

# Projektiranje rasvjete

---

**Karačić, Kristina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*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:200:344971>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-15**

*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEK  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**

**Stručni studij**

**PROJEKTIRANJE RASVJETE**

**Završni rad**

**Kristina Karačić**

**Osijek, 2022.**

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. Opis zadatka</b> .....	1
<b>1.2. Povijesni razvoj rasvjete</b> .....	1
<b>2. FIZIKALNE OSNOVE</b> .....	4
<b>2.1. Svjetlotehničke veličine</b> .....	5
<b>2.1.1. Svjetlosni tok</b> .....	6
<b>2.1.2. Jakost svjetlosti</b> .....	7
<b>2.1.3. Rasvijetljenost</b> .....	7
<b>2.1.4. Luminancija (sjajnost)</b> .....	7
<b>3. VANJSKA RASVJETA</b> .....	8
<b>3.1. Urbana rasvjeta</b> .....	8
<b>3.2. Cestovna rasvjeta</b> .....	8
<b>3.3. Reflektori</b> .....	9
<b>3.4. Svjetlosno zagađenje</b> .....	10
<b>3.5. Raspored instalacije rasvjetnih stupova</b> .....	11
<b>4. PROJEKTIRANJE CESTOVNE RASVJETE</b> .....	13
<b>4.1. Relux programski paket za projektiranje rasvjete</b> .....	13
<b>4.2. Projektni zadatak</b> .....	16
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	23
<b>LITERATURA</b> .....	24
<b>SAŽETAK</b> .....	27
<b>ABSTRACT</b> .....	27
<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	28

## 1. UVOD

Rasvjeta je danas neophodna za funkcionalan život. Njezina glavna funkcija je sigurno kretanje ljudi i vozila noću te isticanje ambijentalnog prostora bez uzrokovanja svjetlosnog zagađenja. Ovaj završni rad pokriva područje projektiranja cestovne rasvjete u skladu sa svjetlotehničkim zahtjevima. Osim teorije o svjetlotehničkim veličinama i povijesti ulične rasvjete, u ovom završnom radu projektirat će se cestovne rasvjete korištenjem suvremene tehnologije.

### 1.1. Opis zadatka

U ovom završnom radu prikazat će se projektiranje cestovne rasvjete u maloj, gotovo ne prometnoj ulicu u turističkom mjestu koja čeka zamjenu stare neučinkovite rasvjete za novu. Ovaj rad sadržava osnovne pojmove vezane uz rasvjetu i svjetlotehničke veličine. Objasnit će i pojam svjetlosnog onečišćenja i zakonsku podlogu. Projektni zadatak napravljen je u programskom paketu Relux.

### 1.2. Povijesni razvoj rasvjete

Prva saznanja o razvoju rasvjete imamo iz Grčke i Rima čiji su stanovnici osvjetljavali svoje ulice zbog sigurnosti. Uljne lampe, baklje i svijeće upotrebljavale su se sve do 19. stoljeća. Miris je bio neugodan, a otvoreni plamenovi opasni. Riječ lanterna, koja nam je danas zastupljena u dalmatinskom govornom području predstavlja lampu. Došla je od rimske riječi „lanternarius“ koja je naziv za roba koji je bio zadužen za paljenje lampi ispred robovlasničkih vila. U srednjovjekovnom dobu u Londonu su postojali takozvani „linkboys“ koji bi, koristeći baklje, vodili ljude od jednog mjesta do drugog. Povijesni izvori također ukazuju na to da su Kinezi osvjetljavali svoje ulice koristeći bambusove cijevi još prije 1700 godina. Zapadnjaci su koristili pretežno staklena kućišta za rasvjetu, dok su na istoku koristili papirnata.

Između 1745. i 1749.g. predstavljene su nove napredne uljne lampe nazvane „réverbère“, a nakon njih sljedeći povijesni korak su lampe s plinom.



*Slika 1.1. réverbère lampa u Parizu [16]*

Stephen Hales uspio proizvesti zapaljivu tekućinu iz destilacije ugljena 1726. Prva pojava javnog rasvjetljavanja bila je godine 1417. Tada je svaka Londonska kuća u zimskim noćima morala imati izvješene svjetiljke [1]. Novo razdoblje počinje s Williamom Murdockom.

William Murdoch eksperimentirajući s različitim vrstama plina utvrdio da je najbolji ugljenov. Murdoch je prvo osvijetlio svoj dom u Redruth, Cornwall 1792.g., a desetak godina poslije je svoje lampe predstavio i javnosti. Prvo predstavljanje u Parizu odvijalo se na jednom privatnom imanju 1800.g., da bi se iste 1817.g. instalirali u jednoj trgovačkoj ulici. Na ostalim ulicama Pariza se nisu pojavljivale do 1829.g. Nakon navedenog niza događaja Pariz je dobio nadimak grad svjetlosti. Nakon brojnih uspjeha, proširile su se po cijelom svijetu.

Početak žarulje, poznate nama danas bio je 1806. godine u Engleskoj. Humphrey Darvy izumio je prvu moćnu električnu lampu. Lampa je bila prejak i crpila je previše energije da bi bila praktična i učinkovita, korištena je samo na mjestima gdje je jako osvjetljenje bilo prijeko potrebno. Prvu žarulju patentirao je Frederick DeMoleyns 1841.g. Još je nekoliko znanstvenika, poput J. W. Starr-a, te Joseph Swan i mnogih drugih, patentiralo unaprijeđene vrste žarulje ali ni jedna nije bila za svakidašnju upotrebu. Godine 1878.g. Thomas Alva Edison našao se na listi izumitelja, a 1880.g. patentirao je žarulju koja je mogla svijetliti do 600 sati

pomoću niti karboniziranog bambusa. Trgovina „Macy's“ u New Yorku 1883.g bila je prva osvijetljen električnom energijom.

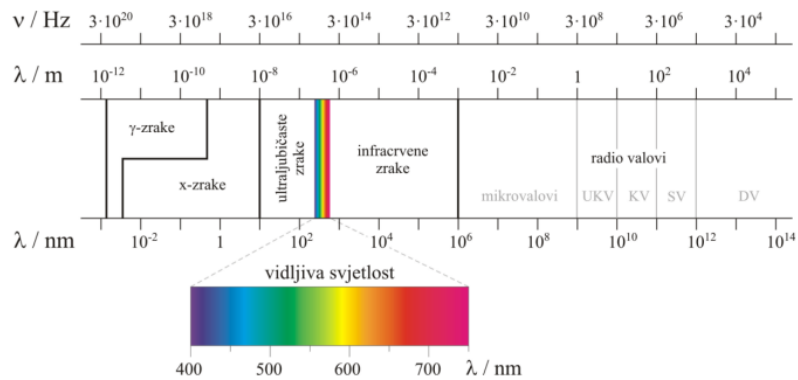
Hrvatska nije zaostajala za ovim velikim gradovima te je 1895. godine nakon izgradnje hidroelektrane “Krka” grad Šibenik prvi uveo električnu rasvjetu na izmjeničnu struju.[10]



*Slika 1.2. Jedna od Edisonovih žarulja iz 1879.godine [13]*

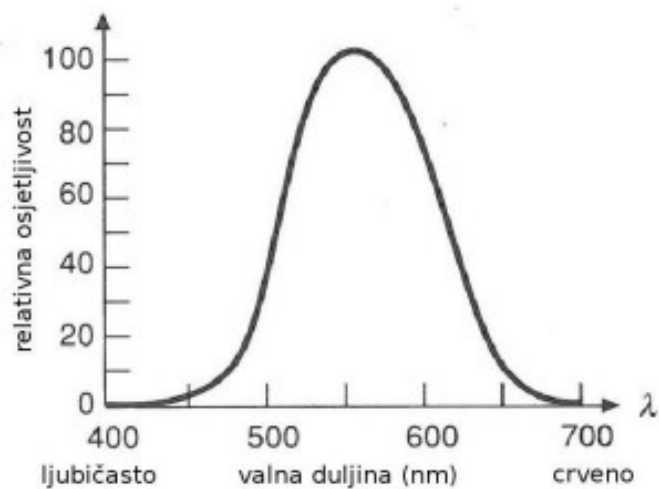
## 2. FIZIKALNE OSNOVE

Svjetlost je svako zračenje vidljivo ljudskim oku. U fizikalnom smislu, zračenje, možemo definirati kao korištenje čestica ili elektromagnetskih valova za prijenos energije. Na slici 2.1. vidimo spektar elektromagnetskog zračenja. Od navedenog spektra elektromagnetskog zračenja u kontekstu rasvjete koristimo samo onu između 380nm i 780nm što je vidljiva svjetlost [2].



Slika 2.1. Elektromagnetski spektar [9]

Važno je poznavati činjenicu da različite valne duljine, u oku ne izazivaju jednaku osjetljivost. Za dnevni vid u ljudskom oku aktivni su čunjići, a prilikom niskog osvjetljenja i u noćnim satima podražaje primaju štapići. CIA (Međunarodna komisija za rasvjetu) 1924. godine definira dnevni ili fotopski vid, definiran pri normalnom osvjetljenju, a 1931. definira krivulju fotopske funkcije svjetlosti za različite valne duljine.

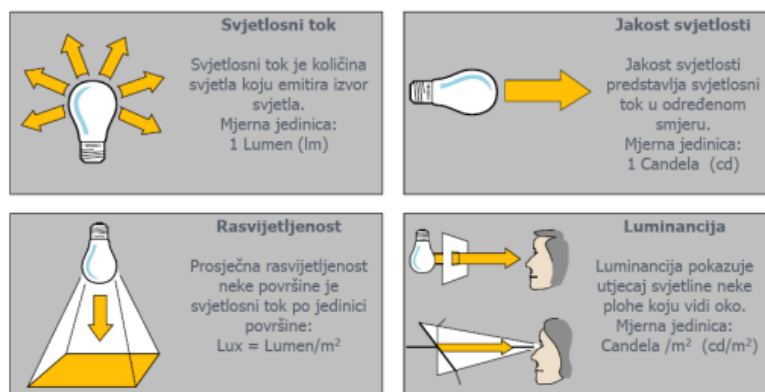


*Slika 2.2. Krivulja fotopske funkcije [15]*

## 2.1. Svjetlotehničke veličine

Svjetlo se može opisati na dva načina. Jedan način je s fizikalnim veličinama, a drugi sa svjetlotehničkim veličinama. Svjetlost opisujemo fizikalnim veličinama kada govorim o elektromagnetskom valu ili energetskej čestici, a kada govorimo o spektru vidljivog zračenja tada svjetlost opisujemo svjetlotehničkim veličinama. Poneke fizikalne veličine imaju istu oznaku kao svjetlotehničke iz tog razloga uz fizikalne veličine potrebno je staviti slovo “e”, odnosno za svjetlotehničke slovo “v”. Svjetlotehničke veličine određene su normama i propisima, a one su nabrojane u tablici 2.1. zajedno s pripadajućim oznakama, formulama i mjernim jedinicama, a slika 2.3. slikovito prikazuje i definira sve svjetlotehničke veličine.





Slika 2.3. Vizualni prikaz vjetlotehničkih veličina [17]

Tablica 2.1. Veličine, oznake, formule i mjerne jedinice svjetlotehničkih veličina

SVJETLOTEHNIČKA VELIČINA	SIMBOL	FORMULA	MJERNA JEDINICA
Svjetlosni tok	$\Phi$	$\Phi = I \cdot \Omega$	Lumen (lm)
Jakost svjetlosti	I	$I = \Phi/\Omega$	Candela (cd)
Rasvjetljenost	E	$E = \Phi/A$	Lux (lx)
Luminancija	L	$L = I/A$	Candela po m <sup>2</sup> (cd/m <sup>2</sup> )

### 2.1.1. Svjetlosni tok

Ova svjetlotehnička veličina definirana je kao količina svjetlosti emitirana u jednoj sekundi. Svjetlosni tok označavamo slovom grčke abecede “ $\Phi$ ”. Mjerna jedinica za svjetlosni tok je lumen (lm).

Zračenje veličine 1 W pri valnoj duljini od 555 nm (kada je osjetljivost oka najveća pri fotopskom vidu) proizvest će svjetlosni tok od 683 lm. Prema krivulji osjetljivosti oka na monokromatsko zračenje, u ovisnosti o valnoj duljini, za istu snagu zračenja izvor svjetlosti će za druge valne duljine dati manju vrijednost.. [11]

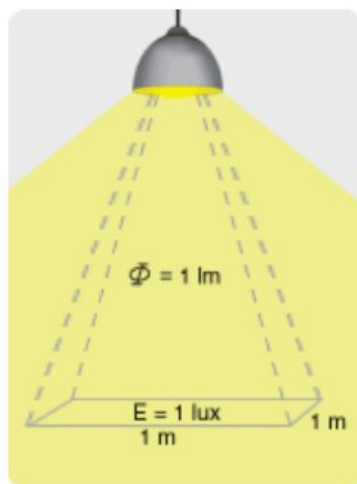
### 2.1.2. Jakost svjetlosti

Jakost svjetlosti označava se slovom „I“, a mjerna jedinica je Kandela na koju se definiraju sve druge svjetlotehničke veličine.

Jedna kandela predstavlja intenzitet svjetlosti u danom smjeru koja zrači monokromatskim zračenjem. [3]

### 2.1.3. Rasvjetljenost

Ova svjetlotehnička veličina definirana je kao omjer svjetlosnog toka i površine na koju pada svjetlosni tok. Rasvjetljenost označavamo slovom “E”, a mjerna jedinica luks (lx).



Slika 2.4. Grafički prikaz definicije [18]

### 2.1.4. Luminancija (sjajnost)

Luminancija je definirana kao omjer intenziteta izvora svjetlosti i prividne svjetloće površine. [12] Luminanciju označavamo sa slovom “L”, a mjerna jedinica  $\text{cd/m}^2$ . Za luminanciju možemo reći da je osjećaj svjetline koji ljudsko oko može percipirati.

### 3. VANJSKA RASVJETA

Električna rasvjeta može se definirati kao primjena svjetlosti dobivene uz pomoć električne energije.

Vanjska rasvjeta dijeli se na nekoliko različitih načina, a to su: cestovna rasvjeta, urbana i reflektorska rasvjeta. Njezina uloga je smanjenje broja nesreća i povećanje sigurnosti pješaka, biciklista i objekata.

#### 3.1. Urbana rasvjeta

Urbana rasvjeta namijenjena je za rasvjetljavanje trgova i pješačkih zona. Glavna uloga urbane rasvjete je udovoljavanje specifičnim potrebama lokacije za koju je namijenjena.



*Slika 3.1. Urbana rasvjeta Split [19]*

#### 3.2. Cestovna rasvjeta

Ova vrsta rasvjete koristi se za osvjetljavanje prometnica. Dizajnira je na način da sjajnost u svakoj točki bude približno jednaka površini prometnice.

Postoje 4 klase cesta. Klase opisuju ceste prema uvjetima rasvjete. Ti uvjeti definiraju količinu pješaka i biciklista te prometnost neke ceste. U tablici 3.1. klase su nabrojane i definirane.

Tablica 3.1. Klase cesta

<i>Klasa ceste</i>	<b>Namjena</b>
<i>M</i>	Klasa za urbane ceste s uglavnom motoriziranim prometom, na kojoj se mogu izračunati svjetlotehničke veličine.
<i>C</i>	Klasa za ceste s motoriziranim prometom i pješacima na kojoj postoje zone u kojima se ne mogu izračunati svjetlotehničke veličine. To su komercijalne ceste, odvajanje, podvožnjaci, ceste s pješacima i biciklistima i kružni tokov.
<i>P+HS</i>	Klasa za područja pješaka i biciklista. U ovu klasu spadaju pješačke staze, zaustavne trake i parkirališta.
<i>SC+EV</i>	Klasa u kojoj je potrebna dobra rasvjetljenost vertikalnih površina.

### 3.3. Reflektori

Reflektor je vrsta svjetiljke korištena za osvjetljavanje velikih građevinskih površina. Prilikom projektiranja rasvjete važno je odabrati odgovarajući tip reflektora.

Razlikujemo sljedeće tipove reflektora:

- reflektor širokog snopa (osno-simetrični)
- reflektor uskog snopa (osno-simetrični)
- širokosnopni reflektor (asimetrični)
- uskosnopni reflektor (asimetrični)
- radijalnosimetrični reflektor širokog snopa
- radijalnosimetrični uskosnopni reflektori

Prilikom izbora izvora svjetlosti, mora se paziti na:

- Vrstu objekta
- Nivo sportskih aktivnosti
- Iskoristivost svjetlosnog izvora
- Životni vijek izvora
- Indeks reprodukcije boje izvora
- Temperaturu boje izvora
- Oblik izvora svjetlosti
- Troškove investicije i održavanja

### 3.4. Svjetlosno zagađenje

Ponekad u modernom dobu kada je rasvjeta široko rasprostranjena čovjek i priroda pate zbog negativnih utjecaja. U velikim gradovima svjetlosna onečišćenja su puno prisutnija nego u selima iz tog razloga često dolazi do poremećaja sna što rezultira lošim zdravljem. No mi ljudi nismo jedini na koje negativno utječe, tu su i životinje koje instinktivno koriste prirodnu svjetlost za kretanje u prostoru te ih umjetna svjetlost može dezorijentirati. S obzirom na konstantno pogoršavanje svjetlosne zagađenosti neophodno je s ozbiljnošću shvatiti zakon i mjere koje su propisane [8].



*Slika 3.2. Svjetlosno zagađenje [14]*

### 3.5. Raspored instalacije rasvjetnih stupova

Prilikom instalacije rasvjetnih stupova u obzir se uzima nekoliko čimbenika:

- geometrija ceste,
- estetika,
- karakteristika stupova,
- prostor za obavljanje održavanja
- karakteristika rasvjete,
- proračun,
- zemljani uvjeti,
- sigurnost okoliša [4].

Rasvjetni stupovi najčešće su postavljeni: jednostrano, dvostrano ili centralno  
Navedeni rasporedi prikazani su na slikama.



*Slika 3.3. Jednostrani raspored [20]*





*Slika 3.4. Dvostrani raspored [21]*



*Slika 3.5. Centralni raspored [22]*

## 4. PROJEKTIRANJE CESTOVNE RASVJETE

Planiranje cestovne prometne infrastrukture je vrlo složen proces. Problemi nastaju prilikom određivanja projektnih elemenata cestovne infrastrukture. Neki projektni elementi cestovne rasvjete su: kategorija i značaj ceste, broj prometnih traka te poprečni i uzdužni profil. [5].

Svjetlotehnički zahtjevi za cestovnu rasvjetu postavljeni su u važećoj hrvatskoj normi HRN EN 13201-2:2016, a promatraju se slijedeći kriteriji:

- razina i jednolikost luminancije
- razina i jednolikost rasvijetljenosti
- ograničenje blještanja
- porast praga [6]:

Uz navedene kriterije tu su i kriteriji cestovne rasvjete važni za unaprjeđenje sigurnosti na prometnicama.

Prilikom projektiranja cestovne rasvjete moramo uzeti ovih 5 stavki u obzir :

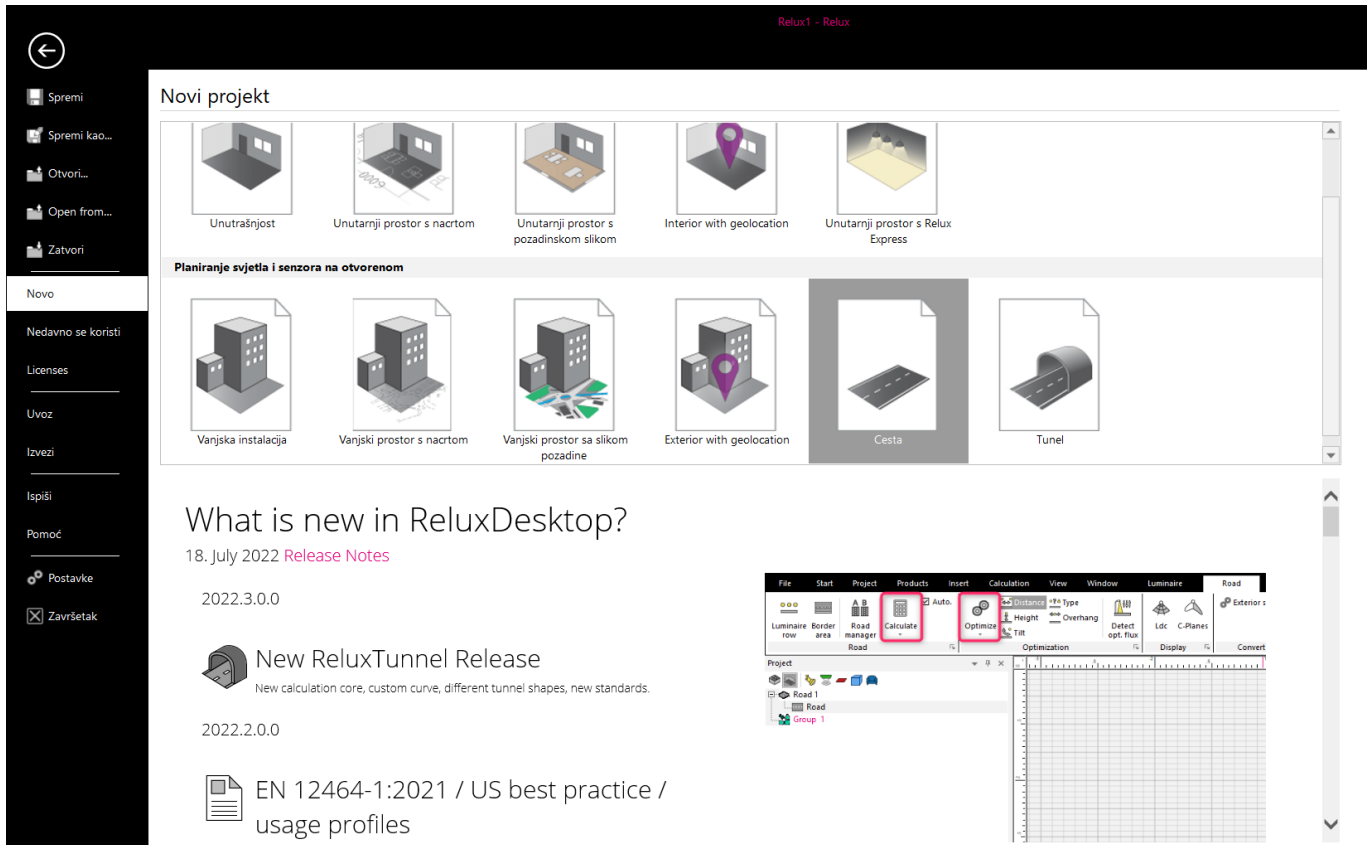
- je li željena površina valjano osvijetljena,
- cijena,
- štetnost za okoliš,
- pozicija rasvjete,
- izgled rasvjete.

### 4.1. Relux programski paket za projektiranje rasvjete

RELUX Informatik AG tvrtka je sa Švicarskom adresom. Tvrtka je specijalizirana za razvijanje programskih sustava koji olakšavaju projektiranje rasvjete [7]. U ovom završnom radu vrši se projektiranje cestovne rasvjete uz pomoć novog dodatka u program Relux.

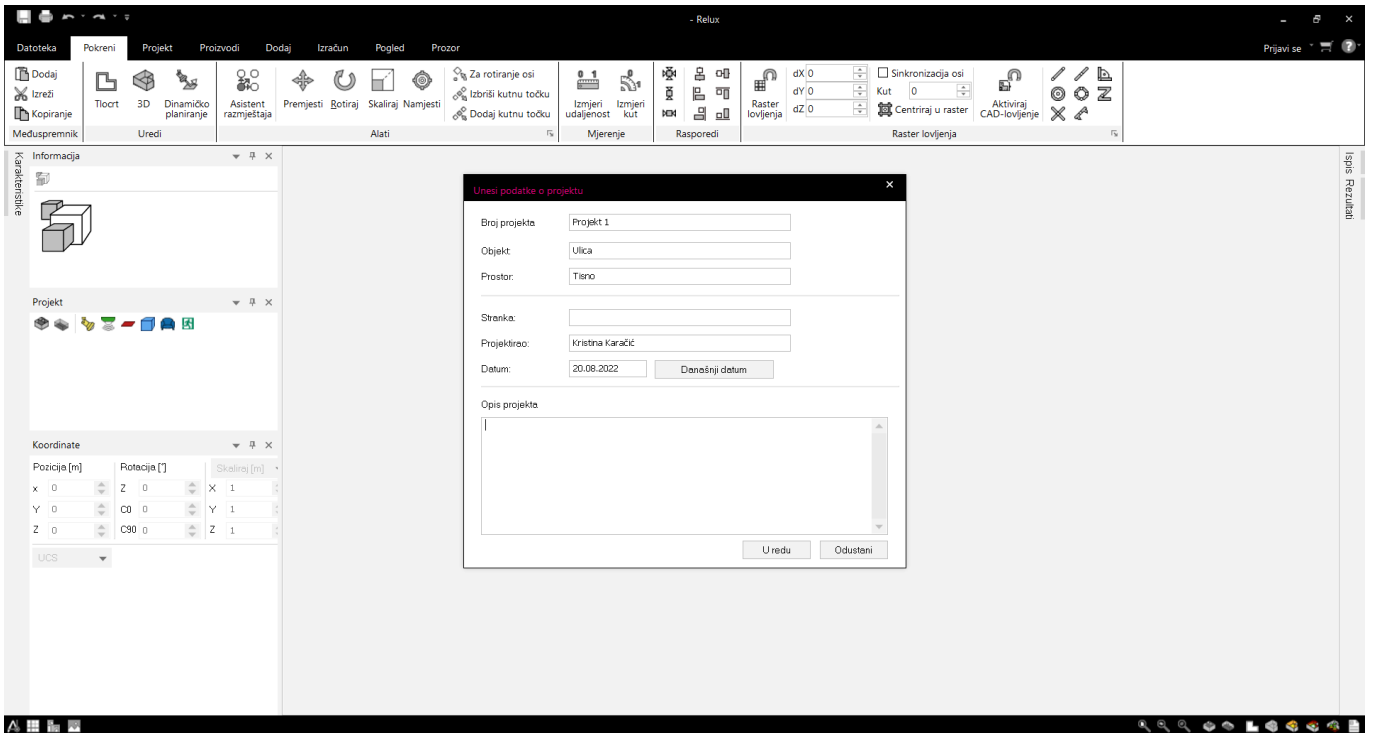


Prilikom instalacije i pokretanja programa dostupno je nekoliko opcija kako bi projektiranje bilo jednostavnije. Slika 4.1. prikazuje opcije koje projektant može odabrati prilikom kreiranja novog projekta.

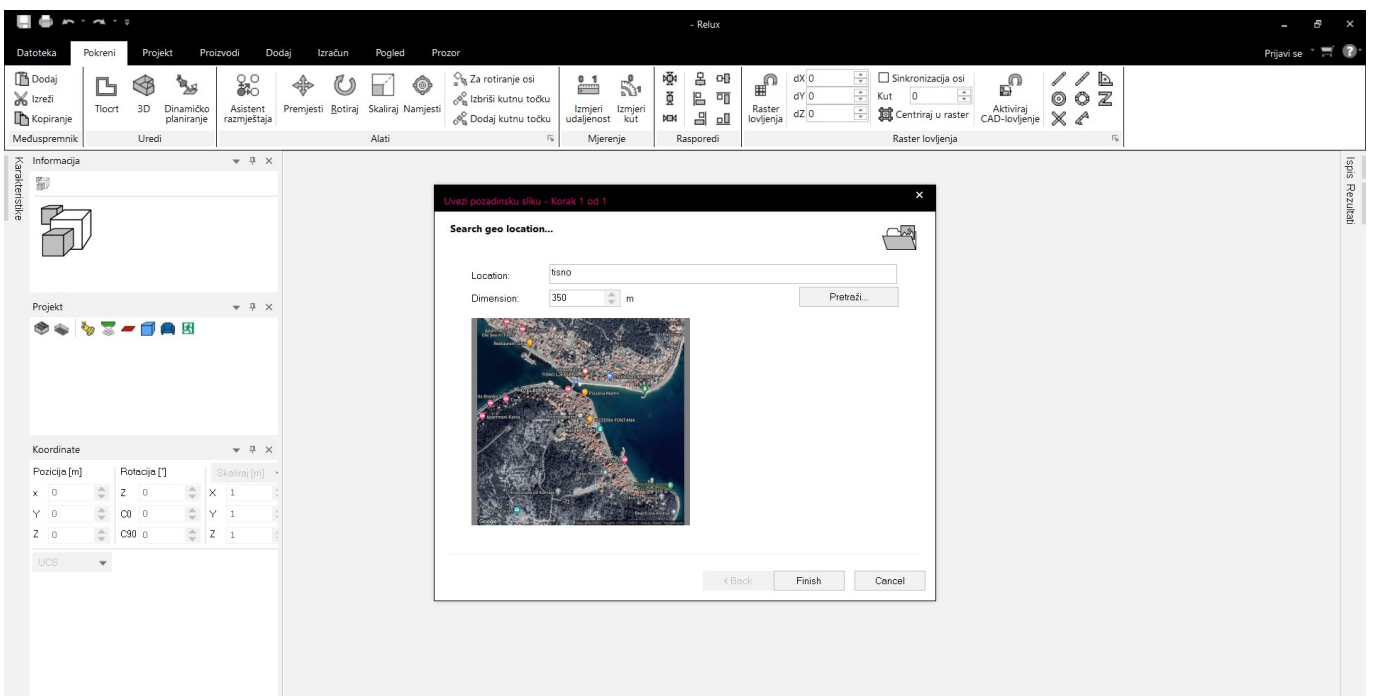


Slika 4.1. Program Relux

Za potrebe ovog završnog rada odabrana je opcija exterior with geolocation uz pomoć koje su dobivene potrebne dimenzije ceste koja je projektirana. Nakon odabira otvara se dijaloški okvir u kojemu se unose osnovni podaci o projektu (slika 4.2.). Nakon popunjavanja prvog dijaloškog okvira otvara se novi u kojem je potrebno unijeti grad/selo ili specifičnu lokaciju koja će se projektirati (slika 4.3.).



Slika 4.2. Dijaloški okvir za unos projektantskih podataka



Slika 4.3. Dijaloški okvir za unos lokacije

## 4.2. Projektni zadatak

U ovom završnom radu projektirana je rasvjeta za ulicu u turističkom mjestu Tisno. Tablica 4.1. pokazuje klasifikaciju prometnice s obzirom na potrebnu rasvijetljenost. Ulica prema klasifikaciji spada u M6 klasu prometnice. Prethodno stanje rasvjete prikazano je na slikama 4.4. i 4.5.



*Slika 4.4. Prikaz trenutne rasvjete (slikano na dnu ulice)*



*Slika 4.5. Prikaz trenutne rasvjete (slikano na vrhu ulice)*

Tablica 4.1. Izračun klase ceste

Predviđena brzina ili ograničenje brzine	Srednja	-1
Količina prometa	Niska	-1
Kompozicija prometa	Miješana	1
Razdvojenost prometnih traka	Ne	1
Gustoća spajanja	Srednja	0
Parkirana vozila	Ne postoje	0
Ambijentalna rasvijetljenost	Niska	-1
Optička navigacija	Složena	1

Nakon zbrajanja trećeg stupca dobivamo broj  $V_w=0$  koji predstavlja težinski udio, a uvrštavanjem u formulu  $M = 6 - V_w$ , dobivamo klasu prometnice kojoj pripada projektirana cesta. Težinski udio dobiva se iz različitih tablica normi propisanih zakonom za cestovnu rasvjetu.

U projektiranoj ulici trenutno se koriste natrijeve visokotlačne žarulje na rasvjetnim stupovima visine 6 metara. Model TEP Gamalux ima 187,5W ukupne snage svjetiljke. Velik problem cestovne rasvjete uz svjetlosno onečišćenje je potrošnja električne energije. Iz tog razloga bilo je neophodno projektirati što učinkovitiju rasvjetu kako bi ušteda električne energije bila što veća.

Godišnji broj sati rada za ukupnu snagu iznosi 4100h, a ukupna godišnja potrošnja električne energije 768,75 kWh.



*Slika 4.6. TEP Gamalux [23]*

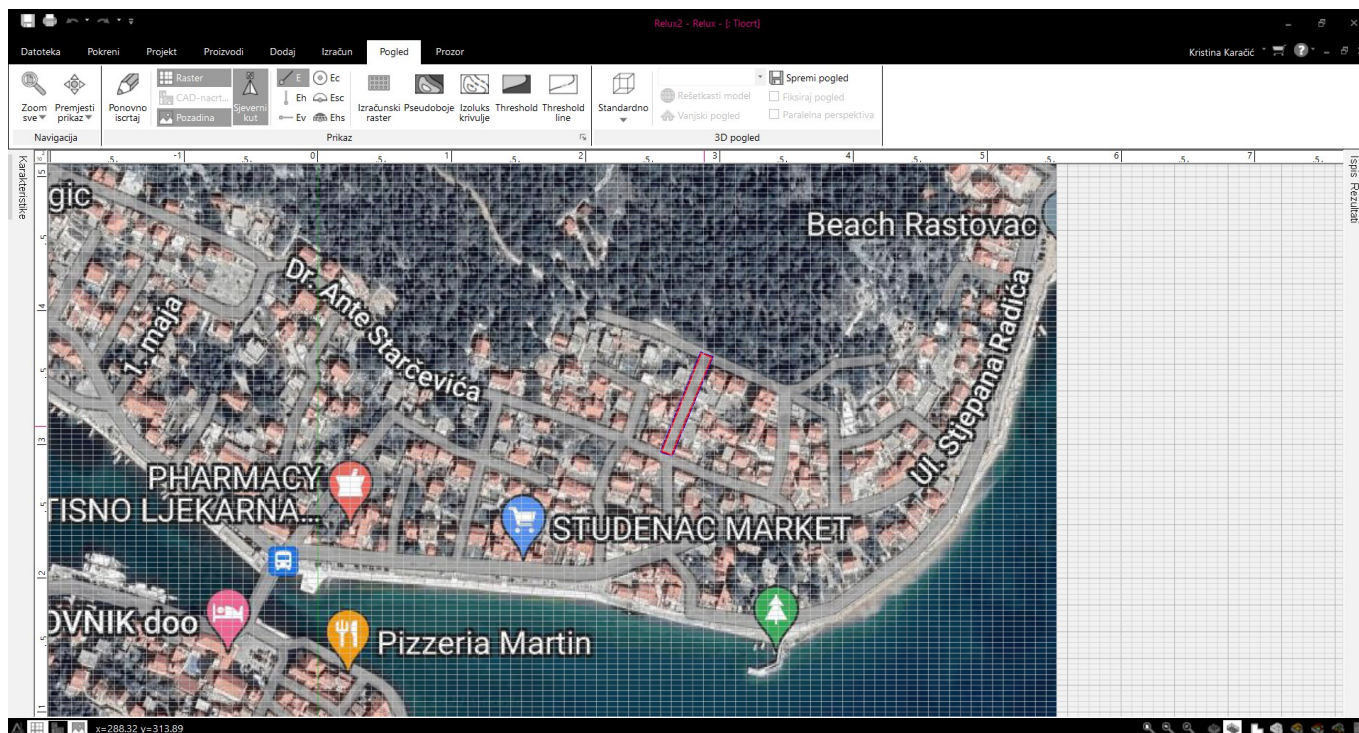
Usporedimo li gore navedene vrijednosti s primjerice LED rasvjetom proizvođača Philips konkretno s modelom BGP303 T25 koji svojim vrijednostima odgovara svim parametrima dobijemo godišnju potrošnju od 108kWh. Kao što možemo zaključiti ušteda bi bila znatno veća. Slika 4.7. prikazuje Philips rasvjetu.





Slika 4.7. Philips BGP303 T25 [24]

Nakon odabira geografske lokacije u programu je crvenom bojom naznačena ulica. Potom je naznačenom području dodijeljena naznaka cesta i novi dijaloški okvir u kojem je unesena klasa ceste. Nakon tog je samo trebalo odabrati rasvjetno tijelo.



Slika 4.8. Geografska oznaka projektirane ulice

Za rasvjetu ulice odabrana je rasvjeta prikazana na slici 4.9. Radi se o Philips modelu BGP291 T25\_840 vanjske rasvjete. Ovaj model odabran je zbog uklapanja u postojeću rasvjetu okolnih ulica. Raspored stupova je jednostran zato što je ulica uska, a postojeći stupovi nisu odgovarali stanovnicima obližnjih kuća i automobilima.

### 1.1.1 Stranica s podacima

Proizvođač: Philips

**PHILIPS**

**BGP291 T25\_840 Outdoor - Road and Urban Lighting LumiStreet gen2**

Time to upgrade your conventional lighting to LumiStreet gen2

Increasing numbers of municipalities are having to upgrade large-scale conventional street lighting installations with energy efficient LED technology. But they are having to do this with sm

**BGP291 T25 1 xLED35-4S/840 DM11**

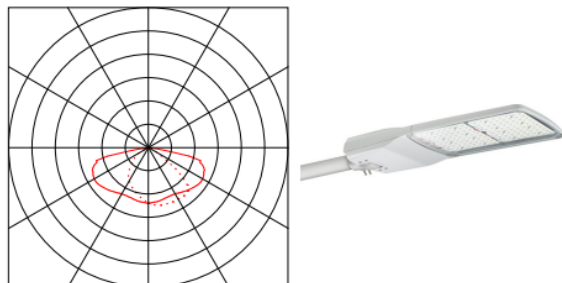
#### Podaci o svjetiljci

Svjetl. iskoristivost svjetiljke : 89%  
Efikasnost svjetiljki : 113.27 lm/W  
Klasifikacija : A30 □ 100.0% ↑ 0.0%  
CIE Flux Codes : 39 75 97 100 89  
Bliještenje : G\*2 / D6  
Snaga : 27.5 W  
Svjetlosni tok : 3115 lm

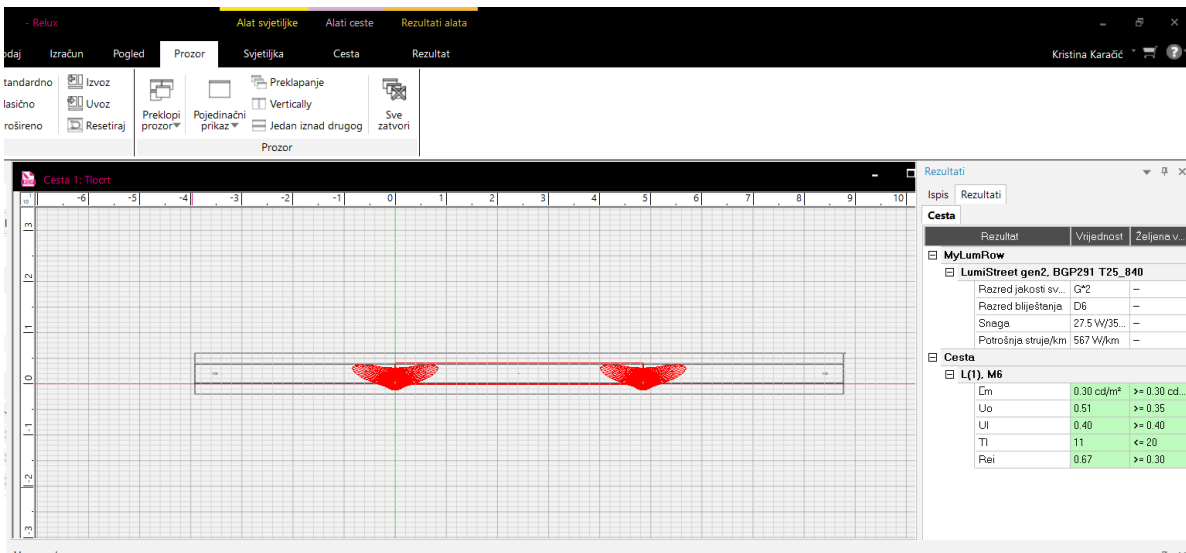
#### Opremljeno žaruljama

Broj : 1  
Opis : LED35-4S/840  
Boja : 4000  
Svjetlosni tok : 3500 lm  
Reprodukcija boje : 80

Dimenzije : 232 mm x 95 mm x 520 mm



*Slika 4.9. Podaci rasvjetnog tijela*

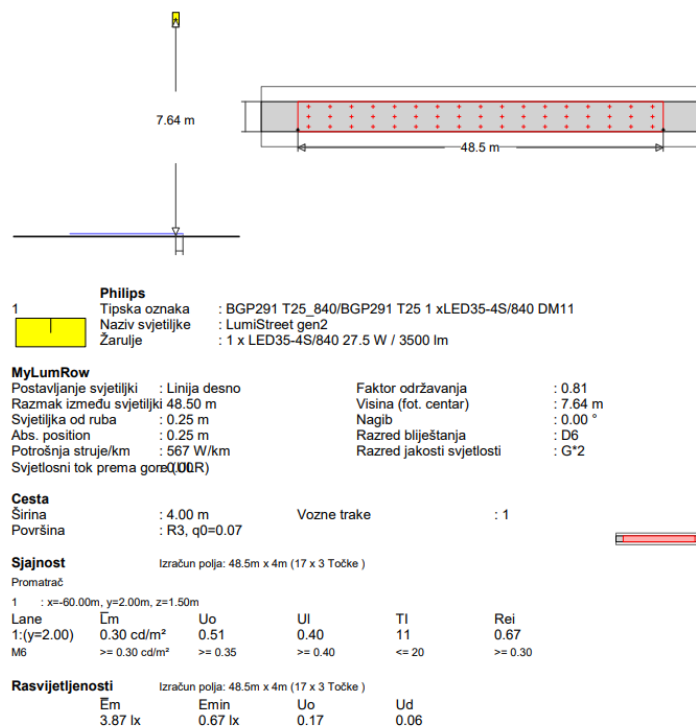


Slika 4.10. Rezultati

Slika 4.10. prikazuje rezultate simulacije. U zelenom okviru možemo vidjeti kako su svi uvjeti za cestu klase M6 zadovoljeni.

## 2.2 Sažetak, Cesta 1

### 2.2.1 Pregled rezultata, Cesta 1



Slika 4.11. Specifikacije postavljanja rasvjetnog tijela



Slika 4.11. pokazuje podatke o postavljenim rasvjetnim tijelima. Philips BGP291 T25\_840 rasvjeta je postavljena na visini od 7,64 m. Stupovi su postavljeni jednostrano, a razmak između stupova iznosi 48,5m. Odmak od ruba iznosi 0,25 m bez nagiba. Sa slika 4.11. možemo očitati i razred bliještanja koji je D6. Potrošnja električne energije iznosi 567 W/km. Srednja rasvijetljenost ceste iznosi 3,87lx, a minimalna rasvijetljenost 0,67 lx.

Kada usporedimo podatke početnog stanja i dobivene postavljanjem nove rasvjete možemo zaključiti da je korištenje LED izvora znatno bolje. Financijske uštede bi bile velike, a svi uvjeti bi bili ispunjeni.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu pokazan je postupak projektiranja cestovne rasvjete. U prvom dijelu završnog rada opisane su fizikalne i svjetlotehničke osnove bitne prilikom projektiranja cestovne rasvjete. Bitno je zapamtiti da postoji 4 različitih klasa cesta koje dolaze sa svojim uvjetima za projektiranje cestovne rasvjete. Kada je svaki od uvjeta zadovoljen cestovna rasvjeta je dobro isprojektirana. Važno je prilikom projektiranja brinuti o svjetlosnom onečišćenju kako bi život kako ljudima tako i životinjama bio kvalitetniji. Poznato nam je kako u posljednje vrijeme zbog rasta cijena energenata poneke zemlje posežu za mjerama isključivanja urbane rasvjete kako bi se troškovi električne energije smanjili. Isključivanjem osvjetljenja znamenitosti ljudski životi ne dolaze u opasnost no nije isti slučaj s cestovnom rasvjetom. Iz tog razloga sve veći broj turističkih mjesta poseže za projektiranjem nove učinkovitije rasvjete. Takva ulaganja u novu rasvjetu kroz neko vrijeme rezultirat će značajnim uštedama.

## LITERATURA

- [1] Web stranica povijesti javne rasvjete: <http://www.historyoflighting.net/electric-lightinghistory/history-of-street-lighting/>, stranica posjećena 25.08.2022.,
- [2] P. Krčum, Električna rasvjeta, Sveučilište u Splitu, Sveučilipni odjel za stručne studije, Split, Livanjska 5/III., listopad 2013.
- [3] Marinko Stojkov, Damir Šljivac, Danijel Topić, Kruno Trupinić, Tomislav Alinjak, Stevče Arsoški, Zvonimir Klaić, Dražan Kozak, ENERGETSKI UČINKOVITA RASVJETA, Osijek 2015
- [4] Österreichische Energieagentur, LED Street Lighting Procurement & Desig, Österreichische Energieagentur, Beč, 2017.
- [5] Kežman, D.: Prijedlog mjera za povećanje propusne moći i sigurnosti prometa na raskrižju ulica D3, Kaliničke i Ulice Josipa Bajkovca u Čakovcu, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
- [6] Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [7] Službena web stranica tvrtke Relux: <https://reluxnet.relux.com/en/>, stranica posjećena 20.08.2022.
- [8] Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja, NN14/19, na snazi od 01.04.2019.,
- [9] Englesko-hrvatski kemijski rječnik i glosar: <https://glossary.periodni.com/>, stranica posjećena 20.08.2022.,
- [10] Službena web stranica hidroelektrane "Krka": <https://www.npkrka.hr/hr/kulturna-bastina/industrijska-bastina/hidroelektrana-krka/>
- [11] Z.Klaić, D.Topić, Električna rasvjeta, PowerPoint, FERIT Osijek

- [12] Gradske prometnice, rasvjeta : <http://www.gfos.unios.hr/download/gp-15-rasvjeta-1.pdf> , stranica posjećena 28.8.2022.,
- [13] Slika 1.2. Jedna od Edisonovih žarulja iz 1879.godine <https://sh.wikipedia.org/wiki/1879>, stranica posjećena 20.08.2022.,
- [14] Slika 3.2. Svjetlosno zagađenje: <http://www.astronautika.com/a3c2/astronautika/europa-nocu-svjetlosno-zagadenje-snimljeno-iz-svemira>, stranica posjećena 28.08.2022.,
- [15] Slika 2.2. Krivulja fotopske funkcije: <http://www.mathos.unios.hr/~mdjumic/uploads/diplomski/KO%C5%A1107.pdf>, stranica posjećena 20.08.2022.,
- [16] Slika 1.1. réverbère lampa u Parizu: [https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:R%C3%A9verb%C3%A8re\\_de\\_Montmartre,\\_Paris\\_2014.jpg?fbclid=IwAR0IHNYd0RMBKwdFWLMTpBR0EIxwq0oVud6dG39As44bLatpMUAUVUaqLYA](https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:R%C3%A9verb%C3%A8re_de_Montmartre,_Paris_2014.jpg?fbclid=IwAR0IHNYd0RMBKwdFWLMTpBR0EIxwq0oVud6dG39As44bLatpMUAUVUaqLYA), stranica posjećena 20.08.2022.,
- [17] Slika 2.3. Vizualni prikaz svjetlotehničkih veličina: [https://www.ipi.ba/wpcontent/uploads/2021/02/UREDJAJI-ZA-OSVJETLJENJE-ISVJETLOSIGNALIZACIJU\\_PREDAVANJA2013.pdf?fbclid=IwAR3tPL2E29L5n1YoAvksas\\_h0ZvMVIg-J6aax2ATAj-71\\_JY2Km4-sRLZ0](https://www.ipi.ba/wpcontent/uploads/2021/02/UREDJAJI-ZA-OSVJETLJENJE-ISVJETLOSIGNALIZACIJU_PREDAVANJA2013.pdf?fbclid=IwAR3tPL2E29L5n1YoAvksas_h0ZvMVIg-J6aax2ATAj-71_JY2Km4-sRLZ0), stranica posjećena 20.08.2022.,
- [18] Slika 2.4. Grafički prikaz definicije rasvjetljenosti: [https://www.led-konzept.de/Licht-Lexikon?fbclid=IwAR1nW1q1rPtZoRF3stRrncRkFjiJD9myHtO7pLtna1Bw5\\_xZ1On5oh3X8](https://www.led-konzept.de/Licht-Lexikon?fbclid=IwAR1nW1q1rPtZoRF3stRrncRkFjiJD9myHtO7pLtna1Bw5_xZ1On5oh3X8), stranica posjećena 28.08.2022.,
- [19] Slika 3.1. Urbana rasvjeta Split: <https://www.3lhd.com/hr/projekt/rivasplit?fbclid=IwAR3KMI3Y4NDgtAaJD3Fm5kg3KjeC0XWRruA6yNa-cHVSzGQkDKd3poAQO0>, stranica posjećena 28.08.2022.,
- [20] Slika 3.3. Jednostrani raspored: <http://elcon.hr/nova-ulicna-led-rasvjeta-stedi-do-80energije/?fbclid=IwAR1qTmdCTdQVYMPXF1KEHfZa2NztQwiTVIo9fCqOrryHE48ejRuJMSAzWgw>, stranica posjećena 20.08.2022.,
- [21] Slika 3.4. Dvostrani raspored: [https://ledshop.hr/trgovina/industrijska-i-ulicna-rasvjeta/led-ulicna-rasvjeta/ulicna-rasvjeta-5y/led-ulicna-rasvjeta-30w-135lmw/?fbclid=IwAR3uo\\_KFcl\\_uN\\_6GeC8InBrkLq6rU9AzkzTTLBCnR8JOY6mZz\\_ZQcdTSS1w](https://ledshop.hr/trgovina/industrijska-i-ulicna-rasvjeta/led-ulicna-rasvjeta/ulicna-rasvjeta-5y/led-ulicna-rasvjeta-30w-135lmw/?fbclid=IwAR3uo_KFcl_uN_6GeC8InBrkLq6rU9AzkzTTLBCnR8JOY6mZz_ZQcdTSS1w), stranica posjećena 20.08.2022.,
- [22] Slika 3.5. Centralni raspored: <https://m.vecernji.hr/media/img/b6/e7/e886118f896f11c20de1.jpeg>, stranica posjećena 20.08.2022.,

[23] Slika 4.6. TEP Gamalux: [http://www.tep.hr/cestovna-i-urbana-rasvjeta/gamalux-lvc-06.html?fbclid=IwAR1fsMNib71X9XX3v5ihdD9VHzlwm0\\_ga4eBjMuFPAB7OVV2Hj-SVUKpwKE](http://www.tep.hr/cestovna-i-urbana-rasvjeta/gamalux-lvc-06.html?fbclid=IwAR1fsMNib71X9XX3v5ihdD9VHzlwm0_ga4eBjMuFPAB7OVV2Hj-SVUKpwKE), stranica posjećena 28.08.2022.,

[24] Slika 4.7. Philips BGP303 T25: [https://www.assets.lighting.philips.com/is/content/PhilipsLighting/fp910925438810-pss-en\\_bg](https://www.assets.lighting.philips.com/is/content/PhilipsLighting/fp910925438810-pss-en_bg), stranica posjećena 28.08.2022.

## SAŽETAK

U radu su prikazane fizikalne osnove svjetlosti, objašnjene su osnovne uloge i značaji rasvjete ceste u svrhu povećavanja sigurnosti sudionika u prometu te je prikazano planiranje i projektiranje rasvjete cesta. Cestovna rasvjeta jedan je od glavnih čimbenika sigurnosti prometa u noćnim uvjetima koji pomaže smanjenju broja prometnih nesreći.

Ključne riječi: Javna rasvjeta, rasvjetna tijela, Relux, svjetlosno onečišćenje.

## ABSTRACT

### **Designing lighting**

This paper discusses the basic concepts related to lighting and light in general, light definitions, warmth of the light color and else. The light pollution is also mentioned as a very significant problem in the modern world. It is shown how to design urban public lighting in Relux software, for street in particular.

Key words: lighting calculations, light pollution, luminaires, public lighting, Relux

## ŽIVOTOPIS

Kristina Karačić rođena je 03.08.2000. u Vinkovcima. Nakon završene osnovne škole 2015. godine upisuje Tehničku školu Ruđera Boškovića u Vinkovcima, smjer tehnička gimnazija. Za vrijeme osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovanja u razdoblju od 2009. do 2015. pohađa glazbenu školu Josipa Runjanina u Vinkovcima, glavni predmet gitara. Srednju školu završava 2019. godine i polaže državnu maturu. Iste godine, upisuje preddiplomski stručni studij elektroenergetike na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija.

---

Kristina Karačić