

# Javna rasvjeta - osvrt na potrošnju električne energije

---

**Damjanović, Grgur Tomislav**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:344039>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-30**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Stručni studij**

**JAVNA RASVJETA-OSVRT NA POTROŠNJU  
ELEKTRIČNE ENERGIJE**

**Završni rad**

**Grgur Tomislav Damjanović**

**Osijek, 2016.**



**ETFOS**  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET OSIJEK



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

**Obrazac Z1S: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada na stručnom studiju**

Osijek,

Odboru za završne i diplomske ispite

**Imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada na stručnom studiju**

Ime i prezime studenta:

Studij, smjer:

Mat. br. studenta, godina upisa:

Mentor:

Sumentor:

Predsjednik Povjerenstva:

Član Povjerenstva:

Naslov završnog rada:

Primarna znanstvena grana rada:

Sekundarna znanstvena grana (ili polje) rada:

Zadatak završnog rada

Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (završnog rada):

Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:

Primjena znanja stečenih na fakultetu:  
Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka:  
Jasnoća pismenog izražavanja:  
Razina samostalnosti:

Potpis sumentora:

Potpis mentora:

Dostaviti:

1. Studentska služba

U Osijeku,                      godine

Potpis predsjednika Odbora:

**ETFOS**

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET OSIJEK

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

**IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA****Osijek,****Ime i prezime studenta:****Studij :****Mat. br. studenta, godina upisa:**

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom:

izrađen pod vodstvom mentora

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija. Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Što je javna rasvjeta?.....	1
1.2. Svrha javne rasvjete .....	1
2. SVJETLOST I ŽARULJE.....	2
2.1. Svjetlo-tehničke veličine.....	3
2.1.1. Svjetlosni tok.....	3
2.1.2. Jakost svjetlosti .....	4
2.1.3. Rasvijetljenost .....	4
2.1.4. Sjajnost ili luminacija.....	5
2.1.5. Svjetlosna iskoristivost.....	6
2.2. Žarulje.....	7
2.2.1. Živine žarulje.....	7
2.2.2. Natrijeva žarulja .....	8
2.2.3. LED žarulje .....	9
3. TEHNOLOGIJA I ELEMENTI SUSTAVA ZA JAVNU RASVJETU I SVJETLOSNO ONEČIŠĆENJE .....	11
3.1. Stupovi ili zatezno uže .....	13
3.1.1. Zatezno, nosivo uže .....	13
3.1.2. Stupovi javne rasvjete .....	14
3.1.2.1. Dekorativni stupovi .....	14
3.1.3. Brojilo za utrošenu električnu energiju .....	15
3.1.4. Ormari javne rasvjete .....	15
3.2. Upravljanje javnom rasvjetom .....	16
3.2.1. Ručna kontrola .....	16
3.2.2. Vremenski relej .....	16
3.2.3. Fotoćelija.....	18
3.2.4. Kombinacijom različitih komandi.....	19
3.3. Svjetlosno zagađenje.....	19
3.4. Uzroci svjetlosnog onečišćenja.....	19
3.5. Štetne posljedice .....	19
3.5.1. Svjetlosno onečišćenje i ljudsko zdravlje.....	21
4. MJERNI UREĐAJ I IZMERENE VRIJEDNOSTI .....	22
4.1. Mjerni uređaj.....	22

4.2. Izmjerene vrijednosti.....	23
5. ZAKLJUČAK .....	29
LITERATURA.....	30
SAŽETAK.....	32
ABSTACT.....	32
ŽIVOTOPIS .....	33

# 1. UVOD

## 1.1. Što je javna rasvjeta?

Oduvijek su ljudi smišljali rješenje kako osvijetliti ulice i trgove kada zađe „prirodna rasvjeta“ iza horizonta i ostavi nas u neugodnoj tami. Naši preci su to rješavali u skladu sa mogućnostima i spoznajama i prije otkrivanja električne energije. Postavljali su upaljene baklje na zidovima i trgovima najvažnijih dijelova grada gdje su živjeli njihovi vladari i uvaženi ljudi toga vremena. Tako možemo reći da je javna rasvjeta u prošlosti bila rezervirana samo za određeni sloj ljudi u državi. Otkrivanjem izmjenične električne energije počela je javna rasvjeta koja nam je danas poznata i koju imamo na svakom koraku i dostupna je svima a ne samo najimućnijim ljudima. Pomoću stupova koji su postali sastavni dio svakoga grada, trga, sela, ceste ili puteljka omogućili smo osvjetljenje svakoga nama važnog „kutka“. Velikom izgradnjom mreža javne rasvjete stvorili smo velike potrošače električne energije, a sve u svrhu da bi ljudima olakšali kretanje ulicama u svako doba noći. Izgradnjom javne rasvjete nismo dobili samo ugodnosti već i osjećaj sigurnosti. Izgradnju i održavanje javne rasvjete regulira Zakon o komunalnom gospodarstvu NN 36/95, 70/97, 128/99, 57/00, 129/00, 59/01, 26/03, 82/04, 110/04, 178/04, 38/09, 79/09, 153/09, 49/11, 84/11, 90/11, 144/12, 94/13, 153/13, 147/14 i 36/15. Kod nas je izgradnja i održavanje javne rasvjete u nadležnosti gradova i općina. Uvidom u proračune gradova možemo dobiti jasnu sliku o cijeni korištenja javne rasvjete.

U ovome radu ćemo se pozabaviti vrstama, načinima izvedbe i potrošnji javne rasvjete u Hrvatskoj. Napraviti ćemo i mjerenja potrošnje električne energije na odabranom dijelu sustava javne rasvjete (izvodu) te utvrditi utjecaj javne rasvjete na kvalitetu električne energije u niskonaponskoj mreži, te predložiti moguća poboljšanja u smislu utjecaja javne rasvjete na kvalitetu električne energije i zaštitu okoliša.

## 1.2. Svrha javne rasvjete

Javna rasvjeta se može definirati kao fiksna umjetna rasvjeta koja se koristi u svrhu osvjetljenja otvorenih područja kako bi se poboljšala vizualna percepcija, olakšale ljudske aktivnosti i povećala njihova učinkovitost u noćnom ali sve češće i dnevnom razdoblju (tuneli). U današnje vrijeme javna rasvjeta se često koristi za uljepšavanje samih gradova, građevina i spomenika kulture što je dosta važno za turizam. Dobro odabranom i pravilno raspodijeljenom rasvjetom možemo uljepšati i istaći željeni objekt. Svjetlosno uljepšavanje objekata je više domena dizajnera svijetla, a ne inženjera. Cilj ovakvog osvjetljenja je uljepšati određena mjesta, najčešće u turističke svrhe, što je veoma važno za Republiku Hrvatsku iz razloga što je na glasu kao lijepa turistička destinacija.

Kako bi se izbjeglo vizualno nagrđivanje prekomjernim osvjetljenjem kao i rasipanjem energije, trebalo bi uvažavati određene tehničke smjernice. Nažalost vrlo se malo pažnje pridaje noćnoj arhitekturi velikih urbanih područja [18].

Javni prostori se osvjetljavaju prvenstveno zbog sigurnosti. Osnovni zahtjevi javne rasvjete su omogućiti sigurno kretanje pješaka i vozačima dobru preglednost.

## **2. SVJETLOST I ŽARULJE**

Svjetlost je po definiciji elektromagnetsko zračenje koje je vidljivo našem (ljudskom) oku. Za svjetlost možemo reći da je dualne prirode to jest sa fizikalnog stajališta je možemo opisati



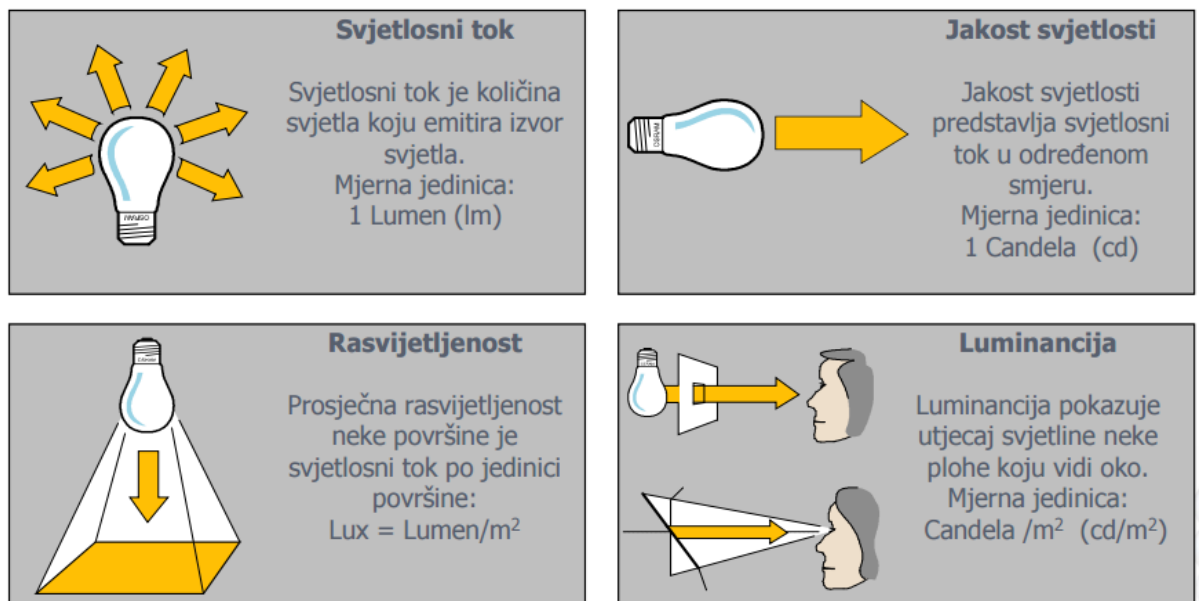
čestičnom (Planckovom) i valnom (Maxwellovom) teorijom. Spektar svjetlosti je veoma velik ali ljudsko oko je ograničeno pa nam je vidljiv samo spektar 380 do 780 nm [1].

## 2.1. Svjetlo-tehničke veličine

Pod pojmom svjetlo-tehničkih veličina podrazumijevaju se veličine koje se temelje na vrednovanju ljudskog organa vida (oka) [1].

Osnovne svjetlo-tehničke veličine su :

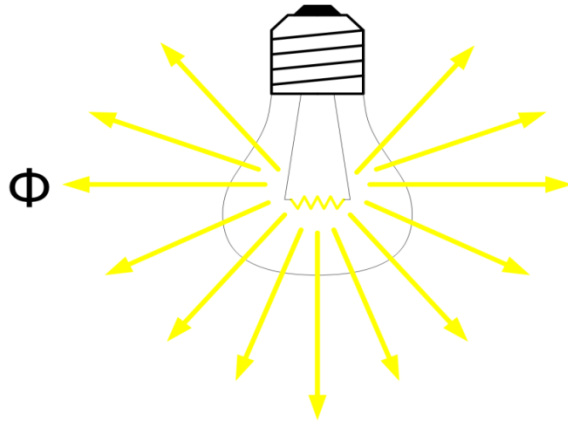
- 1) Svjetlosni tok
- 2) Jakost svjetlosti
- 3) Rasvjetljenost
- 4) Sjajnost ili luminacija



Sl. 2.1. Primjeri svjetlotehničkih veličina, [6].

### 2.1.1. Svjetlosni tok

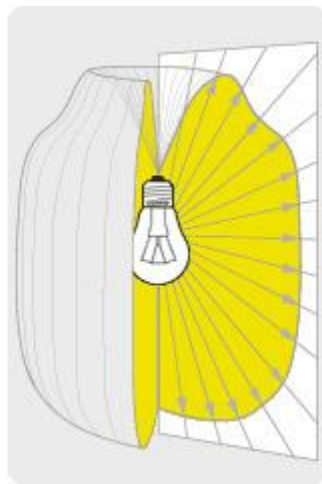
Svjetlosni tok se definira kao ukupan iznos svjetlosti (zračenja) koje emitira izvor svjetla u svim smjerovima. Svjetlosni tok je izvedenica SI sustava, ima mjernu jedinicu lumen (lm) i označava se velikim grčkim slovom  $\Phi$ . Točkasti izvor svjetla ima svjetlosni tok od 1 lm kada u prostorni kut od jednog steradiana (1 sr) zrači jakošću svjetlosti od 1 kande (1 cd) [1].



Sl. 2.2. Primjer svjetlosni tok, [1].

### 2.1.2. Jakost svjetlosti

Jakost svjetlosti je osnovna jedinica SI sustava, definirana je kao jakost svjetlosti koju u određenom smjeru zrači monokromatski izvor svjetla frekvencije  $540 \times 10^{12}$  Hz i snage zračenja u tom smjeru od  $1/683$  W/sr. Jedinica za jakost svjetlosti je kandela (cd) [1].



Sl. 2.3. Primjer jakost svjetlosti, [6].

### 2.1.3. Rasvjetljenost

Rasvjetljenost je mjerilo za količinu svjetlosnog toka koja pada na određenu površinu. Jedinica luks (lx) koji je definiran kao rasvjetljenost 1 kvadratnog metra na koji pada svjetlosni tok od 1 lm. Starija definicija koja je lakša za razumjeti kaže: 1 svijeća čija svjetlost ravnomjerno pada na površinu od 1 metra kvadratnog [3].

Jednadžba 2-1. prikazuje izračun rasvjetljenosti, [1].

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (2-1)$$

gdje je: -  $\Phi$  jakost svjetlosti,

-  $A$  površina.

Jednadžba 2-2. prikazuje rasvjetljenost računatu iz određenog kuta pod kojim zrake svjetla padaju na tlo, [1].

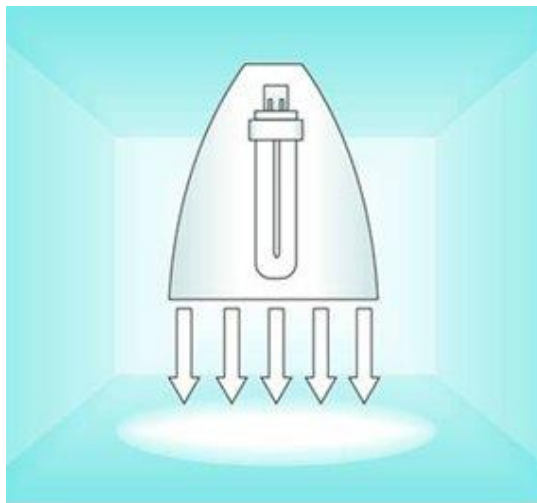
$$E' = \Phi A \cos \alpha = E \cos \alpha \quad (2-2)$$

gdje je: -  $\Phi$  jakost svjetlosti,

-  $A$  površina,

-  $\cos \alpha$  kut pod kojim upada svjetlosni tok na površinu.

Na slici 2.4. prikazuje se primjer rasvjetljenosti.



Sl. 2.4. Primjer rasvjetljenosti, [13].

#### 2.1.4. Sjajnost ili luminacija

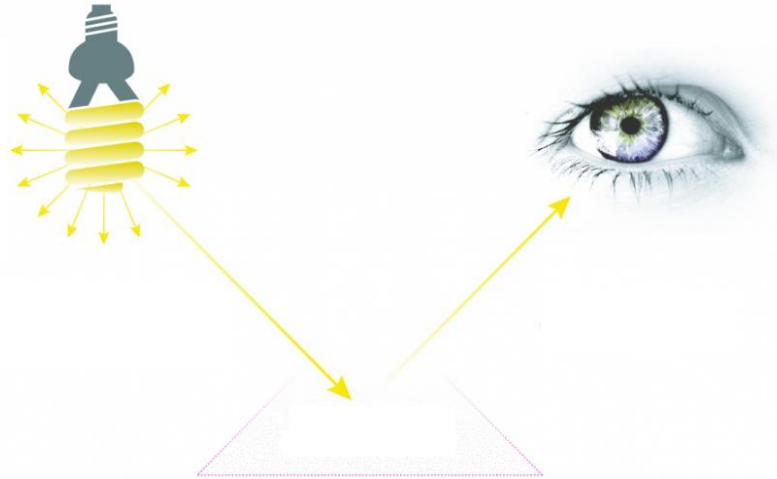
Luminacija je sjajnost rasvjetljenje ili svjetleće površine koju vidi ljudsko oko. Simbol za luminaciju je  $L$ , a mjerna jedinica je kandela po metru kvadratnom ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ). Luminacija je jedina fotometrijska mjera koje ljudsko oko može direktno vidjeti. Jednadžba 2-3 prikazuje izračun za sjajnost ili luminaciju, [1].

$$L = \frac{I}{A \cos \alpha} \left[ \frac{cd}{m^2} \right] \quad (2-3)$$

gdje je: -  $I$  svjetlosna jakost,

-  $A$  površina,

-  $\cos \alpha$  kut pod kojim upada svjetlosna jakost na površinu.



Sl. 2.5. Primjer sjajnosti ili luminacije, [14].

#### 2.1.5. Svjetlosna iskoristivost

Svjetlosna iskoristivost je izvedena veličina koja se objašnjava kao omjer svjetlosnog toka izvora svjetlosti ( $\text{lm}$ ) i snage ( $\text{W}$ ) koju izvor svjetlosti koristi za stvaranje tog svjetlosnog toka. Na taj je način moguće odrediti učinkovitost svjetiljke i usporediti je s drugima. Najveća teorijska vrijednost koju svjetlosna iskoristivost može poprimiti je  $683 \text{ lm/W}$ . To je u slučaju kada se kompletna snaga zračenja pretvori u vidljivu svjetlost. U stvarnosti vrijednosti su puno manje i iznose između  $10$  i  $150 \text{ lm/W}$ . Svjetlosna iskoristivost je jedan od osnovnih parametara za ocjenu ekonomičnog rasvjetnog sustava. Oznaka za svjetlosnu iskoristivost je  $\eta$ , a mjerna jedinica je  $\text{lm/W}$ . Jednadžba prikazuje izračun svjetlosne iskoristivosti, [1].

$$\eta = \frac{\phi}{P} \left[ \frac{\text{lm}}{\text{W}} \right] \quad (2-4)$$

gdje je: -  $\phi$  jakost svjetlosti,

-  $P$  snaga žarulje.

## 2.2. Žarulje

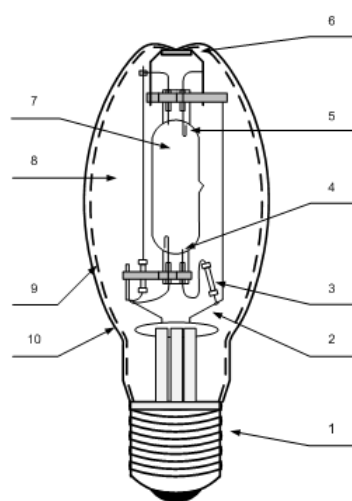
Izvori svjetlosti prvenstveno se dijele prema generiranju svjetlosti na [1]:

- principom luminiscencije (žarulje na izboj),
- princip termičkog zračenja (žarulje sa žarnom niti),
- led rasvjeta.

Izvori svjetlosti su karakterizirani osnovnim veličinama, a to su: svjetlosna iskoristivost, svjetlosni tok (jakost svjetlosti), temperatura boje, uzvrat boje, [2]. Sve su to ujedno i svojstva žarulja. U novije vrijeme iz ekoloških i ekonomskih razloga aktualna je tema o uštedi energije, te se teži modernizirati postojeća javna rasvjeta. Modernizacija se provodi na način da se mijenjaju stare žarulje (natrijeve i živine) s LED žaruljama koje su puno učinkovitije i kvalitetnije. Modernizacija se sporo provodi zbog sadašnje cijene LED rasvjete, ali pri izgradnji novih infrastruktura se koristi LED osvjetljenje.

### 2.2.1. Živine žarulje

Najstarije žarulje na izboj su živine žarulje. Svjetlost generiraju izbojem elektrona u živinim parama, koje počinju isparavati nakon što se pojavi početni izboj u argonu. Pogonski tlak iznosi od 200 - 400 kPa, te bitno utječe na karakteristike spektra zračenja, koji je uglavnom u hladnijem području (4000 K), i ostvaruje iskoristivost do 60 lm/W. Start se postiže pomoću startne elektrode (SE), a za pogon je potrebna prigušnica. Postupak paljenja traje od 3-6 min, a ponovnog paljenja na toplo 5-10 min. Prosječan vijek trajanja je 16.000 sati. Ne preporuča se za nove instalacije, zbog velike količine žive zabranjena je u SAD-u, ali će biti zabranjena i u EU. Primjenjuje se u javnoj i industrijskoj rasvjeti, a snaga iznosi: 50-1000W, 230V [4].



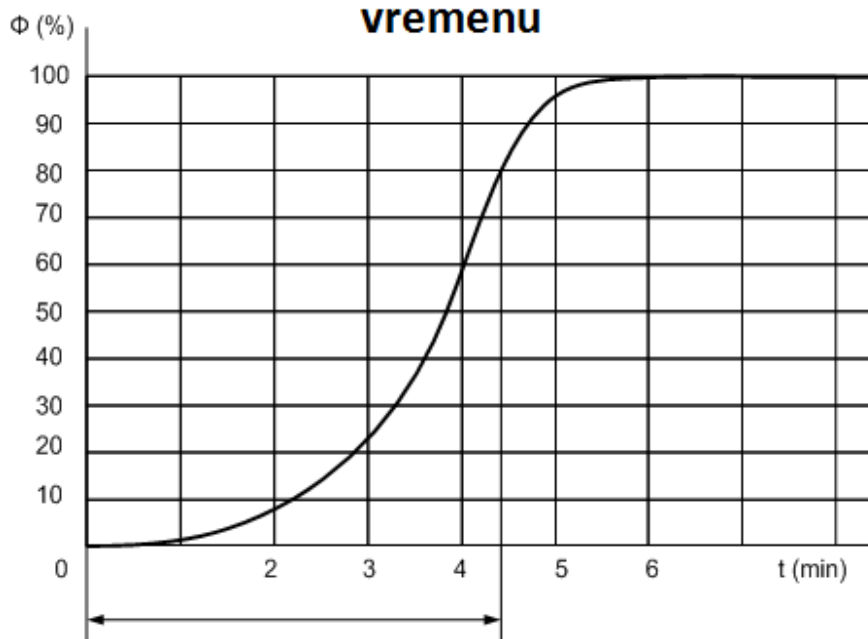
### Visokotlačna živina žarulja.

Gdje je:

- 1 – podnožak
- 2 – dovodni vodič
- 3 – omski otpor za svaku pomoćnu (startnu) elektrodu
- 4 – startna elektroda
- 5 – pogonske elektrode
- 6 – potpornik za dovodni vodič
- 7 – cijev za izboj
- 8 – niskotlačni inertni plin
- 9 – fluorescentni premaz
- 10 – stakleni balon

Sl. 2.6. Dijelovi visokotlačne živine žarulje, [1]

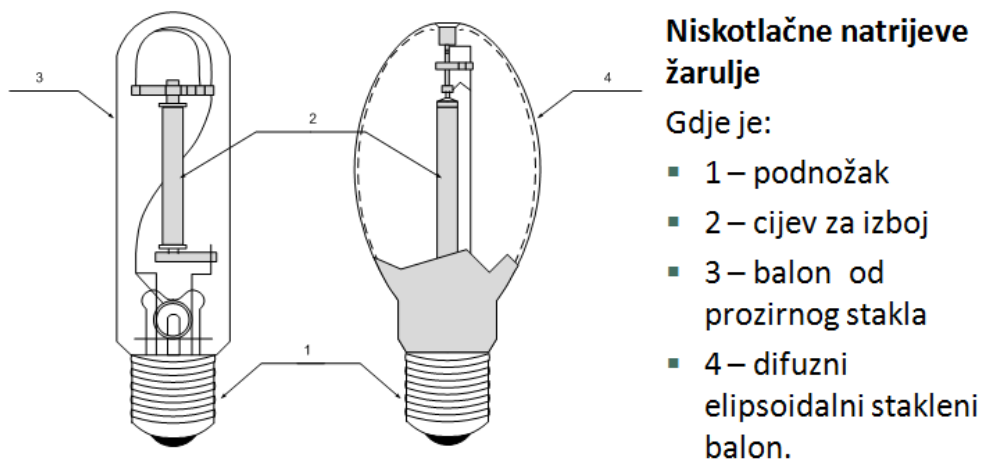
## Visokotlačne živine žarulje – ovisnost svjetlosnog toka o vremenu



Sl. 2.7. Ovisnost toka o vremenu za visokotlačnu živinu žarulju, [1].

### 2.2.2. Natrijeva žarulja

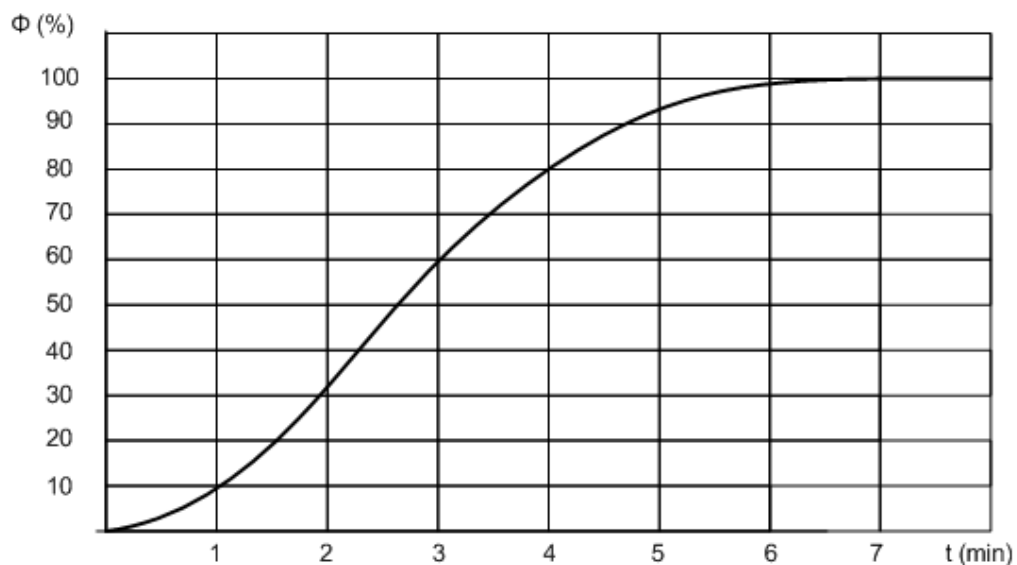
Kod natrijevih žarulja izboj se događa u natrijevim parama uz dodatak ksenona (lakši start i povećana iskoristivost) i male količine žive. Pogonski tlak iznosi 20-40 kPa. Natrijeve žarulje postižu najveću iskoristivost do 150 lm/W, ali uz slabiji uzvrat boje i toplu (žutu) temperaturu boje (2000 °K). Ove karakteristike zadovoljavaju standarde, te se natrijeve žarulje koriste kao najbolje rješenje za cestovnu rasvjetu. Prosječan vijek trajanja je od 32.000 sati, uz veliku sigurnost (preživljavanje do 95% nakon 16.000 sati pogona - 4 godine u javnoj rasvjeti). Postupak paljenja traje do 5 min, a ponovnog paljenja na toplo 1-2 min [4].



45

Sl. 2.8. Dijelovi niskotlačne natrijeve žarulje, [1].

## Niskotlačne natrijeve žarulje – ovisnost svjetlosnog toka o vremenu

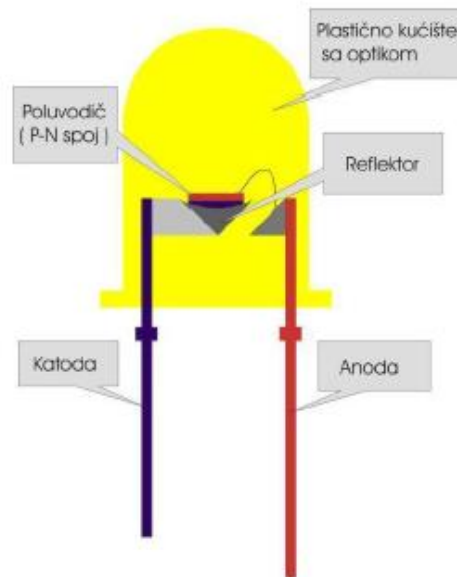


Sl. 2.9. Ovisnost toka o vremenu za niskotlačnu natrijevu žarulju, [1].

### 2.2.3. LED žarulje

Jedno od najvažnijih otkrića modernog doba su LED (*Light-Emitting Diode*) žarulje. Godine 1962. dolazi do prve primjene dioda. Nakon prve primjene, razvoj dioda se može podijeliti u tri cjeline. U prvoj cjelini dolazi do razvoja monokromatske LED u tri različite boje: crvena, žuta i zelena. Japanski znanstvenik Shuji Nakamura 1993. godine razvija LED diodu plave boje. Pomoću tehnike bazirane na plavoj LED diodi 1997. godine dolazi do razvoja bijele LED diode. Princip rada LED žarulje temelji se na poluvodičkom uređaju koji emitira svjetlost u uskom spektru kada je

protjecanje električne struje u pravom smjeru. Poluvodič ima važnu funkciju. Poluvodič služi da se od elektrona proizvede foton svjetlosti. Na slici su prikazani osnovni dijelovi LED-a.



Sl. 2.10. Osnovni dijelovi LED-a

Ovisno o materijalu od kojeg je izgrađen poluvodič može se mijenjati boja LED-a. Zbog njene visoke svjetlosne iskoristivosti (do 140 lm/W, a nema UV i IC zračenja) sve se više upotrebljuje. Zbog snage i toga što su relativno male imaju veliku energetska učinkovitost, a iznimno malu potrošnju električne energije. U usporedbi sa standardnom žaruljom, ušteda električne energije je do 80%. Malo se zagrijevaju i imaju nisko termičko opterećenje. U odnosu na klasičnu rasvjetu LED emitira drukčiju vrstu svjetla. Njena svjetlost je zdravija, ugodnija, ravnomjerno raspoređena u odnosu na klasičnu rasvjetu. Nema zujanja ili treperenja svjetlosti (strobo-efekta) koji smeta ljudima. Nakon paljenja se ne moraju zagrijevati, te daju 100% svjetlost. U odnosu na ostale tipove žarulja ima duži životni vijek, gdje uz određene radne uvjete može biti i preko 100 000 sati čime su smanjeni troškovi održavanja. Kod klasičnih žarulja jakost svjetlosti opada s godinama i na kraju radnog vijeka jačina svjetlosti će se smanjiti za 30-50%. LED žarulje su izrađene od visoko kvalitetnog aluminijskog i kvalitetnih LED čipova. LED ne sadrži opasne tvari poput žive, olova, štetnih plinova što omogućava reciklažu nakon prestanka rada. Ekološki je najprihvatljivija. Zbog malih dimenzija je praktična za uporabu. Jedini nedostatak LED žarulja je još uvijek njihova cijena. Početni investicijski troškovi su visoki, ali dugoročno gledano se isplati zbog njihove štedljivosti ali i smanjenih troškova održavanja tijekom rada čitavog životnog vijeka. Prednosti LED rasvjete je u tome što su malih dimenzija, visoke otpornosti na udarce, mogu se često uključivati, daju puno svjetlo pri niskim temperaturama, imaju dugi vijek trajanja i praktički su



bez održavanja, bez IC/UV zračenja su, visoka im je iskoristivost u bojama, daju usmjereno svjetlo, te su prihvatljive za okoliš što je jedno od glavnih pitanja današnjice [4].



Sl. 2.11. Primjer LED javne rasvjete, [20].

LED ulična rasvjeta značajno smanjuje svjetlosno “zagađenje” okoline (Dark Sky Friendly) te ne emitira štetna UV i IC (ultra violetna i infra crvena) zračenja. Zbog posebno osmišljenog dizajna uličnih svjetiljki usmjeravaju svjetlost samo tamo gdje je to potrebno [8].

Zahvaljujući konceptu **"inteligentne rasvjete"** korištenje LED tehnologije u vanjskom osvjetljenju doprinosi dodatnim uštedama energije. Mogućnosti korištenja sustava inteligentne rasvjete su mnogobrojne, od korištenja detektora kretanja i osvjetljenosti, WEB upravljanih aplikacija, hibridnih sustava napajanja, napajanja solarnom energijom ili iz mreže do sustava LED rasvjete sa 48V napajanjem. Sustav “inteligentne rasvjete” izrazito je pogodan za korištenje pri rasvjetljavanju prigradskih naselja i sela te lokalne samouprave budući da se tim konceptom “troši onoliko energije koliko se može platiti” [8].

Javnu rasvjetu prometnica klasa ME1, ME2, ME3, ME4, ME5 i ME6, tunela, raskrižja i svih drugih vanjskih prostora. Za kvalitetno osvjetljenje svih zahtjeva koriste se četiri tipa vanjske rasvjete s instaliranih 36W, 72W, 108W i 144W LED-a uspješno zamjenjuje klasičnu visokotlačnu i niskotlačnu živinu rasvjetu pri čemu daje isti ili veći svjetlosni tok uz uštedu električne energije od 50-80 % [8].

Klasa prometnice ME1, ME2, ME3 pripadaju brzim cestama i njihovim prilazima, dok klase ME4, ME5, ME6 pripadaju lokalnim cestama.

### **3. TEHNOLOGIJA I ELEMENTI SUSTAVA ZA JAVNU RASVJETU I SVJETLOSNO ONEČIŠĆENJE**

Pretežitom kombinacijom više rasvjetnih tijela čini javnu rasvjetu. Elementi rasvjetnih tijela su: žarulje (izvori svjetla), lampe, vodiči, upravljački sklop i potporna struktura koju čine stupovi i nosači. Prilikom odabira žarulje treba voditi računa o nekoliko faktora, a to su: spektar svjetla, utjecaj na okoliš, učinkovitost, intenzitet svjetlosti, karakteristike paljenja, troškovi održavanja, itd. Prilikom projektiranja bitno je obratiti pozornost na estetiku i truditi se postići da se rasvjetna tijela idealno uklapaju u okolinu bez obzira da li je dan ili noć. Veoma je bitna i funkcionalnost kako bi željena površina bila jasno vidljiva uz što manje štetnih utjecaja. Ciljevi su na prvi pogled različiti, ali nisu međusobno isključivi [5].

Prema kriteriju generacije razvoja, rasvjetne elemente moguće je podijeliti u tri skupine [18]:

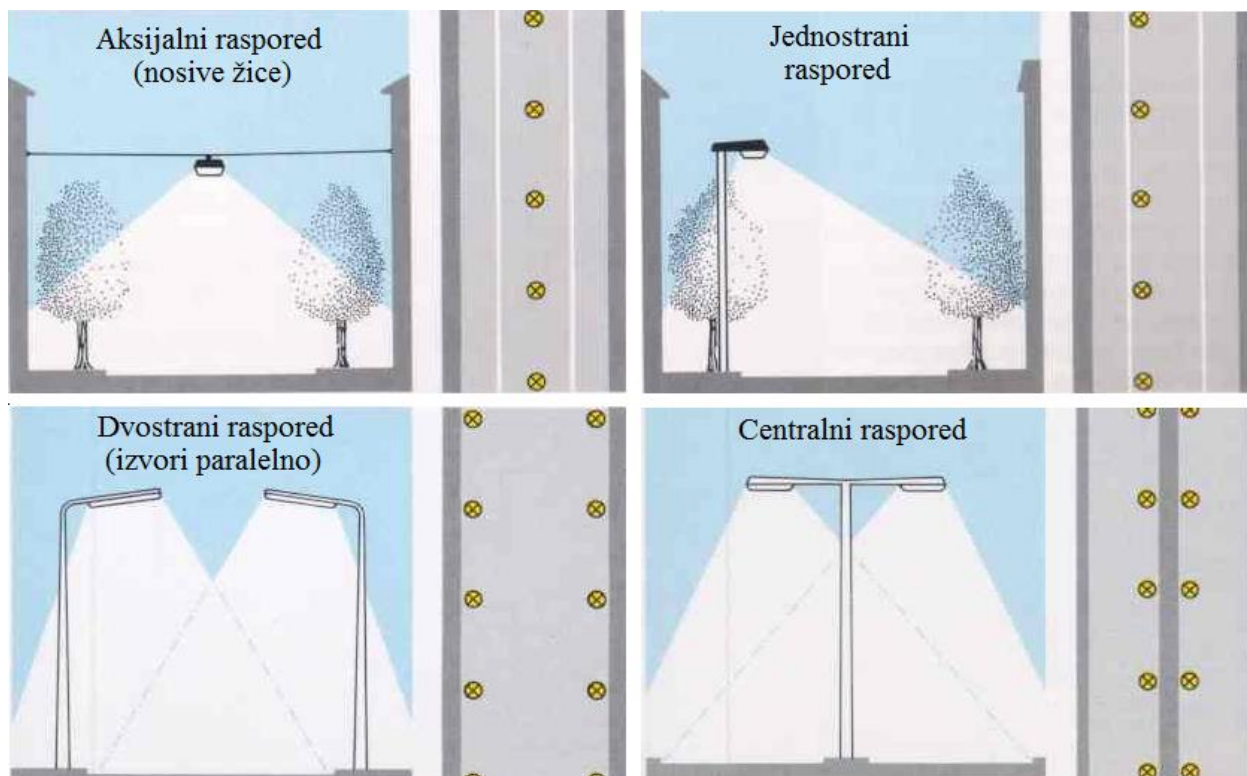
1. žarulje;
2. izbojni rasvjetni elementi (fluorescentni i lučni);
3. poluvodički rasvjetni elementi (LED).

Neovisno o njezinom tipu, četiri su osnovna dijela električnih lampi:

- 1) potporna struktura na koju je emitirajući dio fiksiran unutar same lampe;
- 2) vanjski balon ili omotač koji štiti dio koji emitira svjetlo;
- 3) dio koji emitira svjetlo;
- 4) električni vodovi i kontakti koji služe za povezivanje lampe na izvor struje.

Pod pojmom javna rasvjeta najčešće pomislimo na osvjetljenje ulica i prometnica. Postoje četiri osnovne vrste osvjetljenja ulica i prometnica [1]:

1. Aksijalni raspored;
2. Centralni raspored;
3. Jednostrani raspored;
4. Dvostrani raspored.



Sl. 3.1. Osvjetljenje prometnica, [1].

Pošto postoji više načina izvedbe javne rasvjete nabrojati ćemo sve elemente koji su potrebni da se izvede sigurna i pouzdana javna rasvjeta.

Elementi sustava javne rasvjete su:

1. Stupovi, nosači i zatezno uže
2. Kabel
3. Brojilo za utrošenu električnu energiju
4. Lampa javne rasvjete
5. Komandni sklop (Fotoćelija, vremenski relej ili prekidač)

### 3.1. Stupovi ili zatezno uže

#### 3.1.1. Zatezno, nosivo uže

Zatezno uže se koristi u urbanim sredinama gdje se pocinčano uže postavi na krovne nosače na objekte koji se nalaze na suprotnim stranama prometnice. Nosivo uže mora biti zadovoljavajuće nosivosti kako bi izdržalo težinu rasvjetnog tijela i opreme, ali i drugih predvidivih opterećenja kao što su djelovanje vjetera, ledene kiše i sličnih predvidljivih dodatnih opterećenja. Noseće uže mora biti opremljeno odvojnima izolatorima, kako se potencijal ne bi mogao prenijeti s jednog krovnog uporišta na drugo, ali isto tako i sa rasvjetnog tijela na krovne nosače. [7]

### 3.1.2. Stupovi javne rasvjete

Stupovi javne rasvjete se izrađuju u rasponu visina 3 – 12 m (visina postavljanja svjetiljke), a namijenjeni su za rasvjetu većih gradskih ulica, većih parkinga, magistralnih cesta, autobusnih i željezničkih stanica, mostova, raskrižja... Stupovi se izrađuju s cijevnim završetkom Ø48, Ø60, Ø76 i Ø89 mm za montažu svjetiljke ili odgovarajuće cijevne lire. Za ovu vrstu stupova cijevne lire su nasadne, vijčano pričvršćene. Lire, u lučnoj ili ravnoj izvedbi, mogu biti na istom ili različitom visinskom nivou sa mogućnošću zauzimanja različitih uglova u prostoru. Predviđena je i priključna ploča u stubu izrađena, od pertinaksa ili nekog drugog izolacionog materijala, za priključak kablova 4-50 mm<sup>2</sup>, sa 1/2/3 topljiva osigurača [7].



Sl. 3.2. Stupovi javne rasvjete, [7].

#### 3.1.2.1. Dekorativni stupovi

Dekorativni stupovi primarno služe za osvjjetljenje, ali i za ukrašavanje prostora. Dekorativni stupovi mogu biti izrađeni od različitih materijala kao što su pocinčani stupovi raznih vrsta završne

obrade, liveni, od inoxa ili nekih drugih atraktivnih materijala a izbor se vrši sa temeljnim zahtjevom, postići dodatni estetski učinak. Stoga se dekorativni stupovi koriste za osvjjetljenje:

- parkova
- parkinga
- ugostiteljskih objekata
- aleja
- šetališta
- mostova...



Sl. 3.3. Dekorativni stupovi, [7].

### 3.1.3. Brojilo za utrošenu električnu energiju

Imamo dvije vrste brojila električne energije digitalno i mehaničko. Mehaničko brojilo mjeri samo utrošenu električnu energiju dok digitalno brojilo može mjeriti više faktora, a omogućava i daljinsko očitavanje.

### 3.1.4. Ormari javne rasvjete

Za mjerenje utroška električne energije javne rasvjete i za upravljanje javnom rasvjetom namijenjeni su ormari javne rasvjete. Oprema ormara javne rasvjete smještena je u ormar s dvije komore i sa dvojm zasebnim vratima tako da je odvojen mjerni od upravljačkog dijela. Prema napajanju i mjerenju električne energije izrađuju se dva osnovna tipa ormara javne rasvjete:

- ormar javne rasvjete s izravnim mjerenjem električne energije od 100A
- ormar javne rasvjete s posrednim mjerenjem električne energije

Opremaju se prema dostavljenoj jednopolnoj shemi i specifikaciji materijala, a najčešće se ugrađuju na poliesterska podnožja ormara, međutim postoji i mogućnost ugradnje na zid ili na stup [11].



Sl. 3.4 Ormar javne rasvjete, [11].

### **3.2. Upravljanje javnom rasvjetom**

Upravljanje javnom rasvjetom može biti izvedeno na slijedeće načine:

1. Ručnom komandom
2. Pomoću vremenskog releja
3. Pomoću fotoćelije
4. Kombinacijom različitih komandi

#### **3.2.1. Ručna kontrola**

Ručna kontrola koristi se za prekidanje strujnog kruga energetskog kabela (za manja električna opterećenja) ili upravljačke faze napajanja javne rasvjete pomoću grebenastog prekidača (za veća električna opterećenja).

#### **3.2.2. Vremenski relej**

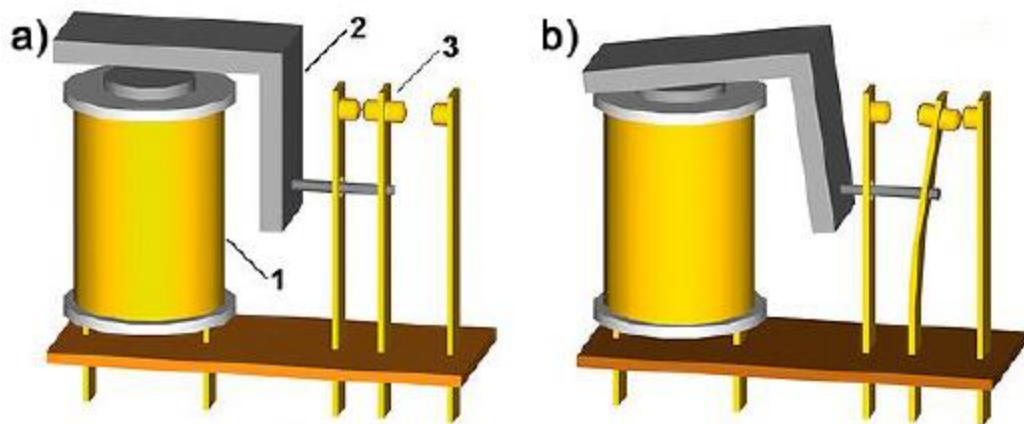
Jedna od najčešće korištenih električnih komponenti koje se koriste u suvremenoj automatizaciji je relej. Jedna od niza prednosti je rad na opsegu temperatura od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+80^{\circ}\text{C}$  kao i lako održavanje [15].

#### **Princip rada releja**



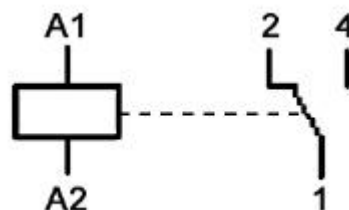
Naprava koja se koristi za uspostavljanje ili prekidanje strujnog kruga putem elektromagneta koji otvara i zatvara strujne kontakte nazivamo relej. Elektromagnet se najčešće sastoji od mnogobrojnih namotaja bakrene žice na željeznoj jezgri. Kada struja teče kroz žicu (primarni strujni krug), oko elektromagneta se stvara magnetno polje koje privlači željeznu kotvu. Kotva nosi na sebi električne kontakte, koji onda otvaraju ili zatvaraju sekundarni strujni krug [15].

Kada se prekine struja kroz elektromagnet, elektromagnet više ne privlači željeznu kotvu, i ona se vraća u početni položaj, obično uz pomoć opruge. Time električni kontakti prekidaju ili uspostavljaju strujni krug, u zavisnosti od tipa kontakata (NO/NC) [15].



Sl. 3.5. a) isključen i b) uključen, [15].

Na slici 3.5. a, relej je isključen. Kontakti bliže elektromagnetu (žuti cilindar) su zatvoreni (normalno zatvoren kontakt – NC), a kontakti dalje od elektromagneta su otvoreni (normalno otvoren kontakt – NO). Na slici 3.5. b) relej je uključen. Elektromagnetno polje privlači kotvu koja pomjera srednji kontakt koji sad uspostavlja vezu sa desnim, a prekida vezu sa lijevim. Na slici 3.5. a) je prikazan relej sa naizmjeničnim kontaktima. Na slici se vide i dijelovi releja, a to su: 1) elektromagnet, 2) kotva i 3) kontakti [15].



Sl. 3.6. Simbol releja sa naizmjeničnim kontaktima, [15].

### **Prednosti releja:**

1. Jednostavno održavanje
2. Temperaturna nezavisnost (-40 do 80°C)
3. Lako prilagođavanje različitim naponima
4. Visok otpor između isključenih kontakata
5. Moguće uključivanje /isključivanje većeg broja nezavisnih električnih kola
6. Prisutno galvansko razdvajanje između upravljačkog i glavnog (radnog) električnog kola

### **Mane releja:**

1. Zahtijevaju dodatni prostor u komandnom ormaru
2. Ograničena brzina reagiranja (3 -17ms)
3. Javljuju se šumovi pri reagiranju (električno zagađenje mreže)
4. Osjetljivi na utjecaj prljavštine (prašine)

#### **3.2.3. Fotoćelija**

Fotoćelija reagira na nestanak svjetlosti ili na njeno veliko umanjenje, na način da aktivira-uključuje komandnu fazu te na taj način pomoću releja i kontaktera uključuje javnu rasvjetu. Radi uštede električne energije može se kombinirati fotoćelija i senzori kretanja koji bi bili dodatni uvjet za rad javne rasvjete, serijska veza, kad se netko kreće u prostoru koji javna rasvjeta osvjetljava a koji se u određeno doba noći ne koristi često.

Fotoelektrični senzor ocjenjuje i reagira na osnovu svjetlosnih zraka sa izvora svjetlosti projektora koji je djelomično ili potpuno zaklonjen predmetom. Izvor svjetlosti i prijemnik su jedan nasuprot drugog. Predmet koji prolazi između njih prekida tok svjetlosnih zraka i time aktivira prijemnik, te se najčešće i naziva svjetlosni prekidač. Difuzna reflektivna fotoćelija ima u sebi integriran izvor i prijemnik svjetlosti. Svjetlost koja zrači iz fotoćelije odbija se od predmeta i vraća na prijemnik tako da se detektira predmet. Povratna reflektivna fotoćelija ima integriran izvor i prijemnik. Ovdje reflektirajuća površina - ogledalo odbija svjetlost ka prijemniku. Kada se predmet nađe između fotoćelije i reflektirajuće površine, odbijena svjetlost se smanjuje, mijenja ili nestaje i tako se detektira predmet [16].



#### **3.2.4. Kombinacijom različitih komandi**

Kombiniranim upravljanjem dobivamo velike mogućnosti kao što su paljenje rasvjete kada nama odgovara i gašenje kada je manje potrebna. Isto tako moguće je napraviti da radi određeni broj žarulja po želji radi manje potrošnje električne energije ili pak da se pojedini dijelovi javne rasvjete uključuju kad se netko kreće u prostoru koji javna rasvjeta pokriva.

### **3.3. Svjetlosno zagađenje**

Kao posljedica loše primjene tehnologije upravljanja javnom rasvjetom pojavljuje se svjetlosno zagađenje. Svako suvišno rasipanje umjetne svjetlosti izvan područja koje je potrebno osvijetliti (nepotrebna i prekomjerna rasvjeta), odnosno promjena razine prirodne svjetlosti u noćnim uvjetima uzrokovana unošenjem svjetlosti proizvedene ljudskim djelovanjem nazivamo svjetlosno onečišćenje (zagađenje). Ono uzrokuje mnoge štetne pojave kao što su zdravstveni problemi, narušavanje ekosustava i remećenje astronomskih promatranja. Pokret protiv svjetlosnog onečišćenja s ciljem njegova smanjenja razvio se 80-tih godina prošlog stoljeća. U razvijenim industrijskim državama je prisutno najveće svjetlosno onečišćenje, ali su i u mnogim država uvedeni zakoni kojima se regulira ova problematika [9].

### **3.4. Uzroci svjetlosnog onečišćenja**

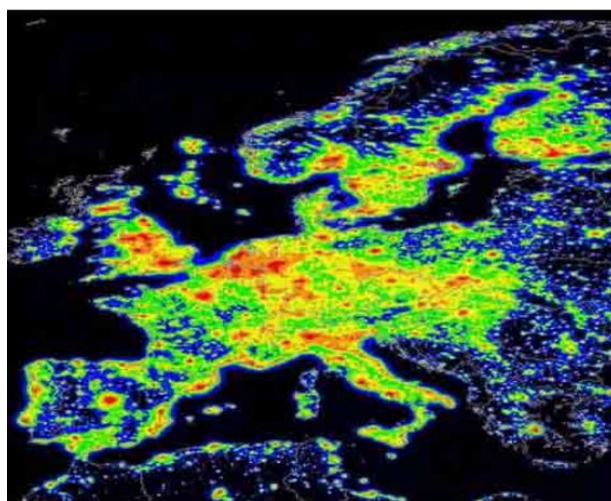
Svjetlosno je onečišćenje popratna pojava industrijske civilizacije, neadekvatnog planiranja, nedostatka stručnosti i svijesti. Problem prekomjerne rasvjete je i ekonomske prirode iz razloga što se uzaludno troši energija koja se plaća. Noćna ulična rasvjeta je nužna za sigurnost putnika, ali su različite potrebe noćne rasvjete u selima i u velikim gradovima. Tako npr. slabo prometne ceste kojima prometuju samo motorna vozila, ali ne i pješaci zahtijevaju manju količinu rasvjete od glavnih cestovnih pravaca gdje ima puno pješačkih prijelaza. Izvori svjetlosnog onečišćenja su: nepropisno ugrađene svjetiljke, nezasjenjene svjetiljke, osvijetljeni reklamni panoji, itd. Posebno je štetna uporaba rasvjete poput svjetiljki koje svijetle u nebo na isti način kao i u tlo. Za smanjenje svjetlosnog zagađenja važno je, da svjetiljke ne svijetle vodoravno. Vertikalne zrake imaju manje šanse za raspršenje [9].

### **3.5. Štetne posljedice**

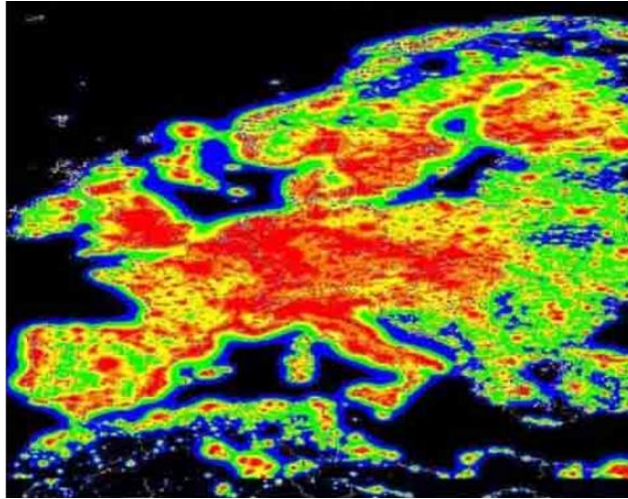
Svjetlosnim onečišćenjem se nepotrebno troši energija, nepotrebno stvara dodatni financijski trošak i nepotrebno dolazi do zagađenja okoliša emisijom ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>). Za normalno funkcioniranje većine živog svijeta potreban je prirodni ritam dana i noći. Tako leptire, šišmiše, ptice, kukce, kornjače i druge vrste koje koriste zvijezde na nebu kao orijentaciju, ometa svjetlosno

onečišćenje u njihovom prirodnom ciklusu. U nekim ekosustavima je pretjerana noćna umjetna svjetlost ozbiljna prijetnja opstanku vrsta. Zbog intenzivne noćne rasvjete ptice ne vide orijentir (noćno nebo), te postaju dezorijentirane i dolaze u sudar sa građevinama. Hrvatski astronom Korad Korlević je rekao da je problem u gubitku ciklusa noć-dan i dolazi do poremećaja života noćnih životinja. Kukci se noću skupljaju oko ulične rasvjete i ošamućeni padaju na tlo, a kao posljedica je javlja veći broj crnih udovica koje se hrane kukcima. Tijekom istraživanja koje je provedeno u Istri na jednom raskrižju je pronađeno više od tri tisuće crnih udovica. Zbog promjena ciklusa dan-noć dolazi do ranijeg gnijezdenja ptica, mravi počinju raditi treću smjenu, a male kornjače umjesto u more, krenu prema gradskim izvorima svjetlosti. Šišmiši, noćni kukci i većina ptica su osjetljivi na noćnu rasvjetu, ali galebima i gavranima ona odgovara. Postaju još agresivniji, brže rastu, nemaju poriv za spavanjem, noći oblijeću grad u potrazi za hranom. Također, je prirodna izmjena dana i noći važna za ljudsko zdravlje. Za vrijeme spavanja nepotrebno umjetno noćno svjetlo prekida proizvodnju melatonina, hormona koji je važan za ljudsko zdravlje. Više istraživanja je potvrdilo da smanjena proizvodnja melatonina dovodi do povećanog rizika oboljenja od raka dojke, debelog crijeva i prostate. Poremećaj spavanja je jedan od glavnih simptoma i uzroka depresije [9].

Pretjerani sjaj neba smeta astronomskim promatranjima, koja su važna za znanost i hobi mnogim amaterima. Imaju dugu povijest i veliko značenje u kulturi i tradiciji mnogih naroda. Ne zasjenjena svjetlost uzrokuje bliještanje i može biti ozbiljna prijetnja sigurnosti na cestama. Također, utvrđeno je da stopa kriminala nije povezana s većom ili manjom razinom osvjetljenosti nekog prostora, nego su uzroci zločina uglavnom socijalni [9].



Sl .3.7. Europa 1997g, [17].



Sl. 3.8. Europa 2025g, [17].

### 3.5.1. Svjetlosno onečišćenje i ljudsko zdravlje

Pomoću ljudskog vida se može opaziti samo dio utjecaja, no svjetlost ima puno širi utjecaj na žive organizme. Regulaciju biološkog ritma vrši dio hipotalamusa koji je povezan s mrežnicom pomoću živca. U hipotalamusu se signal obrađuje i šalje do pinealne žlijezde zadužene za proizvodnju melatonina, hormona poznatog kao "hormon sna". Osim melatonina, pinealna žlijezda proizvodi i kortizol – "hormon stresa". Melatonin ima značajnu ulogu u promjenama i ponašanju. Dok melatonin potiče odmor, kortizol potiče akciju. U prirodnim uvjetima sinkronizirani su, iako ne nužno u fazi. Svojestvo sinkronizacije zovemo biološkim satom. Svjetlosno onečišćenje utječe na stvaranje melatonina te posredno na ritam spavanja i buđenja, ritam aktivnosti te aktivnost mozga [10].

Diurnalni ritmovi :

- budnost (engl. vigilance);
- uzorak hranjenja;
- uzorak spavanja;
- umor i pospanost, itd.

Postoji podatak koji govori da su pre-industrijska društva Europe i Amerike imala drugačiji obrazac spavanja no što ih ima moderno društvo. Dva dijela sna bila su odvojena jednim satom spontane budnosti. Za "prvi san" nazvan još i "mrtvi san" smatra se da je odražavao napore

prethodnog radnog dana. "Drugi san" ili "jutarnji san" bio je odvojen od prvog intervalom mirovanja koje se uspoređuje s meditacijom. Ovakav obrazac spavanja ne smatra se neobičnim, već prirodnim. Ispitivanja američkog državnog instituta za mentalno zdravlje pokazala su da pojedinci izolirani od umjetnog svjetla vrlo brzo razvijaju obrazac spavanja koji je vrlo sličan pred-industrijskom obrascu [19]. Moderan način života uzrokuje znatne poremećaje u biološkom ritmu čovjeka. Oko 15% stanovništva radi u smjenama, a posljedice takvog rada mogu biti ozbiljne. Smatra se da ljudi koji rade u noćnim smjenama u prosjeku žive pet do šest godina kraće od ostatka populacije [10].

## **4.MJERNI UREĐAJ I IZMERENE VRIJEDNOSTI**

### **4.1.Mjerni uređaj**

Prilikom mjerenja djelatne, jalove, prividne snage i  $\cos\phi$  koristio sam uređaj Fluke 1745 koji je prikazan na slici.



Sl. 4.1. Fluke 1745, [12].

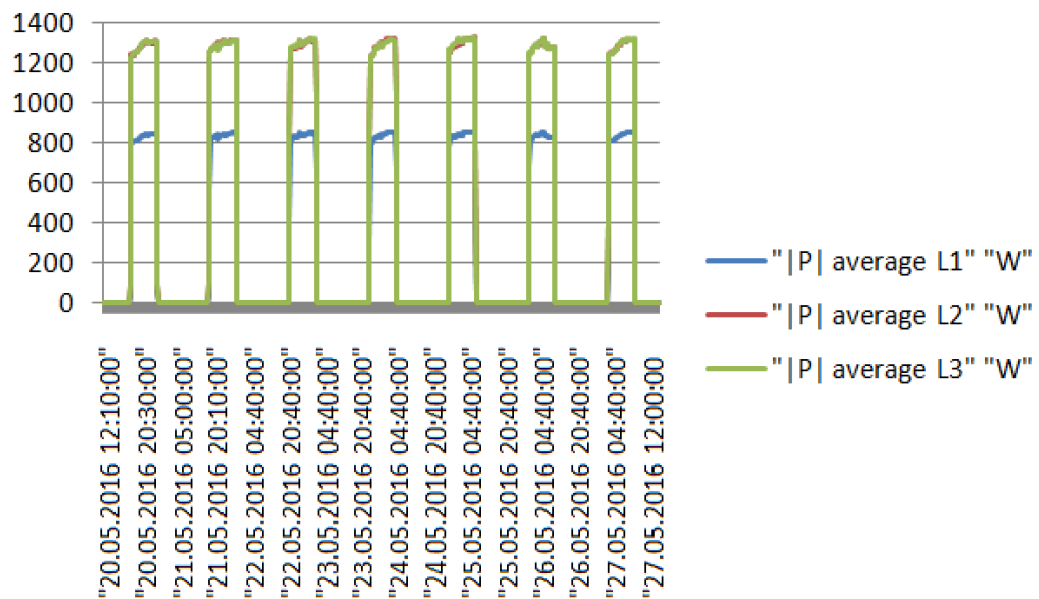
Fluke 1745 trofazni analizator kvalitete električne energije pomažu pri lociranju, predviđanju, sprječavanju i rješavanju problema u sistemima distribucije električne energije. Ovaj ručni instrument je vrlo jednostavan za upotrebu. Fluke 1745 mjeri sve parametre u trofaznom sistemu: frekvenciju, snagu, potrošnju električne energije, nesimetrije, fliker, harmonike i međuharmonike. Pomoću ovoga uređaja je moguće mjeriti željene veličine na sva tri fazna vodiča i na neutralnom vodiču. Fluke 1745 nudi velike mogućnosti analize podataka uz jednostavnu primjenu njegovog analizatorskog programa [12].

#### 4.2. Izmjerene vrijednosti

Mjerenje smo vršili na jednom izvodu koji napaja rasvjetu u naselju Vladimira Nazora u Osijeku. Ovo naselje je osvijetljeno sa još jednim izvodom javne rasvjete, za ovaj rad je promatran samo jedan izvod što je dostatno za donošenje zaključaka. Izvedba javne rasvjete u ovom naselju je pomoću metalnih stupova i lampi sa živinim žaruljama, upravljana pomoću foto ćelije. Promatrani izvod ima 12 rasvjetnih stupova sa slijedećim karakteristikama: jedanaest stupova s živinom žaruljom snage 250W, a jedan stup floukompaktnom 2\*36W.

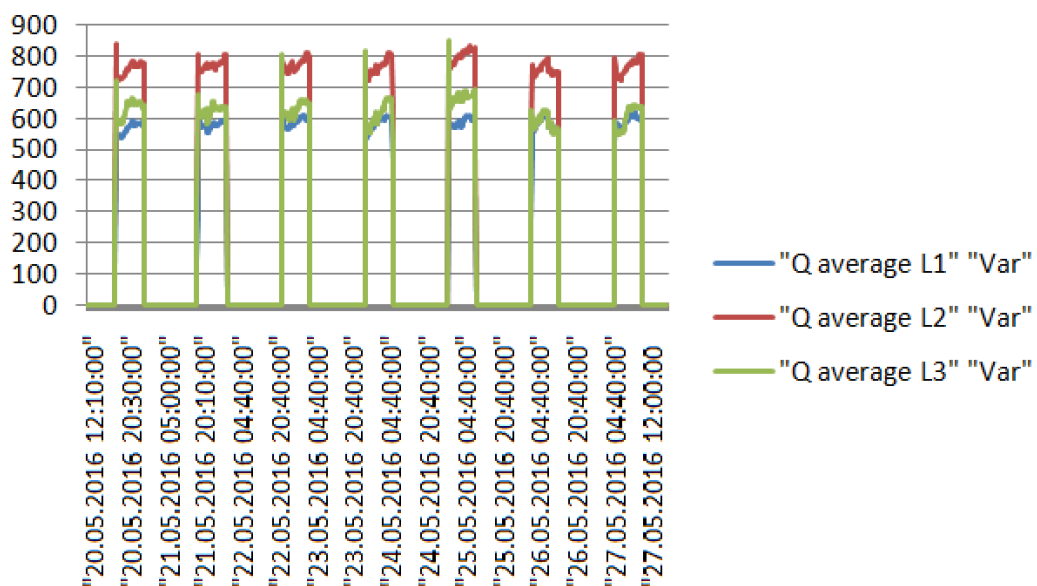
Mjerenje je vršeno na način da je mjerni instrument postavljen u ormar napajanja i bio je trajno uključen u trajanju od 7 dana. Svakih 10 minuta su memorirani podaci a ukupno je izmjereno 1008 različitih veličina. Promatrane su posebno vrijednosti djelatne i prividne snage te vrijednosti jalove

energije. Izmjerene vrijednosti su usrednjene desetominutne vrijednosti. U grafovima su dane izmjerene vrijednosti potrošnje djelatne, jalove, prividne snage i faktora snage.



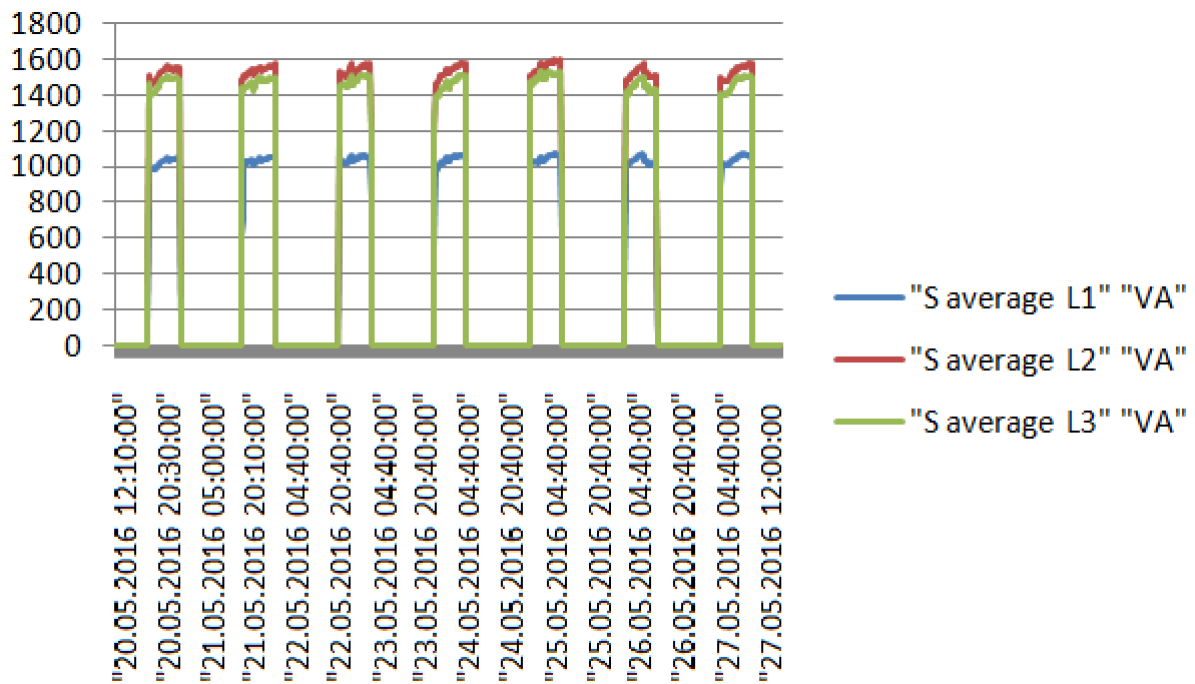
Sl. 4.2. Graf potrošnje djelatne snage

Iz grafikona je vidljivo da postoji velika oscilacija potrošnje djelatne snage po fazama. Razlog nejednolike potrošnje po fazama je u tome da svaka faza nema jednak broj napajanih žarulja i u tome da je jedna živina žarulja od 250W zamijenjena sa fluokompaktnom žaruljama 2\*36W.



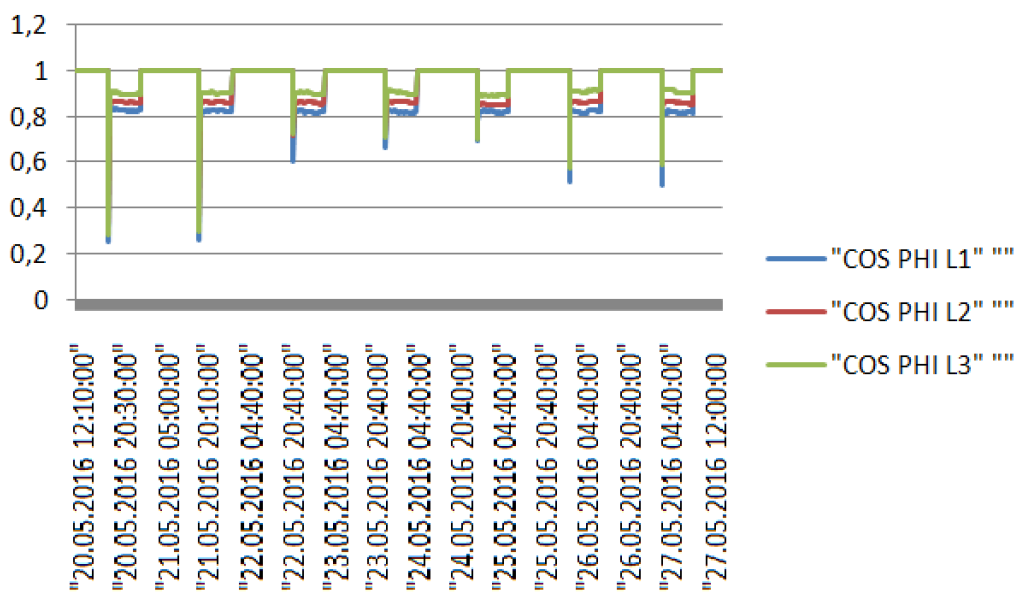
Sl. 4.3. Graf potrošnje jalove snage

Grafikon prikazuje potrošnju jalove energije po fazama. Iz grafa se iščitava da je najveća potrošnja jalove energije bila u fazi L3 oko 780 Var-a a najmanja na fazi L1 u iznosu oko 580 Var-a.



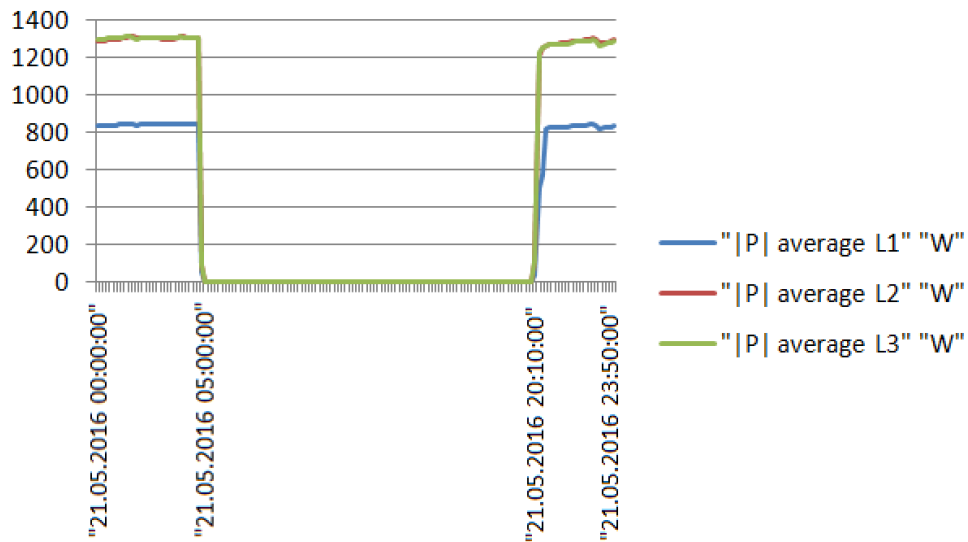
Sl. 4.4. Graf potrošnje prividne snage

Grafikon prikazuje potrošnju prividne snage tijekom mjerenja. Najveća potrošnja prividne snage je na fazi L2 a najmanja na fazi L1.

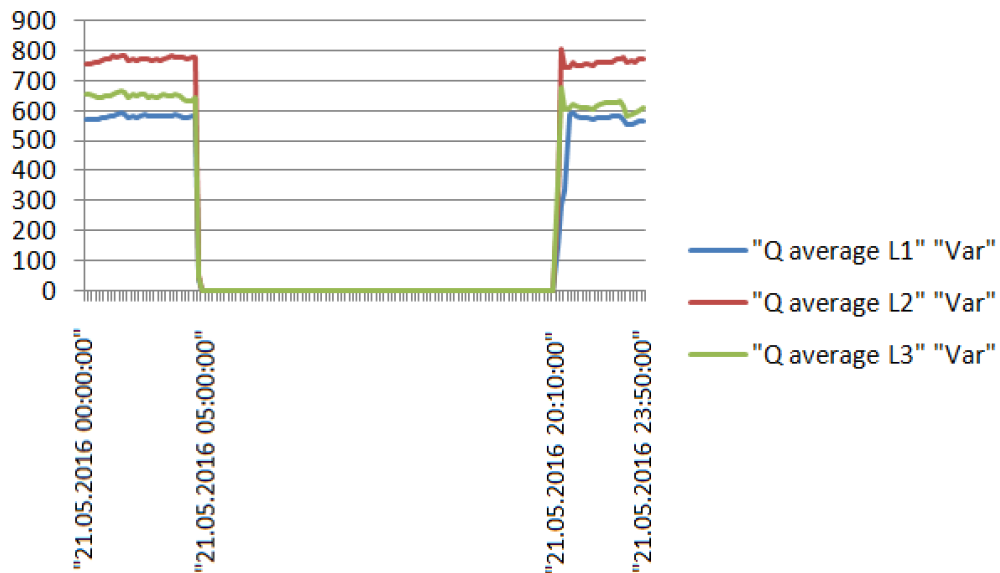


Sl. 4.5. Graf faktora snage

Grafikon pokazuje faktor snage svake faze koji je veoma loš i ispod propisane granice ( $\cos\varphi = 0,95$ ) za neplaćanje prekomjerne potrošnje jalove energije. Najlošiji mogući faktor snage je  $\cos\varphi = 0$ , kada je rasvjeta ugašena tada iznosi 1, ali gledamo faktor snage samo kada je rasvjeta uključena. Trenutni tarifni sustav u Republici Hrvatskoj za javnu rasvjetu je takav da ne uzima u obzir potrošnju jalove energije.

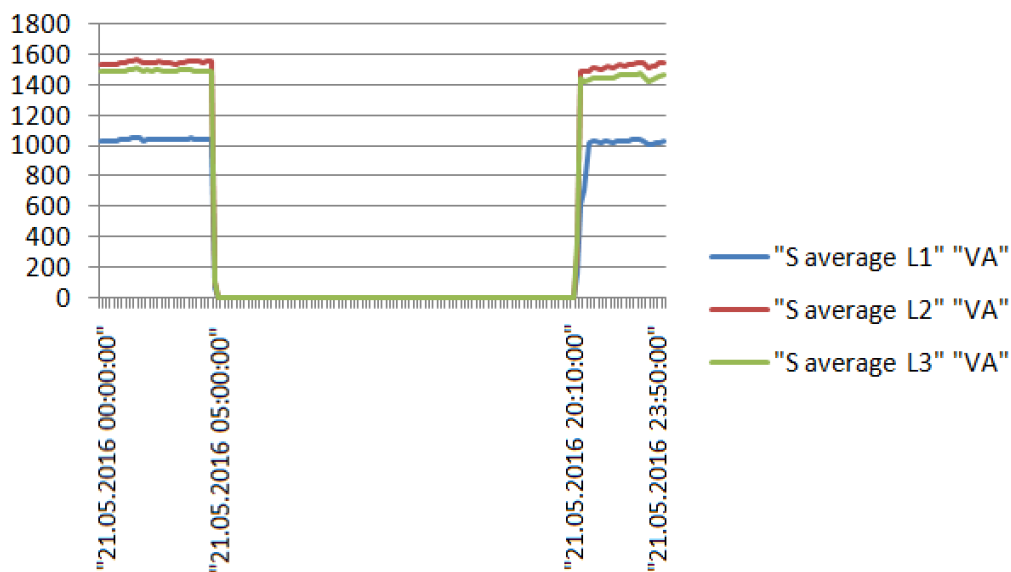


Sl. 4.6. Graf potrošnje djelatne snage za jedan dan

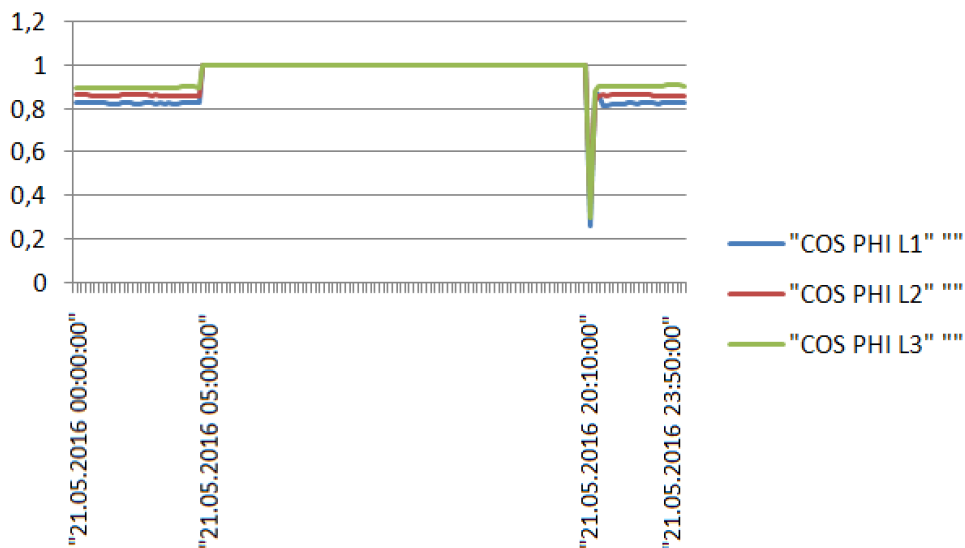


Sl. 4.7. Graf potrošnje jalove snage za jedan dan





Sl. 4.8. Graf potrošnje prividne snage za jedan dan



Sl. 4.9. Graf faktora snage za jedan dan

Iz grafikona je vidljivo da je  $\cos\varphi = 1$  kada je rasvjeta ugašena, ali se ne uzima u obzir zato što nas zanima samo faktor snage kada je rasvjeta uključena.

Promotre li se izmjerene vrijednosti vidljivo je da se javna rasvjeta u ovome naselju tijekom mjerenja palila između 20:10 i 20:30, a gasila u 05:00 sati. Način upravljanja u promatranom naselju je pomoću fotoćelije. Iz grafova je vidljivo da faze nisu jednoliko opterećene. Isto tako je vidljivo da je loš faktor snage pa je poželjno odraditi kompenzaciju jalove energije. Zbog ekonomskih razloga kompenzacija se vjerojatno neće napraviti zato što zahtjeva značajnija ulaganja i veže se uz ovu vrstu rasvjete. No ipak je poželjno napraviti kompenzaciju zbog manjeg

opterećenja vodiča, boljeg naponskog profila i manjih Jouleovih gubitaka. Sa stajališta umanjena računa za utrošenu električnu energiju ne bi bilo trenutne koristi ali svakako bi bilo društveno korisno, a u budućnosti sigurno i financijski korisno. Budući da se tržište električne energije razvija a tržišna utakmica zaoštrava, sigurno će u ne tako dalekoj budućnosti svaki štetni utjecaj na niskonaponsku mrežu biti naplaćivan, zato što distributer ima obavezu električnu energiju držati unutar standardom zadanih parametara a to zahtjeva posebne troškove koji će se zaračunavati po principu „zagađivač plaća“. Stoga predlažemo da se pređe sa živinih žarulja na LED ili natrijeve žarulje zbog očuvanja okoliša i ljudskog zdravlja.

Da bi odluka mogla biti ispravna potrebno je napraviti usporedbe trenutnih i očekivanih troškova sa predloženim alternativnim rješenjima. U tablici je dana procjena ukupnih troškova između LED žarulja (ili lampe) i druge dvije najčešće korištene tehnologije: visokotlačnom živinom žaruljom (VTFE) i visokotlačnom natrijevom žaruljom (NaVT). S obzirom na razlike u životnom vijeku žarulja financijska analiza je provedena za razdoblje od 3, 6 i 15 godina.

Tablica 4.1 Tablica isplativosti modernizacije javne rasvjete [21].

Tip žarulje	Troškovi u prve tri godine (HRK)				Troškovi u prvih šest godina (HRK)				Troškovi u prvih petnaest godina (HRK)			
	Investicije (HRK /svjetiljka )	Električne energije	Održavanje	Ukupni troškovi	Investicije (HRK /svjetiljka )	Električne energije	Održavanje	Ukupni troškovi	Investicije (HRK /svjetiljka )	Električne energije	Održavanje	Ukupni troškovi
VTFE	105	5052	600	5757	210	10104	1200	11514	420	25259	3000	28679
NaVT	163	3031	600	3794	325	6062	1200	7587	650	15155	3000	18805
LED	3500	1942	150	5592	3500	3884	300	7684	3500	9711	750	13961

U analizi je u obzir uzet specifični životni vijek pojedinih žarulja uz pretpostavku rada javne rasvjete od 4100 sati godišnje ( VTFE-3,9 god, NaVT-4,9 god, LED-17 god). Pretpostavljeni su i troškovi održavanja i električne energije. Izračun financijske isplativosti navedenih vrsta žarulja prikazan u tablici, temeljio se na zadanoj zajedničkoj svjetlotehničkoj vrijednosti-definiranim

minimalnim svjetlosnim tokom. Da bi žarulja proizvela svjetlosni tok od 12000 lumena (lm), potrebna je instalirana električna snaga visokotlačne živine žarulje (HPM) od oko 300W, visokotlačne natrijeve žarulje oko 200W te LED modula oko 130W. PDV je uključen u sve iznose po stopi od 25%.

Iz rezultata mjerenja i sagledavanja dugoročnih projekcija korištenja javne rasvjete na promatranom dijelu preporuča se zamjenu postojećih lampi javne rasvjete sa lampama LED rasvjete kao trajno kvalitetnije i ekonomski opravdanije rješenje.

## **5. ZAKLJUČAK**

Javna rasvjeta je potreba i standard suvremenog življenja. Stalni razvoj diktira i zahtijeva napredak u svakom segmentu života a ograničeni resursi nameću racionalizaciju svakovrsne potrošnje. Tako i u domeni javne rasvjete moramo voditi računa o cjelovitoj racionalnosti. Obuhvatiti sve parametre trošenja resursa te, troškove maksimalno racionalizirati, vodeći računa da ukupni rezultat iskazuje smanjenje troškova vezanih uz javnu rasvjetu. U ovome radu pokušano je snimanjem postojećeg stanja i mjerenjima spoznati cjelovite troškove promatrane javne rasvjete te iznaći i predložiti zahvate na smanjenju troškova uz očuvanje komfora koji ova javna rasvjeta omogućava. Trošak koji bi bio investicija u zamjenu postojećih lampi javne rasvjete sa lampama LED rasvjete, bio bi kompenziran umanjenim troškovima kroz 15 godina. Ovaj trošak se može financirati vlastitim sredstvima ili pak kroz povoljne kreditne linije koje bi podupirale ekološke projekte.

## LITERATURA

- [1] Klaić, Z., Topić, D.: Električna rasvjeta u zgradi, prezentacija, Elektrotehnički fakultet Osijek, Osijek.
- [2] Krajcar, S., Šribar, A., Lugarić, L: Izvori svjetlosti, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb 2010.
- [3] UNITRG d.o.o. Zagreb Rasvjeta-Pojmovi  
[http://unitrg.hr/?p=tekst2&m=p&f=view&i=156&l=hr&myGrid\\_page=1&id=19&](http://unitrg.hr/?p=tekst2&m=p&f=view&i=156&l=hr&myGrid_page=1&id=19&)
- [4] Krajcar, S., Šribar, A., Lugarić, L: Žarulje na izboj u plinu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb 2010.
- [5] Zdenko Gordić, Troškovi javne rasvjete u Republici Hrvatskoj, završni rad 2014
- [6] Krajcar, S., Šribar, A., Lugarić, L: Svjetlotehničke veličine i jedinice, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb 2010.
- [7] „Kaldera Company" d.o.o. Kombatovci  
<http://www.kalderacompany.com/rasvjetnistubovi.html> 18.6.2016.
- [8] DANA LINK Bjelovar <http://datal.com/led-rasvjeta/ulicna-rasvjeta> 18.6.2016.
- [9] Svjetlosno onečišćenje Wikipedija  
[https://hr.wikipedia.org/wiki/Svjetlosno\\_one%C4%8Di%C5%A1%C4%87enje](https://hr.wikipedia.org/wiki/Svjetlosno_one%C4%8Di%C5%A1%C4%87enje) 20.6.2016.
- [10] Ana Mostečak , OVISNOST SVJETLINE NOĆNOG NEBA O ATMOSFERSKIM UVJETIMA,Diplomski rad,Zagreb 2013.
- [11 ] Končarov katalog [http://www.koncar-nsp.hr/docs/koncar-nspHR/documents/59/2\\_1/Original.pdf](http://www.koncar-nsp.hr/docs/koncar-nspHR/documents/59/2_1/Original.pdf) 20.6.2016.
- [12] Fluke katalog 2009/10.

- [13] Lipapromet d.o.o. Zagreb  
<http://www.lipapromet.hr/Usluge/ProjektiranjeSvjetlotehnike/Pojmovnik/tabid/73/ctl/details/itemid/104/mid/526/rasvijetljenost.aspx> 23.6.2016.
- [14] ENERGO INSPEKT d.o.o. Samobor <http://energoinpekt.hr/zastita-na-radu/fotometrijske-velicine> 18.6.2016.
- [15] Automatika.rs <https://www.automatika.rs/baza-znanja/teorija-upravljanja/releji.html>  
22.6.2016
- [16] Princip rada fotoelektričnog senzora (fotoćelije) [http://www.konel-trn.com/pdf/Osnova\\_fotoceliji.pdf](http://www.konel-trn.com/pdf/Osnova_fotoceliji.pdf) 26.6.2016.
- [17] Kamo su nestale zvijezde, Marino Fanović
- [18] K, Narisada i D, Schreuder, Light pollution handbook, Dordrecht ; Norwell, Springer; 2004.
- [19] BOGARD, P., 2008. Let there be night: testimony on behalf of the dark. Reno: University of Nevada Press
- [20] Projekt "KupiLED" Split, <http://kupiled.eu/2-prednosti-led-rasvjete> 20.6.2016
- [21] Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske [http://www.streetlight-epc.eu/fileadmin/redakteure/Streetlight-EPC/Project\\_outputs/WP2/Quick\\_check/Quick\\_check-North-West\\_Croatia-HR.pdf](http://www.streetlight-epc.eu/fileadmin/redakteure/Streetlight-EPC/Project_outputs/WP2/Quick_check/Quick_check-North-West_Croatia-HR.pdf)  
4.7.2016.

## **SAŽETAK**

### **Javna rasvjeta-osvrt na potrošnju električne energije**

Javna rasvjeta u današnjem vremenu predstavlja veoma važan segment svakodnevnog života. Razvojem tehnologije i revolucijom žarulja popravljaju se i javna rasvjeta. U ovom radu se govori o svjetlo-tehničkim veličinama, vrstama žarulja za javnu rasvjetu, izvedbama javne rasvjete, utjecajem na okoliš i potrošnji energije na jednom izvodu. Prilikom projektiranja javne rasvjete nužno je obratiti pozornost na koeficijent iskorištenja, refleksije i utjecaja na okoliš. Navedene su vrste javne rasvjete te je prikazan uređaj za mjerenje potrebnih veličina kako bi utvrdili potrošnju električne energije. Mjerenje potrošnje električne energije provedeno je u naselju Vladimira Nazora u Osijeku te smo zaključili da postojeće stanje rasvjete nije prihvatljivo te smo preporučili modernizaciju, prelazak na LED rasvjetu.

Ključne riječi: javna rasvjeta, žarulje, svjetlosno onečišćenje, potrošnja energije

## **ABSTRACT**

## **Public lighting-overview of the electricity consumption**

Public lighting in the present time represents very important part of everyday living. Technology development and revolution of light bulbs improves also and public lighting. This paper is about light-technical sizes, types of bulbs for public lighting, performances of public lighting, influence on environment and energy consumption on one excerpt. During the designing of public lighting it is necessary to pay attention on efficiency coefficient, reflection and environment influence. There are listed types of public lighting and device used for measuring necessary sizes to define consumption of electrical energy is shown. Measurement of electrical energy consumption is done in Osijek, in part of city witch is known as Vladimir Nazor, and the conclusion is that present state of public lighting is not appropriate so we recommended modernization, move on to LED lighing.

Key words: public lighting, bulbs, light pollution, energy consumption

## **ŽIVOTOPIS**

Grgur Tomislav Damjanović rođen je u Vinkovcima 10.srpnja 1994. godine. Osnovnu školu završio je u razdoblju od 2001. do 2009. godine u Županji, 2009. godine upisuje srednju Tehničku školu u Županji, smjer elektrotehničar koju završava 2013. godine. Nakon toga upisuje Elektrotehnički fakultet u Osijeku, smjer elektroenergetika kojega trenutno pohađa.