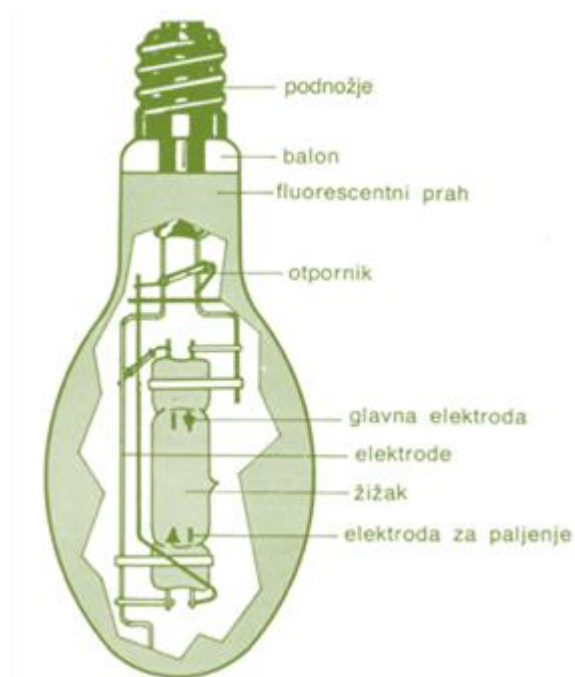
Sijalice sa živinim parama, kao što se vidi na slici A1, koriste lučnu cijev. Lučna cijev, napravljena od kvarca, sadrži živu, kao i male količine kriptona, neona i argona. Po uključenju struje, luk trpi udar između glavne i pomoćne elektrode. To za rezultat daje jonizaciju žive koja tako proizvodi svjetlost talasnih dužina od 405, 436, 546 i 578 nm, što daje plavičasto zeleni ton, a proizvodi se i UV zračenje pa se sa unutrašnje strane dodaje tanak sloj fosfora, koji reagujući sa UV zračenjem daje bolji balans boja.

Efikasnost ovih sijalica dosta zavisi od njihove snage (W). Praktično, što je veća snaga, veća je i efikasnost. U poređenju sa ostalim tipovima sijalica baziranih na principu gasova u visokom pritisku (lampe sa halogenim metalima i natrijumove lampe pod visokim pritiskom (preostale dve vrste od tri iz grupe HID), sijalice na bazi žive imaju najmanju efikasnost (Tabela A1.)

Tabela A1: Tehničke karakteristike sijalice na bazi žive

Žižak:	Pomoćni gas argon
Elektrode:	Glavna
	Pomoćna
Proces razgorejvanja:	Živa isparava 105 Pa
	Traje do 5 min
Radni napon:	Oko 180V
	Kada napon opadne ispod 180V sijalica se gasi
	Nakon gašenja mora se ohladiti da bi ponovo upalila
Primjena:	Spoljašnja rasvjeta
Vijek trajanja:	Do 6.000 sati
Svjetlosna iskoristivost:	40 – 60 lm/W

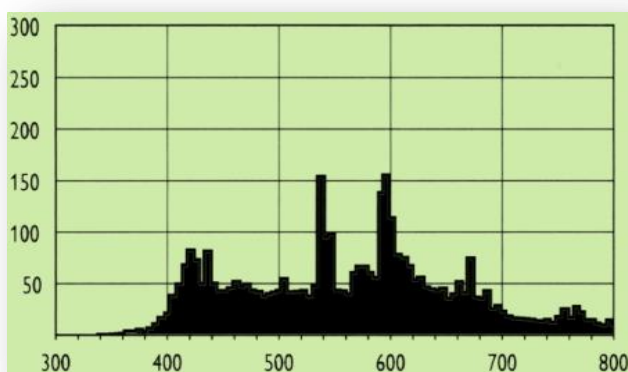
Slika A1: Elementi sijalice na bazi žive



I-B METAL HALOGENE SIJALICE VISOKOG PRITISKA

Metal halogene sijalice rade na istom principu kao i sijalice sa živinim parama. Gasovi u lučnoj cijevi, koji uključuju i živu, argon, neon, kripton i jodide metala, bivaju jonizovani kako bi proizveli svjetlost. Zbog toga što se radi o mješavini elemenata, spektar svjetlosti koja se proizvede je mnogo širi nego kod živine pare, ili natrijuma pod niskim ili pod visokim pritiskom. Efikasnost sijalica sa halogenim metalima može široko da varira u zavisnosti od proizvođača i jačine. Uopšteno, veća snaga (u W) – veća efikasnost.

Kao i efikasnost, očekivani životni vijek sijalica sa halogenim metalima takođe varira od proizvođača do proizvođača, ali i od njene jačine. Broj radnih sati koji navode proizvođači kreće se od 1.000 do 20.000 sati. Npr. sijalica od 400W ima prosječni očekivani vijek od 10.000 sati, što daje radni vijek od oko 2 godine (ako se uzme u obzir da sijalica radi 4.380 sati godišnje). Glavne prednosti lampi sa halogenim metalima je odlična reprodukcija boja njihovog svetla, visoka iskoristivost električne energije i njihov značajno duži radni vijek u odnosu na živine sijalice.



Slika B1 : Kriva spektralne distribucije za MH sijalice

Metal halogene sijalice ipak ne spadaju u kategoriju najpopularnijih izvora svjetlosti za spolnje osvetljenje. Najpopularniji izvori svjetlosti za osvetljenje saobraćavnica u ovome trenutku su natrijumove sijalice pod visokim pritiskom, čiji opis slijedi. Prednost metalhalogenih sijalica u odnosu na natrijumove je odlična reprodukcija boja. To je razlog što se sve češće primjenjuju u pješačkim i trgovačkim zonama gradova.

Tabela B1: Tehničke karakteristike metal halogenih sijalica

Svetlosna iskoristivost : 75 – 95 lm/W

Vijek trajanja: Do 20.000 sati

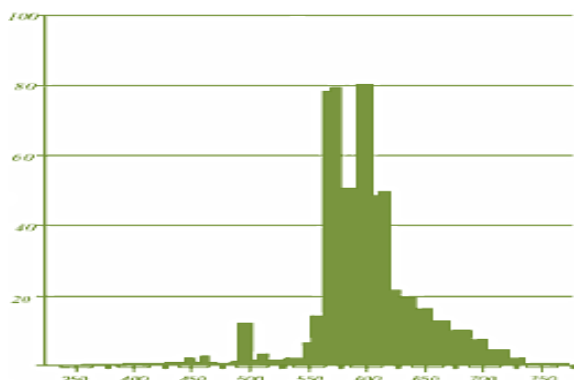
Predspojna naprava: Prigušnica, starter (upaljač) i kondenzator

Svetlosna iskoristivost: 85 – 90 lm/W



I-C NATRIJUMOVE SIJALICE VISOKOG PRITISKA

Kao i sijalice sa halogenim metalima i živinom parom, sijalice sa natrijumom pod visokim pritiskom (HPS, High-Pressure Sodium) proizvode svjetlost kada gas koji se nalazi u jednoj cijevi, biva pobuđen do fluorescencije. HPS lampe emituju svjetlost u cijelom vidljivom spektru ali različitog intenziteta. Glavnina proizvedene svjetlosti se nalazi između 550 i 650 nm, što daje svjetlo kojim dominira narandžasta boja. HPS lampe imaju i visoku efikasnost i dug radni vijek.



Slika C1: Kriva spektralne distribucije za HPS sijalice

Prema preporukama proizvođača može se smatrati da je životni vijek većine lampi na bazi natrijuma snage od 50W do 1.000 W od 22.000 sati do 32.000 sati. Kao rezultat se može očekivati da one traju oko 4-6 godina, po formuli i navedenom uslovu (12 sati rada dnevno). To ih čini najdugotrajnijim od bilo kojeg drugog izvora svjetlosti baziranog na HID tehnologiji. To ih je, u kombinaciji sa njihovom visokom efikasnošću i prihvatljivom cijenom učinilo najpopularnijim izvorom svjetlosti za spoljne osvetljenje danas.

Tabela C1: Tehničke karakteristike natrijumovih sijalica

Traje do 1 min
Oko 180V
Kada napon opadne ispod 180V sijalica se gasi
Nakon gašenja mora se ohladiti
Spoljašnja rasvjeta
Do 32.000 sati
70 – 140 lm/W

Proces razgorejvanja:

Radni napon:

Primjena:

Vijek trajanja:

Svjetlosna iskoristivost:



ŠTA IZABRATI PRI ZAMJENI ŽIVINIH SIJALICA : NATRIJUMOVE ILI METAL HALOGENE SIJALICE?

S obzirom da su metal halogene (MH) sijalice po energetske osobinama približne natrijumovim (NVP) sijalicama, a po svjetlo-tehničkim karakteristikama imaju sve veću primenu u praksi, važno je navesti prednosti MH sijalica u odnosu na NVP sijalice.

S obzirom da važe ista tehnička pravila kod zamjene živinih sijalica sa MH sijalicama i kod zamjene živinih sijalica NVP sijalicama, dio koji se bavi tehn-ekonomskom analizom je obrađen u primjerima datim za NVP sijalice.

Prednosti MH sijalica u odnosu na NVP sijalice je u boji i temperaturi svjetlosti koju sijalica emituje.

MH sijalica emituje bijelu svjetlost koja doprinosi boljoj vidljivosti i prepoznatljivosti detalja, odnosno, vjernijoj reprodukciji boja nego što je to slučaj kod svjetlosti koju emituje NVP.

Iz ovoga razloga MH sijalice se kao zamjena živinih sijalicama koriste u gusto urbanim sredinama gdje dominira pješački saobraćaj (trgovačke zone i šetališta). Interesantno je napomenuti da neki tipovi metalhalogenih sijalica, kao što su CDO-TT i HPI-T Plus, mogu da se postave u postojeće natrijumove svjetiljke bez ikakvih izmjena na predspojnim uređajima.

Na taj način se sa minimalnom investicijom dobija kvalitetnije osvetljenje u pogledu reprodukcije boja u zonama gdje je taj zahtjev primaran.



Ulica osvijetljena NVP sijalicom (SON-T PIA Plus 70W)



Ulica osvijetljena MH sijalicom (CDO-TT 70W)



IZVORI SVJETLOSTI NA BAZI LED TEHNOLOGIJE



LED, odnosno svjetleće diode (LED Light-emitting diode) je posebna vrsta poluprovodničke diode koja emituje svjetlost kada je propusno polarisana, tj. kada kroz nju teče struja.

Odlikuje se malom potošnjim energije u odnosu na količinu svjetlosti koju daje u poređenju sa drugim izvorima koji daju istu količinu svjetlosti. LED tehnologija zahvaljujući svojim osobinama kao što su svijetlosna efikasnost i životni vijek sigurno će u skorijoj budućnosti zauzeti vodeće mjesto u izradi rasvjetnih tijela (svjetiljki).

LED tehnologija primjenjena u proizvodnji rasvjetnih tijela svakako ima svoje dobre strane kao što su: životni vijek, eliminacija štetnih ZRAČENJA - kod LED izvora nema UV zračenja, a disipacija toplote je redukovana, što znači da je stepen konverzije električne energije u svjetlosnu vrlo visok o čemu govori i podatak da se efikasnost LED rasvjetnih tijela kreće od 70-120lm/W.

Činjenica je da na tržištu danas postoji dosta proizvoda na bazi LED-a koji su predviđeni za primjenu u javnoj rasvjeti ali praksa pokazuje da ukoliko se žele zadržati isti fotometrijski uslovi saobraćajnice ili objekta koji se osvjetljava, (nivo sjajnosti, opšta i podužna ravnomernost i prag fiziološkog blještanja TI u skladu sa međunarodnim preporukama) zamjena npr. Natrijumove HID svjetiljke se svodi na LED svjetiljku iste ili nešto manje snage.

Dobra strana LED rasvete je pored toga i u mogućnosti dimovanja u širokom opsegu, koji se kreće praktično od 0% do 100%.

Prednosti LED svjetiljki pored visoke svjetlosne efikasnosti i izuzetno dugog životnog vijeka su i odlična otpornost na vibracije i besprekoran rad na niskim temperaturama, što se za svjetiljke s HID sijalicama ne bi moglo reći.

Savremene svjetiljke koje koriste svjetleće diode sadrže LED module (grupe svjetlećih dioda), tako da se u isto kućište (svjetiljku) može smjestiti različiti broj dioda. Ovaj broj zavisi od geometrije saobraćajnice i traženog nivoa osvjetljenosti i proizilazi iz svjetlotehničkog proračuna.

U posljednje vrijeme dosta se piše i govori o LED tehnologijama i njihovim primjenama u javnoj rasvjeti, da li je baš sve istina?

HID sijalice se proizvode samo u nekoliko standardnih snaga (npr. između 150W i 400W raspoloživa je još samo sijalica snage 250W). Najveće potencijalne uštede energije upotrebom svetiljki s LED izvorima se nalaze upravo u činjenici da je na raspolaganju mnogo veći izbor snaga LED modula, što omogućuje pravilan izbor.

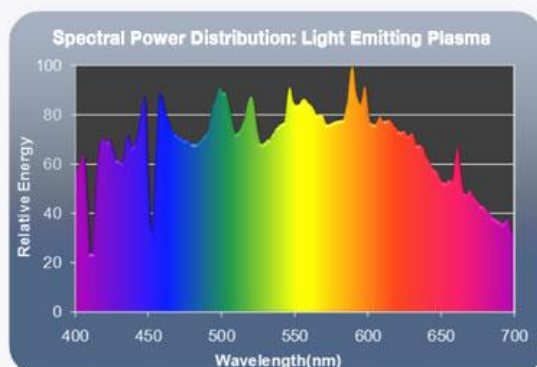
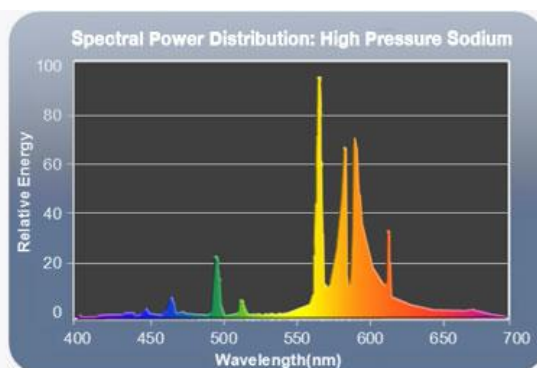
KAKO SE HID SVJETILJKE MJENJAJU SA ADEKVATNIM LED SVJETILJKAMA ?

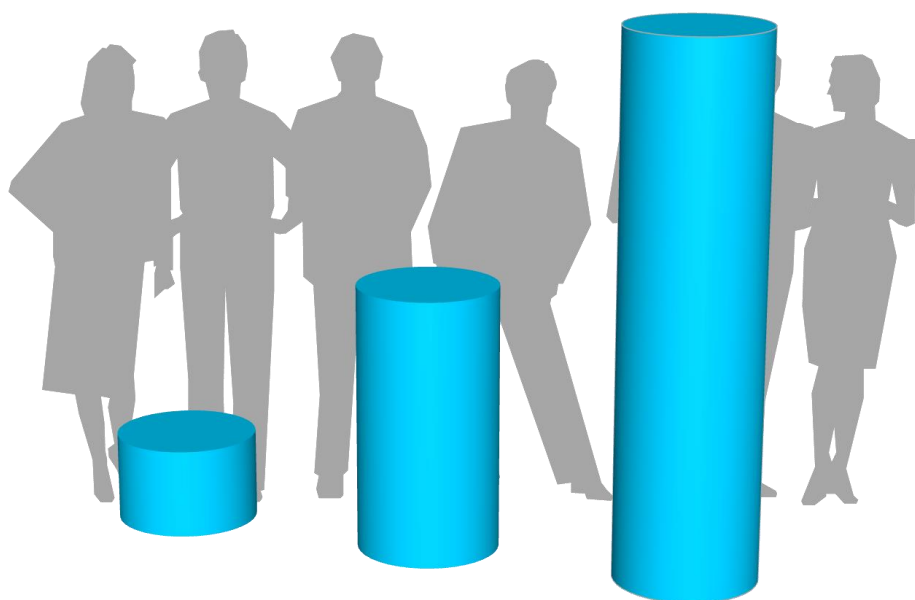
Kod zamjene svjetiljke s HID svjetlosnim izvorom sa svjetiljkom sa LED svjetlosnim izvorom snaga zamjenske LED svjetiljke zavisi od konfiguracije objekta koji se osvjetljava (širina saobraćajnice, broj voznih traka, međusobno rastojanje između stubova, visina postavljanja svjetiljke), kategorije saobraćajnice (potrebnom nivou sjajnosti i ravnomernosti kao i od svjetlotehničkih karakteristika zamjenske LED svjetiljke, tako da nije moguće dati tipsku preporuku o principu zamjene.

S obzirom da se radi o tehnologiji koja je donijela revoluciju u osvetljenju i ima sve širu primenu i u javnom osvetljenju, mogućnost primjene LED-a je obrađena u ovom vodiču, iako ne postoji kako je već rečeno, tipska zamjena.

Da bi ipak stekli predstavu o tome kakve su zamene moguće, odlučeno je da principi primjene LED rasvjete budu obrađeni kroz postojeće primjere.

Kao osnovni Model u primjerima korištene su PHILIPS-ove LED svjetiljke tipa: ClearWay BGP303 LED49/740, ClearWay BGP303 LED73/740 I SeleniumLED BGP340 LED110S/640. Takođe je korišten sofisticirani DIALux softver, prihvaćen i rado korišćen od najvećeg broja projekatana osvjetljenja, a primjeri su rađeni na nekoliko ulica iz Travnika.





OPŠTINA I JAVNA RASVJETA DANAS?

KAKVA JE JAVNA RASVJETA U VAŠOJ OPŠTINI ?

KORAK 1

DEFINIŠITE KOJE HID SVJETILJKE SU U VASOJ OPŠTINI !

Prvi korak koji opština treba da uradi jeste da definiše postojeće stanje sistema javne rasvjete. Na području Bosne i Hercegovine, kao i cijele regije Balkana HID svjetiljke su zastupljene, i to tipovi navedeni u tabeli K1.

Tabela K1: Pregled najčešće korišćenih HID svjetiljki sa osnovnim parametrima

Tip sijalice	Životni vijek [sati]	Nominalna snaga [W]	Svjetlosni fluks [lm]	Svjetlosna iskoristivost [lm/W]
Živa 80W	6.000	80	4.000	45
Živa 125W	6.000	125	6.500	52
Živa 250W	6.000	250	12.000	56
Živa 400W	6.000	400	20.000	60
Natrijum VP 70W / Tip:SON-T PIA Plus 70W	28.000	70	6.600	91
Natrijum VP 150W / Tip:SON-T PIA Plus 150W	32.000	150	17.500	110
Natrijum VP 250W / Tip:SON-T PIA Plus 250W	32.000	250	33.200	128
Natrijum VP 400W / Tip:SON-T PIA Plus400W	32.000	400	56.500	138
Metal Halogen 70W / Tip:CDO-TT70W	18.000	70	5.200	88
Metal Halogen 150W / Tip:CDO-TT150W	20.000	150	12.500	92
Metal Halogen 250W / Tip:HPI-T Plus250W	20.000	250	17.000	84
Metal Halogen 400W / Tip:HPI-T Plus400W	20.000	400	35.000	89

Napomena: Tipovi u tabeli su korišteni isključivo radi mogućnosti navođenja tehničkih karakteristika sijalica.

ZNATE LI KOLIKO TIP PRIGUŠNICE (BALASTA) UTIČE NA ISKORISTIVOST HID SIJALICA?

Veoma je bitno pravilno odabrati tip prigušnice, kako za postojeće sijalice tako i pri zamjeni postojećih novim.

Sve HID svjetiljke sadrže uređaje koji se nazivaju balasti a osnovna funkcija im je da ograniče veliku početnu struju koja se javlja usljed negativne otpornosti HID svjetiljke u momentu paljenja.

Fenomen negativne reaktanse i prevelike struje u procesu paljenja se rješava primjenom tzv. balasta koji se konstruktivno najčešće izvode kao feromagnetne prigušnice. Feromagnetnom prigušnicom se vrlo uspješno rješava problem velikih polaznih struja, ali osnovna mana feromagnetne prigušnice je što ona pravi fazni pomak struje u odnosu na napom što rezultira pojavom reaktivne komponente električne energije, odnosno smanjuje faktor snage.

U cilju eliminisanja pogoršanog faktora snage usljed dejstva feromagenetne prigušnice u svjetiljku se ugrađuju kondenzatori čiji zadatak je da poprave faktor snage.

Upaljač (ili starter) je treći element predspojnog uređaja koji služi da u trenutku uključivanja svetiljke obezbedi potreban visokonaponski impuls i tako propali natrijumovu ili metalhalogenu sijalicu.

Feromagnetni balasti nisu dovoljno fleksibilni kad je riječ o potrebi za kontrolu svjetlosnog fluksa sijalice (najčešće se proizvode u dva stepena-dvostepena regulacija) pa su inženjeri koji se bave ovom vrstom problematike projektovali i proizveli elektronske balaste koji u potpunosti mjenjaju feromagnetne balaste u pogledu ograničenja polaznih struja, ali ne kvare faktor snage. Kod elektronskih balasta faktor snage je >0.98 (zavisno od proizvođača).

Elektronskim balastima se postigla i velika fleksibilnost kao i laka upravljivost u kontroli svjetlosnog fluksa sijalice.

Osim manje potrošnje energije, prednost svetiljki s elektronskim balastom je da se poništava efekat pada napona na dužim instalacijama, jer je kod njih na sijalici uvijek isti, nominalni radni napon.

KORAK 2

OBRAZLOŽITE PAŽINJU NA TIP PRIGUŠNICE ZA HID SVJETILJKE !

Primjena elektronske prigušnice u odnosu na feromagnetnu ima višestruku prednost. Ta prednost se odnosi na smanjenu snagu-potrošnju svjetiljke, iskoristivost i u smanjenu reaktivnu komponentu električne energije. Primjena elektronske prigušnice ima značajnu dodatnu prednost zbog mogućnosti kontrole svjetlosnog fluksa.

Navedene razlike su mogu očitati u tabelama K2 i K3 gdje su prikazani podaci koji pokazuju odnos između elektronskih i feromagnetnih balasta za iste tipove sijalica.

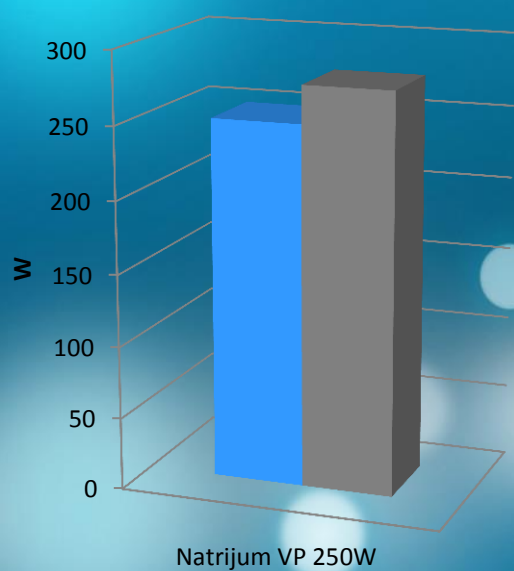
Tabela K2: Rad sijalica na bazi NVP i MH sijalica koje koriste feromagnetnu prigušnicu

Tip sijalice	Sijalica		Sijalica sa feromagnetnom prigušnicom			
	Nominalna snaga [W]	Svjetlosna iskoristivost [lm/W]	Snaga [W]	Svjetlosna iskoristivost [lm/W]	cos fi (Dt=130s)	cos fi (sa kompenzacijom)
Natrijum VP 70W / Tip:SON-T70W	70	91	83	78,8	0.43	>0.85
Natrijum VP 150W / Tip:SON-T150W	150	110	167	90	0.43	>0.85
Natrijum VP 250W / Tip:SON-T70W	250	128	276	105,45	0.43	>0.85
Natrijum VP 400W / Tip:SON-T400W	400	138	430	113,0	0.43	>0.85
Metal Halogen 70W / Tip:CDO-TT70W	70	88	83	68,3	0.43	>0.85
Metal Halogen 150W / Tip: CDO-TT150W	150	92	167	76,45	0.43	>0.85
Metal Halogen 250W / Tip:HPI-T Plus250W	250	84	276	61,8	0.43	>0.85
Metal Halogen 400W /Tip:HPI-T Plus400W	400	89	430	79,54	0.43	>0.85

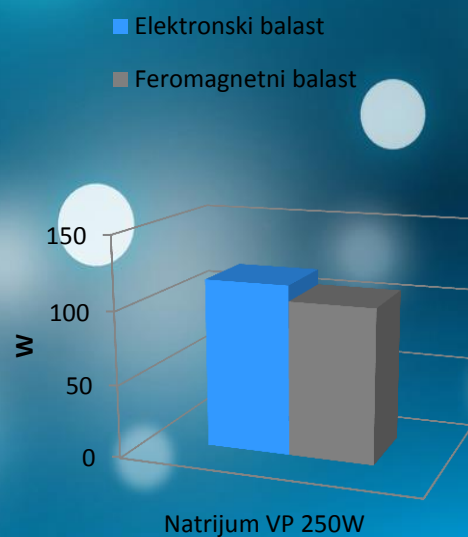
Tabela K3: Rad sijalica na bazi natrijuma u visokom pritisku i metal halogenih sijalica koje koriste elektronsku prigušnicu (balast).

Tip sijalice	Sijalica		Sijalica sa elektronskom prigušnicom			
	Nominalna snaga [W]	Svjetlosna iskoristivost [lm/W]	Snaga [W]	Svjetlosna iskoristivost [lm/W]	cos fi (Dt=2s)	cos fi (nakon vremena paljenja)
Natrijum VP 70W / Tip:SON-T70W	70	91	70	86	0.98	0.99
Natrijum VP 150W / Tip:SON-T150W	150	110	150	102	0.98	0.99
Natrijum VP 250W / Tip:SON-T70W	250	128	250	116	0.98	0.99
Natrijum VP 400W / Tip:SON-T400W	400	138	400	128	0.98	0.99
Metal Halogen 70W / Tip:CDO-TT70W	70	88	70	73	0.98	0.99
Metal Halogen 150W / Tip: CDO-TT150W	150	92	150	83	0.98	0.99
Metal Halogen 250W / Tip:HPI-T Plus250W	250	84	250	68	0.98	0.99
Metal Halogen 400W /Tip:HPI-T Plus400W	400	89	400	81	0.98	0.99

Međusobni odnosi parametara **snage i iskoristivosti svjetiljke** za istu sijalicu NVP250W ali sa različitim balastima (feromagnetnim / SON-T250W i elektronskim / SON-T PIA Plus250W) su prikazani na histogramima K1 i K2.



Histogram K1: Snaga svjetiljke sa sijalicom 250 W



Histogram K1: Iskoristivost svjetiljke, lm/W

KOMBINACIJE ZAMJENE KOJE DONOSE UŠTEDU!

Nakon prikaza i poređenja tehničkih karakteristika različitih sistema konfiguracije svjetiljki (u pogledu upotrebene sijalice i upotrebljenog balasta), jasno se vidi da postoji potreba da se uradi analiza situacija koje se javljaju u praksi.

U praksi imaju smisla zamjene sijalica na bazi žive sa sijalicama na bazi NVP, MH i LED. Takođe ima smisla raditi zamjenu NVP sijalica koje u konfiguraciji svjetiljke imaju feromagnetni balast sa LED sijalicama ili zamjena samo feromagnetnog balasta sa elektronskim balastom.

Analize pokazuju da NEMA BRZE ekonomski isplativosti raditi zamjenu NVP sijalica koje su u konfiguraciji sa elektronskim balastom sa LED svjetiljkama.

KORAK 3

IZABERITE EKONOMSKI NAJISPLATIVIJU ZAMJENU!

Tabela koja slijedi izvedena je na osnovu praktičnih iskustava i studija izvodljivosti u opštinama zemalja Balkanskog regiona i okruženja.

Tabela K4: Najčešće situacija koje se sreću u praksi kod rekonstrukcije ili modernizacije javne rasvjete

Postojeće stanje	Zamjena	Postojeće stanje	Zamjena	Postojeće stanje	Zamjena
Živa 80W	NVP FMB 70W	Živa 250W	NVP FMB 150W	NVP FMB70W	LED 73W*
Živa 80W	NVP ELB 70W	Živa 250W	NVP ELB 150W	NVP FMB150W	LED 73W*
Živa 80W	LED 73W*	Živa 250W	LED 73W*	NVP FMB250W	LED 110W*
Živa 80W	MH 70W	Živa 250W	MH150W	NVP FMB400W	LED 150W*
Živa 125W	NVP FMB 70W	Živa 400W	NVP FMB 250W		
Živa 125W	NVP ELB 70W	Živa 400W	NVP ELN 250W		
Živa 125W	LED 73W*	Živa 400W	LED 150W*		
Živa 125W	MH 70W	Živa 400W	MH 150W		

*Snaga zavisi od geometrije saobraćajnice i optike koja se nalazi u svjetiljci.

KAKO URADITI EKONOMSKU ANALIZU

ZAMJENE SIJALICE ?

U ovom vodiču je urađena detaljna ekonomska analiza na bazi zamjene jedne svjetiljke za ekonomski najopravdanije zamjene u zavisnosti od postojeće sijalice u cilju da se korisniku pruže osnovne smjernice pri izradi iste.

Početna investicija zamjene je rađena na bazi zamjene kompletne svjetiljke, a ne samo sijalice jer se u postojeće armature (kućišta) ne mogu ugraditi novi kompleti sijalica sa pratećom opremom. Takođe postoji veliki broj armatura (svetiljki) u opštinama koje su neadekvatno konstruisane i ne zadovoljavaju savremene ekološke kriterijume (sferno rasipanje svjetlosti).

KORAK 4

IZVRŠITE DETALJNU EKONOMSKU ANALIZU ZAMJENE !

Da bi se uradila ekonomska analiza zamjene svjetiljke potrebno je definisati:

1. Tehničke parametre svjetiljke
 - Za postojeću svjetiljku: snagu sijalice [W], utrošenu električnu energiju [kWh/god], životni vijek [sati]
 - Za zamjensku svjetiljku: snagu sijalice [W], utrošenu električnu energiju [kWh], životni vijek [sati]
2. Ekonomske parametre svjetiljke
 - Za postojeću svjetiljku: utrošenu električnu energiju [EUR/god], troškove održavanja [EUR]
 - Za zamjensku svjetiljku: početnu investiciju [EUR], utrošenu električnu energiju [EUR/god], troškove održavanja [EUR]
3. Analizu profitabilnosti
 - početnu investiciju [EUR]
 - Razliku u eksploataciji prije i nakon zamjene [EUR]
 - Jedinstveni period povrata [god]

ŽIVA 80 W SE MIJENJA SA NVP 70 W

Tehnički parametri

Tip sijalice	Snaga [W]	Potrošnja [kWh]					Životni vijek [h]	Period zamjene
		1	2	3	4	5		
Postojeće stanje:								
Živa 80W	93	407	815	1222	1629	2037	6000	1g 4m
Zamjena:								
NVP 70W Tip:SON-T 70W	83	364	727	1091	1454	1818	28000	6g 4m
Razlika u životnom vijeku:							76%	

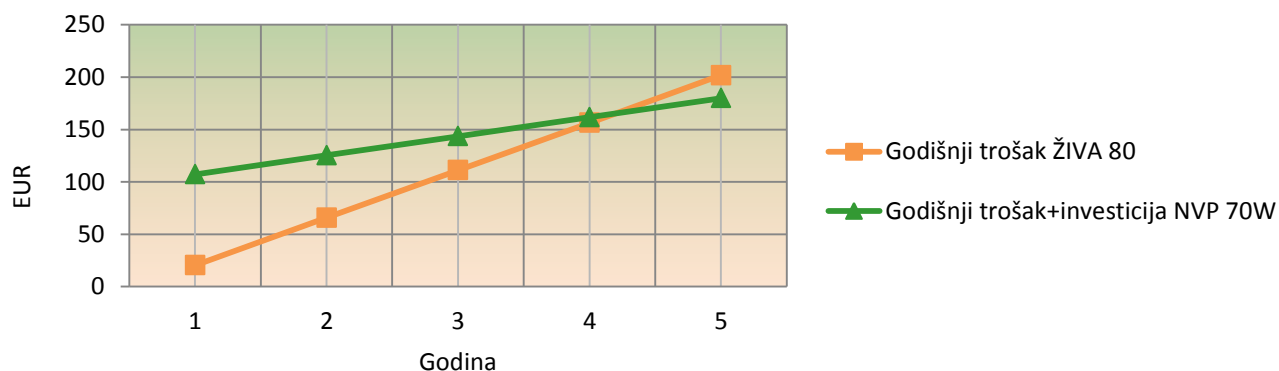
Ekonomski parametri

Tip sijalice	Trošak zamjene [EUR]	Potrošnja [EUR]					
		0	1	2	3	4	5
Postojeće stanje: Živa 80W							
Potrošnja el.energije:			20	41	61	81	102
Troškovi održavanja:	25 /1g4m		0	25	50	75	100
Eksplatacioni trošak:			20	66	111	156	202
Zamjena: NVP 70W Tip:SON-T 70W							
Investicija:		89					
Potrošnja el.energije:			18	36	55	73	91
Troškovi održavanja:	32 /6g4m		0	0	0	0	0
Eksplatacioni trošak:			18	36	55	73	91
Ukupan trošak:		89	107	125	144	162	180
Razlika:		-89	-87	-60	-32	-5	22

Profitabilnost

Period povrata investicije:	4,2 god.
Godišnja ušteda električne energije:	11 %
Ušteda u održavanju za 5 god:	100 %

Dijagram perioda povrata investicije



ŽIVA 125 W SE MIJENJA SA NVP 70 W

Tehnički parametri

Tip sijalice	Snaga [W]	Potrošnja [kWh]					Životni vijek [h]	Period zamjene
		1	2	3	4	5		
Postojeće stanje:								
Živa 125W	145	635	1270	1905	2540	3176	6000	1g 4m
Zamjena:								
NVP 70W Tip:SON-T 70W	83	364	727	1091	1454	1818	28000	6g 4m
Razlika u životnom vijeku:							79%	

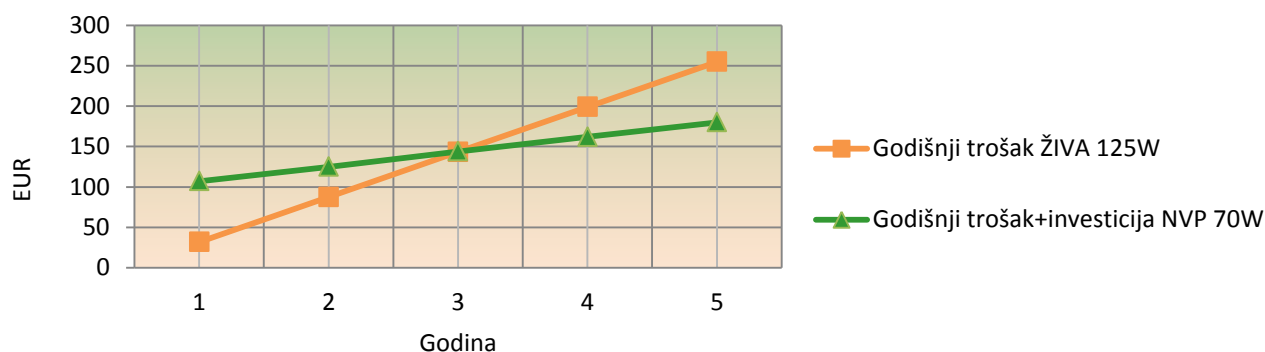
Ekonomski parametri

Tip sijalice	Trošak zamjene [EUR]	Potrošnja [EUR]					
		0	1	2	3	4	5
Živa 125W							
Potrošnja el.energije:			32	64	95	127	159
Troškovi održavanja:	24 /1g4m		0	24	48	72	96
Eksplatacioni trošak:			32	88	143	199	255
NVP 70W Tip:SON-T 70W							
Investicija:		89					
Potrošnja el.energije:			18	36	55	73	91
Troškovi održavanja:	32 /6g4m		0	0	0	0	0
Eksplatacioni trošak:			18	36	55	73	91
Ukupan trošak:		89	107	125	144	162	180
Razlika:		-89	-75	-37	-1	37	75

Profitabilnost

Period povrata investicije:	3 god.
Godišnja ušteda električne energije:	43 %
Ušteda u održavanju za 5 god:	100 %

Dijagram perioda povrata investicije



ŽIVA 250 W SE MIJENJA SA NVP 150 W

Tehnički parametri

Tip sijalice	Snaga [W]	Potrošnja [kWh]					Životni vijek [h]	Period zamjene
		1	2	3	4	5		
Postojeće stanje:								
Živa 250W	270	1205	2409	3614	4818	6023	6000	1g 4m
Zamjena:								
NVP 150W Tip:SON-T 150W	167	731	1463	2194	2926	3657	32000	7g 3m
Razlika u životnom vijeku:							81%	

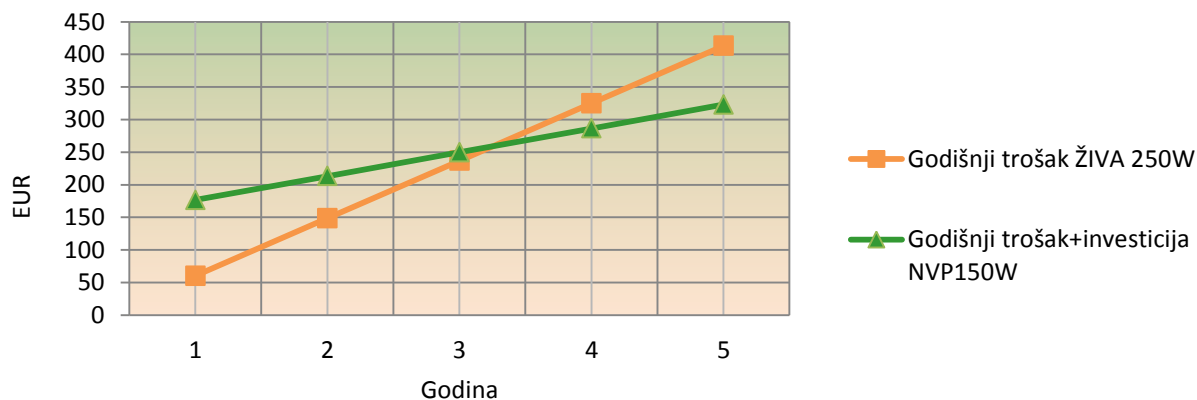
Ekonomski parametri

Tip sijalice	Trošak zamjene [EUR]	Potrošnja [EUR]					
		0	1	2	3	4	5
Živa 250W							
Potrošnja el.energije:			60	120	181	241	301
Troškovi održavanja:	28 /1g4m		0	28	56	84	112
Eksplatacioni trošak:			60	148	237	325	413
NVP 150W Tip:SON-T 150W							
Investicija:		140					
Potrošnja el.energije:			37	73	110	146	183
Troškovi održavanja:	36 /7g3m		0	0	0	0	0
Eksplatacioni trošak:			37	73	110	146	183
Ukupan trošak:		140	177	213	250	286	323
Razlika:		-140	-116	-65	-13	39	90

Profitabilnost

Period povrata investicije:	3.2 god.
Godišnja ušteda električne energije:	39 %
Ušteda u održavanju za 5 god:	100 %

Dijagram perioda povrata investicije



ŽIVA 400 W SE MIJENJA SA NVP 250 W

Tehnički parametri

Tip sijalice	Snaga [W]	Potrošnja [kWh]					Životni vijek [h]	Period zamjene
		1	2	3	4	5		
Postojeće stanje:								
Živa 400W	440	1927	3854	5782	7709	9636	6000	1g 4m
Zamjena:								
NVP 250W Tip:SON-T 250W	275	1205	2409	3614	4818	6023	32000	7g 3m
Razlika u životnom vijeku:							81%	

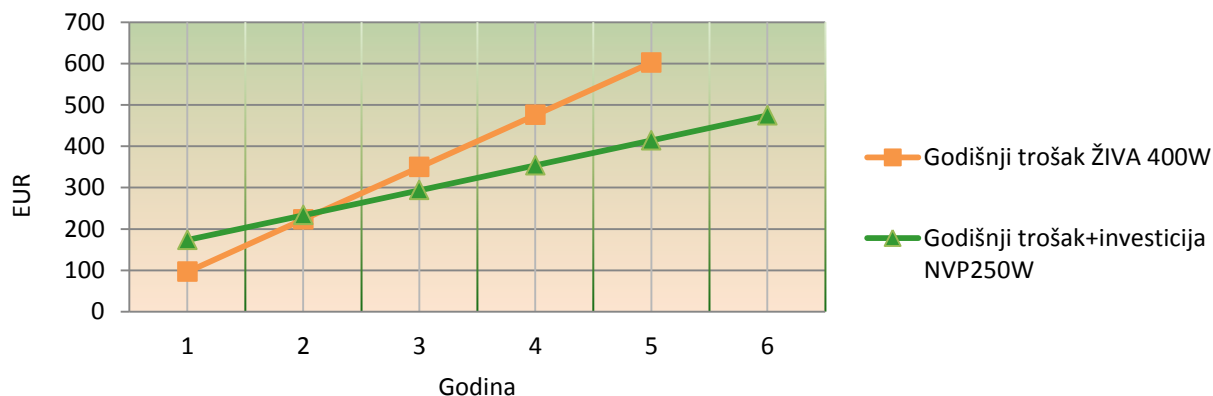
Ekonomski parametri

Tip sijalice	Trošak zamjene [EUR]	Potrošnja [EUR]					
		0	1	2	3	4	5
Živa 400W							
Potrošnja el.energije:			96	193	289	385	482
Troškovi održavanja:	30 /1g4m		0	30	60	90	120
Eksplatacioni trošak:			96	223	349	475	602
NVP 250W Tip:SON-T 250W							
Investicija:		173					
Potrošnja el.energije:			60	120	181	241	301
Troškovi održavanja:	36 /7g3m		0	0	0	0	0
Eksplatacioni trošak:			60	120	181	241	301
Ukupan trošak:		173	233	293	353	413	473
Razlika:		-173	-137	-71	-5	62	128

Profitabilnost

Period povrata investicije:	2 god.
Godišnja ušteda električne energije:	38 %
Ušteda u održavanju za 5 god:	100 %

Dijagram perioda povrata investicije



ŽIVA 125 W SE MIJENJA SA LED73 / 740 DM

Tehnički parametri

Tip sijalice	Snaga [W]	Potrošnja [kWh]								Životni vijek [h]	Period zamjene
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Postojeće stanje:											
Živa 125W	145	635	1270	1905	2540	3176	3811	4446	5081	6000	1g 4m
Zamjena:											
LED73/740DM	83	364	727	1091	1454	1818	2181	2545	2908	50000	11g 5m
Razlika u životnom vijeku:										88%	

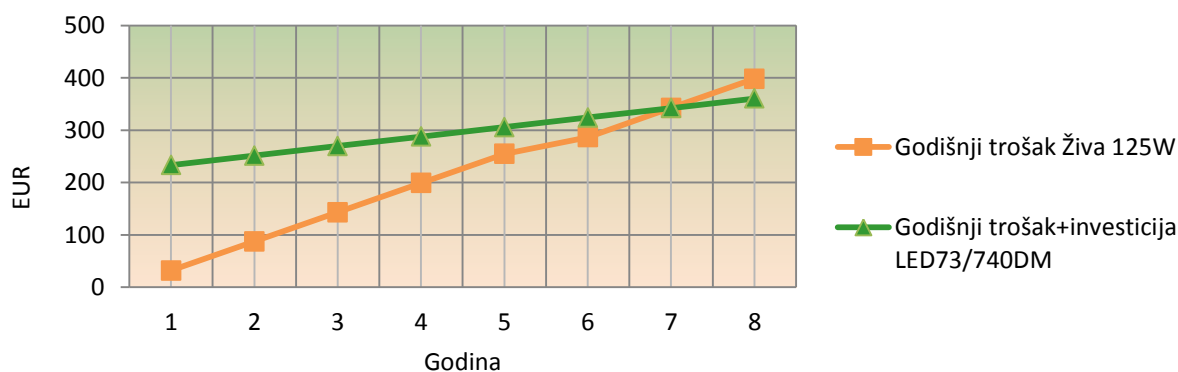
Ekonomski parametri

Tip sijalice	Trošak zamjene [EUR]	Potrošnja [EUR]								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Živa 125W										
Potrošnja el.energije:			32	64	95	127	159	191	222	254
Troškovi održavanja:	24 /1g4m		0	24	48	72	96	96	120	144
Eksplatacioni trošak:			32	88	143	199	255	287	342	398
LED73/740 DM										
Investicija:		215								
Potrošnja el.energije:			18	36	55	73	91	109	127	145
Troškovi održavanja:	235 /11g5m		0	0	0	0	0	0	0	0
Eksplatacioni trošak:			18	36	55	73	91	109	127	145
Ukupan trošak:		215	233	251	270	288	306	324	342	360
Razlika:		-215	-201	-164	-126	-89	-51	-38	0	38

Profitabilnost

Period povrata investicije:	7 god.
Godišnja ušteda električne energije:	43 %
Ušteda u održavanju za 5 god:	100 %

Dijagram perioda povrata investicije



ŽIVA 250 W SE MIJENJA SA LED 110s / 640 DM

Tehnički parametri

Tip sijalice	Snaga [W]	Potrošnja [kWh]								Životni vijek [h]	Period zamjene
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Postojeće stanje:											
Živa 250W	275	1205	2409	3614	4818	6023	7227	8432	9636	6000	1g 4m
Zamjena:											
LED110s/640DM	107	469	937	1406	1875	2343	2812	3281	3749	50000	11g 5m
Razlika u životnom vijeku:										88%	

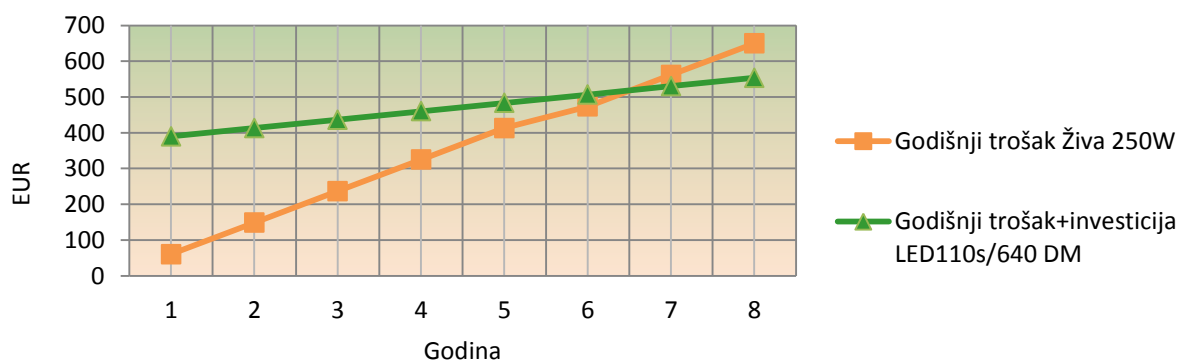
Ekonomski parametri

Tip sijalice	Trošak zamjene [EUR]	Potrošnja [EUR]									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Živa 250W											
Potrošnja el.energije:			60	120	181	241	301	361	422	482	
Troškovi održavanja:	28 /1g4m		0	28	56	84	112	112	140	168	
Eksplatacioni trošak:			60	148	237	325	413	473	562	650	
LED110s/640 DM											
Investicija:		366									
Potrošnja el.energije:			23	47	70	94	117	141	164	187	
Troškovi održavanja:	366 /11g5m		0	0	0	0	0	0	0	0	
Eksplatacioni trošak:			23	47	70	94	117	141	164	187	
Ukupan trošak:		366	389	413	436	460	483	507	530	553	
Razlika:		-366	-329	-264	-200	-135	-70	-33	32	96	

Profitabilnost

Period povrata investicije:	6,6 god.
Godišnja ušteda električne energije:	61 %
Ušteda u održavanju za 5 god:	100 %

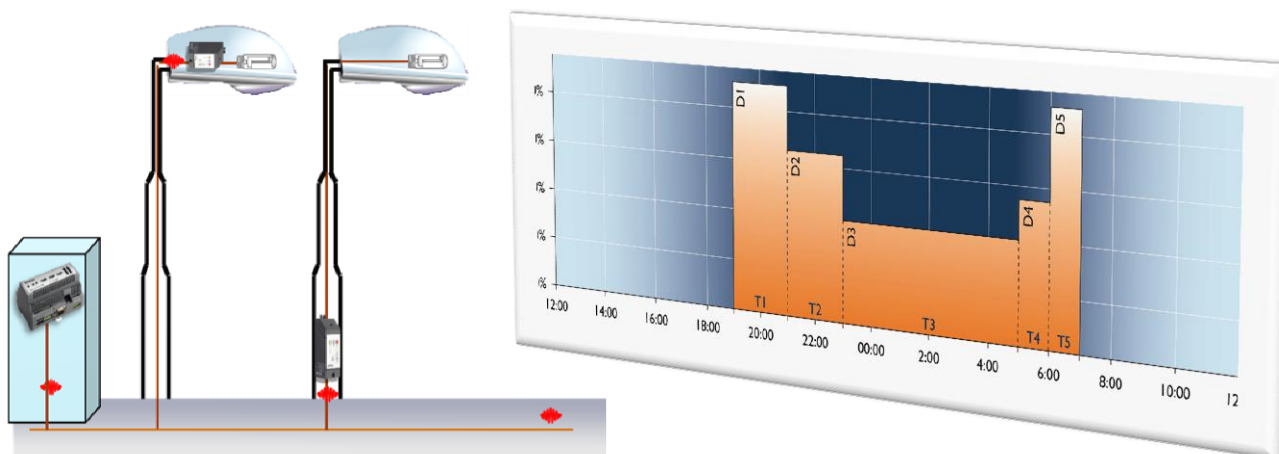
Dijagram perioda povrata investicije



ZAŠTO JE REGULACIJA BITNA?

Iako regulacija u vodiču nije detaljno razrađivana u poglavljima ekonomske analize zamjene, regulacija se ne smije ni slučajno zanemariti- naprotiv kvalitetnom regulacijom se postižu izuzetno dobri rezultati ušteda električne energije, konstantnosti fluksa i produžetka vjeka trajanja javne rasvjete.

Upravljanje javnom rasvjetom postiže se nekoliko dobrih rezultata kao što su: smanjenje potrošnje energije, smanjenje emisije CO₂, smanjenje svetlosnog zagađenja, smanjenje troškova održavanja i sticanje “zelenog” imidža.



U ovo doba ekonomske krize opravdano se može postaviti pitanje:

Zašto 100% osvetljenosti u doba kad na ulicama nema nikoga?

Upravljanje odnosno optimizacija rasvete nikako ne podrazumjeva restrikciju u funkcionalnom smislu. Moderna regulacija ne podrazumjeva gašenje svake druge svjetiljke, što prouzrokuje tamne i svetle mrlje na kolovozu i loše utiče na učesnike u saobraćaju, već podrazumjeva kontrolisano smanjivanje intenziteta svjetlosti koju emituje svaka svjetiljka, pri čemu se zadržava ravnomernost osvetljenosti.

Postoje različiti nivoi automatizovanosti u sistemima za upravljanje javnom rasvetom. Oni najsavršeniji, pored uštede električne energije i uštede u održavanju, omogućavaju potpuni pregled - evidenciju sredstava (svjetiljki i stubova), dnevne izvještaje o kvarovima, provjeru ostvarenih ušteda i optimizovano planiranje održavanja.

Primjenom dimabilnih elektronskih balasta riješen je problem uniformnosti svjetlosti emitovane iz svih svjetiljki duž jedne napojne trase.

I u ovome slučaju radi se o pojedinačnoj regulaciji napona svake svjetiljke koja ujedno daje i najbolje rezultate. Takođe postoje tehnologije centralne naponske regulacije na nivou napojnog ormara koje su jeftinije ali i manje efikasne od tehnologija koje podržavaju pojedinačnu regulaciju.

Iskustava pokazuju da se regulacijom postižu uštede do 30%, u odnosu na istu rasvjetu bez regulacije. Osnovni zadatak sistema za upravljanje javnom rasvetom je da obezbijedi pravi nivo osvetljenosti gdje i kada je potrebno i daju značajan doprinos efikasnom i održivom osvetljenju.

ČEMU SLUŽI OVAJ VODIČ ?

Ovaj vodič ima za cilj da korisniku-lokalnoj samoupravi omogući lakše definisanje stvarnog stanja u vlastitoj javnoj rasvjeti te da olakša donošenje odluka pri definisanju mjera u cilju poboljšanja funkcionalnosti i smanjenju troškova u eksploataciji i održavanju sistema javne rasvjete.

Takođe praćenjem logike date u ovome vodiču korisniku je olakšano formiranje projektnog zadatka za izradu tenderske dokumentacije.

Excel document koji se nalazi na pratećem CD-u predstavlja elektronsku radnu knjigu koja korisnicima omogućava da na jednostavan način izračunaju period povrata izabrane kombinacije.