

OSNOVNA ŠOLA GORICA  
Goriška cesta 48, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**SVETLOBNO ONESNAŽEVANJE NOČNEGA NEBA NAD VELENJEM**

Tematsko področje: EKOLOGIJA Z VARSTVOM OKOLJA

Avtor:  
Žiga Lorger, 9. razred

Mentorici:  
Branka Mestnik  
Andreja Vintar

Velenje, 2015

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gorica Velenje.

Mentorici: ga. Branka Mestnik, prof. geo in zgo,  
ga. Andreja Vintar, prof. slo in tja.

Datum predstavitve: marec, 2015

---

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD OŠ Gorica, 2014/2015
- KG javna razsvetljava/ zasenčene/ nezasenčene luči/ energetska učinkovitost/ svetlobno onesnaževanje
- AV LORGER, Žiga
- SA MESTNIK, Branka, VINTAR, Andreja
- KZ Mladi raziskovalci za razvoj Šaleške doline, 3320 Velenje. SLO
- ZA Osnovna šola Gorica, Goriška cesta 48, Velenje
- LI 2015
- IN **SVETLOBNO ONESNAŽEVANJE NOČNEGA NEBA NAD VELENJEM**
- TD Raziskovalna naloga
- OP VI, 35 str., 32 sl., 3 pregl. 1 graf, 1 pril. 18 vir.
- IJ SL
- JI sl/en

AI Z raziskovalno nalogo *Svetlobno onesnaževanje nočnega neba nad Velenjem* smo predstavili okoljski problem, ki je posledica premočnega osvetljevanja, javne razsvetljave. Iz virov smo spoznali prednosti in slabosti umetne svetlobe. Raziskovalna dejavnost je večinoma potekala na terenu, podnevi in v večernih urah. V objektiv fotoaparata smo ujeli tipe svetilk, jih poimenovali in razdelili na zasenčene (ustrezne), delno zasenčene in nezasenčene (niso ustrezne). V Velenju prevladujejo delno zasenčene svetilke (39%). Na Zavodu KSSENA (Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško) smo izvedeli, da bodo do konca leta 2016 zamenjali vse svetilke, ki niso v skladu z Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja. Z lux metrom smo izmerili energetska učinkovitost svetilk. Ugotovili smo, da je osvetljenost centra mesta, nekaterih parkirišč in poslovnih stavb pretirana. Razsvetljava cest je bolj energetska učinkovita kot razsvetljava pešpoti. Sky Quality Meter je naprava za merjenje svetlosti nočnega neba. Na štirih lokacijah smo merili vrednosti svetlobnega onesnaževanja. Povprečen rezultat je 19,69 mag/arcsek<sup>2</sup>. Velenje je srednje svetlobno onesnaženo, uvrščeno na sredino lestvice za prepoznavanje svetlosti nočnega neba z napravo SQM. Med raziskavo smo opazili, da pred OŠ Gorica pešpoti osvetljujejo nezasenčene svetilke. Napisali smo prošnjo in jo naslovili na Urad za komunalne dejavnosti Mestne občine Velenje. Po ogledu svetilk so nam zagotovili, da jih bodo zamenjali z zasenčenimi. Dela že potekajo. Predlagamo, da v Velenju zmanjšajo osvetljenost javnih površin med 24.00 in 4.00 uro. Svetilke naj razsvetljujejo, kar je resnično potrebno. Potem bomo lahko opazovali zvezde, spali v temi ...

## KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Primary School Gorica, 2014/2015

CX public lightning/ shaded/ unshaded light/ energetic efficiency/light pollution

AU LORGER, Žiga

AA MESTNIK, Branka, VINTAR, Andreja

PP Young researchers for the development of Šaleška valley, 3320 Velenje SLO

PB Primary School Gorica, Goriška road 48, Velenje

PY 2015

TI LIGHT POLLUTION OF THE NIGHT SKY ABOVE THE TOWN OF VELENJE

DT Research work

NO VI, 35 p., 3 tab., 32 pictures, 1 graf, 1ann., 18 ref.

LA SL

AL sl/en

AB With the research work »Light pollution of the night sky above the town of Velenje« we introduced environmental problem that occurred because of using too much artificial light; public lightning. We got familiar with pros and cons of artificial lightning. Research activity was mostly taken on the field – during the day and in the evening. We took a picture of different types of the lights, divided them into shaded (suitable), partially shaded and unshaded (unsuitable). There are 39 % of partially shaded lights in Velenje. Energetic agency for Savinjska, Šaleška and Koroška region – KSENNA provided us with information that all lights that are not suitable will be changed until the end of year 2016. We used lux meter to measure energetic efficiency of the lights. We measured an excessive use of light in the center of the town, some buildings and parking places. Traffic lights are more efficient than those used for paths. Sky Quality Meter is a device with which we measure brightness of the night sky. On four different locations we measured values of light pollution. Average result is 19,69 mag/arcsek<sup>2</sup>. Velenje is medium light polluted and is in the middle of the scale for recognition of brightness of night sky with SQM device. During the research we noticed several unshaded lights around Primary school Gorica. We wrote a request and gave it to Bureau for public utilities for the town Velenje. After observing the lights they reassured us that they will change it. And it has been done. We suggest that lightning of public areas is reduced between 24.00 and 4.00 am. Lights should brighten what is truly necessary. Then we will be able to observe the stars, sleep in the dark ...

## KAZALO VSEBINE:

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>II</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION .....</b>	<b>III</b>
<b>KAZALO VSEBINE:.....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO SLIK:.....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO DIAGRAMOV:.....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO TABEL:.....</b>	<b>V</b>
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 Namen in cilji raziskovalne naloge.....	2
1.2 Hipoteze .....	2
1.3 Metode raziskovanja .....	3
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>4</b>
2.1 Svetloba .....	4
2.2 Razvoj svetilke.....	5
2.3 Javna razsvetljava .....	9
2.3.1 Razsvetljava cest.....	10
2.3.2 Razsvetljava pešpoti .....	10
2.3.3 Razsvetljava kulturnih spomenikov .....	10
2.3.4 Razsvetljava objektov za oglaševanje.....	11
2.3.5 Razsvetljava ustanov in športnih igrišč .....	11
2.3.6 Razsvetljava poslovnih stavb.....	12
2.4 Svetlobno onesnaževanje .....	12
2.4.1 Tipi svetilk.....	5
2.4.1.1 Zasenčene svetilke.....	6
2.4.1.2 Delno zasenčene svetilke.....	7
2.4.1.3 Nezasenčene svetilke .....	7
2.4.1.4 Napačno montirane svetilke .....	8
<b>3 METODOLOGIJA.....</b>	<b>14</b>
<b>4 REZULTATI.....</b>	<b>18</b>
4.1 Sestanek na KSSNI .....	16
4.2 Terensko delo .....	21
<b>5 DISKUSIJA.....</b>	<b>28</b>
<b>6 ZAKLJUČEK .....</b>	<b>31</b>
<b>7 POVZETEK.....</b>	<b>33</b>
<b>8 ZAHVALA .....</b>	<b>34</b>
<b>9 PRILOGE.....</b>	<b>35</b>
<b>10 VIRI IN LITERATURA .....</b>	<b>36</b>

## KAZALO SLIK:

Slika 1: Prva žarnica in njen izumitelj Thomas A. Edison.....	5
Slika 2:Svetilke, pri katerih gre polovica svetlobe.....	6
Slika 3: Zasenčene svetilke - pravilno osvetljevanje.....	6
Slika 4: Popolnoma zasenčene svetilke .....	7
Slika 5:Zasenčena svetilka na Goriški cesti.....	7
Slika 6: Delno zasenčena svetilka.....	8
Slika 7: Delno zasenčena svetilka.....	7
Slika 8: Nezasenčena svetilka.....	9
Slika 9: Nezasenčena svetilka pred OŠ Gorica .....	8
Slika 10: Svetilke montirane nad vodoravnico.....	9
Slika 11: Nepravilno montirana svetilka pred OŠ Gorica.....	8
Slika 12: Osverlitev; Sv. Marija, Stari trg.....	11
Slika 13: Osvetlitev; Sv. Marija, Stari trg.....	10
Slika 14: Osvetljeni oglasni panoji na trgovinskem centru Velenjka.....	11
Slika 15: Razsvetljava Stadiona Velenje .....	12
Slika 16: Osvetljen trgovinski center Velenjka ponoči.....	12
Slika 17: Koristna svetloba, ki oklepa kot pod vodoravnico.....	13
Slika 18: Napačne svetilke v Evropi .....	14
Slika 19: Svetlobno onesnaževanje po svetu.....	14
Slika 20: Lega mesta Velenje.....	16
Slika 21: Lux meter.....	21
Slika 22: Merjenje z lux metrom.....	22
Slika 23: Nepravilno nameščena svetilka - osvetljuje zelenico.....	24
Slika 24: Lestvica za prepoznavanje svetlosti nočnega neba .....	25
Slika 25: Sky quality meter.....	26
Slika 26: Merjenje svetlosti nočnega neba.....	25
Slika 27: Nočna podoba Velenja.....	26
Slika 28: Nezasenčena svetilka pred OŠ Gorica.....	29
Slika 29: Zasenčena svetilka pred OŠ Gorica .....	28
Slika 30: Nočna podoba zamenjanih svetilk pri OŠ Gorica.....	28
Slika 31: Razsvetljeno nočno nebo nad Velenjem.....	30
Slika 32: Zimska podoba nočnega Velenja.....	30

## KAZALO GRAFOV:

Graf 1: Število oz. odstotki posameznih tipov svetilk.....	21
--	----

## KAZALO TABEL:

<b>Tabela 1:</b> Tipi javne razsvetljave v Velenju (foto: Ž. Lorger).....	18
<b>Tabela 2:</b> Merjenje energetske učinkovitosti svetilk z lux metrom.....	23
<b>Tabela 3:</b> Meritve z napravo za merjenje svetlosti nočnega neba (SQM).....	26

## 1 UVOD

V jasni noči – daleč od mest – poti razsvetljujejo zvezde in polna Luna.

Med hojo, korak za korakom, razmišljamo o nebesnih telesih in si zastavljamo vprašanja. Zakaj npr. nočno nebo nad mestom ni temno, ampak svetlo? Zaradi svetilk. (Pre)močno osvetljujejo naše poti, zastirajo pogled v zvezdno nebo.

Zunanja razsvetljava je nastala zaradi izboljšanja vidljivosti in zagotavljanja varnosti oseb, premoženja, prometa. Sčasoma so se oblikovale nočne podobe naselij, mest. Toda v bleščečem sodobnem svetu je potreba po umetnem viru svetlobe vedno večja. Poleg pešpoti in cest je potrebo razsvetliti tudi kulturne objekte, trgovinske izložbe, reklamne panoje, turistične zanimivosti ...

V začetku 21. stoletja so okoljevarstveniki začeli prvič opozarjati na negativne vplive pretirane osvetljenosti. Množična uporaba nezasenčenih svetilk, ki svetijo v nebo, namreč povzroča svetlobno onesnaževanje. Leto 2015 je mednarodno leto svetlobe. Svetloba je za človekovo življenje izredno pomembna. Ogenj, ki ga je človek zanetil v pradavnini, predstavlja začetek njegovega razvoja. Toda časi so se hitro spremenili – skoraj s svetlobno hitrostjo. Človekova zavest pa še vedno ni razsvetljena. Z raziskovalno nalogo bomo zato opozorili na pretirano osvetljevanje nočnega neba, ki v mestih in pokrajinah postaja okoljski problem.

Z raziskovalno nalogo želimo poudariti pomen pravilne razsvetljave in njen vpliv na nočno nebo v Velenju. Posledice svetlobnega onesnaževanja so postale skupen problem ljudi, živali in rastlin. Prebivalce Velenja je potrebno seznaniti z vrednostmi meritev o svetlobnem onesnaževanju mesta in o tem, kako lahko pristojni zmanjšajo pretirano osvetlitev neba.

Vseh luči ne moremo ugasniti, saj se zavedamo, da je razsvetljava ponoči nujna. Potrebujemo pa zasenčene svetilke, ki snop svetlobe usmerijo proti tlom. Razen tega naj bodo osvetljeni samo najpomembnejši kulturno-zgodovinski spomeniki. Tako lahko zmanjšamo stroške porabe električne energije in ohranimo neokrnjen pogled v čudovito in skrivnostno nočno nebo.

### **1.1 Namen in cilji raziskovalne naloge**

Namen raziskovalne naloge je predstaviti problem svetlobnega onesnaževanja, ki se navezuje na javno razsvetljavo v Velenju. Zanima nas, ali je mesto pretirano ali zmerno osvetljeno z umetno svetlobo? Nekontrolirano uhajanje svetlobe v temno nebo vpliva na svetlost nočnega neba. S pomočjo literature in meritev bomo ugotovili, koliko je Velenje svetlobno onesnaženo. Cilji raziskovalne naloge so:

- prikaz stanja javne razsvetljave v Velenju: popolnoma zasenčene (ustrezne), delno zasenčene ( neustrezne), nezasenčene (neustrezne);
- z meritvami prikazati energetske učinkovitost svetilk;
- z meritvami ugotoviti stanje svetlobne onesnaženosti;
- posredovati prošnjo za zamenjavo nezasenčenih svetilk pred osnovno šolo Gorica.

Pridobljene podatke bomo analizirali, uredili in predstavili.

Najprej bomo teoretično »osvetlili« pomen nočne svetlobe in pojem svetlobno onesnaževanje. Z raziskavo želimo opozoriti, da v Velenju prenovijo, odstranijo stare nezasenčene svetilke, ki ne razsvetljujejo cest in javnih površin, ampak nočno nebo. Leto 2015 je mednarodno leto svetlobe. Njegov pomen je tudi spodbujanje izobraževanja med mladimi – »posvetilo se nam je«, da z raziskovalno nalogo predstavimo in opozorimo na okoljski problem svetlosti nočnega neba – svetlobno onesnaževanje. Nanj že opozarjajo naravovarstveniki in astronomi. Tema je aktualna. Raziskovalna naloga predstavlja vpliv javne razsvetljave (umetnih virov svetlobe) urbanega središča, ki povzroča sevanje svetlobe, v temo nočno okolje.

### **1.2 Hipoteze**

*Hipoteza 1:* V Velenju prevladujejo delno zasenčene svetilke.

*Hipoteza 2:* Razsvetljava cest in javnih površin v Velenju je energetske učinkovita.

*Hipoteza 3:* V Velenju je svetlobno onesnaževanje manj prisotno.

*Hipoteza 4:* Glavni vzrok svetlobnega onesnaževanja izhaja iz pretirane osvetljenosti cest in pešpoti.

*Hipoteza 5:* Razsvetljava kulturnih objektov, trgovin, reklamnih panojev je v Velenju zmerna.



### 1.3 Metode raziskovanja

Teoretične metode temeljijo na zbiranju literature in virov, s pomočjo katerih smo spoznali in opisali znana dejstva o naravni in umetni svetlobi, tipih svetilk javne razsvetljave in o negativnih posledicah pretirane razsvetljave za okolje – svetlobno onesnaževanje.

V raziskovalnem delu naloge prevladujejo metode terenskega dela:

- fotografiranje svetilk, ki razsvetljujejo ceste in javne površine, kulturne spomenike, objekte in poslovne stavbe;
- merjenje svetlosti posameznih svetilk – energetska učinkovitost svetilk;
- merjenje svetlosti nočnega neba s SQM (Sky Quality Meter);
- metoda dedukcije;
- statistično obdelovanje podatkov;
- metoda analize in sinteze;
- vrednotenje, primerjava.

*»Svetloba je vse tisto, kar vidimo, pogosto pa tudi občutimo. Je izjemen vir energije. Vse od velikega poka spremlja evolucijo vesolja in z njo nastanek planetov, zvezd ter galaksij. Svetloba (in z njo toplota) poganja zunanje Zemljine sile, s tem pa tudi kroženje vode in zraka; tako neposredno vpliva na podnebje in razmere, ki vladajo na površju Zemlje. Svetloba je in še vedno odločilno vpliva na obstoj in razvoj življenja na Zemlji in s tem na evolucijo človeka, ki je v svetlobi prepoznal prenekatero prednost in jih spretno izkoristil vse do danes, ko sta svetloba in z njo povezana tehnologija postali gonilna sila človeške civilizacije.«  
(Jeršek, 2015)*

## 2 PREGLED OBJAV

»Naj bo leto svetlobe«, so besede predsednika Johna W. Ashe, ki jih je izrekel na 68. zasedanju Generalne skupščine Združenih narodov. S tem je sprejel sklep, da bo leto 2015 Mednarodno leto svetlobe in tehnologij povezanih s svetlobo. Pomen leta svetlobe je:

- spodbujati tehnologije v razsvetljavi/svetlobi za boljšo kakovost življenja v razvitem in razvijajočem se svetu;
- zmanjšati svetlobno onesnaževanje in izgubo energije;
- spodbujati izobraževanja med mladimi;
- spodbujati trajnostni razvoj ([http://www.sdr.si/pdf/iyl2015\\_shortpresentation\\_slo.pdf](http://www.sdr.si/pdf/iyl2015_shortpresentation_slo.pdf)).

### 2.1 Svetloba

Svetloba je posebna vrsta potujoče energije, ki se lahko razširja tudi skozi brezračen prostor. Mirujoče ne poznamo. Hitrost svetlobe v vakuumu je 300.000 km/s, kar je največja možna hitrost, ki je ne preseže nobeno telo. Svetloba nam omogoča, da vidimo okolico, saj se od predmetov odbije in se dražljaji prek očesnega živca prenesejo v možgane, kjer jo prepoznajo kot sliko. Telesa so osvetljena, če nanje pade svetloba in se odbije. Svetloba nastane iz energije; del porabljene energije se spremeni v svetlobo. Nekatera pa svetlobo same oddajajo, pravimo jim svetila.

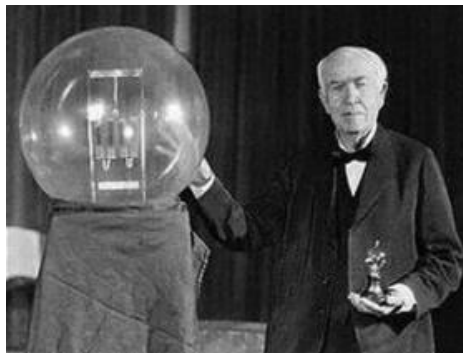
**Naravni vir** svetlobe je Sonce – primarni vir, sekundarni viri so Luna, blisk ...

**Umetni vir** svetlobe so uvedli ljudje. Ogenj je najstarejši umetni vir svetlobe. Človek je že v kamni dobi poznal in uporabljal tudi umetno razsvetljavo: ogenj iz lesa ali trsk, bakle, sveče, oljenke. Z izumom sijalke se je umetna svetloba oz. osvetljevanje površin širilo zelo hitro zlasti v mestih.

*»Civilizacija ne bi obstajala brez svetlobe; svetloba Sonca in svetloba laserjev, ki so postali pomemben del našega vsakdana. Mednarodno leto svetlobe bo zagotovo povečalo ozaveščanje o teh pomembnih odkritjih in široki prisotnosti tehnologij, povezanih s svetlobo, ki znatno prispevajo k svetovnem trgu. Pomembno je tudi, da bo mednarodno leto svetlobe navdih za prihodnja raziskovanja in aplikacije enega od najbolj pomembnih elementov našega obstoja: SVETLOBE.« Ahmed Zewail (Nobelova nagrada leta 1999).*

## 2.2 Razvoj svetilke

Kot prvi izumitelj prve žarnice leta 1880 je najbolj omenjan Thomas Alva Edison, čeprav so bile že prej izdelane podobne žarnice. Izhajal je iz družine v nižjem sloju prebivalstva, vendar je z izpopolnitvijo telegrafa in njegovim patentom prislužil 40.000 dolarjev, kar ga je takoj dvignilo med premožnejše. Do tega izuma je prišel s pridobljenim znanjem o telegrafu med delom na železniški postaji, kjer je najprej raznašal časopise, nato pa s pomočjo telegrafa pisal svoje novice. S tem zaslužkom je postavil svojo delavnico, ker se je odločil do bo izumitelj. To mu je tudi uspelo, saj so se izumi kar vrstili. Zanimanje za električno žarnico naj bi dobil leta 1878, ko je obiskal tovarno za izdelavo dinamo generatorjev in obločnih žarnic Williama Wallacea. Ob odhodu naj bi dejal: *»Menim, da vas lahko pri izdelavi električne svetlobe premagam, in mislim da ne delujete v pravi smeri«* (Thomas Alva Edison, 1878). Z izjavo o osvetljenem New Yorku in da je blizu odkritja, je povzročilo borzni padec plinskih podjetij. Jeseni leta 1878 je ustanovil podjetje Edison Electric Company, v katerem so z licenco proizvajali električne svetlobne naprave in električne grelce. Na božični večer leta 1879 je New Yorški park Menlo zažarel v soju 60 sijalk. Spoznal je tudi, da javne razsvetljave ne bi mogli imeti, ker bi vsaka svetilka potrebovala svoj generator. Leta 1880 je zamenjal okov žarnice in dobila je hruškasto obliko. Požele je veliko uspeha na razstavi v Parizu.

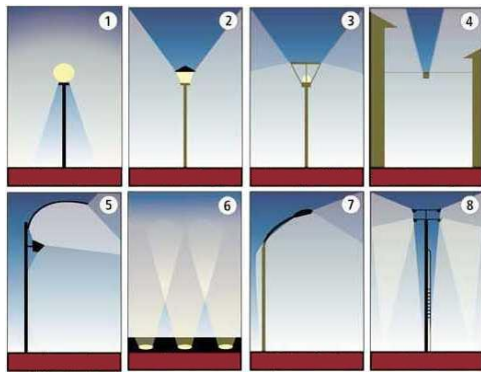


Slika 1: Prva žarnica in njen izumitelj Thomas A. Edison (vir: <http://www.rtv slo.si>).

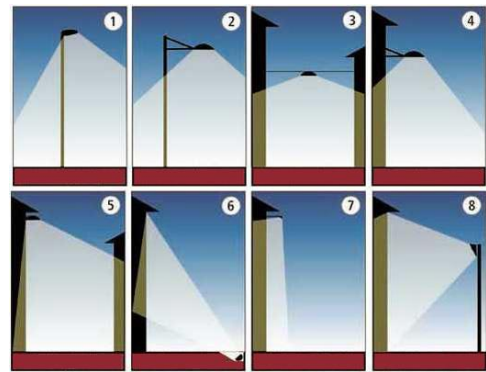
## 2.3 Tipi svetilk

Eden od vzrokov so tudi napačne sijalke. To so sijalke, ki svetijo modro. Te povzročajo vznikom neprijetnosti in kvarijo spanje, poleg tega pa privlačijo največ insektov. Zato so najbolj primerne rumene ali oranžne sijalke. Nezasenčene svetilke so navadno iz neprozornih materialov in motijo spanje, ter pešče. Skoraj polovica te energije gre iz svetilke naravnost v

nebo. Zgradbe kot so cerkve, spomeniki in reklamni panoji so prav tako narobe osvetljene in celo ob oblačnih dnevih je mogoče videti senco.



Slika 2: Svetilke, pri katerih gre polovica svetlobe nad vodoravnico (vir: <http://static.slomedia.it/modules/gallery>).



3: Zasenčene svetilke - pravilno osvetljevanje (vir: <http://static.slomedia.it/modules/gallery>).

Paziti moramo tudi na oglase, ki nam ponujajo LED sijalke kot alternativni varčen vir energije, ampak temu ni tako. Največji izkoristek imajo natrijeve sijalke, zlasti sijalke - nizkotlačnega tipa. Izkoristek LED diod pa tudi zelo pade med delovanjem, ko se segrejejo. Poleg tega pa so vir modre svetlobe.

### 2.3.1 Zasenčene svetilke

Zasenčene svetilke so edine svetilke, ki ustrezajo trenutni uredbi, ki dovoljuje nične izpuste svetlobe nad vodoravnico oz. v nebo. So tudi najboljša izbira za javno razsvetljavo, če vanje vstavimo rumeno-oranžno žarnico. Žarnica je pritrjena v okvir iz neprozornih materialov, ki je spodaj zaprto z ravnim steklom. Svetloba je usmerjena izključno v tla in ne povzroča bleščanja, razen če vanje namestimo LED diode oz. žarnice, ki oddajajo belo in modro svetlobo.



Slika 4: Popolnoma zasenčene svetilke  
(vir: <http://www2.arnes.si/~sssknm5/slike>).



Slika 5:Zasenčena svetilka na Goriški cesti (foto: Ž. Lorger).

### 2.3.2 Delno zasenčene svetilke

Neprimerne in zaradi bleščanja niso v skladu z uredbo. Zgradba je podobna zasenčeni svetilki, torej iz neprosojnega ohišja, vendar ima steklo izbočeno. To steklo je namenjeno razprševanju svetlobe. Steklo se zaradi vplivov okolja in drugih dejavnikov pomotni in je čedalje manj prosojna. Zaradi delne zatemnitve je osvetljenost cilja slabša zaradi nekaj svetlobe, ki je šla v ozračje.



Slika 6: Delno zasenčena svetilka  
(<http://www2.arnes.si/~sssknm5/slike>).



Slika 7: Delno zasenčena svetilka (foto: Ž. Lorger).

### 2.3.4 Nezasenčene svetilke

Nezasenčene svetilke so med največjimi svetlobnimi onesnaževalci, saj se pri njih svetloba širi v vse strani. Največ je gre nad vodoravnico, kar povzroča bleščanje in močan negativen vpliv na oči . Moti pa prav tako tudi nočne živali in ljudi, ki opazujejo nočno nebo. Takšne

svetilke bolj osvetlujejo ozračje kot naš cilj, torej tla. So tudi najmanj energetsko in ekonomsko učinkovite.



Slika 8: Nezasenčena svetilka  
(<http://www2.arnes.si/~sssksnm5/slike> .)



Slika 9: Nezasenčena svetilka pred OŠ Gorica  
(foto: Ž. Lorger).

### 2.3.5 Napačno montirane svetilke

So prav tako zelo neučinkovite. Za te je značilno, da so montirane nad vodoravnico. Navadno so nastavljene nekje med  $10^\circ$  in  $30^\circ$  nad vodoravnico. V nasprotju z prepričanji, ta svetila oddajo več svetlobe vodoravno in v nebo. Zaradi teh tudi nastane bleščanje in nepotrebna poraba električne energije.



Slika 10: Svetilke montirane nad vodoravnico  
(vir: <http://static.slomedial.it/modules/gallery>).



Slika 11: Nepravilno montirana svetilka pred OŠ Gorica  
(foto: Ž. Lorger).

## **2.4 Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Uradni list RS, št. 46/13 2013) – za javno razsvetljavo.**

### **4. člen**

#### **(osvetljevanje z okolju prijaznimi svetilkami)**

(1) Za razsvetljavo, ki je vir svetlobe po tej uredbi, se uporabljajo svetilke, katerih delež svetlobnega toka, ki seva navzgor, je enak 0 %.

(2) Ne glede na določbe prejšnjega odstavka se za razsvetljavo javnih površin ulic na območju kulturnega spomenika lahko uporabljajo svetilke, katerih delež svetlobnega toka, ki seva navzgor, ne presega 5 %, če:

- je električna moč posamezne svetilke manjša od 20 W,
- povprečna osvetljenost javnih površin, ki jih osvetljuje razsvetljava s takimi svetilkami, ne presega 2 lx, in
- je javna površina ulic, ki jo osvetljuje razsvetljava, namenjena pešcem, kolesarjem ali počasnemu prometu vozil s hitrostjo, ki ne presega 30 km/h.

(3) Ne glede na določbe prvega odstavka tega člena ni omejitev glede deleža svetlobnega toka, ki seva navzgor, za svetilke, ki so sestavni del kulturnega spomenika, če je električna moč posamezne svetilke manjša od 20 W. (Uradni list RS, št. 46/13 2013)

## **2.5 Javna razsvetljava**

Javna razsvetljava je nastala iz potrebe izboljšanja vidljivost cest in pešpoti. Svetilke so imele estetsko podobo. V sodobnem času pa so pri razsvetljave prevladujoče denarne koristi. Že v 15. stoletju so s preprostimi oljnimi lučmi želeli zagotoviti varnost ljudi in premoženja, kasneje tudi varnost v prometu. Z razvojem storitvenih dejavnosti in njihovimi osvetlitvami pa se je oblikovala celostna nočna podoba naselja, mesta. Že več kot sto let je nepogrešljivi sestavni del našega življenja.

Velenje dobi javno razsvetljavo leta 1929, ko je bila zgrajena termoelektrarna Velenje.

### 2.5.1 Razsvetljava cest

Cestna razsvetljava je namenjena izključno izboljšanju našega življenja. Z cestno razsvetljava dvignemo nivo osvetljenosti cestišča, s tem tudi vidne sposobnosti udeležencev v prometu. Z boljšo razsvetljava, seveda okolju prijazno, lahko zmanjšamo število nesreč v povprečju za kar 30 %, na bolj nevarnih odsekih pa za kar 45 %. Takšne podatke je študija CIE (mednarodne komisije za razsvetljava) izmerila v različnih državah po svetu. Podobne rezultate je dala raziskava 6 večjih nemških mest, kjer so ugotovili, da enkratno povečanje svetlosti cestišč, prinese 28 % manj nesreč in 65 % manj nesreč, kjer je eden od udeležencev kolesar ali pešec. Poškodovanih v prometu je bilo 45 % manj. Prav tako nas varuje pred kriminalom.

### 2.5.2 Razsvetljava pešpoti

Razsvetljava pešpoti je namenjena predvsem varnosti pred kriminalom, saj so raziskave dokazale, da ob primerni vertikalni osvetljenosti ljudje prej zaznajo sumljive osebe in se na njih pripravijo ali pa se jim izognejo, saj storilci raje napadajo ponoči, ker jih žrtev ne prepozna in je žrtev v temi strah. Namenjena pa je tudi lepšemu izgledu naselij.

### 2.5.3 Razsvetljava kulturnih objektov in spomenikov

Svetlost osvetljenega kulturnega spomenika ne sme presegati  $1 \text{ cd/m}^2$  povprečne vrednosti celotne površine osvetljenega dela. Za kulturne objekte so dovoljene svetilke, ki imajo izpuste svetlobe v ozračje do 5 %. Če je kulturni spomenik pokrit, mora biti zunanji rob osvetljene površine 1 meter pod strešnim napuščem. V primeru, da je kulturni objekt nepokrit, lahko gre mimo njega le 10 % svetlobnega toka.



Slika 12: Osverlitev; Sv. Marija, Stari trg.



Slika 13: Osverlitev; Sv. Marija, Stari trg (foto: Ž. Lorger).



#### 2.5.4 Razsvetljava objektov za oglaševanje

Objekt za oglaševanje je dovoljeno osvetljevati s svetilkami, ki svetijo iz njegove notranjosti. Električna moč vseh svetilk je določena z velikostjo oglaševalne površine. Dovoljuje se tudi osvetljevanje od zgoraj navzdol, vendar ne sme presegati moči, kot je dovoljena pri vgrajenih svetilkah. Osvetljevanje z zunanjimi svetilkami je dovoljeno, ko je oglasni pano večji od 20 m<sup>2</sup> in je zagotovljeno, da se bo ugašal med 24. in 5. uro.



Slika 14: Osvetljeni oglasni panoji na trgovinskem centru Velenjka (foto: Ž. Lorger).

#### 2.5.5 Razsvetljava ustanov in športnih igrišč

Športna igrišča morajo biti osvetljena z asimetričnimi reflektorji, ki smejo svetiti do 22:00 ali eno uro po zaključku prireditve.

Ustanove prav tako ne smejo presegati povprečne el. moči za razsvetljavo in lahko gorijo 30 minut pred in po obratovalnem času ustanove. Pri izračunu moramo sešteti zazidano in nezazidano površino objekta, upoštevati moramo tudi razsvetljavo fasad in streh ustanove. Za razsvetljavo celotnega objekta pa se lahko uporabi ena ali več svetilk s skupno močjo 180 W.



Slika 15: Razsvetljava Stadiona Velenje (foto: Ž. Lorger).

### 2.5.6 Razsvetljava poslovnih stavb

Pri poslovnih stavbah se določa električna moč, ki se izračuna kot vsota zazidane in nepokrite površine, namenjene prometu blaga in ljudi za izvajanje poslovne dejavnosti. Če se v obratovalnem času izvajajo zunanja dela, se moč svetilk ne upošteva. Svetlost pri delu na prostem ne sme presegati za več kot 10 % osvetljenosti delovnega mesta na prostem. Več je lahko samo v primeru, da je za izvajanje delovnega procesa potrebna večja osvetljenost, zaradi tveganja varnosti in zdravja pri delu.



Slika 16: Osvetljen trgovinski center Velenjka ponoči (foto: Ž. Lorger).

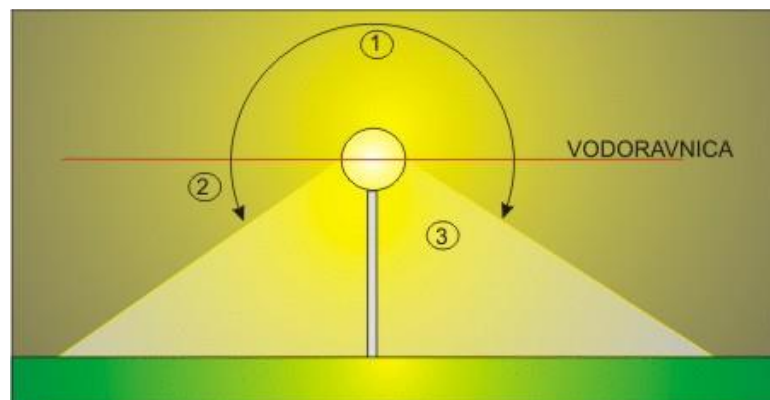
## 2.6 Svetlobno onesnaževanje

Svetlobno onesnaževanje je pojav, ki nastane, ko povečamo količino svetlobe v okolju z umetnimi viri svetlobe. Nastalo je kot stranski učinek industrijske civilizacije, zaradi slabega

projektiranja svetilk in pomanjkanje strokovnjakov na področju urejanja javne razsvetljave. Ta se je v zadnjih desetletjih zelo povečala. Vzroki za svetlobno onesnaževanje:

- svetilke, ki oddajajo svetlobo nad vodoravnico;
- uporaba svetilk, ki oddajajo belo svetlobo npr. LED (primernejša je rumena svetloba);
- neustrezno nameščene svetilke (pod kotom);
- osvetljevanje površin, ki bi lahko ostale neosvetljene (trgovinska parkirišča ponoči);
- čezmerno in neustrezno osvetljevanje kulturnih objektov in spomenikov, poslovnih stavb, oglaševalskih panojev ... (<http://www.temnonebo.si/svetlobno-onesnazenje>).

Slovenija se je prav zaradi napačno postavljenih in nezasenčenih svetilk ter pretiravanja s svetlobo, uvrstila na drugo mesto najbolj svetlobno onesnaženih držav v Evropi.



Slika 17: Koristna svetloba, ki oklepa kot pod vodoravnico  
([http://www2.arnes.si/~sssknm3/svetlobno\\_onesnazenje/test/svetlobno1.htm](http://www2.arnes.si/~sssknm3/svetlobno_onesnazenje/test/svetlobno1.htm)).

Javna razsvetljava je umetna svetloba – onesnaževalec, ki vpliva na različna področja. Onesnaženje pride od oddaljenih virov, ki sevajo svetlobo pod majhnimi koti nad horizontom. Taka svetloba povzroča kar 95 % svetlobnega onesnaženja v zenitu, viri pa so večinoma nezasenčene, delno zasenčene in nepravilno montirane svetilke zunanje razsvetljave. Svetloba se iz njih širi v vse strani, tudi nad vodoravnico. Več kot polovica je gre v nebo, kar povzroči bleščanje in svetlobno onesnaženje, pa tudi nepotrebno izgubo energije. Kjer želijo zmanjšati svetlobno onesnaževanje, uporabljajo pravilne – zasenčene svetilke.



Slika 18: Napačne svetilke v Evropi (<http://www.slomedia.it/svetlobno-onesnazevanje-temna-plat-umetnega-razsvetljevanja>).



Slika 19: Svetlobno onesnaževanje po svetu  
(<http://images.24ur.com/media/images/600xX/Feb2006/16097537.jpg?d41d>).

Večina umetne svetlobe prihaja neposredno ali posredno od svetilk zunanje razsvetljave. Ker je delež popolnoma zasenčenih svetilk zelo majhen, se širi še večja količina svetlobe v okolje in vpliva na povečanje svetlobnega onesnaževanja.

### 3 MATERIAL IN METODE

Raziskovalna dejavnost je potekala na terenu in za pisalno mizo, kjer smo zapisovali, urejali pridobljene podatke, informacije, risali tabele in grafe. Iskanje in zbiranje podatkov o javni razsvetljavi, tipih in energetske učinkovitosti svetilk ter svetlobnem onesnaževanju je potekalo iz internetnih virov. Spoznali smo, da je v Sloveniji obstaja društvo Temno nebo, ki si prizadeva za zmanjšanje svetlobnega onesnaževanja in ohranitev naravnega temnega neba. Z društvom smo se povezali zato, ker v Velenju nima nihče naprave za merjenje svetlosti nočnega neba. Za raziskovalni namen so nam posodili lux meter in Sky Quality Meter.

Prvič smo se na terensko delo odpravili s fotoaparatom in v zaslon ujeli različne tipe svetilk, ki dajejo mestu svetlobo, ko je noč. Želeli smo izvedeti, koliko je posameznih tipov svetilk in jih razvrstiti med zasenčene, delno zasenčene in nezasenčene svetilke. Odpravili smo se na Zavod Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško – KSSENA in dobili podatke o imenu in številu posameznih svetilk.

V večernem času smo opravljali meritve svetlosti oz. energetske učinkovitosti svetilk, z lux metrom. Merili smo 20 cm nad tlemi (takšno navodilo nam je podal g. Andrej Mohar iz društva Temno nebo). Ugotovili smo, da je marsikje premočna svetloba; npr. na nekaterih parkiriščih, osvetljenost v centru mesta in poslovnih stavb.

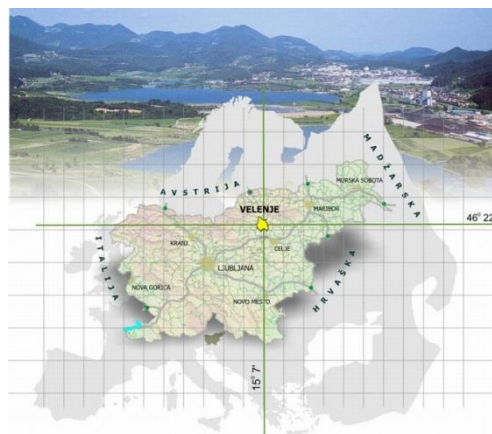
Tudi merjenje svetlosti nočnega neba z napravo Sky Quality Meter (SQM) je potekalo v temni polovici dneva. Merili smo na štirih lokacijah, približno na severu, jugu, zahodu in vzhodu Velenja. Pridobljene podatke smo statistično uredili. Na primeru Velenja nas zanima, koliko je povečan delež naravne osvetljenosti nočnega okolja, kar imenujemo svetlobno onesnaževanje. Uporabili smo deduktivno metodo, ker je svetlobno onesnaževanje že evropski, svetovni okoljski problem. V raziskovalni nalogi smo predstavili, osvetljenost našega mesta in kam je uvrščeno Velenje na merilni lestvici svetlosti nočnega neba.

Med raziskovanjem smo opazili, da je pred našo šolo (OŠ Gorica Velenje) nameščenih dvanajst nezasenčenih svetilk, ki bolj osvetljujejo nočno nebo kot pešpot. Potrkali smo na vrata Urada za komunalne dejavnosti Mestne občine Velenje in jim izročili prošnjo, da

zamenjajo nezasenčene svetilke z zasenčenimi. Sprejeli so nas z razumevanjem in zagotovili, da bodo dela pričeli v začetku februarja. Kljub snežni odeji so se mojstri lotili dela, odstranili nezasenčene svetilke in namestili zasenčene.

### 3.1 Lega mesta Velenje

Raziskava je potekala na območju Velenja. Mesto leži v Velenjski kotlini, v vzhodnem delu Šaleške doline na nadmorski višini 396 m. Osrednji del občine predstavlja dolinski del ob reki Paki. Ves vzhodni dolinski del Šaleške doline je urbaniziran in po številu prebivalcev je peto največje mesto v Sloveniji. Je izrazito industrijsko središče (Gorenje, Premogovnik Velenje, Esotech ...) in prerašča v regionalni savinjsko-šaleški center z razvito trgovino in upravnimi, izobraževalnimi ter drugimi dejavnostmi.



Slika 20: Lega mesta Velenje (<http://mov2008.av-studio.si/619>).

### 3.2 Sestanek na Zavodu Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško

Tretjega decembra 2014 smo se dogovorili za sestanek, intervju na Zavodu Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško – KSSENA. KSSENA je podjetje, ki vodi kataster javne razsvetljave mestne občine Velenje. Na sestanku so bili prisotni ga. Lidija Stvarnik, g. Gregor Podvratnik in direktor podjetja, g. Boštjan Kranjc.

Odgovori so natančni, ker smo pogovor snemali.

**1. Zakaj je v Velenju potrebno zamenjati, prenoviti svetilke javne razsvetljave?**

»Ker stare svetilke niso v skladu z Uredbo o svetlobnem onesnaževanju iz leta 2007, posodobljena 2013. Velenjska javna razsvetljava je na različnih območjih preprosto zastarela in energetske neučinkovita.«

**2. Kateri tipi luči prevladujejo?**

»V Mestni občini Velenje prevladujejo nizko tipske svetilke tipa Altra in Axial, ki so zasenčene in delno zasenčene.«

**3. Zakaj ni več energijsko učinkovitih svetilk, ki porabijo maj električne energije in ne oddajajo premočne svetlost?**

»Ni jih več zaradi visoke cene za svetilko in njeno montažo. Splošni problem pa je tudi lastništvo, saj je v MOV več lastnikov. Okoli 70 % razsvetljave cest in javnih površin je v lasti podjetja Elektro Celje, d. d. Ostalih 30 % je porazdeljenih med MOV in ostale lastnike. Torej brez nadzora svetilk ne more uspešno sanirati javne razsvetljave dovolj učinkovito. Upoštevati pa morajo tudi uredbo, ki za Velenje dovoljuje pod 44,5 kW ure na prebivalce.«

**4. Ali imate podatke o vrednostih svetlobnega onesnaževanja Velenja?**

»Ni podatkov.«

**5. Ali razmišljate o izklopu javne razsvetljave ponoči, npr. med 00.00 in 4.00 ali o reduciranju svetlobe npr. vsaka druga svetilka?**

»Reguliranje bi bilo mogoče samo na manj uporabljenih cestah. Na večjih cestah svetilke ne smejo regulirat. Skratka, vse je odvisno od kategorizacije cest, vendar je v obeh primerih treba zamenjati obstoječo razsvetljava s pametnimi svetilkami in vso vezje, kar je visoka investicija.«

**6. Do katerega leta načrtujete popolnoma prenoviti javno razsvetljava v Velenju?**







»V načrtu je do konca leta 2016, da se zamenjajo vse svetilke, ki niso v skladu z uredbo.«

## 4 REZULTATI

### 4.1 Javna razsvetljava v Velenju


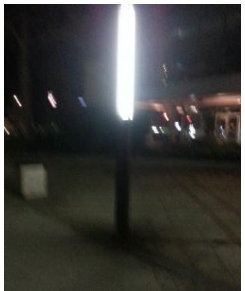
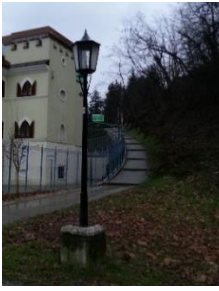

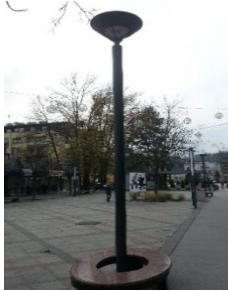
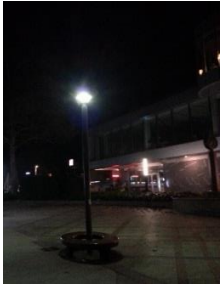

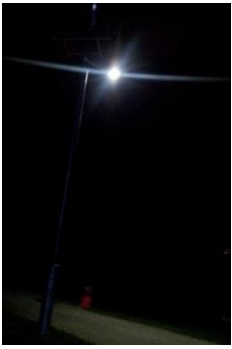


V fotoaparatu smo ujeli tipe svetilk, ki razsvetljujejo ceste in pohodne površine. Terensko delo smo opravljali podnevi in v večernih urah. Od Zavoda Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško – KSENA, smo pridobili imena tipov svetilk ter število. Prepoznali smo njihovo ustreznost po novi uredbi: zasenčene, delno zasenčene, nezasenčene in napačno montirane svetilke.

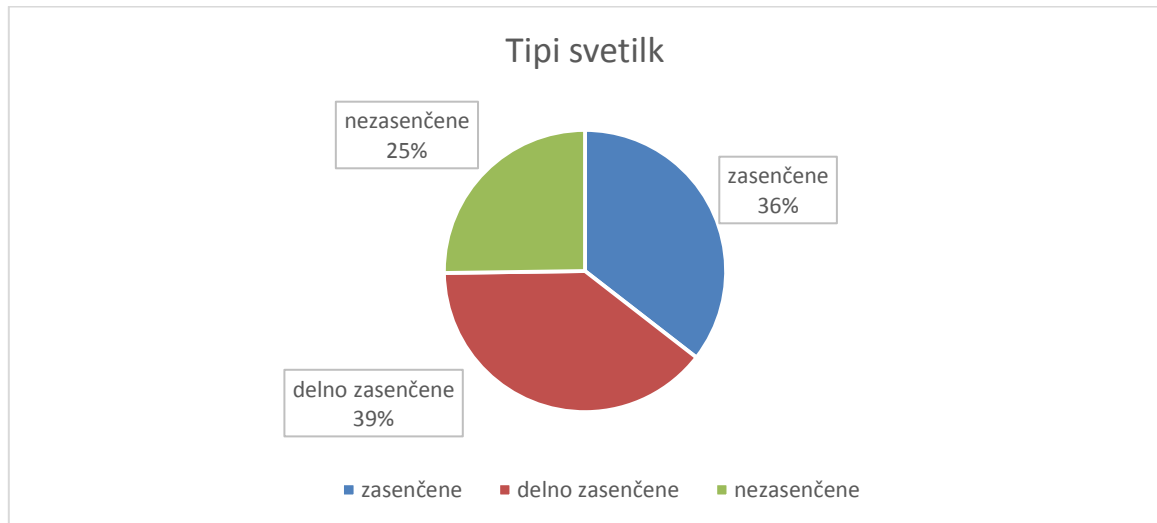
**Tabela 1:** Tipi javne razsvetljave v Velenju (foto: Ž. Lorger).

Tip svetilke – javna razsvetljava cest	Zasenčene, delno zasenčene, nezasenčene svetilke	Svetilka podnevi	Svetilka ponoči
SITECO ST 100  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Število svetilk: 669</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zasenčena,</li> <li>- napačno montirana</li> </ul>		
Grah LSL 15, LSL 30, LSL 60  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Število svetilk: 106</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zasenčena</li> </ul>		
Sapphire  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Število svetilk: 22</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- delno zasenčena</li> </ul>		



Tip svetilke – razsvetljava pešpoti	Zasenčene, delno zasenčene, nezasenčene svetilke	Svetilka podnevi	Svetilka ponoči
<p>ALTRA 2,3</p> <div data-bbox="240 562 472 640" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">Število svetilk: 818</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- delno zasenčena,</li> <li>- napačno montirana</li> </ul>		
<p>Gobasta</p> <div data-bbox="240 931 472 1010" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">Število svetilk: 37</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nezasenčena</li> </ul>		
<p>Elektrokovina UL</p> <div data-bbox="240 1357 472 1435" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">Število svetilk: 486</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nezasenčena</li> </ul>		
<p>THORN</p> <div data-bbox="240 1789 472 1868" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">Število svetilk: 12</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zasenčena</li> </ul>		

<p>Dekorativna svetilka Schreder</p> <p>Število svetilk: 15</p>	<p>- nezasenčena</p>		
<p>Starinska svetilka</p> <p>Število svetilk: 36</p>	<p>- nezasenčena</p>		
<p>Dekorativna svetilka 3</p> <p>Število svetilk: 54</p>	<p>- delno zasenčena</p>		
<p>ESUS</p> <p>Število svetilk: 8</p>	<p>- zasenčena</p>		
<p>Samozadostna solarna svetilka</p> <p>Število svetilk: 13</p>	<p>- zasenčena</p>		



Graf 1: Število oz. odstotki posameznih tipov svetilk.

Graf prikazuje z odstotki predstavljen delež tipov svetilk v Velenju. Prevladujejo delno zasedene svetilke (39 %), sledijo zasedene (36 %) in nezasedene (25 %). Če jih razvrstimo na osnovi Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja, je v Velenju 64 % neustreznih tipov svetilk. Le dobra tretjina je zasedenih, ki so ustrezne.

#### 4.2 Merjenje energetske učinkovitosti svetilk

Na osnovi telefonskega pogovora z g. Andrejem Moharjem, predsednikom društva Temno nebo Slovenije, smo se dogovorili, da nam v raziskovalne namene posodi lux meter in napravo za merjenje svetlosti nočnega neba. Srečali smo se 18. decembra 2014, ob 18.30 pred hotelom Paka v Velenju. Večer je bil brez polne lune. Takoj smo pričeli s terenskim delom. Že pred hotelom smo opazili neprimerne, nezasedene svetilke. Njihovi izpusti svetlobe v ozračje so polovični. To pomeni, da so tla osvetljena s polovično močjo, polovica moči pa sveti v nebo. Opazili smo tudi napačno osvetljevanje fasade nekaterih objektov (npr. NLB), ki morajo biti osvetljene od zgoraj navzdol in ne obratno kot je osvetljena večina objektov.

Od spodaj navzgor smejo biti osvetljeni samo kulturni objekti. Nato smo se sprehodili čez center mesta.

Spomenik Josipa Broz Tita ni pravilno osvetljen, ker svetloba uhaja neposredno v nebo in ni usmerjena na spomenik. Pri kulturnih objektih so dovoljeni 10 % izpusti svetlobe. Poleg tega pa je spomenik viden tudi brez osvetlitve.

Na Titovem trgu smo v roke vzeli napravo imenovano lux meter. To je digitalni merilnik svetlobe, uporabniku prijazen inštrument z vgrajenim senzorjem v samem ohišju merilca svetlobe.

Enota prikazana na zaslonu je Lux metra je Lux. Lux (lx) je enota za osvetljenost in svetlobne eminance, merimo svetlobni tok na enoto površine. To je enako en lumen na kvadratni meter (cd/m<sup>2</sup>). Meri se pri tleh (20 cm nad tlemi); pohodne površine.



Slika 21: Lux meter (foto: Ž. Lorger).



Slika 22: Merjenje z lux metrom (foto: B. Mestnik).

Nato smo se z avtomobilom odpeljali na parkirišče pred trgovino Tuš, kjer smo ugotovili, da je osvetlitev parkirišča 220 luxa..

Vožnjo smo nadaljevali do parkirišča pri stadionu. Odšli smo do Škalskega jezera. Opazili smo svetilko, ki osvetljuje zelenico in ne pohodne površine. Pri tleh smo izmerili 6 luxov. Ta svetilka je že zastarela in potrebuje zamenjavo. Prva energetska samozadostna ulična svetilka oz. esus ima osvetlitev pri tleh 20.5 luxov. Vidljivost jezera je pri osvetlitvi nenaravna in jezero ni tako vidno, kot brez nje.

**Tabela 2:** Merjenje energetske učinkovitosti svetilk z lux metrom.

<i>Datum</i>	<i>Lokacija merjenja</i>	<i>Tip svetilke</i>	<i>Vrednost (lx)</i>
18. 12. 2014	<b>Titov trg</b>	reflektor delno zasenčen	<b>116</b>
18. 12. 2014	<b>Pohodna pot ob Paki</b>	grah – zasenčena	<b>37</b>
18. 12. 2014	<b>Pri Domu kulture</b>	siteco st 100 – delno zasenčen	<b>97</b>
18. 12. 2014	<b>Promenada</b>	grah – zasenčena	<b>47</b>
18. 12. 2014	<b>Ob promenadi</b>	Nezasenčena	<b>600</b>
18. 12. 2014	<b>Parkirišče ob Prešernovi cesti</b>	Nezasenčena	<b>14</b>
18. 12. 2014	<b>Cankarjeva ulica</b>	Nezasenčena	<b>6</b>
18. 12. 2014	<b>Parkirišče pred trgovino Tuš</b>	delno zasenčene	<b>220</b>
18. 12. 2014	<b>Pot na jezero</b>	delno zasenčena	<b>6</b>
18. 12. 2014	<b>Škalsko jezero</b>	esus – zasenčena	<b>20.5</b>
12. 1. 2015	<b>Šaleška cesta</b>	Zasenčena	<b>10.5</b>
12. 1. 2015	<b>Goriška cesta</b>	Zasenčena	<b>15.50</b>
12. 1. 2015	<b>Goriška cesta</b>	Zasenčena	<b>61,1</b>
26. 1. 2015	<b>Gozdna peš pot</b>	Zasenčena	<b>20.60</b>
26. 1. 2015	<b>Gozdna peš pot</b>	Zasenčena	<b>38.70</b>

Iz tabele so razvidne lokacije meritev, tip svetilke, pod katero je bila opravljena meritev in izmerjena vrednost. Izstopajo vrednosti v središču mesta (Titov trg, promenada) in na parkirišču pred trgovino TUŠ. Pri novo načrtovani razsvetljavi prenovljene promenade niso upoštevali Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja. Ni dovoljeno osvetljevati od spodaj navzgor. Prav tako je nepravilnost opaziti na osvetljenih drevesih, kjer osvetlitev znaša 600 luxov. Osvetljena so od spodaj navzgor, zato večino svetlobe uide v nebo. To je prispevek k svetlobnemu onesnaževanju okolja. Rešitev za ta problem je manjša, zmerna osvetlitev.

V Sončnem parku smo opazili nove talne svetilke, ki so nepotrebne. Večino svetlobe oddajo v nebo in zelo ovirajo pogled ponoči, saj se bleščijo. Torej nove postavitve okolju niso prijazne.



Slika 23: Nepravilno nameščena svetilka - osvetljuje zelenico (Foto: Ž. Lorger).

Pred trgovskim centrom Interspar selo so luči prižgane tudi v času, ko trgovine ne obratujejo. Poleg tega je reklamni pano trgovine Interspar prižgan celo noč, kar ni v skladu z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja. Uredba določa, da mora biti oglasna površina objekta za oglaševanje, ki je večja od 20 m<sup>2</sup> med 24:00 in 5:00 izklopljena.

12. januarja 2015 smo izmerili vrednost lx na Šaleški cesti in Goriški cesti. Šaleška cesta je osvetljena, 20 cm od tal, le 10, 50 lx kar je dobro, vendar imajo steber, ki je na vrhu okoli 30° nad vodoravnico. Na Goriški cesti pa je vrednost starih svetilk, komaj 15,50 lx, medtem ko nove osvetljujejo z kar 61,5 lx.

### 4.3 Merjenje svetlosti nočnega neba

Ob Škalskem jezeru smo izvedli meritve z napravo, ki meri svetlost nočnega neba (Sky Quality Meter – SQM) v magnitudah na kvadratno ločeno sekundo. Uporaba je preprosta, upoštevati pa je potrebno: da je vreme jasno (oblaki bi odbili svetlobo z zemlje), da na nebu ni Lune (mlaj) in da se meritve opravljajo na odprtem, temnem prostoru (ne sme biti v bližini luči). Napravo za merjenje svetlosti nočnega neba uporabljamo tako, da jo dvignemo v zrak in jo usmerimo z merilcem proti zenitu, nato pritisnemo na gumb in naprava nam izpiše številke.

Naprava preračuna količino svetlobe na enoto magnituda na kvadratno ločno sekundo (npr. 20 mag/arcsek<sup>2</sup>). Vrednost 22 mag/arcsek<sup>2</sup> pomeni, da je nebo zelo temno, vrednost

16 mag/arcsek<sup>2</sup> pomeni, da je nebo zelo svetlo – svetlobno onesnaženo. Bolj je temno nebo, višja je vrednost na senzorju, manjša pa je svetlobna onesnaženost kraja, območja.

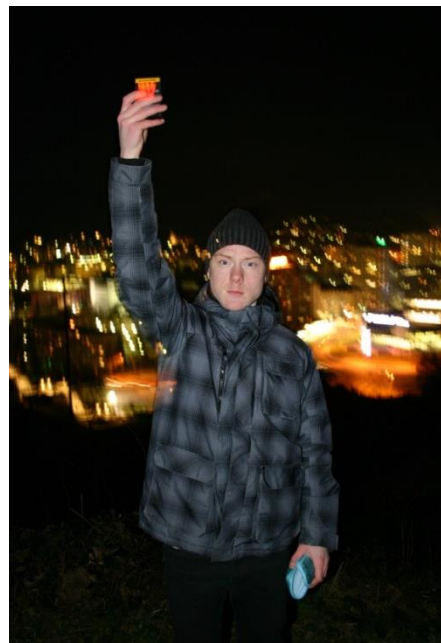


Slika 24: Lestvica za prepoznavanje svetlosti nočnega neba (vir: <http://www.globeatnight.org/sqm.php>).

Prve meritve smo opravili ob 19.50 uri. Navodila nam je podal g. Andrej Mohar. Določil nam je dve mesti, s katerih smo morali opraviti meritve. Povedal nam je tudi, kako napravo uporabljati, da so meritve čim bolj natančne. Pridobljene vrednosti so bližje centru mesta nižje, kar pomeni, da je nebo svetlejšje. Bolj na obrobju so vrednosti višje, kar pomeni, da je nebo temnejše in je manj svetlobno onesnaženo.



Slika 25: Sky quality meter (foto: Ž. Lorger).



Slika 26: Merjenje svetlosti nočnega neba (foto: A. Pivko Kneževič).

**Tabela 3:** Meritve z napravo za merjenje svetlosti nočnega neba (SQM).

<i>Lokacija merjenja</i>	<i>Datum merjenja</i>	<i>Vreme</i>	<i>Vrednost v mag/arcsek<sup>2</sup></i>
<b>Škalsko jezero</b>	18. 12. 2014	delno oblačno	<b>19.97</b>
	21. 12. 2014	jasno	<b>20.41</b>
<b>travnik ob Šaleški cesti</b>	18. 12. 2014	delno oblačno	<b>18.78</b>
	21. 12. 2014	jasno	<b>18.92</b>
<b>nad skakalnico pri Velenjskem gradu</b>	12. 1. 2015	pretežno jasno-sneg	<b>19.82</b>
	15. 1. 2015	jasno-sneg	<b>19.82</b>
<b>travnik nad cesto Šalek-Selo</b>	12. 1. 2015	pretežno jasno-sneg	<b>19.88</b>
	15. 1. 2015	jasno-sneg	<b>19.91</b>

Iz tabele so razvidne lokacije merjenja svetlosti nočnega neba. Izbrali smo štiri, približno na severu, jugu, vzhodu in zahodu Velenja. Zapisali smo tudi vreme in vrednost v mag/arcsek<sup>2</sup>. Najnižje vrednosti so bile izmerjene na travniku ob Šaleški cesti, najbližje centru mesta. To pomeni, da je temno nebo bolj osvetljeno. Najvišje vrednosti so bile izmerjene na lokaciji ob Škalskem jezeru, ki je na obrobju mesta. Višja vrednost pomeni, da je nočno nebo temnejše. Povprečna vrednost svetlobne onesnaženosti je 19,69 mag/arcsek<sup>2</sup>, na sredini lestvice za prepoznavanje svetlosti nočnega neba z napravo SQM.



Slika 27: Nočna podoba Velenja (Foto: A. Pivko Knežević).



#### **4.4 Nezasenčene in nepravilno nameščene svetilke pred OŠ Gorica Velenje**

Med raziskovalno dejavnostjo smo opazili, da poti v okolici naše šole razsvetljujejo samo nezasenčene svetilke, tip Elektrokovina UL. Njihova svetloba se širi v vse strani, tudi nad vodoravnico. Želimo, da te svetilke zamenjajo z zasenčenimi.

Na Urad za komunalne dejavnosti Mestne občine Velenje smo v začetku januarja 2015 naslovili prošnjo za zamenjavo nezasenčenih svetilk z zasenčenimi pred OŠ Gorica. Pešpot osvetljuje dvanajst nezasenčenih svetilk, ena svetilka pa stoji med dvema boroma in sveti v stanovanjski objekt.

15. januarja 2015 sta prišla na ogled dva uslužbenca iz Urada za komunalne dejavnosti in ocenila, da je svetilke potrebno nujno zamenjati. Povedala sta nam, da bo tudi energijska poraba precej manjša. Stara, nezasenčena svetilka porabi 125 W, nova, zasenčena pa 36 W.

Montaža zasenčenih ne bo osvetljevala nočnega neba, ampak le pohodno površino. Začudeno sta opazovala tudi neprimerno nameščeno svetilko na obrobju šolskega parkirišča, med dvema boroma. Prepoznala sta, da je potrebna zamenjava. Kdaj se bodo pričela dela zamenjave svetilk, nam nista natančno povedala. »Ko bo vreme dopuščalo ...«

Pri ogledu razsvetljave, svetilk v okolici šole je bil prisoten tudi g. ravnatelj, Ivan Planinc.

##### **4.4.1 Zamenjava svetilk pred OŠ Gorica**

V prvem tednu februarja so kljub snežnim razmeram stekla prva dela zamenjave nezasenčenih svetilk z ustreznimi zasenčenimi. Dvanajst neustreznih svetilk ne bo več osvetljevalo nočnega okolja. Zasenčene svetilke osvetljujejo šolsko pot in iz njih se širi svetloba, ki je koristna.

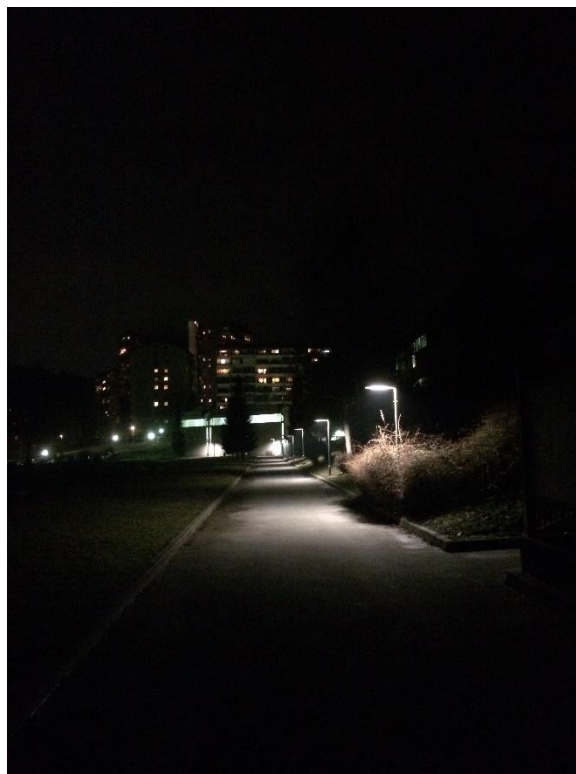
Urada za komunalne dejavnosti se zahvaljujemo, da so izpolnili obljubo. Zmanjšala se bo energijska poraba svetilk in nočno nebo bo temnejše.



Slika 28: Nezasenčena svetilka pred OŠ Gorica  
- pred menjavo (Foto: Ž. Lorger)



Slika 29: Zasenčena svetila pred OŠ Gorica  
- po menjavi (Foto: Ž. Lorger).



Slika 30: Nočna podoba zamenjanih svetilk pri OŠ Gorica (Foto: Ž. Lorger)

## 5 DISKUSIJA

Raziskovalna naloga se nagiba koncu. Zaključene so meritve o energetske učinkovitosti svetilk javne razsvetljave in o svetlosti nočnega neba nad Velenjem. Večina raziskovalnega dela je potekalo na podlagi terenskih metod, podnevi in v večernih urah.

Ko smo si zastavljali hipoteze, so se nam zdele drzne, hkrati pa nismo vedeli, kako in s čim jih bomo ovrgli oz. potrdili. Najprej smo fotografirali tipe svetilk javne razsvetljave v Velenju. Za nadaljnje delo smo potrebovali naprave za merjenje energetske učinkovitosti svetilk (lux meter) in za merjenje svetlosti nočnega neba (SQM). Povezali smo se z društvom Temno nebo iz Ljubljane in si za namen raziskovalne dejavnosti, izposodili napravi. Naša radovednost je dobila »krila«. Merili smo osvetljenost centra mesta, Šaleške ceste, Goriške ceste in nekatera trgovinska parkirišča. Podatki so bili presenetljivi, raznoliki, od zelo nizkih vrednosti (6 luxov), do zelo visoke (600 luxov) energetske učinkovitosti svetilk. Vrhunec raziskave je bilo merjenje svetlosti nočnega neba in ugotovili smo, da je svetlobna onesnaženost v Velenju srednja (povprečna vrednost 19,69 mag/arcsek<sup>2</sup>).

Svetilke naj oddajajo rumeno, oranžno svetlobo, ki je prijetnejša za ljudi, saj je toplejša. Svetilke namestimo tako, da ne svetijo nad vodoravnico – v tla usmerjene zasenčene svetilke, ki ne izpuščajo svetlobe v nebo. Paziti moramo tudi na oglase, ki nam ponujajo LED sijalke kot alternativni varčen vir energije, ampak temu ni tako. Največji izkoristek imajo natrijeve sijalke, zlasti sijalke nizkotlačnega tipa. Izkoristek LED diod zelo upade med delovanjem, ko se segrejejo. Poleg tega pa so vir modre svetlobe.

Pred osnovno šolo Gorica so še vedno nezasenčene in nepravilno montirane svetilke, zato smo podali prošnjo na Urad za komunalne dejavnosti, da namestijo zasenčene svetilke. Svoje obljube so izpolnili. Neustrezne svetilke so zamenjali z ustreznimi, zasenčenimi svetilkami. Zahvaljujemo se jim, da so prisluhnili naši prošnji.

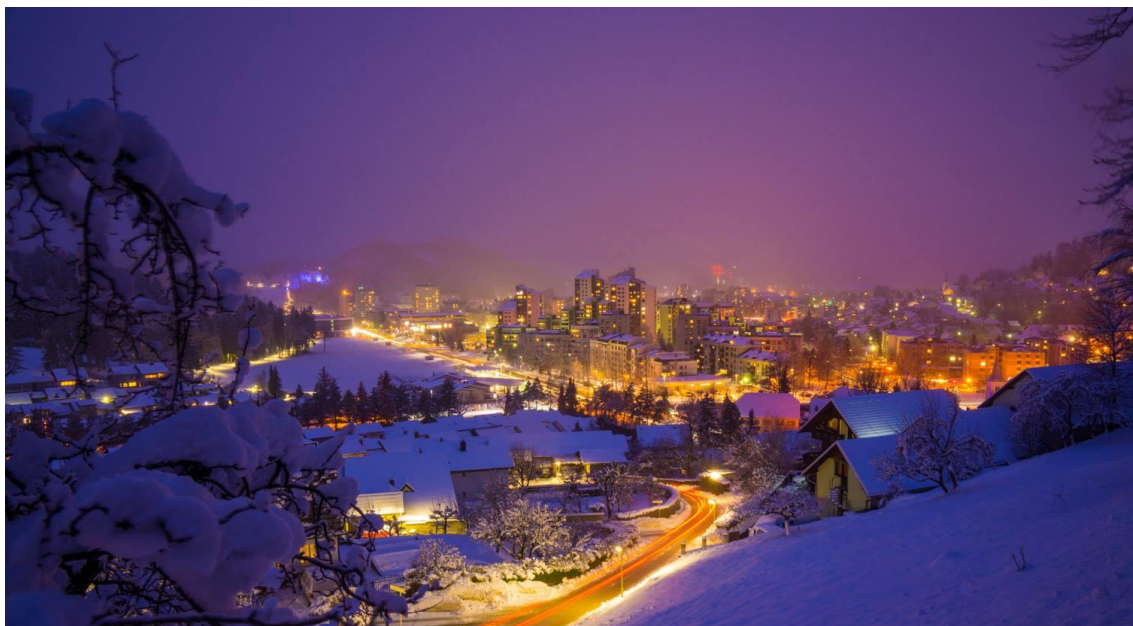
Najbolj nas je presenetilo, da razsvetljavo trgovin, parkirišč ponoči ne ugašajo oz. zmanjšajo energetske učinkovitosti svetilk. Nepravilnosti smo opazili tudi na novo izgrajeni promenadi. Nepotrebno so osvetljena drevesa, npr. z 600 lx. Večina svetlobe gre v nebo, prav tako pa je celotna promenade osvetljena od spodaj navzgor namesto obratno. Na enak, torej nepravilni način, so osvetljene tudi nekatere poslovne stavbe, npr. banka NLB na Rudarski cesti.

Fizikalno in grafično so prikazane mejne vrednosti izpustov umetne svetlobe nad vodoravnico. Ta svetloba povzroča proces svetlobnega onesnaževanja.

Presenetljivo je, da so v Sloveniji predpisana stroga merila za izpuste svetlobe v ozračje. Žal pa v posameznih predelih Velenja niso upoštevana.



Slika 31: Razsvetljeno nočno nebo nad Velenjem (Foto: A. Pivko Knežević).



Slika 32: Zimska podoba nočnega Velenja (Foto: R. Bor s.p.).

## 6 ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi »Svetlobno onesnaževanje nočnega neba nad Velenjem«, smo pridobili zanimive rezultate, ki jih bomo na osnovi hipotez navedli v zaključku naloge. Raziskali smo pisne vire, pridobili podatke o tipih svetilk v Zavodu Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško (KSSENA) in izvedli meritve z lux metrom (energetsko učinkovitost svetilk) ter Sky Quality Meter, ki meri svetlost nočnega neba. Merilni napravi smo si sposodili pri društvu Temno nebo Slovenije. Terensko delo je potekalo podnevi in v večernih urah.

Prva hipoteza temelji na prepoznavanju tipov svetilk javne razsvetljave; »v Velenju prevladujejo delno zasenčene svetilke«. To hipotezo lahko potrdimo. Fotografirali smo tipe svetilk, ki osvetlujejo ceste in pešpoti. Na Zavodu Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško – KSSENA smo dobili podatke o imenu in številu posameznih svetilk. Nato smo določili tipe svetilk: zasenčene, delno zasenčene in nezasenčene svetilke. V Uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Uradni list RS 46/13 2013) – za javno razsvetljavo je zapisano, da delno zasenčene svetilke niso ustrezne. Takšnih svetilk je v Velenju 894 oz. 39 %. Če prištejemo še nezasenčene svetilke, je neustreznih svetilk v Velenju 64 % (skoraj dve tretjini). V načrtu imajo, da bodo konca leta 2016 zamenjane vse svetilke, ki niso v skladu z Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja.

Drugo hipotezo, da je »razsvetljava cest in javnih površin v Velenju energetsko učinkovita«, lahko na osnovi meritev delno potrdimo. Z napravo, imenovano lux meter, smo izmerili energetsko učinkovitost svetilk, ki osvetlujejo ceste, pešpoti, parkirišča. Izmerili smo, da je razsvetljava cest energetsko učinkovita oz. zmerno osvetljena in v večini ne presega 20 lx. Razsvetljava parkirišč, Titovega trga je energetsko premočno učinkovita in v večini primerov neustrezna. Ponekod so vrednosti 600 lx. Za svoje delovanje porabijo več elektrike in oddajo preveč nepotrebne svetlobe. Pozitivna stvar, ki smo jo ugotovili je, da se načrtuje menjava starih svetilk z novimi energetsko učinkovitimi.

Tretja hipoteza predvideva, da je »v Velenju svetlobno onesnaževanje manj prisotno«. To hipotezo lahko delno potrdimo. Na začetku smo naleteli na težavo, ker v Velenju nihče nima naprave Sky Quality Meter (SQM), ki meri svetlost nočnega neba. Napravo smo si izposodili

v društvu Temno nebo Slovenije iz Ljubljane. Določili smo štiri lokacije meritev, približno na severu, jugu, vzhodu in zahodu Velenja. Pri izbiri dneva merjenja smo morali biti pozorni na vreme, da je nebo jasno in ni polne lune. Na vsaki lokaciji smo merili dvakrat. Velenje je srednje svetlobno onesnaženo, povprečna vrednost meritev je 19,69 mag/arcsek<sup>2</sup>. Rezultat se uvršča na sredino lestvice za prepoznavanje svetlosti nočnega neba z napravo SQM.

Četrto hipotezo, da *»glavni vzrok svetlobnega onesnaževanja izhaja iz pretirane osvetljenosti cest in pešpoti«*, delno potrdimo. Z raziskavo smo ugotovili, da so bolj osvetljene poti kot ceste, ki so zmerno osvetljene. Hkrati pa smo dokazali, da kljub 64 % neustreznih svetilk javne razsvetljave, to ni edini vzrok svetlobnega onesnaževanja. Veliko prispeva napačna in prekomerna razsvetljava poslovnih stavb, kulturnih objektov, objektov za oglaševanje in parkirišč. Svetilke, reflektorji so pretirano energetsko učinkoviti in usmerjeni v nočno nebo.

Zadnja hipoteza trdi, da je *»razsvetljava kulturnih objektov, trgovin, reklamnih panojev v Velenju zmerna«*. To lahko delno potrdimo. Nekateri nakupovalni centri pretiravajo z osvetljevanjem oglasnih panojev, nekateri pa ne. Predlagamo, da se sprejme dogovor o minimalnem osvetljevanju reklamnih panojev v nočnem času. Ponekod je pretirana osvetlitev poslovnih stavb, npr. NLB na Rudarski cesti. Med onesnaževalcem pa lahko uvrščamo kulturne spomenike in objekte, ki so osvetljeni z več kot 10 % izpustom svetlobe v ozračje.

Predlagamo, da:

- v Velenju zmanjšajo osvetljenost javnih površin med 24.00 in 4.00;
- osvetljujejo tam, kjer je resnično potrebno.

Z raziskovalno dejavnostjo smo zadovoljni tudi zato, ker so na Uradu za komunalne dejavnosti prisluhnili naši prošnji in zamenjali dvanajst nezasenčenih svetilk z zasenčenimi.

*»Zvezde pomenijo ljudem vsakemu kaj drugega. Tistim, ki potujejo, so vodnice. Drugim so samo drobne lučke. Še drugim, ki so znanstveniki, so uganke. Za mojega trgovca so bile zlato.*

*Toda vse te zvezde molče. Ti pa boš imel zvezde, kakršnih nima nihče ...«*

*(Antoine de Saint-Exupery, Mali princ).*

## 7 POVZETEK

Z raziskovalno nalogo *Svetlobno onesnaževanje nočnega neba nad Velenjem* smo predstavili okoljski problem, ki je posledica premočnega osvetljevanja cest, poti, poslovnih stavb, kulturnih objektov, trgovinskih centrov ...

Iz virov smo spoznali prednosti in slabosti umetne svetlobe, ki je najmočnejša v urbaniziranih središčih. Raziskovalna dejavnost je večinoma potekala na terenu – podnevi in v večernih urah. V objektiv fotoaparata smo ujeli tipe svetilk, jih poimenovali in razdelili na zasenčene (ustrezne), delno zasenčene (niso ustrezne), nezasenčene (niso ustrezne). V Velenju prevladujejo delno zasenčene svetilke (39 %). Na Zavodu KSSENA (Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško) smo pridobili podatek, da bodo do konca leta 2016 zamenjali vse svetilke, ki niso v skladu z Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja.

Z lux merom smo izmerili energetske učinkovitost svetilk. Ugotovili smo, da je osvetljenost centra mesta, nekaterih parkirišč in poslovnih stavb pretirana. Razsvetljava cest je bolj energetske učinkovita kot razsvetljava pešpoti.

Sky Quality Meter je naprava za merjenje svetlosti nočnega neba. Na štirih lokacijah smo merili vrednosti svetlobnega onesnaževanja. Povprečen rezultat je 19,69 mag/arcsek<sup>2</sup>. Velenje je srednje svetlobno onesnaženo, uvrščeno na sredino lestvice za prepoznavanje svetlosti nočnega neba z napravo SQM.

Med raziskovalno dejavnostjo smo opazili, da pred OŠ Gorica pešpoti osvetljujejo nezasenčene svetilke. Napisali smo prošnjo in jo naslovili na Urad za komunalne dejavnosti Mestne občine Velenje. Po ogledu svetilk so nam zagotovili, da jih bodo zamenjali z zasenčenimi. Dela že potekajo. Odstranili so dvanajst neustreznih svetilk in namestili ustrezne, energijsko varčne svetilke.

Predlagamo, da v Velenju zmanjšajo osvetljenost javnih površin med 24:00 in 4:00 uro. Svetilke naj razsvetljujejo, kadar je resnično potrebno.

Potem bomo lahko opazovali zvezde, spali v temi in razmišljali, kako skrivnostno je nočno nebo.

## **8 ZAHVALA**

Najbolj se zahvaljujem mentoricama, ge. Branki Mestnik in ge. Andreji Vintar, za spodbudo, pomoč, nasvete za uspešno delo, lektoriranje in čas, ki sta mi ga namenili.

Zahvalil bi se zaposlenim na Zavodu Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško (KSSENA), za podatke o tipih svetilk.

Hvala, g. Andreju Moharju iz društva Temno nebo Slovenije, ki mi je posodil napravi za merjenje energetske učinkovitosti svetilk in za merjenje svetlosti nočnega neba (Sky Quality Meter), in mi s tem omogočil raziskavo o svetlobnem onesnaževanju.

Uradu za komunalne dejavnosti Mestne občine Velenje, se zahvaljujem, ker so prisluhnili naši prošnji in zamenjali nezasenčene svetilke z zasenčenimi pred OŠ Gorica.

Ge. Alijani Pivko Knežević se zahvaljujem za fotografiranje nočne podobe Velenja.

Hvala tudi staršem, ki so mi omogočili prevoz do lokacij merjenja in prijateljem, ki so me spodbujali.



## 9 PRILOGE

Žiga Lorger, 9.a  
Osnovna šola Gorica  
Goriška cesta 48, Velenje

Velenje, 8. 1. 2015

Mestna občina Velenje  
Urad za komunalne dejavnosti  
g. Jernej Korelc  
Titov trg 1, Velenje

### PROŠNJA ZA ZAMENJAVO NEZASENČENIH SVETILK Z ZASENČENIMI

Spoštovani.

Sem devetošolec Žiga Lorger in izdelujem raziskovalno nalogo »*Svetlobno onesnaževanje nočnega neba nad Velenje*«. Z raziskovalno nalogo želimo poudariti pomen razsvetljave z zasenčenimi svetilkami in meriti vrednosti svetlobnega onesnaževanja.

Pri terenskem delu smo opazili, da so v bližini naše šole – OŠ Gorica, še vedno nezasenčene svetilke (12 svetilk), ki bolj razsvetljujejo temno nebo, kot pešpot. Vljudno vas prosimo, da neprimerne svetilke zamenjate z zasenčenimi svetilkami, ki so okolju prijaznejše.

Na obrobju šolskega parkirišča, med peš potjo in novim stanovanjskim objektom (med bori), stoji neprimerno nameščena svetilka, saj ta osvetljuje balkone in stanovanja. Prosimo vas, da zamenjate tip svetilke, ki bo osvetljevala parkirni prostor ali pešpot.

Ta prošnja je del raziskovalne naloge, s katero želimo opozoriti na neustreznost javne razsvetljave na Goriški cesti 48. Želimo, da bi bil vaš odziv odgovoren, torej odstraniti oz. zamenjati nezasenčene svetilke z zasenčenimi in smiselno preurediti neprimerno svetilko. Ker nas preganjajo roki za oddajo raziskovalne naloge, bi prosili, da vsaj nekaj del opravite konec januarja 2015.

V upanju na ugodno rešitev prošnje vas lepo pozdravljamo.

Žiga Lorger, mladi raziskovalec  
Branka Mestnik, mentorica

## 10 VIRI IN LITERATURA

### Elektronski viri:

- Mednarodno leto svetlobe [http://www.sdr.si/pdf/iyl2015\\_shortpresentation\\_slo.pdf](http://www.sdr.si/pdf/iyl2015_shortpresentation_slo.pdf) (15. 10. 2014).
- Moja prva fizika 1  
[file:///C:/Users/%C5%BDiga/Downloads/Moja\\_prva\\_fizika\\_1\\_UCB\\_SVETLOBA.pdf](file:///C:/Users/%C5%BDiga/Downloads/Moja_prva_fizika_1_UCB_SVETLOBA.pdf) (9. 10. 2014).
- Žarnica  
[http://www2.arnes.si/~sspjplav/Sola/Predmeti/Leto/INFORMATIKA/Zarnica\\_oblikovano.pdf](http://www2.arnes.si/~sspjplav/Sola/Predmeti/Leto/INFORMATIKA/Zarnica_oblikovano.pdf) (9. 10. 2014)
- Zgodovina žarnice  
<http://www.internetntrgovina.com/zgodovina-zarnice-n-11.html?newsPath=9> (10.10. 2014).  
[http://ec.europa.eu/energy/lumen/overview/howtodispose/index\\_sl.html](http://ec.europa.eu/energy/lumen/overview/howtodispose/index_sl.html) (10. 10. 2014)
- Opis navadne žarnice <http://zvonko.fgg.uni-lj.si/seminarji/zarnice/zarnice.html> (10. 10. 2014)
- Svetlobno onesnaževanje <http://nep.vitra.si/datoteke/clanki/SvetlobnoOnesnazenje.pdf> (12. 10. 2014).
- Svetlobno onesnaževanje - temna plat umetnega razsvetljevanja  
<http://www.slomedia.it/svetlobno-onesnazevanje-temna-plat-umetnega-razsvetljevanja> (12. 10. 2014)
- Izraz luč [http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj\\_testa&expression=lu%C4%8D&hs=1](http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj_testa&expression=lu%C4%8D&hs=1) (12. 10. 2014)
- Izraz žarnica  
[http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj\\_testa&expression=%C5%BEarnica&hs=1](http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj_testa&expression=%C5%BEarnica&hs=1) (12. 10. 2014)
- Uradni list – Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja  
[http://www.uradni-list.si/\\_pdf/2007/Ur/u2007081.pdf#!/u2007081-pdf](http://www.uradni-list.si/_pdf/2007/Ur/u2007081.pdf#!/u2007081-pdf) (12. 10. 2014)

- Kakovostna cestna razsvetljava

<http://adj.si/old/MesecniSestanki/2006-01-17GregorBizjakKakovostnaCestnaRazsvetljava.pdf> (17. 10. 2014).

- društvo Temno nebo <http://www.temnonebo.si/> (6. 12. 2014)

- Razvoj javne razsvetljave v Sloveniji

<http://www.powerlab.uni-mb.si/novo2012/Download/Razvoj.pdf> (17. 10. 2014)

- Jeršek, M., Svetloba. GEA, Svet doma, februar 2015, letnik 25, str. 74

- Saint Exupery, A. 1997. Mali princ. Mladinska knjiga, Ljubljana, str. 107

- Zewail, Ahmed. Nobelova nagrada leta 1999.

([http://www.sdr.si/pdf/iyl2015\\_shortpresentation\\_slo.pdf](http://www.sdr.si/pdf/iyl2015_shortpresentation_slo.pdf) )

- Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja. Ur. L. RS, št. 81/07. Spremembe: Ur. L. RS, 46/13 2013.

#### **Ustni viri:**

- Stvarnik, L. zaposlena na Zavodu KSENA. Ustno sporočilo 24. 11. 2014

- Podvratnik, G. zaposlen na Zavodu KSENA. Ustno sporočilo 24. 11. 2014

- Kranjc, B, direktor Zavoda Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško – KSENA. Ustno sporočilo 24. 11. 2014.

