

# **Određivanje svjetlosnog onečišćenja grada Preloga i okolice te utjecaj na život ljudi**

**Učenicice: Josipa Golomboš, Lara Klarić, Iva Vuk**

**Mentorica: Valentina Pirc Mezga**

**Srednja škola Prelog, Prelog**

## **1. Uvod**

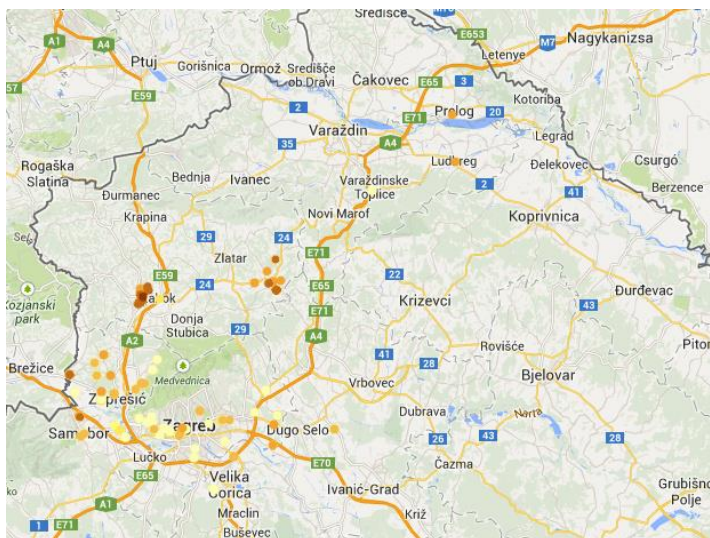
Globalno se pozornost ovih nekoliko prethodnih godina izrazito posvećuje očuvanju našeg planeta te smanjenju njegovog onečišćenja. Često u pitanje dolaze onečišćenja koja loše utječu na naše zdravlje ili na zdravlje ostalih živih bića i ona koja uzrokuju globalno zatopljenje. Nas je na istraživanje potaklo pitanje svjetlosnog onečišćenja koje nije toliko često istraživano ni spominjano. Vanjska rasvjeta postala je sastavni dio našeg društva, a kao posljedica pojavilo se svjetlosno onečišćenje. Postoje tri vrste rasvjetnih tijela a to su: nezasjenjena, poluzasjenjena i „cut off“ rasvjeta. Svjetlosno je onečišćenje suvišno raspršivanje umjetne svjetlosti izvan područja koje je potrebno osvijetliti. Štetni utjecaji neadekvatne rasvjete su: svjetlosno onečišćenje, odsjaj, povišenje ugljičnog otiska (ukupna emisija stakleničkih plinova) te smetnje prirodnom staništu. Primjerice: ptice gube orijentaciju kod migracija, doseljavaju netipične vrste kukaca, sisavcima se smanjuje vrijeme odmora. Posljedice svjetlosnog onečišćenja narasle su do te mjere da se zvijezde na noćnom nebu na područjima velikih gradova uopće ne mogu vidjeti. Kako prije nismo ni razmišljali o tome koliko je noćna rasvjeta neadekvatna te koliko ona utječe na naš svakodnevni život, odlučili smo pokrenuti anketu na razini škole i ispitati koliko učenika i njihovih ukućana ima probleme s neadekvatnom rasvjetom ispred kuće i do koje mjere ih to smeta, odnosno ne smeta. Ideju o našem istraživanju odlučili smo izložiti gradu Prelogu te tvrtci iz Ludbrega koja se bavi proizvodnjom LED rasvjete, a koja je pokazala veliki interes za naš rad.

## **2. Istraživačka pitanja / Hipoteze**

Postavši svjesni važnosti pravilne rasvjete, odlučili smo provesti istraživanje. Potaknula nas je briga za buduće generacije koje neće moći uživati u predivnom pogledu na nebeski svod zbog neadekvatne rasvjete. Također, zabrinuti smo i zbog velike mogućnosti brojnih prometnih nesreća zbog odbleska koji isto tako uzrokuje neadekvatna rasvjeta. Proučavana je vidljivost sazviježđa Orion na područja grada Preloga i okolnih sela: Cirkovljana i Čehovca. Naša je pretpostavka bila da će vidljivost sazviježđa biti manja na područja grada, a bolja u selima. Također, pretpostavili smo da većini vozača smeta, ili je barem ponekad zasmatala, nepravilna ulična rasvjeta i da će raspršena rasvjeta utjecati na san ispitanog uzorka stanovništva više od „cut off“ rasvjete. Na temelju provedenog istraživanja bit će određena istinitost naših hipoteza.

## **3. Metode istraživanja**

U vedroj noći u 21.00 sat locirano je sazviježđe Orion na potpuno tamnom mjestu te su uz pomoć GPS-a određene koordinate mjesta. Isto sazviježđe locirano je na ulici ili trgu te je prema viđenome određena magnituda tj. slika koja prikazuje sazviježđe onakvim kakvim ga vidimo s promatranog mjesta (od prikaza gdje se sazviježđe uopće ne vidi, eng. „Orion not visible“, do magnituda 7 gdje se sazviježđe Orion vidi u potpunosti, eng. „Orion completely visible“). Sazviježđe Orion bilo je promatrano s 5 glavnih lokacija, dva puta kada su noći bile vedre i dva puta kada su bile oblačnije, tj. kada smo sazviježđe promatrali kroz tanke, niske oblake. Naoblaka je smetala pri određivanju magnituda pa je magnituda kod oblačnih dana vrlo mala. (Tablica 1.) Prikupljeni podaci o magnitudama sazviježđa Orion uneseni su u bazu podataka GLOBE at Night. Uz pomoć baze podataka GLOBE at Night bili su uspoređeni grad Prelog i gradovi sjeverozapadne Hrvatske. (Slika 1.) Također, provedena je anketa među učenicima naše škole i njihovim ukućanima. U provedenoj anketi ispitano je 75 ljudi iz gradskog naselja Prelog i isto toliko iz seoskih naselja Cirkovljan i Čehovec. Postavljena su im pitanja o tome kakvu rasvjetu imaju pred kućom, utječe li, i koliko, rasvjeta na njihov san, vide li zvijezda kada su ispred svoje kuće i je li im ikad zasmetao odblesak loše rasvjete na cesti, ukoliko se radi o vozačima. Analizirali smo prikupljene podatke te smo, vodeći se njima, izradili grafikone i tablice. Opažanja i ankete bile su provedene u periodu od 20.1.2014 do 20.3.2014.



Slika 1. Usporedba svjetlosnog onečišćenja neadekvatnom javnom rasvjetom naselja SZ Hrvatske s gradom Prelogom ( Izvor : GLOBE at Night )

Na prethodnoj je slici uspoređena vidljivost sazviježđa Orion određena u razdoblju od 20.1.2014 do 20.3.2014. grada Preloga i ostalih naselja sjeverne i sjeverozapadne Hrvatske koji su uključeni u projekt GLOBE at Night. Svako promatranje se vrši tako da se odredi magnituda vidljivosti sazviježđa Orion u 21:00 s lokacije određene GPS-om te se odredi postotak naoblake na području sazviježđa. Kružić obojen najtamnijom smeđom bojom na karti označava promatranje koje ima najveću magnitudu vidljivosti sazviježđa (7), dok najsvjetliji označava promatranje koje ima najmanju magnitudu vidljivosti sazviježđa (0). Boja kružića se potamnjuje s rastom magnituda. Prema slici, jasno je vidljivo da veći gradovi poput Zagreba, u odnosu na Prelog, imaju svjetlije kružiće što nam govori da je svjetlosno onečišćenje jače izraženo, dok manja naselja imaju tamnije kružiće što nam govori da je tamo svjetlosno onečišćenje manje. Zagreb kao metropola ima gušće raspoređenu javnu rasvjetu koja je, pretpostavljajući prema slici, neadekvatna pa je i zbog toga vidljivost sazviježđa manja, dok mala naselja imaju rjeđe raspoređenu javnu rasvjetu pa je tamo i onečišćenje manje. U sljedećoj tablici su prikazani rezultati promatranja vršenih u četiri različita dana na 5 različitih lokacija u Prelogu i okolnim naseljima.

Tablica 1. Određivanje magnituda vidljivosti sazviježđa Orion te naoblake neba s pojedinih lokacija Preloga i njegovih okolnih naselja

Mjesto	Koordinate mjesta	Tip rasvjete *Tip izvora svjetlosti	Datum promatranja	Naoblaka	Magnituda
Prelog – Trg kralja Tomislava	46°20'17" N 16°36'55"E	Raspršena rasvjeta *NATRIJ	25.02. 2014.	nema	3
			26.02.2014	nema	4
			20.01.2014.	25%	2
			23.01.2014.	50%	1
Prelog – Istarska ulica	46°19'54" N 16°36'35"E	Raspršena rasvjeta *ŽIVA	25.02.2014.	nema	4
			26.02.2014	nema	3
			20.01.2014.	25%	3

			23.01.2014.	25%	2
Prelog – Ludbreška ulica	46°20'12" N 16°36'37"E	Cut off rasvjeta  *LED	25.02.2014.	nema	6
			26.02.2014.	nema	7
			20.01.2014.	50%	4
			23.01.2014.	50%	4
Cirkovljan – Gornja ulica	46°20'33" N 16°38'37"E	Raspršena rasvjeta  *ŽIVA	25.02.2014.	nema	5
			26.02.2014.	nema	5
			20.01.2014.	25%	3
			23.01.2014.	50%	2
Čehovec – Glavna ulica	46°21'41" N 16°37'5"E	Raspršena rasvjeta  *ŽIVA	25.02.2014.	nema	5
			26.02. 2014.	nema	5
			20.01.2014.	25%	3
			23.01.2014.	25%	3

Iz tablice je vidljivo da je u vrijeme dana bez naoblake (25.02.2014.; 26.02.2014.), u Ludbreškoj ulici, u kojoj je postavljena „cut off“ rasvjeta, vidljivost sazviježda Orion najbolja, tj. magnituda 7,6. Na ostale 4 lokacije je postavljena raspršena rasvjeta i u vrijeme dana bez naoblake (25.02.2014.; 26.02.2014.) na dvije lokacijama u Prelogu magnituda se kretala od 3 do 4 dok je u ruralnim naseljima bila 5. Kada je naoblaka na pojedini lokaciji bila 25% magnituda se smanjila za 1-2, a dok je naoblaka bila 50% magnituda je iznosila 2-3.

Tablica 2. Struktura svjetiljki prema tipu izvora svjetlosti za Grad Prelog i njegova prigradska naselja (Izvor: Gradska tvrtka PRE-KOM, Prelog, 2014.)

Tip žarulje	Broj žarulja	Udio u broju (%)	Udio u snazi (%)
Natrij (štetno)	297	34	27,4
Živa (štetno)	577	65	70,4
Ostalo (ekološko)	10	1	2,2
Ukupno	884	100,00	100,00

Prema podacima gradske tvrtke PRE-KOM koji su dani u tab.2. vidljivo je da grad Prelog i okolna naselja, prema tipu izvora svjetlosti, najviše koriste tip žarulja natrij i živa, čak 99%, dok svega 1% izvora svjetlosti otpada na ekološki tip svjetiljka.

#### 4. Prikaz i analiza podataka

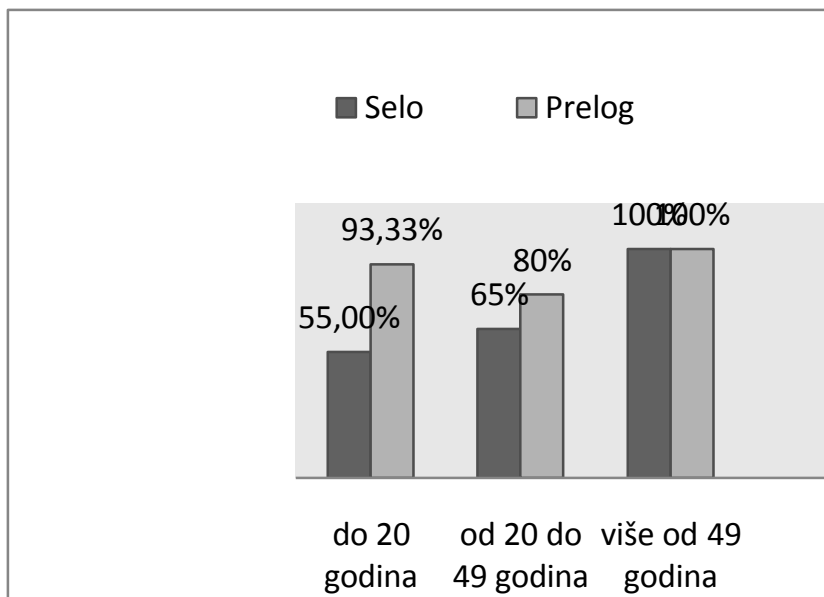
Tablica 3. Podaci o broju stanovnika i vrsti rasvjete u naseljima čije je stanovništvo bilo anketirano za potrebe ovog projekta

Naziv mjesta	Koordinate	Broj stanovnika	Postotak ispitanog stanovništva (%)	Opis rasvjete	Broj rasvjetnih tijela	Razmak između rasvjetnih tijela
Prelog	46° 20' 13" N 16° 36' 53" E	4.280	1.75	neadekvatna raspršena rasvjeta na glavom gradskom trgu i starim dijelovima grada	599	20 – 30 metara
Cirkovljan	46° 20' 38" N 16° 39' 0" E	800	4.75	samo središte jako osvijetljeno neadekvatnom rasvjetom na trgu i uz osnovnu školu	62	40 metara
Čehovec	46° 21' 54" N 16° 37' 16" E	700	5.28	nema osvijetljeno središte	56	40 metara

Statistička analiza podataka dobivenih anketom:

Na temelju prikupljenih podataka svih anketiranih stanovnika grada Preloga dobiveni su podaci da 28% ispitanog stanovništva Preloga ima „cut off“ rasvjetu, dok ostalih 72% ima neadekvatnu, raspršenu, rasvjetu. Noviji kvartovi imaju u potpunosti „cut off“ rasvjetu, dok strogi centar grada i starije ulice imaju neadekvatnu, raspršenu, rasvjetu. Iako je grad Prelog tek 2012. godine dobio glavni gradski trg, postavljena je neadekvatna, raspršena, rasvjeta. Na temelju prikupljenih podataka svih anketiranih stanovnika okolnih sela dobiveni su podaci da 37% sela ima „cut off“ rasvjetu, dok ostalih 63% ima neadekvatnu, raspršenu, rasvjetu.

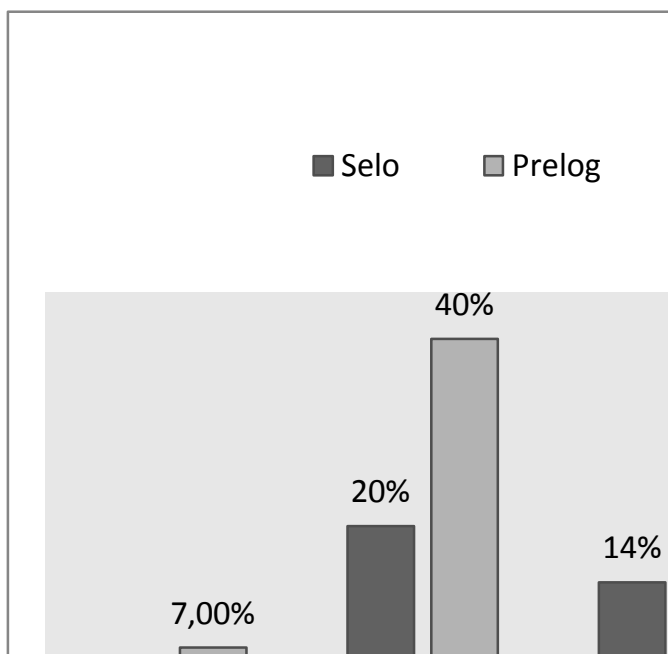
Slijedećim grafikonom su predočeni podaci o udjelu anketiranih stanovnika ovisno o starosnoj dobi kojima raspršena rasvjeta smeta kod spavanja.



Grafikon 1. Postotak ispitanika kojima raspršena rasvjeta smeta kod spavanja na urbanom (Prelog) i ruralnom području

Analizom podataka dobiveni su rezultati da ljudima na selu prilikom spavanja manje smeta raspršena ulična rasvjeta, nego onima u gradu. Ta smetnja se posebno odnosi na ljude koji žive u centru grada i okolnim ulicama.

Grafikonom 2 su predočeni podaci o udjelu anketiranih stanovnika ovisno o starosnoj dobi kojima „cut off“ smeta kod spavanja.



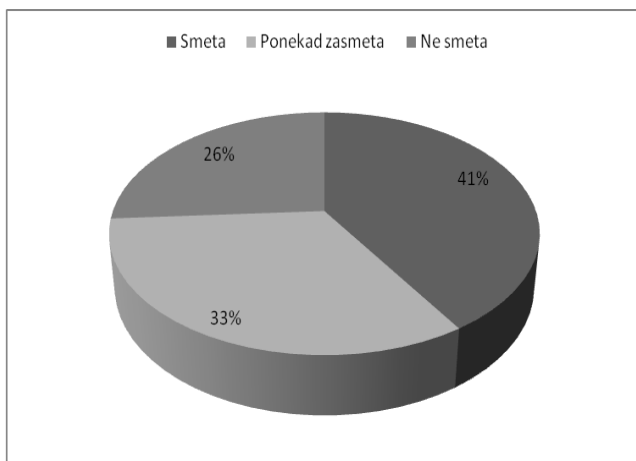
Grafikon 2. Postotak ispitanika kojima „cut off“ rasvjeta smeta kod spavanja na urbanom (Prelog) i ruralnom području

„Cut off“ rasvjeta ljudima u gradu i na selu smeta puno manje, nego raspršena gradska rasvjeta. Određenom ispitanom uzorku rasvjeta uopće ne utječe na san.

Tablica 4. Postotak vidljivost zvijezda s područja Preloga i seoskih naselja Cirkovljana i Čehovca u odnosu na tip rasvjete

PRELOG	SELO (CIRKOVLJAN I ČEHOVEC)
„CUT OFF“ RASVJETA: <b>100%</b>	„CUT OFF“ RASVJETA: <b>100%</b>
RASPRŠENA RASVJETA: <b>33%</b>	RASPRŠENA RASVJETA: <b>57%</b>

Iz tablice 4. je vidljivo da je 100% ispitanog stanovništva, koje je svakodnevno okruženo „cut off“ rasvjetom, potvrdilo da usprkos rasvjeti za vedrih noći, vidi zvijezde. Tek 33% gradskog i 57% seoskog ispitanog stanovništva okruženo neadekvatnom rasvjetom za vedrih noći pred kućom vidi zvijezde.



Grafikon 3. Utjecaj neadekvatne rasvjete na vozače ( N- 110)

Od 150 anketiranih osoba, njih 110 izjasnilo se da su vozači. 41% njih istaknulo je da im smeta raspršena rasvjeta na cesti, 33% istaknulo je da im ponekad zasmeta rasvjeta, dok je ostatak njih, 26%, istaknulo da im rasvjeta uopće ne smeta.

U tablici 5 . je prikazana prosječna magnituda dobivena tako da su vršena opažanja u svim ulicama grada Preloga u razdoblju od 20.1. do 20. 3. 2014. te je nakon dobivenih prosječnih magnituda ulica izračunata prosječna magnituda naselja.

Tablica 5. Prosječna magnituda vidljivosti zvijezda na području grada Preloga i seoskih naselja određena u razdoblju od 20.1. 2014. do 20.3.2014.

Naselje	Prelog	Cirkovljan	Čehovec
Magnituda	4	6	6

Prosječna magnituda vidljivosti zvijezda za grad Prelog iznosi 4. Ulice uz središte grada su i u najvedrijim noćima imale magnitudu 2, dok su ulice novijih kvartova imale magnitudu između 6 i 7. Većina ulica u Cirkovljanu i Čehovcu imale su magnitudu 6, a područje uz samo središte sela, gdje se nalaze crkve, imalo je magnitudu 2 zbog jakog osvjetljenja usmjerenog prema crkvi.

## 5. Zaključak

Zaključujemo da se u Prelogu i u selima koja imaju raspršenu rasvjetu zvijezde vide u različitim magnitudama. Veći dio ispitanih na selu vidi zvijezde unatoč neispravnoj rasvjeti, a to je rezultat veće udaljenosti između rasvjetnih stupova u odnosu na grad Prelog. „Cut off“ rasvjeta ne smeta niti jednom ispitaniku pri vidljivosti zvijezda. Dakle, „cut off“ rasvjeta pokazala se kao jedini učinkoviti način da se smanji svjetlosno onečišćenje. Također, anketa nam je pokazala da neadekvatna rasvjeta smeta stanovništvu prilikom spavanja zbog kuta raspršivanja svjetlosti kako u gradu, tako i u selu.

Uspoređujući selo i grad, zaključujemo da neadekvatna rasvjeta kod spavanja više smeta stanovništvu u gradu zbog gušćeg rasporeda postavljenih rasvjetnih stupova.

Ispitani vozači su nam anketom potvrdili da im neadekvatna rasvjeta smeta prilikom vožnje. U gradu Prelogu je za 2016. godinu planirana kompletna promjena neadekvatne rasvjete LED rasvjetom.

## 6. Literatura

- 1) <http://www.globeatnight.org/>
- 2) <http://www.darksky.org/>
- 3) <http://www.energyplus.hr/>
- 4) <http://cires.colorado.edu/index.html>
- 5) <http://www.prelog.hr/>
- 6) [http://www.astro.hr/lp\\_cdsa/](http://www.astro.hr/lp_cdsa/)
- 7) <http://www.ucar.edu/news/releases/2007/globenight.shtml>