

**Mladi za napredek Maribora 2019**

**36. srečanje**

**ONESNAŽEVANJE OKOLJA S SVETLOBO**

Varstvo okolja

Raziskovalna naloga

Avtor: GAJA ĐUKANOVIĆ BABIČ

Mentor: ALEŠ KOPER, GREGOR ZORMAN

Šola: OŠ FRANCA ROZMANA-STANETA MARIBOR

Število točk: 158

Mesto: 2

Priznanje: srebrno

**Maribor, januar 2019**

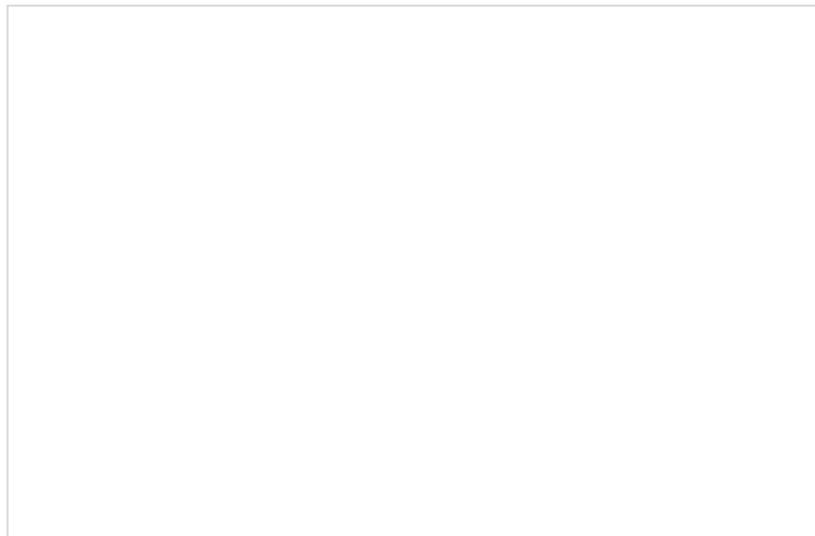
**Mladi za napredek Maribora 2019**

**36. srečanje**

**ONESNAŽEVANJE OKOLJA S SVETLOBO**

Varstvo okolja

Raziskovalna naloga



**Maribor, januar 2019**

# KAZALO

## Vsebina

POVZETEK .....	9
2 ZAHVALA.....	10
3 UVOD .....	11
4 HIPOTEZE .....	12
5 METODOLOGIJA DELA .....	13
6 TEORIJA.....	22
6.1 Definicije.....	22
6.2 Posledice svetlobnega onesnaževanja .....	23
6.2.1 Vpliv svetlobnega onesnaževanja na živali.....	23
6.2.2 Vpliv svetlobnega onesnaženja na ljudi .....	25
6.2.3 Melatonin .....	26
6.2.4 Vpliv svetlobnega onesnaženja na rastline .....	28
6.3 Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja .....	29
6.4 Svetilke, ki so v Sloveniji dovoljene .....	30
6.6 Strahovi, ki se pojavijo ob zmanjšanju razsvetljave .....	35
6.6.1 Prometna varnost.....	35
6.6.2 Kriminal .....	36
6.7 Sky Quality Meter .....	37
6.8 Cerkve in ostala kulturna dediščina.....	38
6.9 Novoletna razsvetljava .....	39
6.10 Onesnaženost Maribora .....	40
6.11 T-test .....	42
6.12 Kaj narediti za zmanjšanje svetlobnega onesnaževanja .....	43
7 MERITVE .....	45
7.1 Primerjava meritev opravljenih v Mariboru.....	45
7.2 Primerjava meritev opravljenih v Ljubljani.....	48
7.3 Primerjava meritev Maribor - Ljubljana .....	50
7.3.1 Ob jasnem vremenu brez polne lune in brez novoletne razsvetljave .....	52
7.3.2 Ob jasnem vremenu brez polne lune in z novoletno razsvetljavo .....	55
7.4 Primerjava opravljenih meritev na Pohorju .....	58
7.5 Tezno .....	60
7.6 Kamnica .....	61

7.7 Melje.....	62
7.8 Primerjava Tezno – Kamnica – Melje – Hoče s centrom Maribora .....	63
7.9 Bistrica ob Sotli in Kunšperk .....	64
7.10 Primerjava vas oz. manjša naselja z mestom .....	66
7.11 Dunaj .....	67
7.12 Primerjava Maribora – Ljubljane – Dunaj.....	69
7.13 Cerkve, spomeniki in grad .....	70
7.14 Ob cestah.....	72
7.15 Ugasnjene in prižgane luči avta .....	74
7.16 Ko je trgovina odprta in ko je trgovina zaprta.....	75
8 INTERPRETACIJA REZULTATOV .....	76
8.1 Hipoteze: .....	76
8.2 Zanimivosti: .....	78
9 ZAKLJUČEK .....	79
10 DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	80
11 VIRI IN LITERATURA.....	81
Slika 1: Igor Žiberna .....	82
12 PRILOGA.....	84

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Maribor .....	45
Tabela 2: Ljubljana.....	48
Tabela 3: Primerjava Maribora z Ljubljano, brez novoletne razsvetljave .....	52
Tabela 4: Primerjava Maribora z Ljubljano, z novoletno razsvetljavo .....	55
Tabela 5: Pohorje .....	58
Tabela 6: Tezno .....	60
Tabela 7: Kamnica .....	61
Tabela 8: Melje.....	62
Tabela 9: Predmestje Maribora in mestne četrti v primerjavi s centrom Maribora .....	63
Tabela 10: Bistrica ob Sotli in Kunšperk .....	64
Tabela 11: Vas oz. manjša naselja v primerjavi z mestom .....	66
Tabela 12: Dunaj .....	67
Tabela 13: Maribor – Ljubljana – Dunaj.....	69
Tabela 14: Cerkev, spomeniki in grad .....	70
Tabela 15: Ob cestah .....	72
Tabela 16: Ugasnjene in prižgane luči, avto .....	74
Tabela 17: Prižgane in ugasnjene luči, trgovina .....	75

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Maribor .....	47
Graf 2: Ljubljana .....	49
Graf 3: Primerjava Maribora z Ljubljano, brez novoletne razsvetljave .....	53
Graf 4: Primerjava Maribora z Ljubljano, z novoletno razsvetljavo.....	56
Graf 5: Pohorje .....	59
Graf 6: Tezno .....	60
Graf 7: Kamnica .....	61
Graf 8: Melje .....	62
Graf 9: Predmestje Maribora in mestne četrti v primerjavi s centrom Maribora.....	63
Graf 10: Bistrica ob Sotli in Kunšperk.....	64
Graf 11: Vas oz. manjše naselje v primerjavi z mestom.....	66
Graf 12: Dunaj.....	68
Graf 13: Maribor – Ljubljana – Dunaj .....	69
Graf 14: Cerkve, spomeniki in grad .....	71
Graf 15: Ob cestah.....	73
Graf 16: Ugasnjene in prižgane luči, avto.....	74
Graf 17: Prižgane in ugasnjene luči trgovina .....	75

## KAZALO ZEMLJEVIDOV

Zemljevid 1: Maribor. ....	14
Zemljevid 2: Maribor 2. ....	14
Zemljevid 3: Ljubljana. ....	15
Zemljevid 4: Pohorje. ....	16
Zemljevid 5: Pohorje 2. ....	16
Zemljevid 6: Tezno. ....	17
Zemljevid 7: Kamnica. ....	17
Zemljevid 8: Melje. ....	18
Zemljevid 9: Bistrica ob Sotli in Kunšperk. ....	18
Zemljevid 10: Dunaj. ....	19
Zemljevid 11: Dunaj 2. ....	19
Zemljevid 12: Lokacije v Sloveniji in Avstriji. ....	20
Zemljevid 13: Sij neba v Mariboru v mag/arc-sec <sup>2</sup> . ....	40
Zemljevid 14: Viri svetlobnega onesnaženja s satelitskega nočnega posnetka Slovenije in okolice leta 2016. ....	40
Zemljevid 15: Viri svetlobnega onesnaženja s satelitskega nočnega posnetka Slovenije in okolice leta 2018. ....	41

## KAZALO SLIK

Slika 1: Čas merjenja.....	21
Slika 2: Primer tabele .....	21
Slika 3: Kot pod katerim letijo žuželke.....	23
Slika 4: Dovoljena svetilka 1, zasenčena.....	30
Slika 5: Dovoljena svetilka 2, zasenčena.....	31
Slika 6: Dovoljena svetilka 3, zasenčena.....	31
Slika 7: Dovoljena svetilka 4, zasenčena.....	32
Slika 8: Nedovoljena svetilka 1, delno zasenčena.....	32
Slika 9: Nedovoljena svetilka 2, nezasenčena.....	33
Slika 10: Nedovoljena svetilka 3, delno zasenčena.....	33
Slika 11: Nedovoljena svetilka 4, delno zasenčena.....	34
Slika 12: merjenje svetilnost neba z SQM.....	37
Slika 16: Visokotlačna natrijeva sijalka.....	44
Slika 18: Slika Maribora s Piramide.....	84
Slika 19: Slika Maribora z vrha Piramide.....	84
Slika 20: Slika s travnika na Piramidi.....	84
Slika 21: Slika Maribora s Pohorja.....	85
Slika 22: Slika s strehe Kersnikove ulice 10.....	85
Slika 23: Slika Ljubljane z Nebotičnika.....	85
Slika 24: Slika Ljubljane z Grajskega griča.....	86
Slika 25: Slika Dunaja z vrha stolpa Štefanove katedrale.....	86
Slika 26: Slika narejena 23.1.2019 ob 11ih zvečer, ko je vreme oblačno in je na tleh sneg....	86
Slika 27: Slika narejena 24.1.2019 ob 11-ih zvečer, ob jasnem vremenu.....	87
Slika 28: Merjenje s Sky Quality Metrom.....	87
Slika 29: Svetlobno onesnaženje zaradi ognjemeta.....	88



## **POVZETEK**

V raziskovalni nalogi z naslovom Onesnaževanje okolja s svetlobo bom predstavila, kaj je svetlobno onesnaževanje, za kaj ni v redu in kakšne so njegove posledice. Naredila bom meritve svetlobnega onesnaževanja na različnih točkah v Mariboru, okolici Maribora, Ljubljani, Dunaju, Bistrici ob Sotli in Kunšperku. Meritve bom naredila v različnih mesecih, ob različnih večernih urah in ob različnih vremenskih pojavih. Nato bom pridobljene podatke uredila in primerjala. Na koncu bom poiskala rešitve, kako svetlobno onesnaževanje zmanjšati.

## **2 ZAHVALA**

Najlepše se zahvaljujem mentorjema za vso pomoč in spodbudo pri raziskovalni nalogi.

Zahvaljujem se tudi izr. prof. dr. Igorju Žiberni, ki mi je posodil Sky Quality Meter in mi predlagal literaturo o svetlobnem onesnaževanju.

Še zadnje zahvale gredo učiteljici, ki mi je raziskovalno nalogo lektorirala in seveda staršem, ki so me pri merjenju ob poznih večernih urah spremljali in me vozili do oddaljenih lokacij.

### **3 UVOD**

Pomembno je, da se zavedamo, da ljudje nismo povzročili onesnaževanja okolja samo s smetmi, ampak tudi na veliko drugih načinov. In sicer s svetlobo, s hrupom, različnimi nevarnimi plini (iz prevoznih sredstev, tovarn, kmetiji ...), onesnažili smo tudi vodo ...

V raziskovalni nalogi bom podrobneje preučila svetlobno onesnaževanje. Svetlobno onesnaževanje je v Sloveniji velik problem. Okoli leta 2007 je veljala za drugo najbolj onesnaženo državo v Evropi. Z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja, ki smo jo sprejeli leta 2007, se je stanje izboljšalo, a bi lahko bilo boljše.

V Sloveniji imamo veliko preveč svetilk za zunanjo razsvetljavo. S temi svetilkami povzročamo veliko škode. Brez teh svetilk bi prihranili veliko denarja, te svetilke močno motijo astronomsko opazovanje, živali in rastline, ter povzročajo zdravstvene težave.

Vir (Društvo Temno nebo Slovenije, 2009, str. 1, 3, 4, 6)

#### **4 HIPOTEZE**

V raziskovalni nalogi sem si postavila naslednje hipoteze:

1. V Mariboru je najmanjša svetlobna onesnaženost na travniku na Piramidi
2. V Mariboru je največja svetlobna onesnaženost v centru mesta ob Florjanovem znamenju.
3. Ljubljana je bolj svetlobno onesnažena kot Maribor.
4. V oktobru je manj svetlobno onesnaženo kot v decembru in januarju.
5. Ob oblačnem vremenu je svetlobna onesnaženost večja kot pri jasnem vremenu.
6. Predmestje in mestne četrti Maribora so svetlobno manj onesnažene kot center mesta.
7. Vas oz. manjše naselje je svetlobno onesnažena manj kot mesto.

## 5 METODOLOGIJA DELA

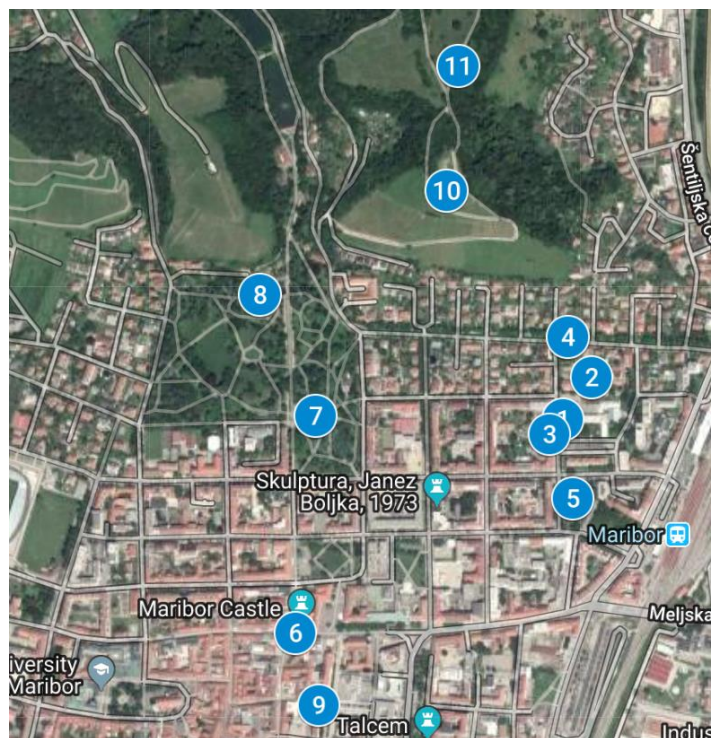
Številka pred imenom lokacije, predstavlja številko na zemljevidu.

Ponekod je v oklepaju dodano krajše ime, ki sem ga uporabila pri grafih, da so bolj pregledni.

Izbrala sem si enajst različnih lokacij v Mariboru na katerih sem se merila svetlobno onesnaženje trikrat (enkrat v novembru in dvakrat v decembru), pri zadnjih treh pa sem merila enkrat (v decembru).

Lokacije v Mariboru so:

1. pred Osnovno šolo Franca Rozmana – Staneta Maribor (pred OŠ FRS MB),
2. igrišče Osnovne šole Franca Rozmana – Staneta Maribor (igrišče OŠ FRS MB),
3. streha Kersnikove ulice 7,
4. Tomšičev drevored,
5. park na Trgu Borisa Kidriča (Trg Borisa Kidriča),
6. center mesta ob Florjanovem znamenju (ob Florjanovem znamenju),
7. glasbeni paviljon mestnega parka (pri glasbenem paviljonu),
8. igrala v mestnem parku,
9. Trg Leona Štuklja,
10. kapelica na piramidi,
11. travnik na Piramidi.



Zemljevid 1: Maribor. (Google zemljevid)

1. ob Partizanski cesti,
2. pred Frančiškansko cerkvijo,
3. ob Gosposvetski cesti.



Zemljevid 2: Maribor 2. (Google zemljevid)

Deset lokacij v Ljubljani, kjer sem merila dvakrat (v oktobru in januarju).

Lokacije v Ljubljani so:

1. Jakopičevo sprehajališče v parku Tivoli (Jakopičevo sprehajališče),
2. igrala v parku Tivoli,

3. Ljubljanska tržnica,
4. pred Robovim vodnjakom,
5. gozdček za Ljubljanskim gradom (za Ljubljanskim gradom),
6. grajsko obzidje,
7. grajsko dvorišče,
8. Nebotičnik,
9. Kongresni trg,
10. Prešernov trg.



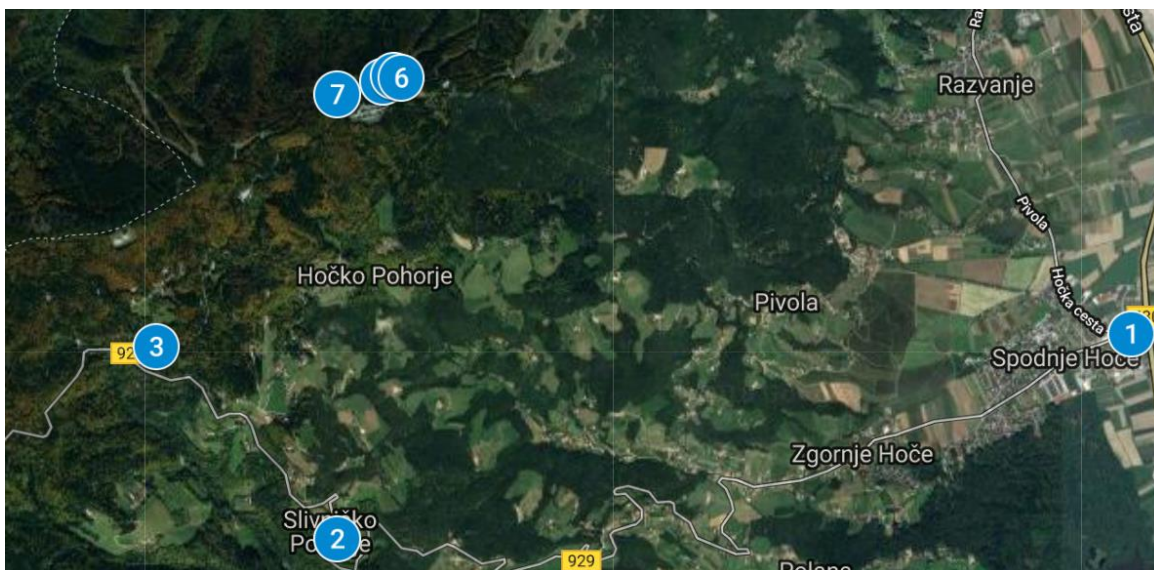
Zemljevid 3: Ljubljana. (Google zemljevid)

Šest lokacij na Pohorju in eno v Hočah. Na teh lokacijah sem merila dvakrat (v decembru in januarju).

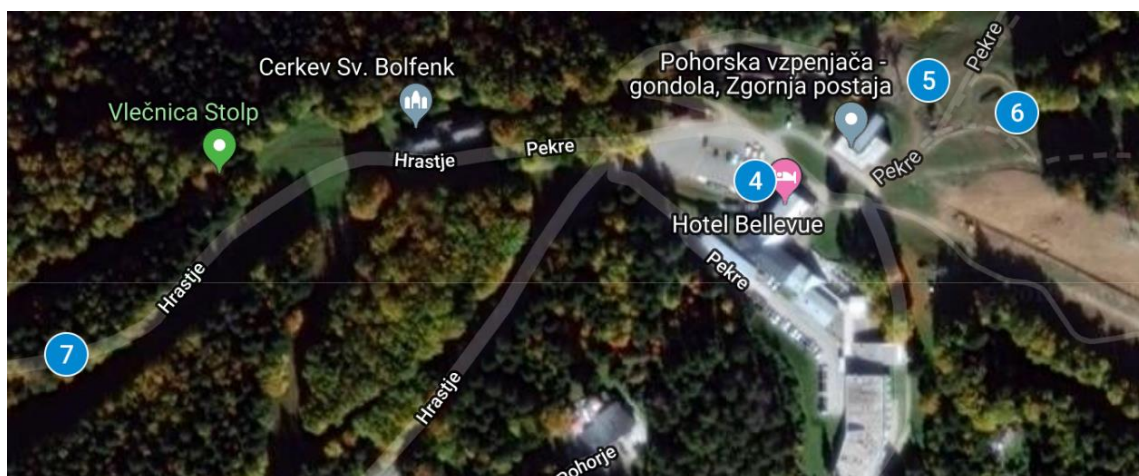
Lokacije na Pohorju in v Hočah so:

1. Hoče,
2. ob poti, kjer je zadaj gozd spredaj pa travnik,
3. ob poti, kjer je gozd na obeh straneh,
4. parkirišče poleg gondole,
5. sredina smučarske proge,
6. rob smučarske proge,
7. jasa v gozdu.





Zemljevid 4: Pohorje. (Google zemljevid)

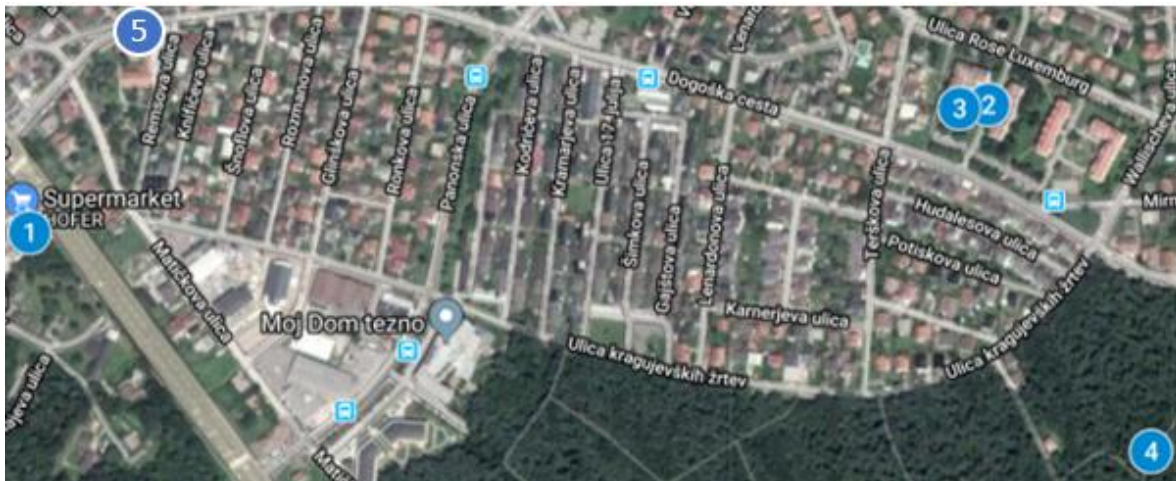


Zemljevid 5: Pohorje 2. (Google zemljevid)

Štiri različne lokacije na Teznu:

1. pred trgovino Hoffer,
2. na Dogoški cesti med bloki,
3. balkon Dogoške ceste 95,
4. manjša jasa v gozdu,
5. Dogoška cesta.

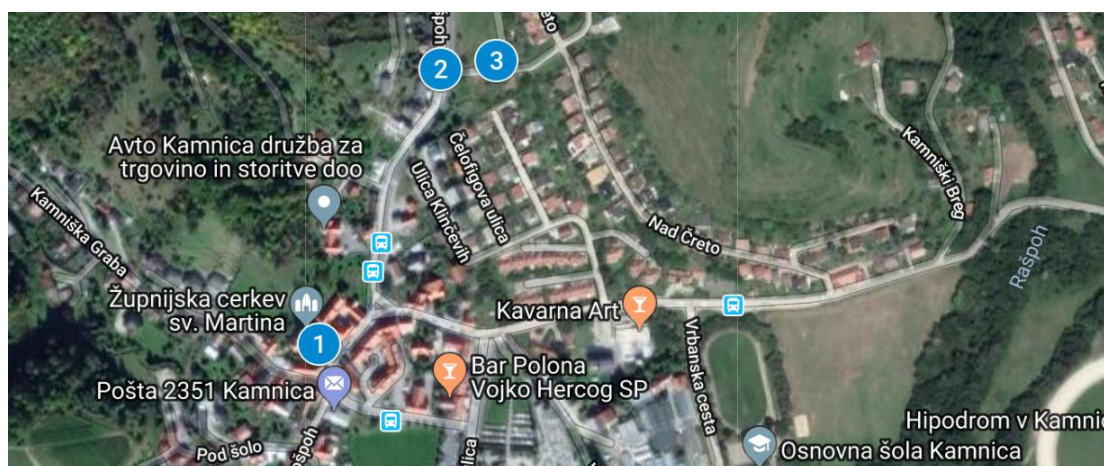




Zemljevid 6: Tezno. (Google zemljevid)

Tri lokacije v Kamnici:

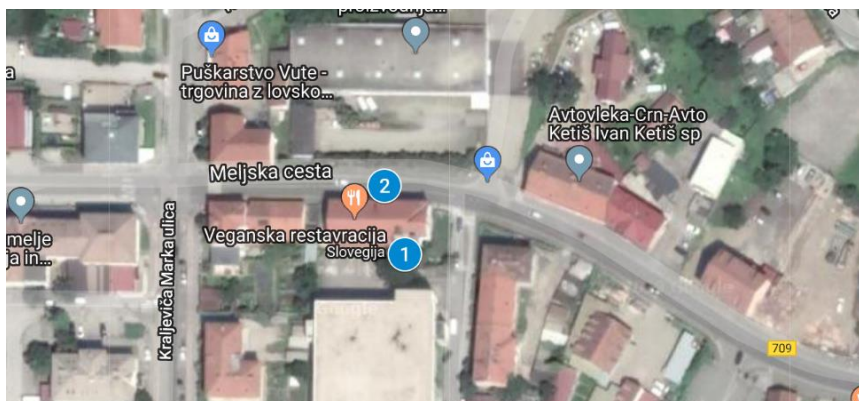
1. pred cerkvijo v Kamnici,
2. ob cesti v Rošpoh,
3. travnik ob cesti v Rošpoh.



Zemljevid 7: Kamnica. (Google zemljevid)

Dve lokaciji v Melju:

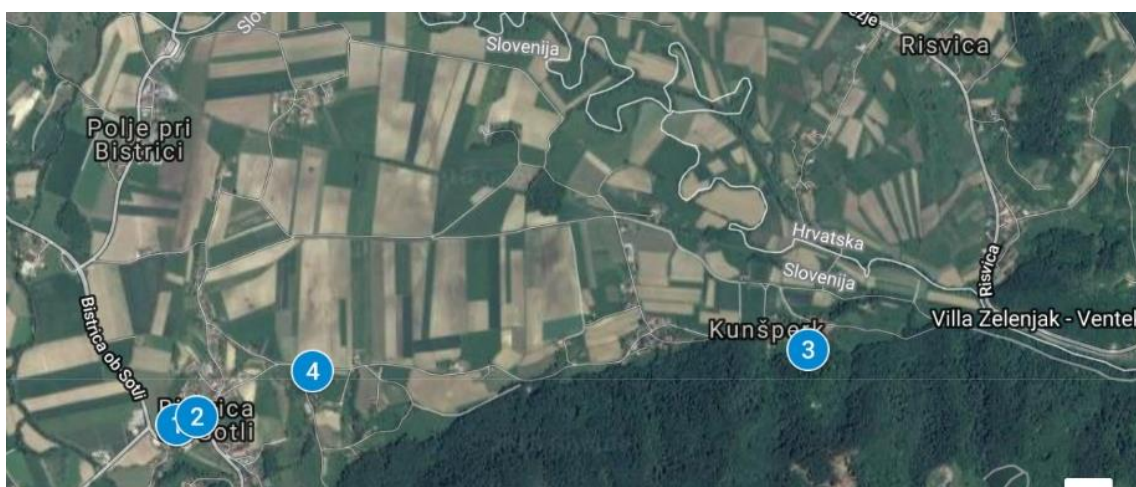
1. za restavracijo Slovegija,
2. ob Meljski cesti.



Zemljevid 8: Melje. (Google zemljevid)

Tri lokacije v Bistrici ob Sotli in eno v Kunšperku:

1. pred cerkvijo v Bistrici ob Sotli.
2. pred gostilno Šempeter v Bistrici ob Sotli.
3. jasa v Kunšperku.
4. ob cesti v Bistrici ob Sotli.



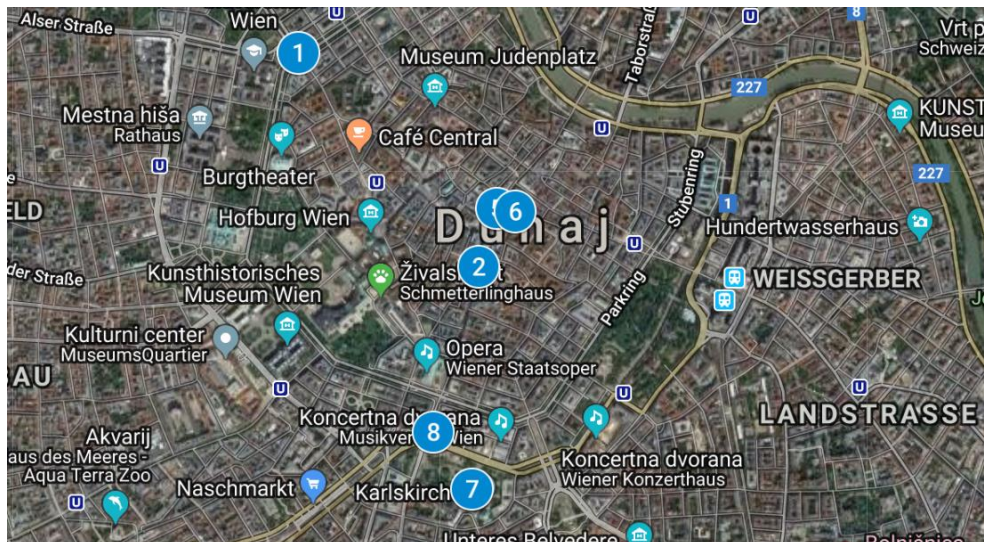
Zemljevid 9: Bistrica ob Sotli in Kunšperk. (Google zemljevid)

Osem lokacij na Dunaju:

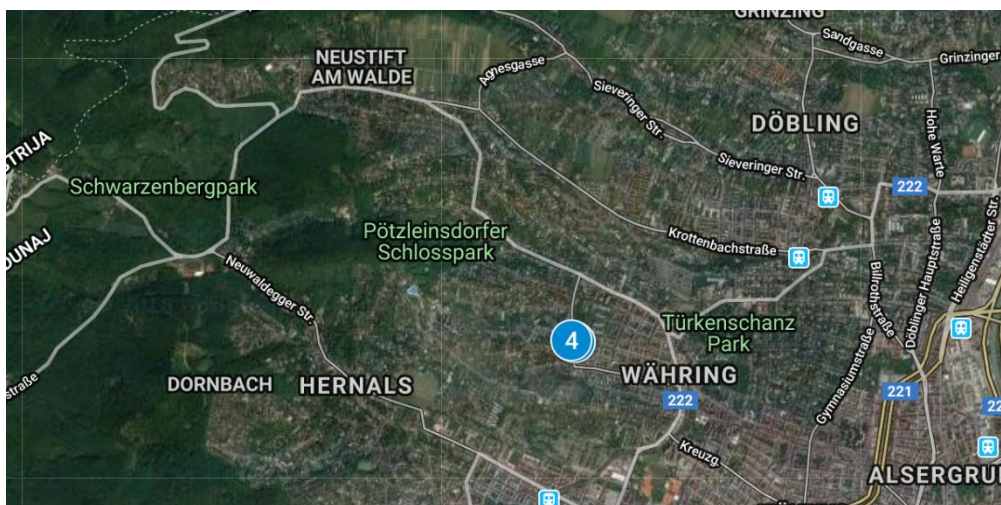
1. Schottentor,
2. v centru na stičišču ceste Kärntner Straße in Himmelpfortgasse,
3. za hišo Scheibenbergstraße 29,
4. pred hišo Scheibenbergstraße 29,
5. pred Štefanovo katedralo,



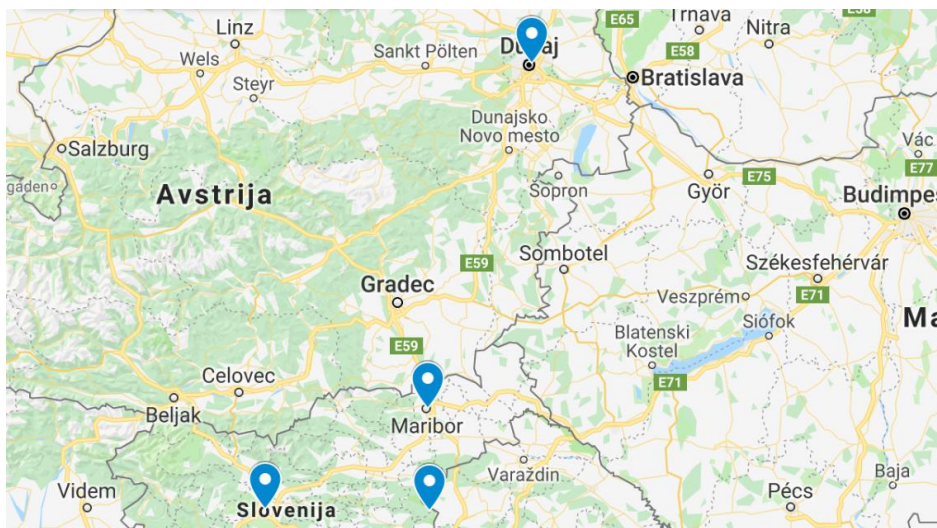
6. stolp na vrhu Štefanove katedrale,
7. v Resselparku,
8. na Karlsplatzu.



Zemljevid 10: Dunaj. (Google zemljevid)



Zemljevid 11: Dunaj 2. (Google zemljevid)



Zemljevid 12: Lokacije v Sloveniji in Avstriji. (Google zemljevid)

Rezultate sem pridobila s Sky Quality Metrom. Do nekaterih lokacij sem se odpravila večkrat, da sem lahko primerjala različne vremenske pojave (jasno vreme, oblačno vreme, polna luna), nekatere kraje pa sem primerjala tudi po mesecih. Merila sem na krajih z različno svetlobno onesnaženostjo in nisem merila pod drevesi. Merila sem ob urah, ki so navedene v vrstici trajanje noči (spodnja tabela) razen, ko je bila polna luna. Takrat sem začela meriti ob urah, ki so navedene v vrstici začetek noči. Kdaj je bil močan vpliv lune, je označeno z rumeno barvo. (V tabeli so napisane ure po Greenwiškem srednjem času.) Na vsaki lokaciji sem trikrat izmerila svetlobno onesnaženost. Podatke sem vpisala v tabelo, ki sem jo predhodno pripravila.

Datum	Zaid Sonca	Zacetek noči	Trajanje noči	Konec noči	Vzid Sonca	Datum	Zaid Sonca	Zacetek noči	Trajanje noči	Konec noči	Vzid Sonca
sob 01 sep 18	18.36	20.25	20.25 - 21.44	3.29	5.18	čet 01 nov 18	16.42	18.24	18.24 - 00.04	4.57	6.40
ned 02 sep 18	18.34	20.23	20.23 - 22.20	3.31	5.19	pet 02 nov 18	16.41	18.23	18.23 - 01.18	4.59	6.41
pon 03 sep 18	18.33	20.21	20.21 - 23.03	3.32	5.20	sob 03 nov 18	16.39	18.22	18.22 - 02.32	5.00	6.43
tor 04 sep 18	18.31	20.18	20.18 - 23.55	3.34	5.22	ned 04 nov 18	16.38	18.20	18.20 - 03.45	5.01	6.44
sre 05 sep 18	18.29	20.16	20.16 - 00.57	3.36	5.23	pon 05 nov 18	16.36	18.19	18.19 - 04.57	5.02	6.46
čet 06 sep 18	18.27	20.13	20.13 - 02.07	3.37	5.24	tor 06 nov 18	16.35	18.18	18.18 - 05.04	5.04	6.47
pet 07 sep 18	18.25	20.11	20.11 - 03.23	3.39	5.26	sre 07 nov 18	16.34	18.17	18.17 - 05.05	5.05	6.48
sob 08 sep 18	18.23	20.09	20.09 - 03.41	3.41	5.27	čet 08 nov 18	16.32	18.16	18.16 - 05.06	5.06	6.50
ned 09 sep 18	18.21	20.06	20.06 - 03.42	3.42	5.28	pet 09 nov 18	16.31	18.15	18.15 - 05.07	5.07	6.51
pon 10 sep 18	18.19	20.04	20.04 - 03.44	3.44	5.29	sob 10 nov 18	16.30	18.14	18.14 - 05.09	5.09	6.53
tor 11 sep 18	18.17	20.02	20.02 - 03.46	3.46	5.31	ned 11 nov 18	16.29	18.13	18.13 - 05.10	5.10	6.54
sre 12 sep 18	18.15	19.59	20.01 - 03.47	3.47	5.32	pon 12 nov 18	16.27	18.12	20.10 - 05.11	5.11	6.56
čet 13 sep 18	18.13	19.57	20.30 - 03.49	3.49	5.33	tor 13 nov 18	16.26	18.11	21.13 - 05.12	5.12	6.57
pet 14 sep 18	18.11	19.55	21.01 - 03.51	3.51	5.34	sre 14 nov 18	16.25	18.10	22.11 - 05.14	5.14	6.59
sob 15 sep 18	18.09	19.53	21.35 - 03.52	3.52	5.36	čet 15 nov 18	16.24	18.09	23.11 - 05.15	5.15	7.00
ned 16 sep 18	18.07	19.50	22.14 - 03.54	3.54	5.37	pet 16 nov 18	16.23	18.08	00.13 - 05.16	5.16	7.01
pon 17 sep 18	18.05	19.48	22.58 - 03.55	3.55	5.38	sob 17 nov 18	16.22	18.07	01.16 - 05.17	5.17	7.03
tor 18 sep 18	18.03	19.46	23.47 - 03.57	3.57	5.40	ned 18 nov 18	16.21	18.06	02.20 - 05.18	5.18	7.04
sre 19 sep 18	18.01	19.44	00.40 - 03.58	3.58	5.41	pon 19 nov 18	16.20	18.06	03.26 - 05.19	5.19	7.06
čet 20 sep 18	17.59	19.41	01.37 - 04.00	4.00	5.42	tor 20 nov 18	16.19	18.05	04.35 - 05.21	5.21	7.07
pet 21 sep 18	17.57	19.39	02.37 - 04.01	4.01	5.43	sre 21 nov 18	16.18	18.04	-	5.22	7.08
sob 22 sep 18	17.55	19.37	03.39 - 04.03	4.03	5.45	čet 22 nov 18	16.17	18.04	-	5.23	7.10
ned 23 sep 18	17.53	19.35	-	4.04	5.46	pet 23 nov 18	16.16	18.03	-	5.24	7.11
pon 24 sep 18	17.51	19.33	-	4.06	5.47	sob 24 nov 18	16.16	18.03	-	5.25	7.12
tor 25 sep 18	17.49	19.30	-	4.07	5.49	ned 25 nov 18	16.15	18.02	18.02 - 18.30	5.26	7.14
sre 26 sep 18	17.47	19.28	-	4.09	5.50	pon 26 nov 18	16.14	18.02	18.02 - 19.32	5.27	7.15
čet 27 sep 18	17.45	19.26	-	4.10	5.51	tor 27 nov 18	16.14	18.01	18.01 - 20.41	5.28	7.16
pet 28 sep 18	17.43	19.24	19.24 - 19.46	4.11	5.53	sre 28 nov 18	16.13	18.01	18.01 - 21.54	5.29	7.17
sob 29 sep 18	17.41	19.22	19.22 - 20.20	4.13	5.54	čet 29 nov 18	16.13	18.00	18.00 - 23.08	5.31	7.19
ned 30 sep 18	17.39	19.20	19.20 - 21.00	4.14	5.55	pet 30 nov 18	16.12	18.00	18.00 - 00.21	5.32	7.20
pon 01 okt 18	17.37	19.18	19.18 - 21.49	4.16	5.56	sob 01 dec 18	16.12	18.00	18.00 - 01.33	5.33	7.21
tor 02 okt 18	17.35	19.16	19.16 - 22.46	4.17	5.58	ned 02 dec 18	16.11	18.00	18.00 - 02.44	5.34	7.22
sre 03 okt 18	17.33	19.14	19.14 - 23.51	4.19	5.59	pon 03 dec 18	16.11	17.59	17.59 - 03.54	5.35	7.23
čet 04 okt 18	17.31	19.12	19.12 - 01.03	4.20	6.00	tor 04 dec 18	16.10	17.59	17.59 - 05.02	5.35	7.25
pet 05 okt 18	17.29	19.10	19.10 - 02.10	4.21	6.02	sre 05 dec 18	16.10	17.59	17.59 - 05.36	5.36	7.26
sob 06 okt 18	17.28	19.08	19.08 - 03.34	4.23	6.03	čet 06 dec 18	16.10	17.59	17.59 - 05.37	5.37	7.27
ned 07 okt 18	17.26	19.06	19.06 - 04.24	4.24	6.05	pet 07 dec 18	16.10	17.59	17.59 - 05.38	5.38	7.28
pon 08 okt 18	17.24	19.04	19.04 - 04.26	4.26	6.06	sob 08 dec 18	16.10	17.59	17.59 - 05.39	5.39	7.28
tor 09 okt 18	17.22	19.02	19.02 - 04.27	4.27	6.07	ned 09 dec 18	16.10	17.59	18.00 - 05.40	5.40	7.30
sre 10 okt 18	17.20	19.00	19.00 - 04.28	4.28	6.09	pon 10 dec 18	16.10	17.59	19.02 - 05.41	5.41	7.31
čet 11 okt 18	17.18	18.58	18.58 - 04.30	4.30	6.10	tor 11 dec 18	16.10	17.59	19.59 - 05.42	5.42	7.31
pet 12 okt 18	17.16	18.56	19.30 - 04.31	4.31	6.11	sre 12 dec 18	16.10	17.59	20.58 - 05.42	5.42	7.32
sob 13 okt 18	17.14	18.54	20.00 - 04.32	4.32	6.13	čet 13 dec 18	16.10	18.00	21.59 - 05.43	5.43	7.33
ned 14 okt 18	17.12	18.53	20.50 - 04.34	4.34	6.14	pet 14 dec 18	16.10	18.00	23.01 - 05.44	5.44	7.34
pon 15 okt 18	17.11	18.51	21.37 - 04.35	4.35	6.15	sob 15 dec 18	16.10	18.00	00.03 - 05.44	5.44	7.35
tor 16 okt 18	17.09	18.49	22.29 - 04.36	4.36	6.17	ned 16 dec 18	16.10	18.00	01.07 - 05.45	5.45	7.35
sre 17 okt 18	17.07	18.47	23.25 - 04.38	4.38	6.18	pon 17 dec 18	16.11	18.01	02.13 - 05.46	5.46	7.36
čet 18 okt 18	17.05	18.46	00.25 - 04.39	4.39	6.20	tor 18 dec 18	16.11	18.01	03.21 - 05.46	5.46	7.37
pet 19 okt 18	17.03	18.44	01.26 - 04.40	4.40	6.21	sre 19 dec 18	16.11	18.02	04.33 - 05.47	5.47	7.37
sob 20 okt 18	17.02	18.42	02.28 - 04.42	4.42	6.22	čet 20 dec 18	16.12	18.02	05.46 - 05.47	5.47	7.38
ned 21 okt 18	17.00	18.41	03.32 - 04.43	4.43	6.24	pet 21 dec 18	16.12	18.02	-	5.48	7.38
pon 22 okt 18	16.58	18.39	04.38 - 04.44	4.44	6.25	sob 22 dec 18	16.13	18.03	-	5.48	7.39
tor 23 okt 18	16.57	18.37	-	4.46	6.27	ned 23 dec 18	16.13	18.04	-	5.49	7.39
sre 24 okt 18	16.55	18.36	-	4.47	6.28	pon 24 dec 18	16.14	18.04	18.04 - 18.23	5.49	7.40
čet 25 okt 18	16.53	18.34	-	4.48	6.30	tor 25 dec 18	16.14	18.05	18.05 - 19.38	5.50	7.40
pet 26 okt 18	16.52	18.33	-	4.50	6.31	sre 26 dec 18	16.15	18.05	18.05 - 20.54	5.50	7.40
sob 27 okt 18	16.50	18.31	18.31 - 18.58	4.51	6.32	čet 27 dec 18	16.16	18.06	18.06 - 22.10	5.50	7.40
ned 28 okt 18	16.48	18.30	18.30 - 19.44	4.52	6.34	pet 28 dec 18	16.17	18.07	18.07 - 23.24	5.51	7.41
pon 29 okt 18	16.47	18.28	18.28 - 20.39	4.53	6.35	sob 29 dec 18	16.17	18.07	18.07 - 00.35	5.51	7.41
tor 30 okt 18	16.45	18.27	18.27 - 21.42	4.55	6.37	ned 30 dec 18	16.18	18.08	18.08 - 01.45	5.51	7.41
sre 31 okt 18	16.44	18.26	18.26 - 22.52	4.56	6.38	pon 31 dec 18	16.19	18.09	18.09 - 02.53	5.51	7.41

Slika 1: Čas merjenja. (Vir: Žiberna)

Datum:

Kraj	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 3	povprečje
Na strehi				
V malem parku				
Pred šolo				
Na igrišču				
Na drevoredu				
Kapelica Piramida				
Travnik Piramida				
Mestni park				
Glasbeni paviljon				
V centru				

Skupno povprečje:

Slika 2: Primer tabele. (word)

Doma sem v programu excel izračunala povprečje meritev. Ko sem zbrala vse podatke, sem jih primerjala in naredila tabele ter grafe. K primerjavi meritev Maribor – Ljubljana sem dodala še T-test, ki sem ga naredila v programu PSPP. Oznake na zemljevidih sem naredila s pomočjo google zemljevida.

## **6 TEORIJA**

### **6.1 Definicije**

Svetlobno onesnaženje okolja je emisija svetlobe iz virov svetlobe, ki povečuje naravno osvetljenost okolja. Svetlobno onesnaževanje okolja povzroča za človekov vid motečo osvetljenost in občutek bleščanja, ki ogroža varnost v prometu, zaradi posrednega in neposrednega sevanja proti nebu moti življenje ali selitev ptic, žuželk, netopirjev in drugih živali, ogroža naravno ravnotežje na varovanih območjih, moti profesionalno ali amatersko astronomsko opazovanje, ali s sevanjem proti nebu po nepotrebnem porablja električno energijo.

Sij neba je razsvetljenost nočnega neba, ki nastane zaradi sipanja svetlobe po sestavinah atmosfere in jo povzročajo svetilke, napačne montaže ali zaradi neustrezne konstrukcije oddajajo svetlobo nad vodoravnico. Merimo ga v magnitudah na kvadratno ločno sekundo.

Bleščanje je fiziološko zmanjšanje sposobnosti človekovega vida zaradi sipanja svetlobe v očesni steklovini ali neugoden, psihološko pogojen občutek zaradi nehotenega in pogostega pogledovanja v vir svetlobe, ki ga povzroči razlika med svetlostjo vira svetlobe in svetlostjo okolice.

Vir: (Ministrstvo za okolje in prostor, 2007, str. 11082)



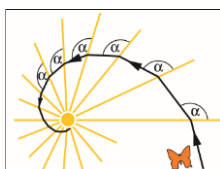
## 6.2 Posledice svetlobnega onesnaževanja

### 6.2.1 Vpliv svetlobnega onesnaževanja na živali

Za živali je svetloba zelo pomembna. Umetna svetloba močno vpliva na živali, kot so žuželke, netopirji, ptice, želve in druge. Umetna svetloba lahko izboljša njihovo orientacijo ali jim povzroči dezorientacijo, nekatere živali odbija, druge pa privlači. V obeh primerih pa spremeni njihovo naravno vedenje in vpliva na njihov dnevni ritem. Zaradi svetlobne onesnaženosti je čas njihove aktivnosti ponoči skrajšan, zato imajo manj časa za prehranjevanje in razmnoževanje. Tema lahko živalim omogoča tudi preživetje, saj jih varuje pred plenilci.

Najbolj znan primer dezorientacije je pri morskih želvah. Te se zaradi nameščenih svetilk ob obali ne morejo več ravnati po sencah (temne sence jim omogočajo, da se v nevarnosti hitro odplazijo v ocean). Umetna svetloba jih zmede in se več ne morejo orientirati.

Nekatere vrste žuželk se neprestano obračajo proti svetlobi ali jih svetloba privlači, pravimo, da so pozitivno fotokatične. Druge bežijo od svetlobe, pravimo, da so negativno fotokatične. Žuželke se orientirajo tako, da slika vira svetlobe pade vedno v ista očesca, kar jim omogoča, da ves čas ohranjajo isti kot proti Soncu ali drugemu nebesnemu telesu. Pogosto pa zamenjajo umetni vir svetlobe za naravnega, običajno letijo pod stalnim in točno določenim kotom glede na vir svetlobe. Če je ta vir svetlobe naravni vir, na primer Sonce, jim takšna strategija omogoča dobro orientacijo v prostoru, če pa je vir svetlobe blizu, se mu pod stalnim kotom spiralno približujejo in nazadnje priletijo v svetilko, okoli nje krožijo do izčrpanosti, se ne prehranjujejo in ne razmnožujejo. S tem se zmanjšuje številčnost in vrstna pestrost žuželk, kar vpliva tudi na živali, ki se prehranjujejo z žuželkami, na primer na ptice in netopirje. To nadalje zmanjšuje biotsko raznovrstnost.



Slika 3: Kot pod katerim letijo žuželke. (Temno nebo Slovenije, 2009, str. 5)

Nočni metulji, ki se zbirajo okrog svetilk, postanejo plen za netopirje. Netopirji tako ujamejo veliko več plena kot prenese naravna populacija, zato se številčnost nočnih metuljev začne močno zmanjševati. Tako lahko izginejo celotne populacije nočnih metuljev. Posledično pa v nekaj letih postanejo ogroženi tudi netopirji, saj jim zmanjka hrane.

Metulji so izjemno pomembni, saj pomagajo pri ohranjanju stabilnosti prehranjevalne verige celotnega ekološkega sistema. Posebno vlogo imajo pri oprraševanju rastlin. Za čebelami so najpogostejši opráševalci. V Sloveniji imamo okoli 95 % nočnih metuljev, kar pomeni, da je fana metuljev posebno pestra, nekaj vrst pa je tudi ogroženih.

Tudi pri pticah umetna svetloba povzroči dezorientacijo. Ptiči lahko letijo znotraj osvetljenega območja in ga ne morejo zapustiti. S tem so posebno prizadeti ptiči, ki se selijo ponoči, saj jih umetna svetloba privablja in tako ovira pri selitvi.

Zaradi svetlobe se lahko spremenijo tudi navade razmnoževanja. Nekateri dokazi kažejo, da bi naj ptice, ki so bližje razsvetljavi gnezdile prej kot ptice, ki gnezdiijo proč od razsvetljave.

Svetloba lahko privablja k koralnemu grebenu ribe in ikre.

Do spremembe pri razmnoževanju zaradi svetlobe pride tudi pri žabah. Samica žabe je recimo manj selektivna glede na izbiro parjenja, ko svetloba narašča. Nočna svetloba pri dvoživkah vzpodbuja gibanje proč od svetlobe, raziskave pa so pokazale, da so žabe v osvetljenem prostoru nehale s parjenjem.

Umetna svetloba, ki pri živalih povzroči dezorientacijo, lahko povzroči, da se samci in samice med seboj ne najdejo pravočasno, zato obstaja nevarnost parjenja različnih vrst med seboj, kar pa ni zaželeno.

Nekatere vrste svetlobo uporabljajo tudi za sporazumevanje, zato na njih vpliva tudi umetna svetloba, saj prekine medsebojno komunikacijo. To se dogaja pri samici in samcih kresnice, ki se privablja za parjenje do oddaljenosti 45 metrov z bioluminisceno. Umetna razsvetljava pa prav tako spremeni vzorce komuniciranja pri volkovih. Žarjenje neba, ki je posledica svetlobnega onesnaževanja, vpliva na vzorce pri njihovi komunikaciji.

(Grdić, 2010, str. 30 – 33)

(Temno nebo Slovenije, 2009, str. 4, 5)



## 6.2.2 Vpliv svetlobnega onesnaženja na ljudi

V Sloveniji imamo veliko preveč luči, ki jih ne potrebujemo. Brez teh bi letno prihranili nekaj milijonov evrov.

Svetilke močno motijo profesionalno ali amatersko astronomsko opazovanje. Tako se na primer Rimske ceste ne vidi več niti iz najmanj svetlobno onesnaženih delov in najvišjih vrhov med tem ko se je včasih videla kar iz središča Ljubljane.

Vir (Društvo Temno nebo Slovenije, 2009 str. 1,3)

Zanimivo pa je tudi, da bi močan in usmerjen laserski žarek, ki bi švigal po nebu tudi iz 30 km oddaljene diskoteke ali podobnega zabavišča, popolnoma onemogočil astronomsko opazovanje.

Vir (Svetlobna onesnaženje, Bevk, 2001, str. 10)

Največji problemi svetlobnega onesnaženja pri ljudeh pa so, da povzročajo zdravstvene težave. Ob premočni svetlobi se prekine tvorba melatonina, to se zgodi že pri 0,2 luksa, kar je pri polni luni. Zmanjšanje izločanja melatonina vpliva na naše spanje in počutje. Motnje spanja pa so pomembni dejavniki za nastanek sladkorne bolezni, depresije in povzročanja debelosti. Zmanjšanje melatonina pa povzročajo tudi raka na prsih, prostati in debelem črevesu.

Vir: (Društvo Temno nebo Slovenije, 2009 str. 6)

### 6.2.3 Melatonin

Melatonin (N-acetil-5-metoksitriptamin) je hormon. Sintetizira ga žleza češarika v možganih. Melatonin je pomemben pri uravnavanju cirkadianih ritmov številnih bioloških funkcij, kot so: kontroliranje dnevnih ritmov drugih hormonov, imunskega sistema, spanja in miselne (kognitivne) funkcije možganov. Nima samo hormonske funkcije, ampak je tudi pomemben antioksidant. Kot antioksidant je lahko prisoten povsod v možganih. Je tudi edini antioksidant, ki vstopa v mitohondrije, kjer poteka celično dihanje. Tam nevtralizira proste radikale ob njihovem nastanku. Melatonin se proizvaja v možganskem podvesku ali češariki iz esencialne aminokislina triptofan. Telo izdelava melatonin s pomočjo encimov.

Svetloba zavre tvorbo melatonina, tema pa ga spodbuja, zaradi česar je ta hormon znan kot »hormon noči«. Izločanje in koncentracija v krvi sta največji sredi noči, v drugi polovici noči pa začne postopoma padati. Značilna so tudi normalna časovna odstopanja, odvisna od posameznikovega kronotipa (to so lastnosti, kdaj je posameznik v dnevu bolj ali manj aktiven).

Do nedavnega so bili ljudje v zmernih klimatskih pasovih pozimi izpostavljeni le šesturni dnevni svetlobi, zdaj pa umetna svetloba zmanjša izpostavljenost temi na obdobje osem ur ali manj skozi vse leto. Že manjša svetloba zmanjša tvorbo do določene stopnje, medtem ko lahko prekomerna razsvetljava pomembno zmanjša tvorbo melatonina. Ker je predvsem modra svetloba tista, ki zavre tvorbo melatonina, lahko nošenje očal, ki zaustavljajo modro svetlobo, v času pred spanjem zmanjša njegovo izgubo. Prav tako je nošenje očal, ki zaustavljajo modro svetlobo, priporočljivo za ljudi, ki se navajajo na zgodnejši čas spanja, saj tako melatonin izzove zaspanost.

Z leti se kemične reakcije v žlezi v možganskem podvesku upočasnijo in tudi proizvodnja melatonina je manjša. Zadnje raziskave pa dokazujejo, da nimajo vsi ljudje z leti manj melatonina, in tudi ne, da nizek nivo melatonina nujno povzroča nespečnost pri starejših ljudeh.

Hrana lahko vsebuje nekaj melatonina v sledovih, vendar ni pri nobeni hrani dokazano, da bi dvigovala plazemsko koncentracijo melatonina.

Vir (Maja Korošak, 2017; Wikipedija); povzeto 8. 11. 2018

Če pred spanjem gledamo v računalnik, telefon ali televizijo, bo to zaradi modre svetlobe zmanjšalo nastanke melatonina.

Vir (Nenad Kojič); povzeto 8. 11. 2018

Prve svetilke, ki jih je človek začel uporabljati po izumu žarnice leta 1879, niso imele tako negativnih vplivov, saj so bile nekoliko zatemnjene in so svetile z rumeno svetlobo. Z razvojem tehnologije so nastale svetlejše žarnice, ki sevajo svetlobo v valovnih dolžinah modre barve. In ravno ta ima močan vpliv na delovanje žleze češarike. Melatonin se namreč najintenzivneje izloča med drugo in četrto uro ponoči. Če smo budni ali smo pod vplivom umetne svetlobe, pa se njegovo izločanje močno zmanjša.

Vir: (Žiga Remškar, 2016); povzeto 8. 11. 2018

## 6.2.4 Vpliv svetlobnega onesnaženja na rastline

Večina rastlin potrebuje svetlobo za proces fotosinteze. Svetloba vpliva na fiziološke aktivnosti rastlin, rast, cvetenje, razmnoževanje, rast in mirovanje rastlin. Ker ima večina rastlin sezonski ritem, spremembe v dolžini dneva in noči vplivajo na reprodukcijo (cvetenje, oprahčevanje, nastajanje nove rastline). Nekatere rastline čakajo, da se spremeni dolžina dneva oz. noči, preden začnejo cveteti. Za cvetenje je odgovoren fitokrim (vrsta pigmenta, ki se nahaja v listih rastlin), pod vplivom rdeče svetlobe se spremeni iz neaktivne v aktivno obliko. Neaktivna oblika pigmenta pripomore k nastajanju cvetnega hormona. Ko je noč prekratka, ni dovolj fitokroma za zadostno tvorjenje cvetnega hormona. Tako je za rastline zelo pomembno, da umetna svetloba ponoči ne sveti na njih saj to vpliva na rast in cvetenje.

Svetloba je za rastline zelo pomemben signal iz okolja. Med evolucijo so si rastline pridobile različne fotoreceptorje, ki zaznavajo signale različnih valovnih dolžin in nanje reagirajo. V vzorcu nekaterih rastlin so odkrili receptorje, ki absorbirajo in reagirajo na valovne dolžine UV-A, UV-B, in valovne dolžine modre svetlobe. Vsi fotoreceptorji so občutljivi na spektralne porazdelitve svetlobe, svetlobno intenzivnost, smer svetlobe in trajanje osvetljevanja. Nekateri receptorji so zelo občutljivi in reagirajo že pri nivojih osvetlitve, ki jih človek komaj zazna.

O vplivih svetlobnega onesnaženja na rastline še ni veliko raziskanega, a nezanesljivi podatki nakazujejo, da listi dreves, ki rastejo bližje uličnim svetilkam odpadajo prej, vendar pa bi bilo potrebno to bolj podrobno raziskati.

Zaradi nameščanja svetilk, ki sevajo veliko modre svetlobe, pa bi lahko pričakovali spremembo v fototropizmu rastlin in v spremembi odpiranja in zapiranja listnih rež, saj pri teh dveh procesih igra pomembno vlogo modra svetloba.

Vir: (Silva Marlot, 2006, str. 33, 34)

### **6.3 Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja**

Slovenija je ena redkih držav, ki je pristopila k reševanju problematike svetlobnega onesnaževanja s predpisom na državni ravni. Vlada Republike Slovenije je leta 2007 sprejela Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja, namenjeno varstvu narave in bivalnih pogojev ter nenazadnje tudi varčevanju z električno energijo. Upravitelji razsvetljave imajo z uredbo določen način osvetljevanja ali najvišjo vrednost porabe elektrike, ki jo smejo porabiti za osvetljevanje. Za namen varčevanja z energijo je med drugim prepovedana razsvetljava javnih površin, kulturnih spomenikov, fasad in objektov za oglaševanje (razen LCD in podobnih elektronskih prikazovalnikov) v dnevnem času.

Ta uredba določa varstvo narave pred škodljivim delovanjem svetlobnega onesnaževanja, varstvo ljudi pred bleščanjem, varstvo bivalnih prostorov pred motečo osvetljenostjo zaradi razsvetljave nepokritih površin, varstvo astronomskih opazovanj pred sijem neba, zmanjšanje porabe električne energije virov svetlobe, ki povzročajo svetlobno onesnaževanje, ciljne vrednosti letne porabe elektrike svetilk, mejne vrednosti električne priključne moči svetilk in pogoje usmerjene osvetlitve.

Vir: (Ministerstvo za okolje in prostor, 2007, str. 11081, 11082)

Vir (Pravno-informacijski sistem republike Slovenije, 2007); povzeto 15. 09. 2018

#### 6.4 Svetilke, ki so v Sloveniji dovoljene

1 % sevanja nad vodoravnico poveča svetlobno onesnaženje za približno 100 %, zato Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja določa, da so v Sloveniji za zunanjo razsvetljavo dovoljene samo svetilke, ki sevajo 0 % svetlobnega toka nad vodoravnico. Izjeme so samo kulturni spomeniki in s tem tudi večina cerkva.

Vir: (Društvo Temno nebo Sloveniji, 2009, str.7)

Med tipi zunanjih svetilk razlikujemo nezasenčene, delno zasenčene in popolnoma zasenčene.

Vir: (Drevenšek, 2016, str. 3)

Dovoljene svetilke v Sloveniji:



Slika 4: Dovoljena svetlika 1, zasenčena. (lasten vir)



Slika 5: Dovoljena svetilka 2, zasenčena. (lasten vir)



Slika 6: Dovoljena svetilka 3, zasenčena. (lasten vir)



Slika 7: Dovoljena svetilka 4, zasenčena. (lasten vir)

Nedovoljene svetilke v Sloveniji:



Slika 8: Nedovoljena svetilka 1, delno zasenčena. (lasten vir)





Slika 9: Nedovoljena svetilka 2, nezasenčena. (lasten vir)



Slika 10: Nedovoljena svetilka 3, delno zasenčena. (lasten vir)



Slika 11: Nedovoljena svetilka 4, delno zasenčena. (lasten vir)

Na žalost pa imamo v Sloveniji še vedno veliko svetilk, ki niso dovoljene.

Vir: (Društvo Temno nebo Slovenije, 2009, str.7, 8)

## **6.6 Strahovi, ki se pojavijo ob zmanjšanju razsvetljave**

### **6.6.1 Prometna varnost**

Analiza, ki jo je napravilo Društvo Temno nebo Slovenije na osnovi podatkov Sveta za preventivno in vzgojo v cestnem prometu kaže, da imajo občine z večjo porabo tokovine, več prometnih nesreč kot tiste, ki porabijo manj tokovine. Navedimo primer iz preteklosti. Občina Maribor je bila s porabo tokovine močno nad slovenskim povprečjem in okoli 300 % večjo porabo tokovine kot Gradec (v Avstriji), hkrati pa je imela dvakrat več nesreč kot je slovensko povprečje. Če bi večja osvetljenost pomenila večjo varnost, bi bil Maribor v preteklosti, namesto eno najbolj nevarnih mest v EU, eno najbolj varnih mest.

Vir (Društvo Temno nebo Slovenije, 2009, str. 12)

### **6.6.2 Kriminal**

Prav gotovo se kriminalec nebi ustrašili razsvetljave, vendar razsvetljava ne varuje. Varujejo ograja okoli objekta, kakovostna vrata, alarmni sistemi, senzor za prižig svetilke, ko se nekdo približa. Tudi video naprave lahko delujejo že pri 0,2 luksih (osvetlitev pri polni luni je enaka 0,2 luksa). Ni pa nobene potrebe, da je objekt pretirano osvetljen in viden kilometre daleč.

Vir (Društvo Temno nebo Slovenije, 2009, str. 15)

## 6.7 Sky Quality Meter

Sky Quality Meter ali SQM je inštrument, ki se uporablja za merjenje sija nočnega neba. Vrednosti se izražajo v magnitudah na kvadratno ločno sekundo oz.  $\text{mag}/\text{arc}\text{-sec}^2$ . Vrednost pomeni sij točke na nebu, ki je velika  $1 \times 1$ , v magnitudah. Za urbana svetlobno močno onesnažena območja so značilne vrednosti med 16 in 18  $\text{mag}/\text{arc}\text{-sec}^2$ , za temnejše lokacije pa je značilno 22  $\text{mag}/\text{arc}\text{-sec}^2$  in več.

(Žiberna, 2016, str. 121)



Slika 12: merjenje svetilnost neba z SQM. (Connie Walker, Chuck Bueter, Anna Hurst, Vivian White, Marni Berendsen in Kim Patten, str. 4)

## **6.8 Cerkve in ostala kulturna dediščina**

Društvo Temno nebo Slovenije ocenjuje, da v razvitih državah zunanja razsvetljava objektov kulturne dediščine predstavlja od 5 % do 20 % skupnega svetlobnega onesnaženja. Ker je večina objektov osvetljenih od spodaj navzgor, povzročajo zelo veliko svetlobno onesnaženost. Velik problem je, da gre zelo pogosto od 60 % do 80 % celotnega svetlobnega toka mimo fasade v nebo in okolico.

Za Slovenijo je znano, da je veliko cerkva na vrhovih gričev, izven naselij, v naravnem okolju. Osvetljene cerkve z vseh strani obkrožajo gozdovi ali travniki, zato je njihov vpliv na nočne živali zelo velik in zato je naravi prijaznejša razsvetljava zelo pomembna.

Vir (Andrej Mohar, Maja Zgajmajster, Rudi Verovnik, Barbara Bolta Skaberne, 2014, str.7)

## **6.9 Novoletna razsvetljava**

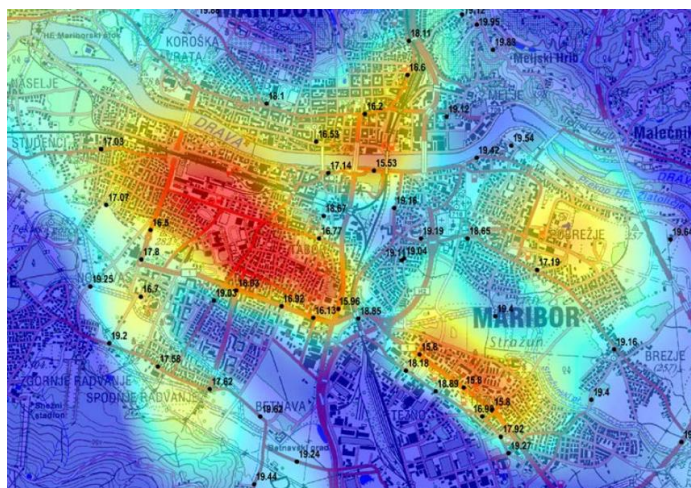
Andrej Mohor iz Društva Temno nebo Slovenije je dejal, da je njihovo društvo izjemno navdušeno nad novoletno razsvetljavo, saj se v tem času močno zmanjša svetlobno onesnaževanje. Marsikje, da bi okraski prišli do izraza, ugasnejo zunanjo razsvetljavo ali pa intenzivne cestne razsvetljave zmanjšajo na polovico, zato bi si želeli, da bi novoletna okrasitev trajala celo leto. V Ljubljani so javno razsvetljavo ugasnili v strogem centru. Opozori, da država oz. občine čez leto porabijo tudi do trikrat preveč javne razsvetljave, in da je pri novoletnem okraševanju javnega prostora edina smiselna uporaba okrasitev z LED - diodami, saj jih je mogoče izdelati tako, da oddajajo izjemno malo svetlobe.

(Dnevnik)

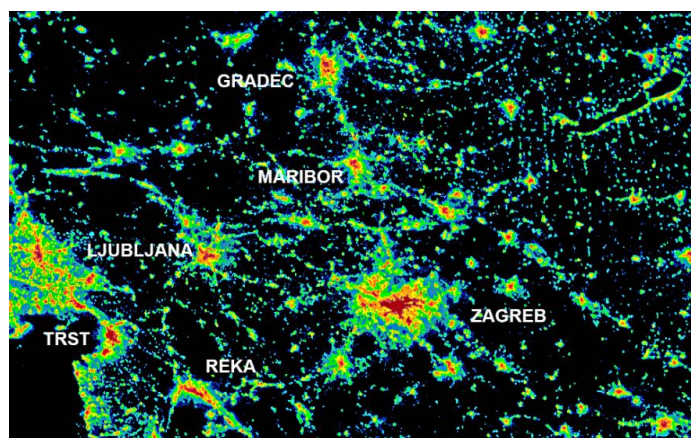
## 6.10 Onesnaženost Maribora

Mesto Maribor sodi med večje vire svetlobnega onesnaženja v Sloveniji. Znotraj mesta največje vire svetlobnega onesnaženja predstavljajo nezastrite in polzastrite svetilke cestne razsvetljave. Svetlobno onesnaženje je torej največje vzdolž večjih prometnic in na parkiriščih v okolici nakupovalnih središč. Manjše svetlobno onesnaženje je na območjih z individualno stanovanjsko gradnjo, zlasti na Pobrežju, Teznu in delu Tabora. Mesto oblikuje izrazito svetlobno kupolo. V okolici mesta dodaten vir svetlobnega onesnaževanja predstavlja zimska nočna smuka na Mariborskem Pohorju. Od leta 2006 do 2016 pa se je svetlobna onesnaženost povečala za 25 %.

Vir (Igor Žibera, 2016, str.128)

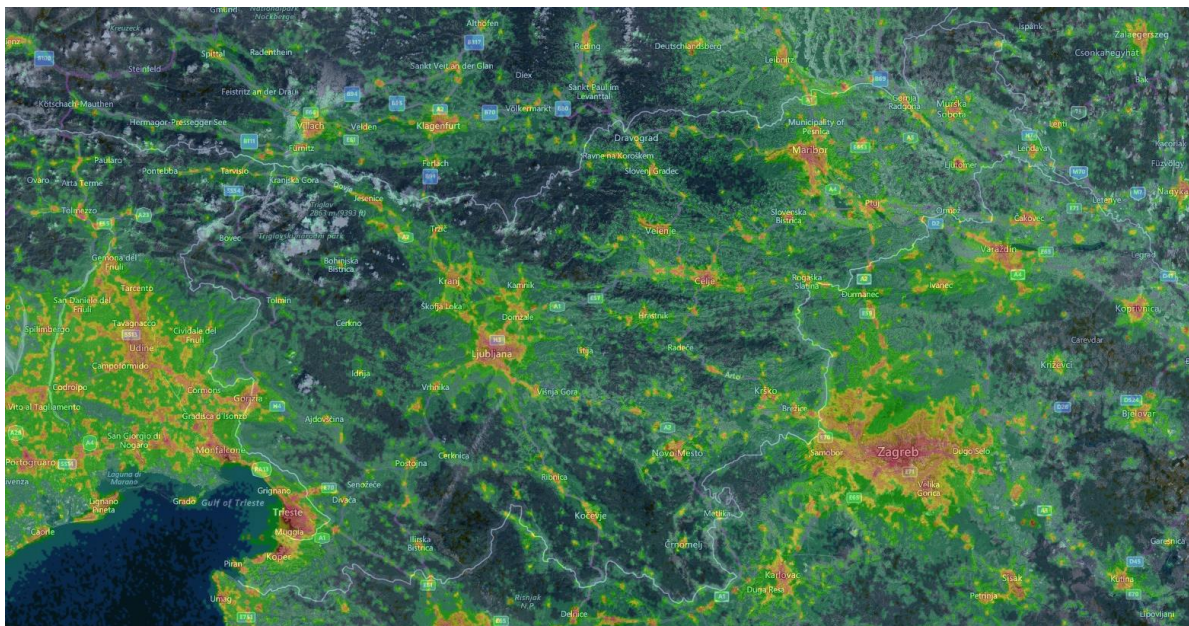


Zemljevid 13: Sij neba v Mariboru v mag/arc-sec<sup>2</sup>; povzeto 1. 2. 2019



Zemljevid 14: Viri svetlobnega onesnaženja s satelitskega nočnega posnetka Slovenije in okolice leta 2016; povzeto 1. 2. 2019





Zemljevid 15: Viri svetlobnega onesnaženja s satelitskega nočnega posnetka Slovenije in okolice leta 2018; povzeto 1. 2. 2019

## 6.11 T-test

T-test je zelo pogosto uporabljena statistična metoda v različnih vrstah raziskav. Z njim preverjamo hipoteze pri majhnih vzorcih. T-test je običajno sinonim za Studentovo t-test metodo. S to metodo preverjamo razlike med aritmetičnima sredinama dveh neodvisnih vzorcev.

Poznamo tri vrste tega testa, t-test za neodvisne vzorce, t-test za odvisne vzorce in t-test za en vzorec.

Pri t-testu za neodvisne vzorce ugotavljamo, ali obstajajo statistično pomembne razlike med dvema neodvisnima vzorcema. Če je raven značilnosti manjša od 0,005, lahko z manj kot 5 % tveganjem zavrnemo kakršnokoli domnevo.

(Statistik.si<sup>TM</sup>; Oman); 27. 1. 2019

P-vrednost je verjetnost, da ob predpostavki, da je ničelna domneva pravilna dobimo za testno statistiko ekstremne vrednosti od izračunane vrednosti testne statistike. P-vrednost je vezana na vzorec ter izraža, v kolikšni meri so vzorčni podatki v skladu z ničelno domnevo. Večja vrednost za p pomeni večjo podporo ničelni domnevi, majhen pa pomeni večjo podporo alternativni domnevi.

(Košmelj, 2007, str. 18, 19)

## 6.12 Kaj narediti za zmanjšanje svetlobnega onesnaževanja

Za zmanjšanje razsvetljave je zelo pomembno uporaba pravih luči. Nihče ne misli, da bi razsvetlavo ugasnili, le da bi luči usmerili v tla, kjer razsvetlavo potrebujemo in ne v zrak, kjer po nepotrebnem škoduje nam, živalim in rastlinam.

Vir (Svetlobna onesnaženje, Bevk, 2001, str. 9)

### Zmanjšanje razsvetljave ponoči

Zelo dobro je, če se svetilnost občinske razsvetljave po 22. ali 23. uri zmanjša za 50 %. To je enostavno in poceni izvedljivo za svetilke z visokotlačno natrijevo sijalko. Sredi noči zagotovo okoli 99 % občanov spi in razsvetljave praktično ne potrebujemo. Zmanjšanje osvetljenosti za 50 % naše oči skoraj ne zaznajo (celo strokovnjaki za razsvetlavo brez merilnih inštrumentov težko ugotovijo ali svetilka sveti s polno močjo ali s 50 % zatemnitvijo), se pa to zelo pozna pri občinskem proračunu.

Vir: (Društvo temno nebo Slovenije, 2009, str. 11)

### Višina stebrov

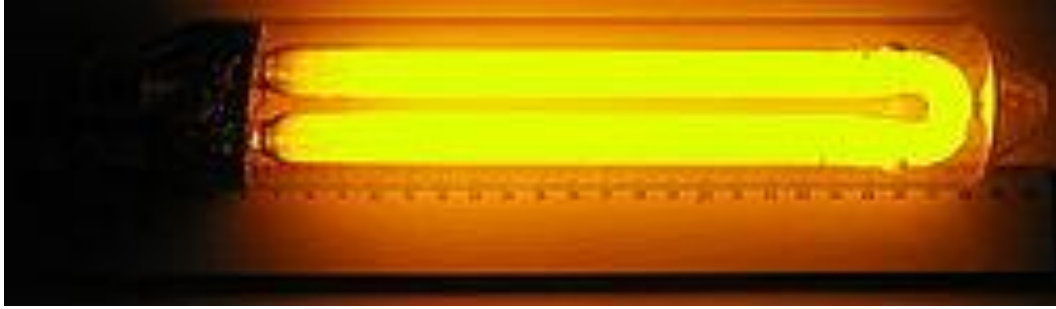
Višina stebra mora biti približno enaka širini ceste. Če so stebri višji, takšna razsvetljava ni energetske učinkovita, saj sveti po hišah, gozdovih, vrtovih, travnikih.

Vir: (Društvo Temno nebo Slovenije, 2009, str. 11)

### Vrsta svetilk

Edini viri svetlobe, prijazni do okolja, so visokotlačne natrijeve sijalke, ki imajo poudarjen rumeni del spektra. Te sijalke so v Sloveniji tudi najbolj pogosto uporabljene. Za ulice in manj prometna območja, kjer zadostuje šibka osvetlitev, je dobro, če uporabimo fluorescentne sijalke moči od 10 W do 24 W, katerih barvna temperatura ne presega 2700 K. Izjema so prehodi za pešce, kjer uporabimo bele metalhalogenidne sijalke, ki ne presegajo 3000 K, da manj bleščijo in so na nizkih stebrih. Tako s tem že z barvo svetlobe opozorimo voznike na prehod za pešce.

Vir: (Društvo Temno nebo Slovenije, 2009, str. 11)



Slika 13: Visokotlačna natrijeva sijalka. (Wikipedija), povzeto 29. 1. 2019

## 7 MERITVE

### 7.1 Primerjava meritev opravljenih v Mariboru

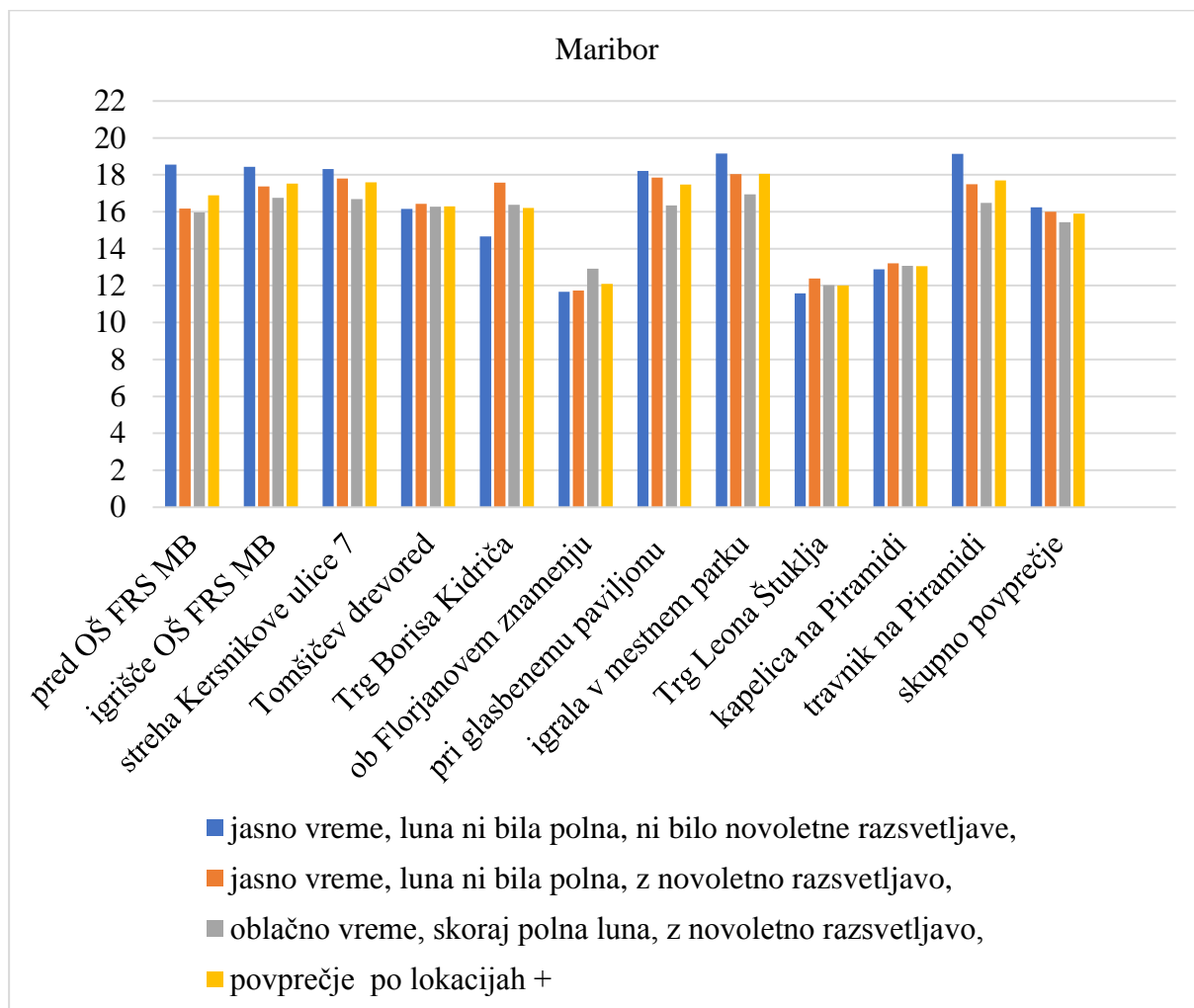
Meritve so bile opravljene v Mariboru na 11 lokacijah in sicer 11. oktobra 2018, 17. decembra 2018 in 21. decembra 2018. 11. oktobra 2018 je bilo vreme jasno, ni bilo polne lune in ne novoletne razsvetljave. 17. decembra 2018 je bil jasno brez polne lune a je bilo okrašeno z novoletno razsvetljavo. 21. decembra 2018 pa je bilo oblačno, luna je bila skoraj polna, a večinoma skrita za oblake in mesto je bilo okrašeno z novoletno razsvetljavo.

Tabela 1: Maribor (lasten vir)

pogoji meritev	jasno vreme, luna ni bila polna, ni bilo novoletne razsvetljave	jasno vreme, luna ni bila polna, z novoletno razsvetljavo	oblačno vreme, skoraj polna luna, z novoletno razsvetljavo	Povprečje mag/arc- sec <sup>2</sup> po lokacijah +
datum lokacija	11. 10. 2018/ mag/arc-sec <sup>2</sup>	17. 12. 2018/ mag/arc-sec <sup>2</sup>	21. 12. 2018/ mag/arc-sec <sup>2</sup>	skupno povprečje v mag/arc- sec <sup>2</sup>
Osnovna šola Franca Rozmana – Staneta Maribor	18,55	16,17	15,97	16,9
igrišče Osnovne šole Franca Rozmana – Staneta Maribor	18,44	17,37	16,75	17,52
streha Kersnikove ulice 7	18,32	17,8	16,69	17,6
Tomšičev drevored	16,16	16,43	16,27	16,29
park na Trgu Borisa Kidriča	14,67	17,58	16,38	16,21

center mesta pri Florjanovem znamenju	11,67	11,73	12,92	12,1
glasbeni paviljon mestnega parka	18,21	17,85	16,35	17,47
igrala mestnega parka	19,16	18,04	16,95	18,05
Trg Leona Štuklja	11,58	12,38	12,03	12
kapelica na Piramidi	12,89	13,2	13,07	13,05
travnik na Piramidi	19,13	17,49	16,48	17,7
skupno povprečje v $\text{mag/arc-sec}^2$	16,25	16	15,44	15,9

Graf 1: Maribor (lasten vir)



#### Ugotovitve

1. Iz grafikona je razvidno, da je bila najmanjša svetlobna onesnaženost pri igralih mestnega parka, največja pa v centru mesta pri Florjanovem znamenju.
2. V povprečju je bila najnižja svetlobna onesnaženost 11. 10. 2018, največja pa 21. 12. 2018.

Meritev v parku na Trgu Borisa Kidriča, 11. 10. 2018 se ne ujema z drugimi meritvami, zato mislim, da je pri merjenju prišlo do napake, ali pa se je osvetljenost na tistem območju v decembru močno zmanjšala.



## 7.2 Primerjava meritev opravljenih v Ljubljani

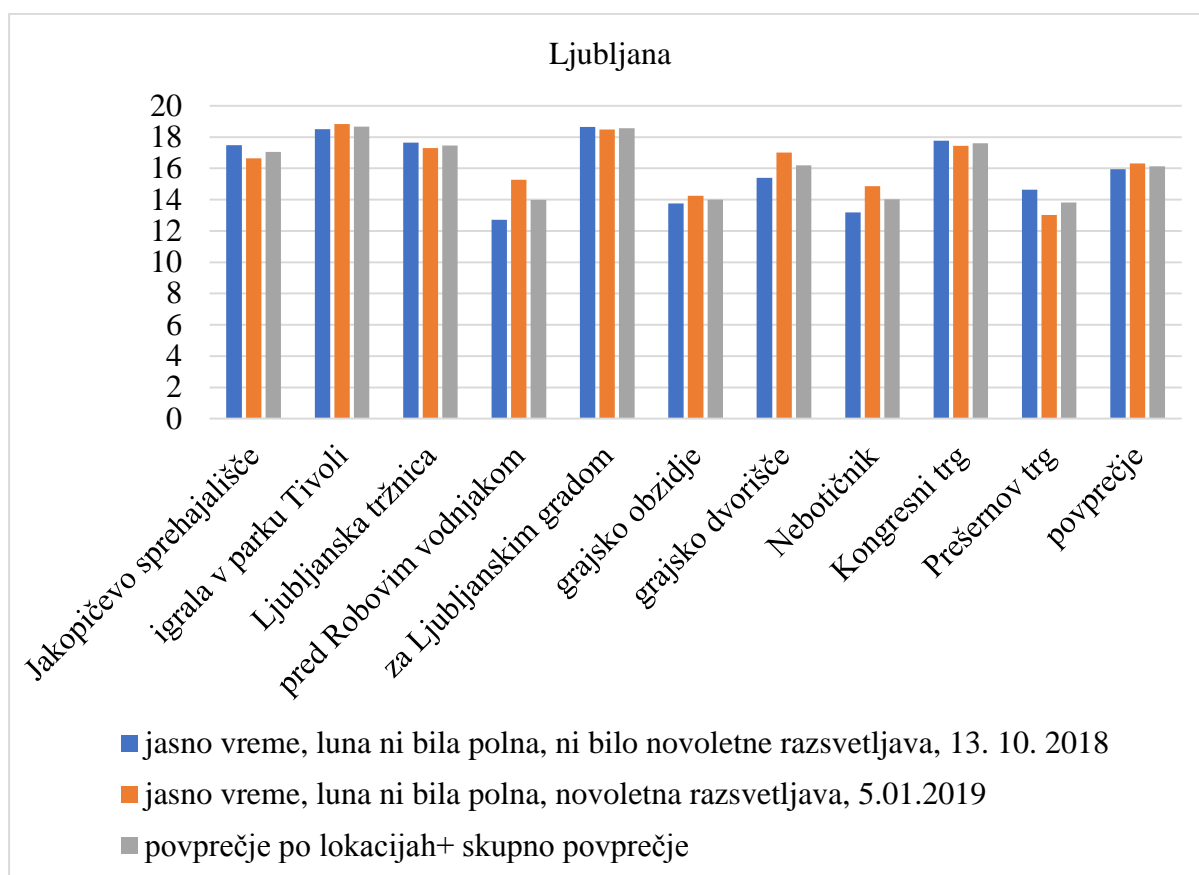
Meritve v Ljubljani so bile opravljene na desetih lokacijah in sicer 13. 10. 2018 in 5. 1. 2019. 13. 10. 2018 je vreme bilo jasno, ni bilo polne lune in mesto ni bilo okrašeno z novoletno razsvetljavo. 5. 1. 2019 je bilo vreme jasno, ni bilo polne lune, a je mesto bilo okrašeno z novoletno razsvetljavo.

Tabela 2: Ljubljana (lasten vir)

pogoji meritev	jasno vreme, luna ni bila polna, ni bilo novoletne razsvetljava	jasno vreme, luna ni bila polna, novoletna razsvetljava	povprečje mag/arc-sec <sup>2</sup> po lokacijah
datum	13. 10. 2018/ mag/arc-sec <sup>2</sup>	5. 1. 2019/ mag/arc-sec <sup>2</sup>	skupno povprečje v mag/arc-sec <sup>2</sup>
lokacija			
Jakopičevo sprehajališče v parku Tivoli	17,48	16,64	17,06
igrala v parku Tivoli	18,51	18,84	18,68
Ljubljanska tržnica	17,64	17,3	17,47
pred Robovim vodnjakom	12,71	15,27	13,99
gozdiček za Ljubljanskim gradom	18,64	18,48	18,56
grajsko obzidje	13,75	14,25	14
grajsko dvorišče	15,39	17,01	16,2

Nebotičnik	13,18	14,87	14,03
Kongresni trg	17,78	17,44	17,61
Prešernov trg	14,63	13,03	13,83
povprečje mag/arc-sec <sup>2</sup>	15,95	16,31	16,13

Graf 2: Ljubljana (lasten vir)



Ugotovitve:

1. Iz grafikona je razvidno, da je bila najmanjša svetlobna onesnaženost pri igralih v parku Tivoli, največja pa na Prešernovem trgu.
2. V povprečju je bila najnižja svetlobna onesnaženost 5. januarja, 2019, največja pa 13. 10. 2018. Kar je precej presenetljivo in v nasprotju z mojimi pričakovanji. Mislim, da je do takšnih rezultatov prišlo, saj so zaradi novoletne razsvetljave v Ljubljani ugasnili del javne razsvetljave.

### 7.3 Primerjava meritev Maribor - Ljubljana

Primerjala sem lokacije, za katere sem menila, da imajo največ podobnosti, kot so število in moč gorenja svetilk, količina dreves in zgradb okoli lokacij ter oddaljenost od tal. Nekatere lokacije v Mariboru sem primerjala z dvojnimi različnimi lokacijami v Ljubljani, nekaterih pa nisem uporabila, ker niso bile primerne za primerjavo z nobeno lokacijo. (Prva navedena lokacija spodaj je iz Maribora, druga pa iz Ljubljane.)

1. Lokacijo v pri igralih v mestnem parku sem primerjala z Jakopičevo sprehajališčem v parku Tivoli. Za primerjavo teh dveh lokacij sem se odločila, saj sta obedve v delu parka, ki je bolj osvetljen, v bližini ni dreves in visokih zgradb.
2. Lokacijo igrala v mestnem parku sem primerjala z lokacijo igrala v parku Tivoli. Za primerjavo teh dveh lokacij sem se odločila, ker sta obe v temnejšem delu parka, le da je ob mestnem parku več dreves okoli igral kot v parku Tivoli, in da so igrala v parku Tivoli na majhnem hribčku, torej ima višjo oddaljenost od tal.
3. Lokacijo center mesta pri Florjanovem znamenju sem primerjala z lokacijo pred Robovim vodnjakom. Zdeli sta se mi zelo podobni, ker imata približno enako osvetlitev, le da so pri Robovem vodnjaku na eni strani stavbe nekoliko bliže kot v centru pri Florjanovem znamenju.
4. Lokacijo na travniku na Piramidi sem primerjala z gozdičkom za Ljubljanskim gradom. Za primerjavo teh dveh lokacij sem se odločila, saj imata obe dvignjeno lego, le da je gozdiček za ljubljanskim gradom bliže gradu, travnik na Piramidi pa kapelici, in da so na travniku na Piramidi drevesa samo na eni strani, v gozdičku za gradom pa so drevesa na vseh smereh.
5. Lokacijo kapelica na Piramidi sem primerjala z grajskim obzidjem. Za primerjavo teh dveh lokacij sem se odločila, saj sta obe zelo osvetljeni in sta na hribu, le da je na grajskem obzidju zadaj grad, ki je visok, na Piramidi pred kapelico, pa je samo kapelica, ki je nizka.
6. Lokacijo kapelica na Piramidi sem primerjala z lokacijo grajsko dvorišče. Za primerjavo teh dveh lokacij sem se odločila, saj sta močno osvetljeni in sta na hribu, le da so okoli gradu stene gradu na vseh straneh, a so od lokacije merjenja precej stran, na Piramidi pred kapelico pa je zadaj samo kapelica, ki je nizka.

7. Lokacijo streha Kersnikove ulice 7 sem primerjala z Nebotičnikom. Za primerjavo teh dveh lokacij sem se odločila, saj sta obe lokaciji zelo visoko, le da je na strehi veliko večja tema, ker okoli ni luči, na Nebotičniku pa je velika osvetljenost kavarne.
8. Lokacijo park na Trgu Borisa Kidriča sem primerjala s Kongresnimi trgom. Za primerjavo teh dveh lokacij sem se odločila, saj sta obe lokaciji v manjšem parku in okoli obeh so drevesa, stavbe pa niso tako blizu.
9. Lokacijo na Trgu Leona Štuklja sem primerjala z lokacijo na Prešernovem trgu. Za primerjavo teh dveh lokacij sem se odločila, saj sta obe podobno osvetljeni, le da je na Trgu Leona Štuklja več hiš kot na Prešernovem trgu.
10. Lokacijo na Tomšičevem drevoredu sem primerjala z Jakopičevim sprehajališčem v parku Tivoli. Za primerjavo teh dveh lokacij sem se odločila, saj so na obeh straneh drevesa, le da so v Tomšičevem drevoredu bližje skupaj, kot na Jakopičevem sprehajališču.

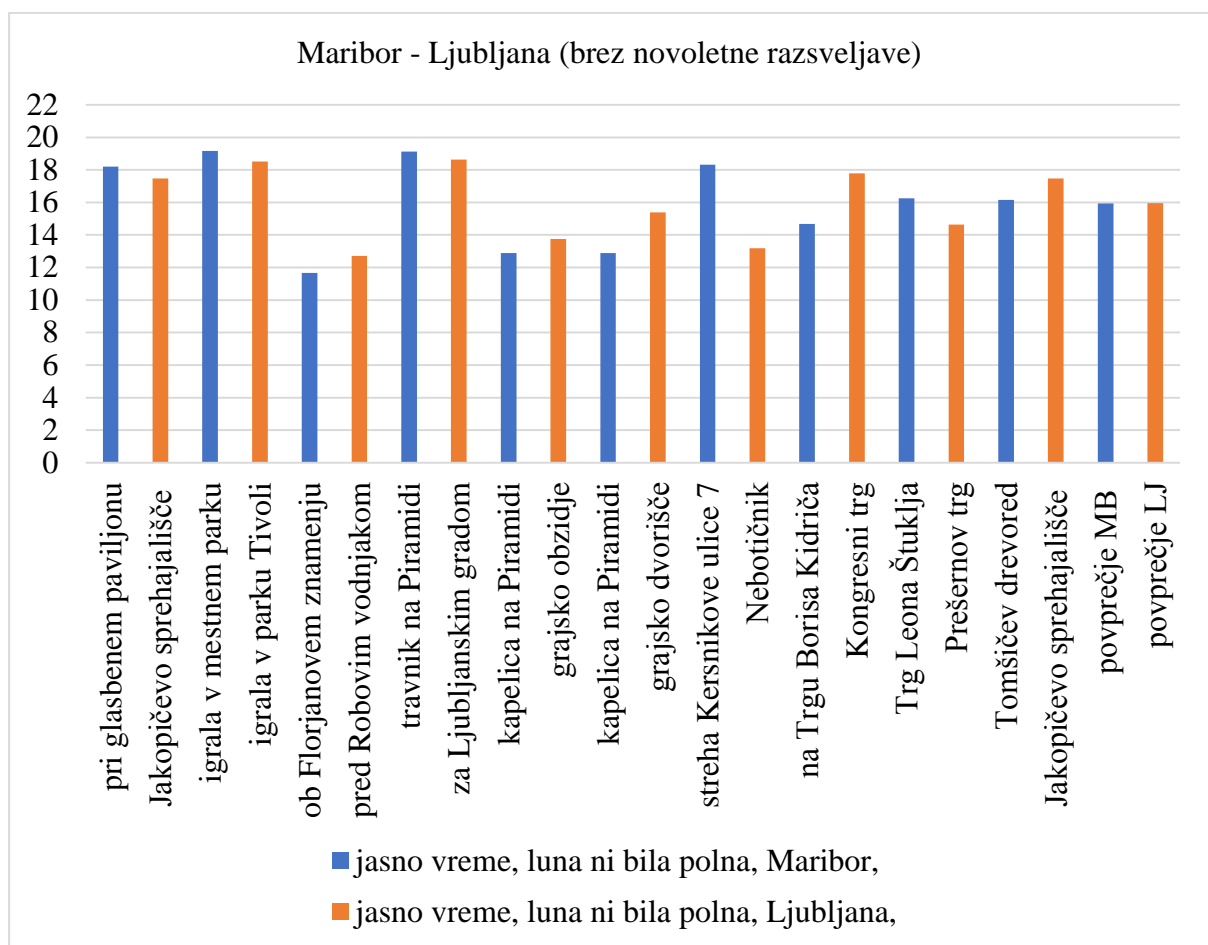
### 7.3.1 Ob jasnem vremenu brez polne lune in brez novoletne razsvetljave

Tabela 3: Primerjava Maribora z Ljubljano, brez novoletne razsvetljave (lasten vir)

pogoji meritev	jasno vreme, luna ni bila polna, Maribor		jasno vreme, luna ni bila polna, Ljubljana	raven značilnosti
datum	11. 10. 2018/ mag/arc-sec <sup>2</sup>		13. 10. 2018 / mag/arc-sec <sup>2</sup>	oz. p – vrednosti
lokacija				
glasbeni paviljon mestnega parka	18,21	Jakopičevo sprehajališče v parku Tivoli	17,48	0,007
igrala v mestnem parku	19,16	igrala v parku Tivoli	18,51	0,0004
center mesta ob Florjanovem znamenju	11,67	pred Robovim vodnjakom	12,71	0,0004
travnik na Piramidi	19,13	gozdiček za Ljubljanskim gradom	18,64	0,004
kapelica na Piramidi	12,89	grajsko obzidje	13,75	0,168
kapelica na Piramidi	12,89	grajsko dvorišče	15,39	0,01
streha Kersnikove ulice 7	18,32	Nebotičnik	13,18	0,0003
park na Trgu Borisa Kidriča	14,67	Kongresni trgu	17,78	0,0002

Trg Leona Štuklja	16,25	Prešernov trg	14,63	0,000002
Tomšičev drevored	16,16	Jakopičevo sprehajališču v parku Tivoli	17,48	0,000002
povprečje v mag/arc-sec <sup>2</sup>	15,94	Povprečje	15,96	

Graf 3: Primerjava Maribora z Ljubljano, brez noveletne razsvetljave (lasten vir)



Ugotovitve:

1. Največja svetlobna onesnaženost na dveh primerjanih lokacijah skupaj je bila v centru mesta ob Florjanovem znamenju in pred Robovim vodnjakom.
2. Najmanjša svetlobna onesnaženost na dveh primerjanih lokacijah skupaj je bila na travniku na Piramidi in v gozdičku za ljubljanskim gradom.
3. Po svetlobni onesnaženosti lokacij, ki sem jih primerjala med seboj, sta se najbolj razlikovali lokacija na strehi Kersnikove ulice 7 in na Nebotičniku.
4. Po svetlobni onesnaženosti lokacij, ki sem jih primerjala med seboj sta se najmanj razlikovali travnik na Piramidi in gozdiček za ljubljanskim gradom.

V zadnjem stolpcu tabele so p-vrednosti pri T-testu za neodvisni spremenljivki. Pri tem nisem primerjala povprečja obeh lokacij, ampak sem pri vsaki primerjala vse tri meritve, ki sem jih naredila eno za drugo. Če je raven značilnosti manjša od 0,005, lahko z manj kot 5 % tveganjem zavrnemo domnevo, da bi to bili lahko isti lokaciji. S T-testom sem ugotovila, da je svetlobna onesnaženost s 5 % tveganjem lahko »enaka« le pred kapelico na Piramidi in na grajskem obzidju. Vse ostale lokacije so si po svetlobni onesnaženosti očitno različne.



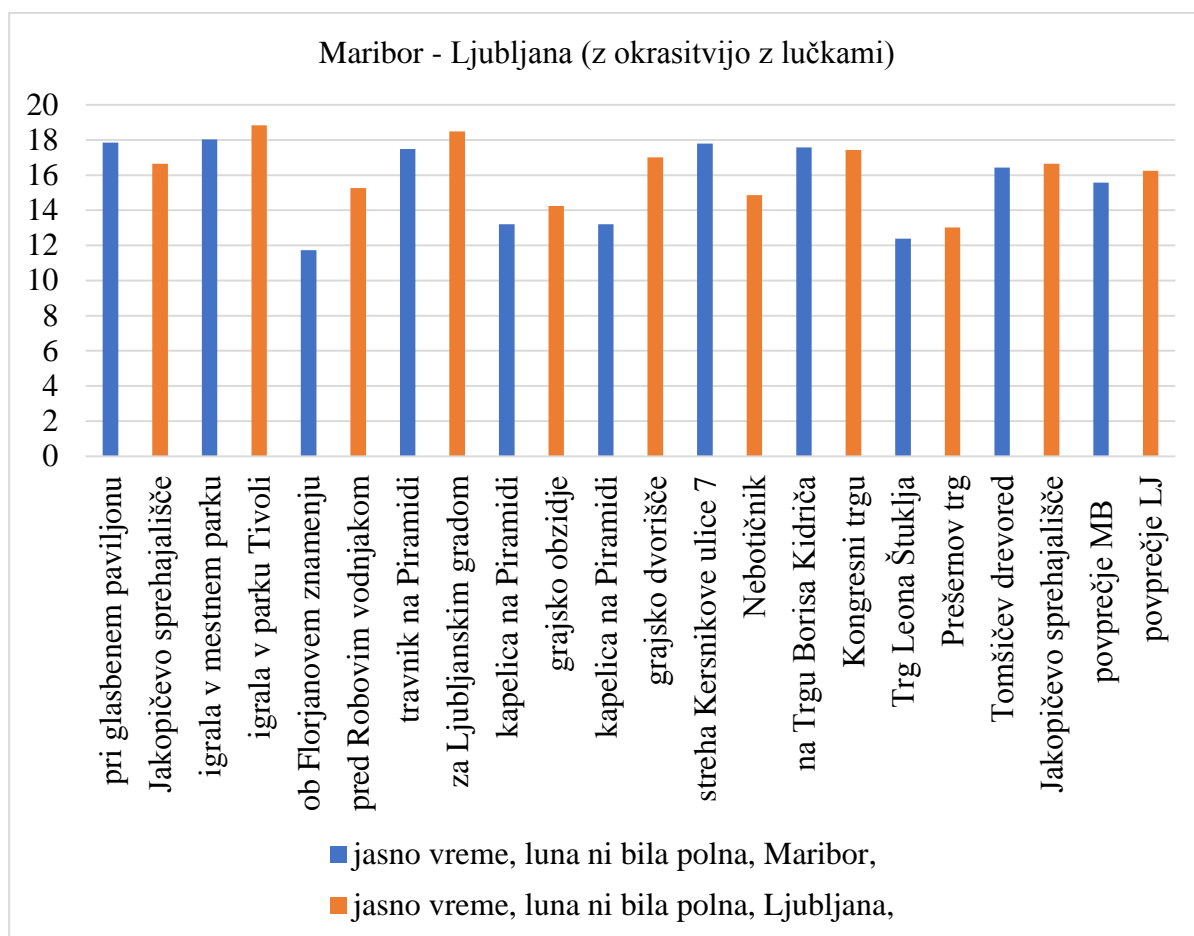
### 7.3.2 Ob jasnem vremenu brez polne lune in z novoletno razsvetljavo

Tabela 4: Primerjava Maribora z Ljubljano, z novoletno razsvetljavo (lasten vir)

pogoji meritev	jasno vreme, luna ni bila polna, Maribor		jasno vreme, luna ni bila polna, Ljubljana	raven značilnosti
datum	17. 12. 2018/ mag/arc-sec <sup>2</sup>		5. 1. 2019 / mag/arc-sec <sup>2</sup>	oz. p – vrednosti
lokacija				
glasbeni paviljon mestnega parka	17,85	Jakopičevo sprehajališče v parku Tivoli	16,64	0,002
igrala v mestnem parku	18,04	igrala v parku Tivoli	18,84	0,002
center mesta ob Florjanovem znamenju	11,73	pred Robovim vodnjakom	15,27	0,000?
travnika na Piramidi	17,49	gozdček za Ljubljanskim gradom	18,48	0,06
kapelica na Piramidi	13,2	grajsko obzidje	14,25	0,061
kapelica na Piramidi	13,2	grajsko dvorišče	17,01	0,001
streha Kersnikove ulice 7	17,8	Nebotičnik	14,87	0,001
park na Trgu Borisa Kidriča	17,58	Kongresni trgu	17,44	0,452

Trg Leona Štuklja	12,38	Prešernov trg	13,03	0,415
Tomšičev drevored	16,43	Jakopičevo sprehajališču v parku Tivoli	16,64	0,365
povprečje v mag/arc-sec <sup>2</sup>	15,57	Povprečje	16,25	

Graf 4: Primerjava Maribora z Ljubljano, z novoletno razsvetljavo (lasten vir)



Ugotovitve:

1. Največja svetlobna onesnaženost na dveh primerjanih lokacijah skupaj je bila kapelica na Piramidi in na grajskem obzidju.
2. Najmanjša svetlobna onesnaženost na dveh primerjanih lokacijah skupaj je bila pri igralih v mestnem parku in pri igralih v parku Tivoli.
3. Po svetlobni onesnaženosti lokacij, ki sem jih primerjala med seboj, sta se najbolj razlikovali kapelica na Piramidi in na grajskem dvorišču.
4. Po svetlobni onesnaženosti lokacij, ki sem jih primerjala med seboj, sta se najmanj razlikovali park na Trgu Borisa Kidriča in Kongresni trg.

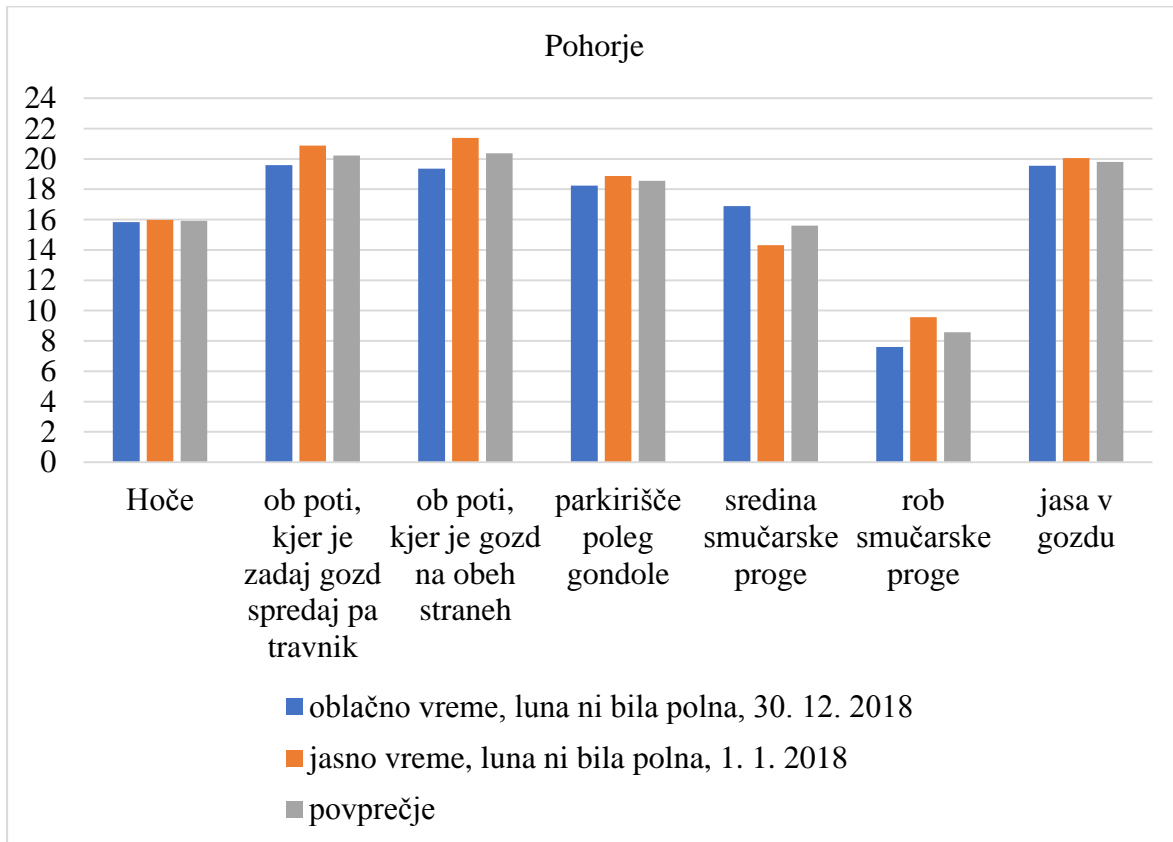
V zadnjem stolpcu tabele so p-vrednosti pri T-testu za neodvisni spremenljivki. S T-testom sem ugotovila, da je bila svetlobna onesnaženost s 5 % tveganjem lahko »enaka« na travnik na Piramidi in gozdček za Ljubljanskim gradom, kapelica pred Piramido in grajsko obzidje, park na Trgu Borisa Kidriča in Kongresni trg, Trg Leona Štuklja in Prešernov trg in Tomšičev drevored in Jakopičevem sprehajališču v parku Tivoli. Vse ostale lokacije so si bile po svetlobni onesnaženosti očitno različne.

## 7.4 Primerjava opravljenih meritev na Pohorju

Tabela 5: Pohorje (lasten vir)

pogoji meritev	oblačno vreme, luna ni bila polna	jasno vreme, luna ni bila polna	povprečje
datum	30. 12. 2018/	1. 1. 2018/	mag/arc-sec <sup>2</sup>
lokacija	mag/arc-sec <sup>2</sup>	mag/arc-sec <sup>2</sup>	
Hoče	15,84	15,99	15,92
ob poti, kjer je zadaj gozd spredaj pa travnik	19,59	20,87	20,23
ob poti, kjer je gozd na obeh straneh	19,35	21,39	20,37
parkirišče poleg gondole	18,23	18,88	18,56
sredina smučarske proge	16,89	14,32	15,61
rob smučarske proge	7,6	9,56	8,58
jasa v gozdu	19,54	20,05	19,8

Graf 5: Pohorje (lasten vir)



Ugotovitve:

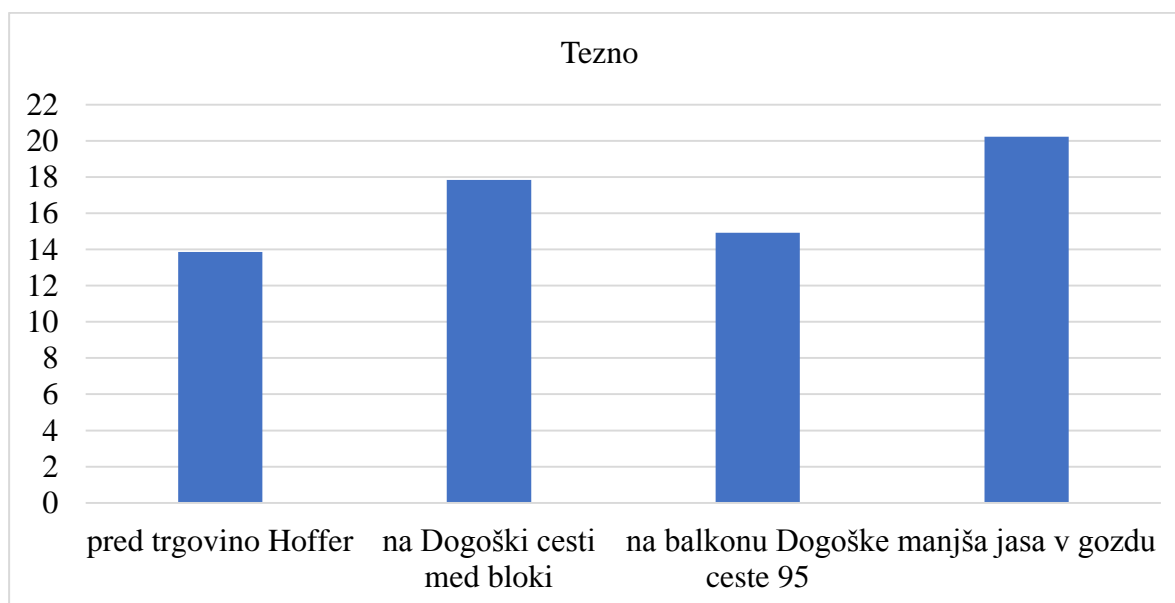
1. Največja svetlobna onesnaženost je bila ob robu smučarske proge, saj so tam močne luči. Na tej lokaciji je bila tudi ob oblačnem vremenu največja onesnaženost od vseh lokaciji na katerih sem merila
2. Najmanjša svetlobna onesnaženost je bila ob poti, kjer je gozd na obeh straneh. Na tej lokaciji je bila ob jasnem vremenu tudi najnižja svetlobna onesnaženost od vseh merjenih lokacij.
3. Razen na sredini smučarske proge je bila svetlobna onesnaženost višja 30. 12. 2018, kot 1. 1. 2018.

## 7.5 Tezno

Tabela 6: Tezno (lasten vir)

pogoji meritev	jasno vreme, brez oblakov, luna ni bila polna
datum	27. 12. 2018/ mag/arc-sec <sup>2</sup>
lokacija	
pred trgovino Hoffer	13,87
na Dogoški cesti med bloki	17,85
na balkonu Dogoške ceste 95	14,92
manjša jasa v gozdu	20,24

Graf 6: Tezno (lasten vir)



Ugotovitve:

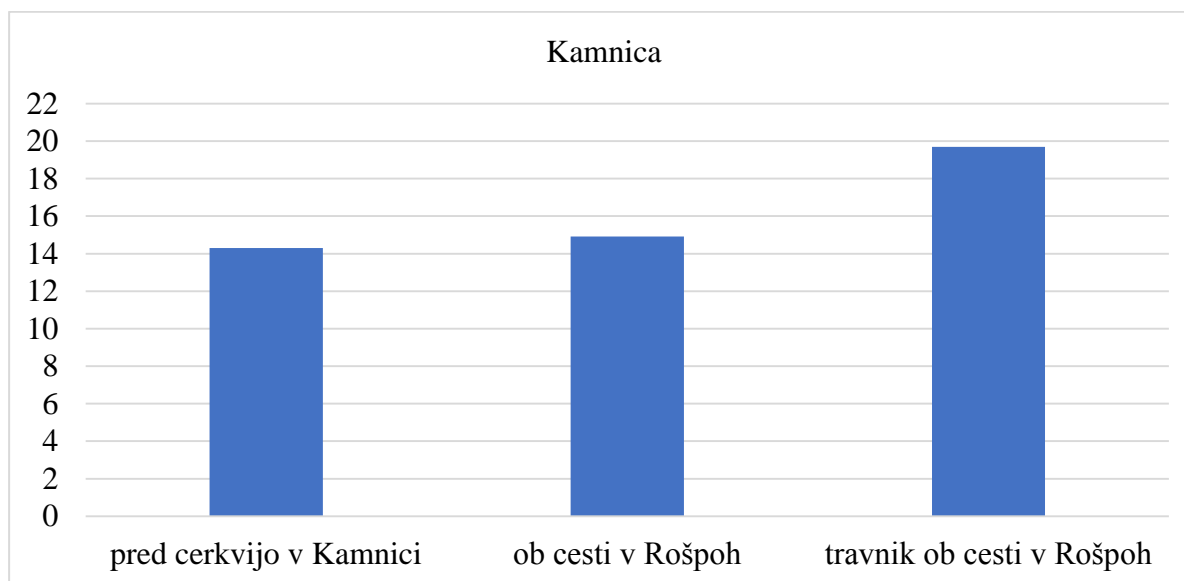
1. Največja svetlobna onesnaženost je bila pred trgovino Hoffer.
2. Najmanjša svetlobna onesnaženost je bila na manjši jasi v gozdu.

## 7.6 Kamnica

Tabela 7: Kamnica (lasten vir)

pogoji meritev	jasno vreme, brez oblakov, luna ni bila polna
datum	29. 12. 2018 /
lokacija	mag/arc-sec <sup>2</sup>
pred cerkvijo v Kamnici	14,3
ob cesti v Rošpoh	14,92
travnik ob cesti v Rošpoh	19,7

Graf 7: Kamnica (lasten vir)



Ugotovitve:

1. Največja svetlobna onesnaženost je bila pred cerkvijo v Kamnici.
2. Najmanjša svetlobna onesnaženost je bila na travniku ob cesti v Rošpoh.

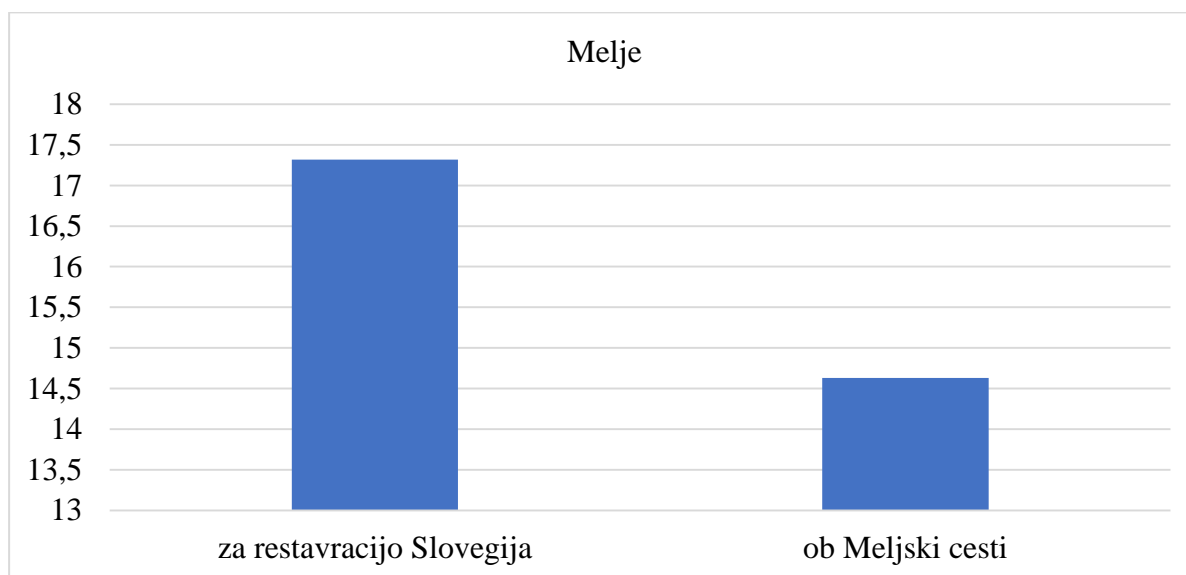


## 7.7 Melje

Tabela 8: Melje (lasten vir)

pogoji meritev	jasno vreme, brez oblakov, luna ni bila polna
datum	29. 12. 2018/ mag/arc-sec <sup>2</sup>
lokacija	
za restavracijo Slovegija	17,32
ob Meljski cesti	14,63

Graf 8: Melje (lasten vir)



Ugotovitve:

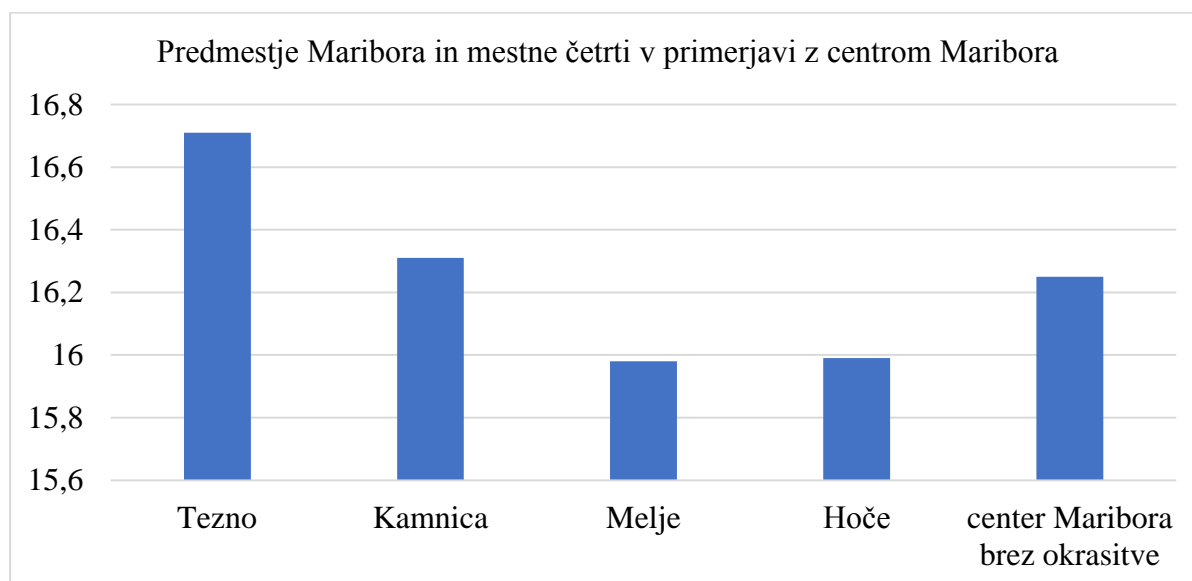
1. Največja svetlobna onesnaženost je bila ob Meljski cesti.
2. Najmanjša svetlobna onesnaženost je bil za restavracijo Slovegija.

## 7.8 Primerjava Tezno – Kamnica – Melje – Hoče s centrom Maribora

Tabela 9: Predmestje Maribora in mestne četrti v primerjavi s centrom Maribora (lasten vir)

pogoji meritev	jasno vreme, brez polne lune, luna ni bila polna	datum
lokacija	mag/arc-sec <sup>2</sup>	
Tezno	16,71	27. 12. 2018
Kamnica	16,31	29. 12. 2018
Melje	15,98	1. 1. 2019
Hoče	15,99	1. 1. 2019
center Maribora brez okrasitve	16,25	11. 10. 2018

Graf 9: Predmestje Maribora in mestne četrti v primerjavi s centrom Maribora (lasten vir)



Ugotovitve:

1. Največja svetlobna onesnaženost je bila v Melju
2. Najmanjša svetlobna onesnaženost je bila na Teznu.

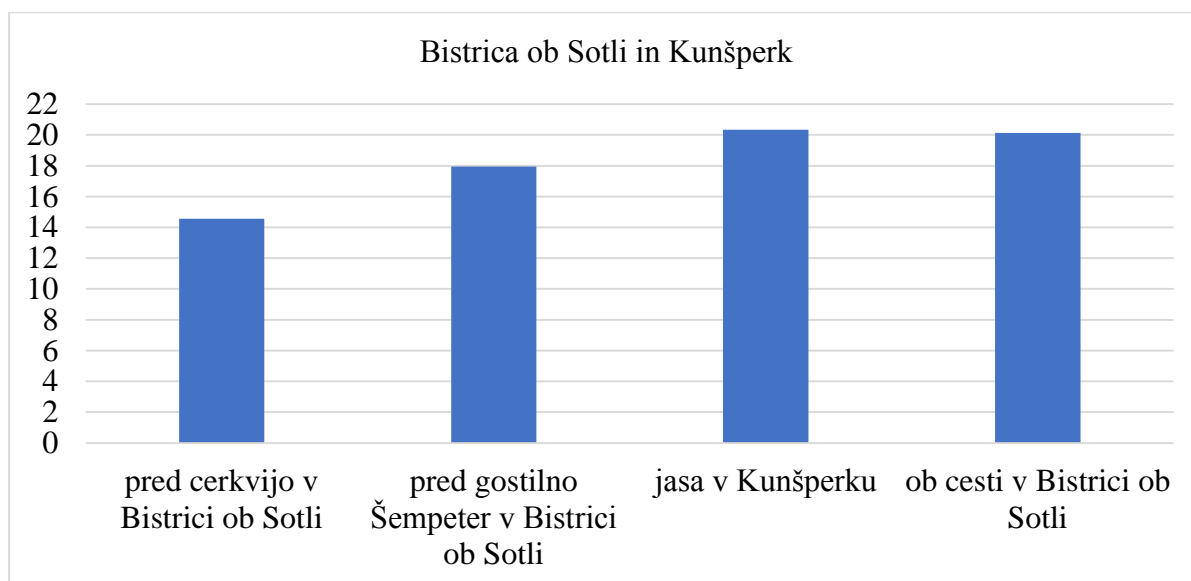
Meritve so si sicer zelo podobne, a ker je meritev premalo, ne moremo zagotovo reči, kateri od teh krajev je najbolj in kateri najmanj onesnažen.

## 7.9 Bistrica ob Sotli in Kunšperk

Tabela 10: Bistrica ob Sotli in Kunšperk (lasten vir)

pogoji meritev	jasno vreme, brez oblakov, luna ni bila polna
datum	25. 12. 2018/ mag/arc-sec <sup>2</sup>
lokacija	
pred cerkvijo v Bistrici ob Sotli	14,57
pred gostilno Šempeter v Bistrici ob Sotli	17,94
jasa v Kunšperku	20,33
ob cesti v Bistrici ob Sotli	20,13

Graf 10: Bistrica ob Sotli in Kunšperk (lasten vir)



Ugotovitve:

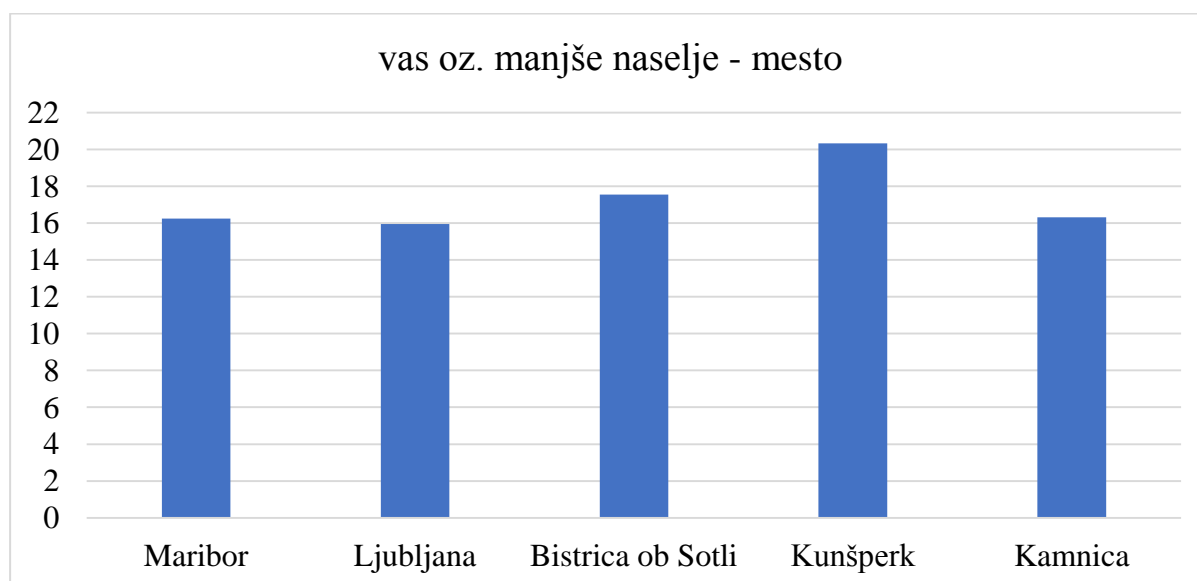
1. Največja svetlobna onesnaženost je bila v prostoru pred cerkvijo. To pa zato, saj so cerkve lahko močno osvetljene.
2. Najmanjša svetlobna onesnaženost je bila na jasi v Kunšperku.

## 7.10 Primerjava vas oz. manjša naselja z mestom

Tabela 11: Vas oz. manjša naselja v primerjavi z mestom (lasten vir)

pogoji meritev	jasno vreme brez oblakov, luna ni bila polna/ mag/arc-sec <sup>2</sup>	datum
Maribor	16,25	11. 10. 2018
Ljubljana	15,95	13. 10. 2018
Bistrica ob Sotli	17,55	25. 12. 2018
Kunšperk	20,33	25. 12. 2018
Kamnica	16,31	29. 12. 2018

Graf 11: Vas oz. manjše naselje v primerjavi z mestom (lasten vir)



Ugotovitve:

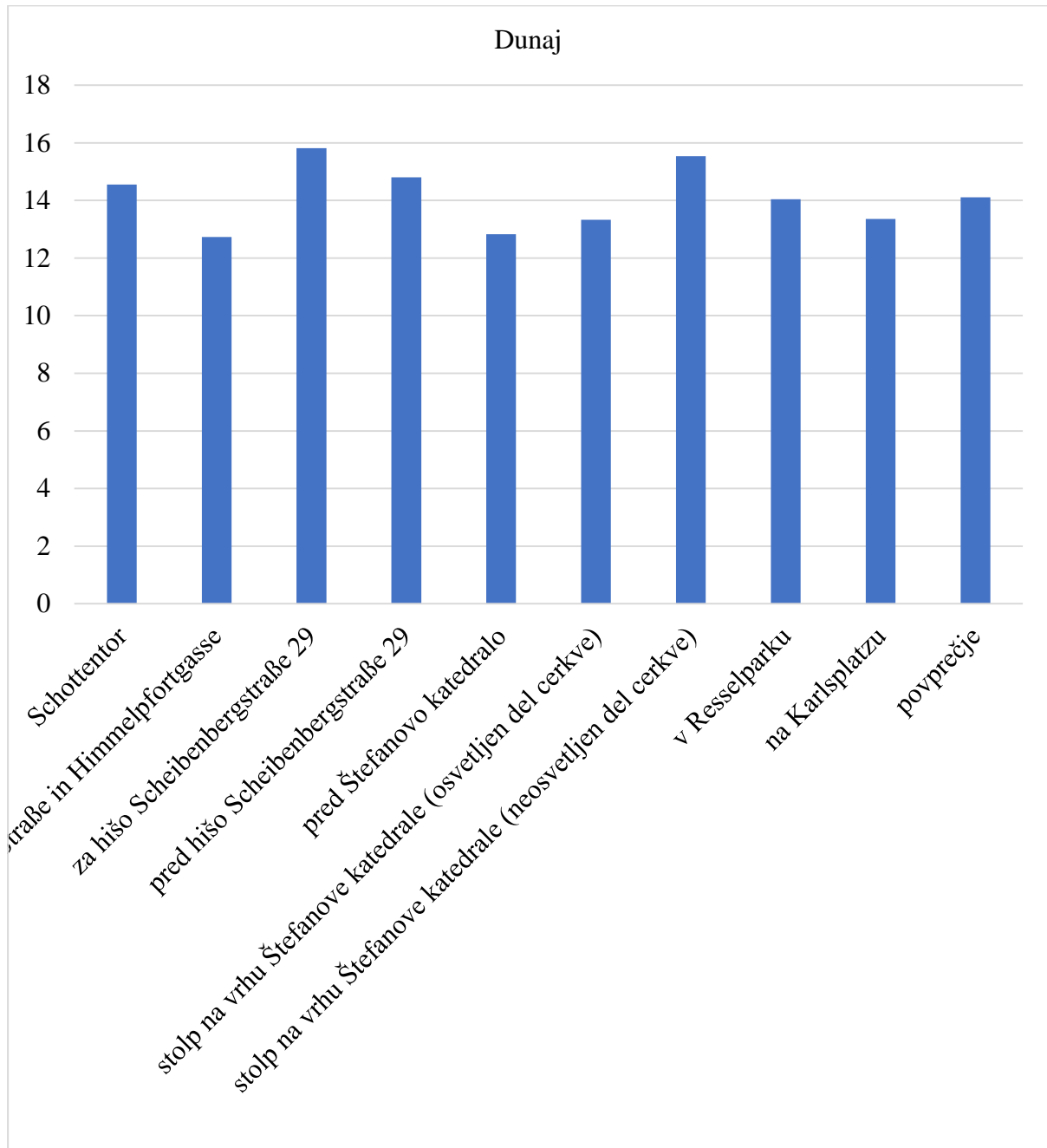
1. Najmanjša svetlobna onesnaženost je bila v Kunšperku.
2. Največja svetlobna onesnaženost je bila v Ljubljani.

## 7.11 Dunaj

Tabela 12: Dunaj (lasten vir)

pogoji meritev	delno oblačno, brez polne lune, luna ni bila polna
datum	
lokacija	29. 10. 2018/ mag/arc-sec <sup>2</sup>
Schottentor	14,55
v centru na stičišču ceste Kärntner StraÙe in Himmelpfortgasse	12,73
za hiÙo ScheibenbergstraÙe 29	15,81
pred hiÙo ScheibenbergstraÙe 29	14,8
pred Štefanovo katedralo	12,83
stolp na vrhu Štefanove katedrale (osvetljen del cerkve)	13,33
stolp na vrhu Štefanove katedrale (neosvetljen del cerkve)	15,53
v Resselparku	14,04
na Karlsplatzu	13,36
povpreãje	14,11

Graf 12: Dunaj (lasten vir)



Ugotovitve:

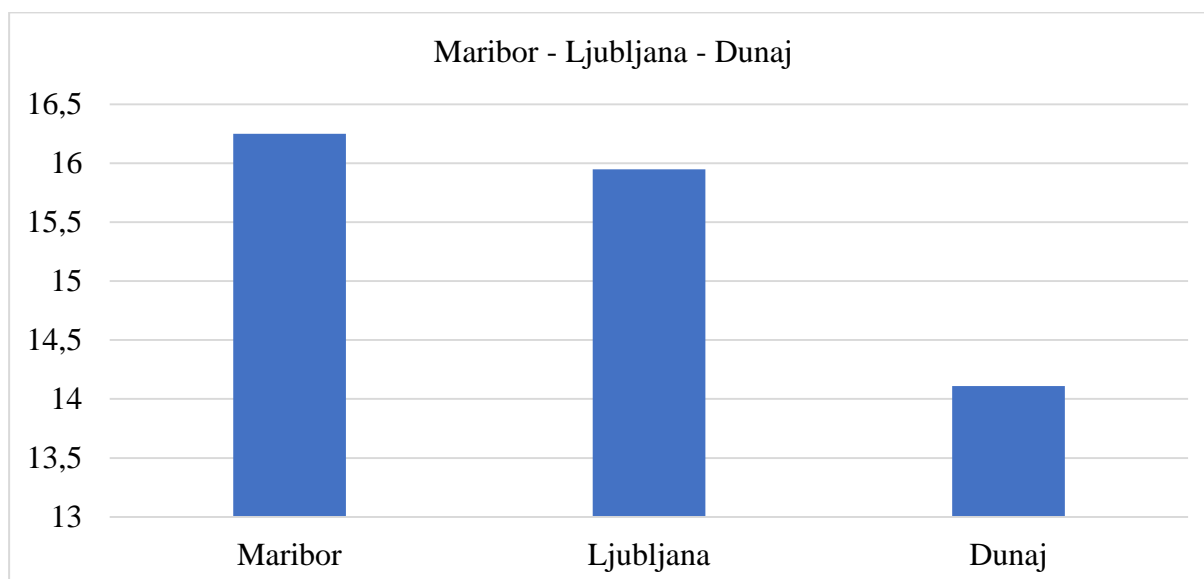
1. Največja svetlobna onesnaženost je bila v Dunaju v centru na stičišču ceste Kärntner Straße in Himmelfortgasse.
2. Najmanjša svetlobna onesnaženost je bila za hišo Scheibenbergstraße 29.

## 7.12 Primerjava Maribora – Ljubljane – Dunaj

Tabela 13: Maribor – Ljubljana – Dunaj (lasten vir)

lokacija	mag/arc-sec <sup>2</sup>	datum/pogoji meritev
Maribor	16,25	11. 10. 2018/ jasno vreme, luna ni bila polna
Ljubljana	15,95	13. 10. 2018/ jasno vreme, luna ni bila polna
Dunaj	14,11	29. 10. 2018/delno oblačno, luna ni bila polna

Graf 13: Maribor – Ljubljana – Dunaj (lasten vir)



Ugotovitve:

1. Največja svetlobna onesnaženost je bila Dunaj.
2. Najmanjša svetlobna onesnaženost je bila Maribor.

Čeprav je iz tabele razvidno, da je svetlobno najbolj onesnažen Dunaj, v to trditev ne moremo biti prepričani, saj je bilo vreme na Dunaju delno oblačno in takrat je svetlobna onesnaženost večja kot ob jasnem vremenu. A mislim, da je bila svetlobna onesnaženost na Dunaju vseeno višja kot v Mariboru in Ljubljani, saj se lokaciji v Mariboru in na Pohorju ob oblačnem vremenu nista spremenili niti za pol mag/arc-sec<sup>2</sup>.



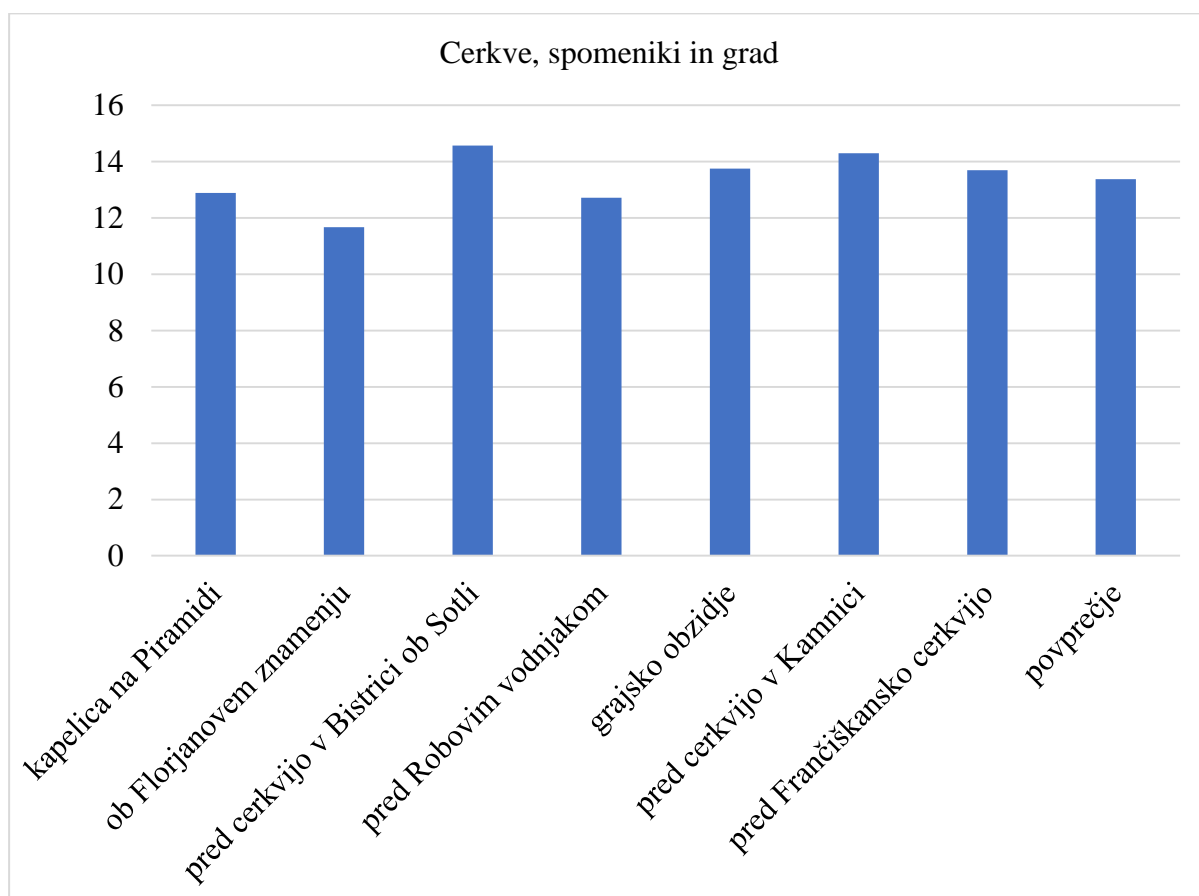
### 7.13 Cerkve, spomeniki in grad

V tej tabeli bom prikazala meritve ob cerkvah, spomenikih in gradu, saj je svetlobna onesnaženost ob njih zelo velika, saj zakoni dovoljujejo, da so močno osvetljeni. Meritve so bile narejena ob različnih datumih, a vse ob jasnem vremenu in luna ni bila polna.

Tabela 14: Cerkev, spomeniki in grad (lasten vir)

pogoji merjenja	jasno vreme, luna ni bila polna	datum
lokacija	mag/arc-sec <sup>2</sup>	
kapelica na Piramidi	12,89	11. 10. 2018
center mesta ob Florjanovem znamenju	11,67	11. 10. 2018
pred cerkvijo v Bistrici ob Sotli	14,57	15. 12. 2018
pred Robovim vodnjakom	12,71	13. 10. 2018
grajsko obzidje	13,75	13. 10. 2018
pred cerkvijo v Kamnici	14,3	29. 12. 2018
pred Frančiškansko cerkvijo	13,69	29. 12. 2018
povprečje	13,37	

Graf 14: Cerkve, spomeniki in grad (lasten vir)



Ugotovila:

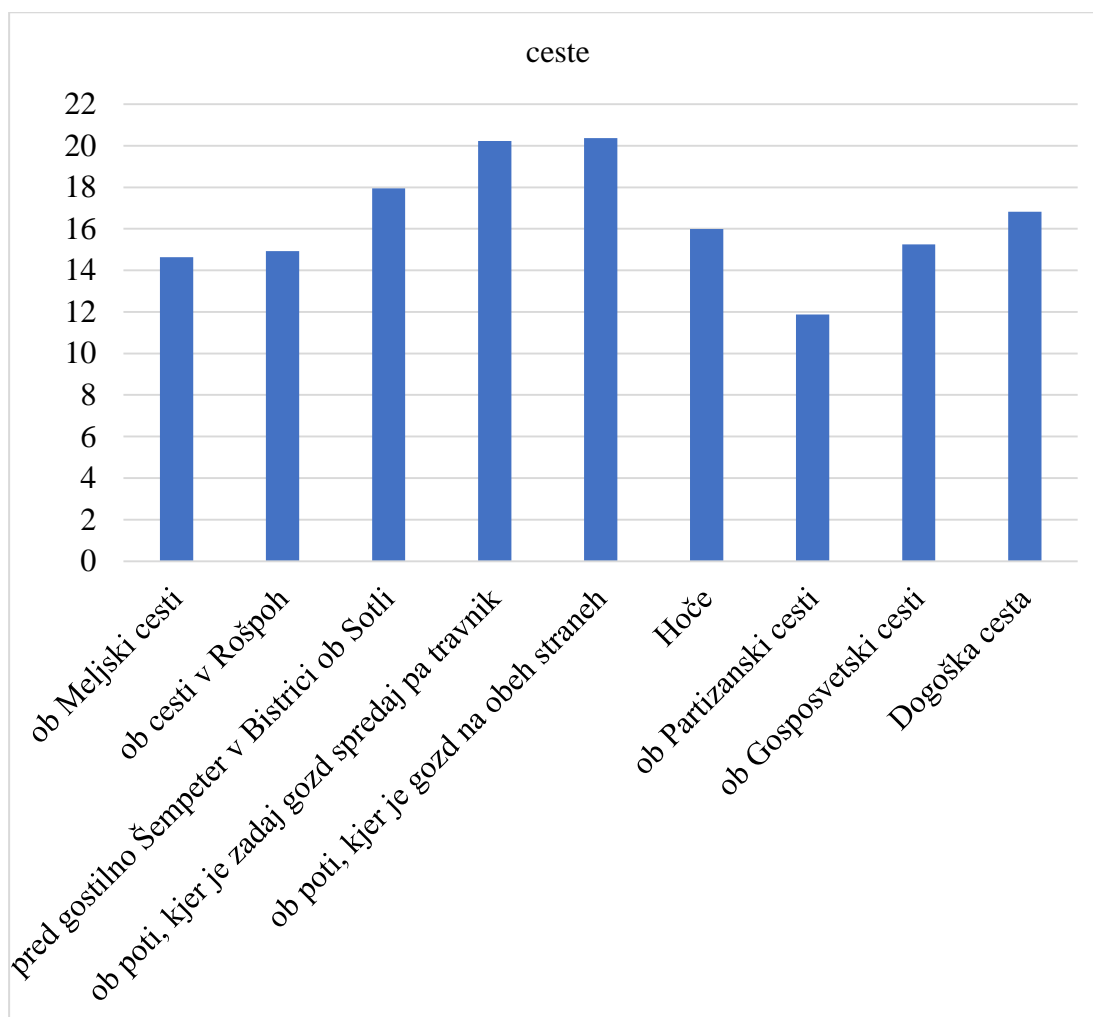
1. Svetlobno onesnaženje ob cerkvah spomenikih in gradu je res veliko.
2. Največje svetlobno onesnaževanje je bila v centru mesta ob Florjanovem znamenju.
3. Najmanjša svetlobna onesnaženost je bila pred cerkvijo v Bistrici ob Sotli.

## 7.14 Ob cestah

Tabela 15: Ob cestah (lasten vir)

pogoji meritev	jasno vreme, luna ni bila polna	datum
lokacija	mag/arc-sec <sup>2</sup>	
ob Meljski cesti	14,63	1. 1. 2019
ob cesti v Rošpoh	14,92	29. 12. 2018
pred gostilno Šempeter v Bistrici ob Sotli	17,94	25. 12. 2018
ob poti, kjer je zadaj gozd spredaj pa travnik	20,23	1. 1. 2019
ob poti, kjer je gozd na obeh straneh	20,37	1. 1. 2019
Hoče	15,99	1. 1. 2019
ob Partizanski cesti	11,87	29. 12. 2018
ob Gosposvetski cesti	15,25	29. 12. 2018
Dogoška cesta	16,82	29. 12. 2018

Graf 15: Ob cestah (lasten vir)



Ugotovitve:

1. Največja svetlobna onesnaženost je bila ob Partizanski cesti.
2. Najmanjša svetlobna onesnaženost je bila ob poti, kjer je gozd na obeh straneh.

Opazimo, da se svetlobna onesnaženost cest precej razlikuje. Medtem ko je ob Partizanski cesti svetlobna onesnaženost precej velika, je na Pohorju kot pričakovano precej manjša.

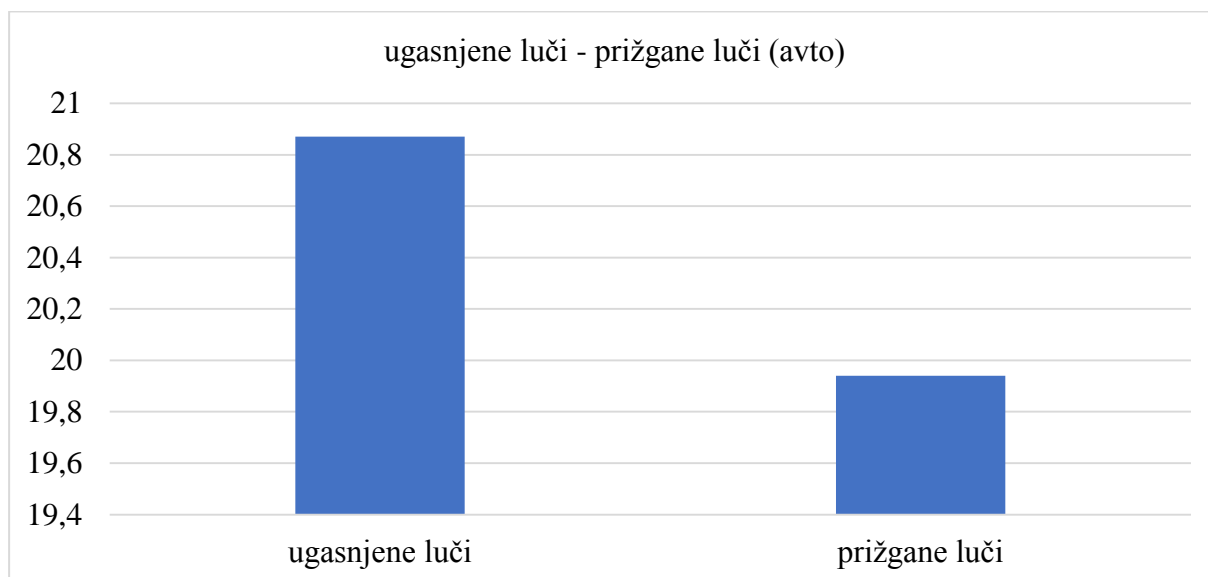
### 7.15 Ugasnjene in prižgane luči avta

Zelo me je zanimalo kakšna je razlika ob prižigu avtomobila, zato sem na lokaciji na Pohorju, ki sem jo poimenovala ob poti, kjer je zadaj gozd spredaj pa travnik naredila primerjavo. Primerjavo sem naredila 1. 1. 2019, ko je bilo vreme jasno in ni bilo polne lune.

Tabela 16: Ugasnjene in prižgane luči, avto (lasten vir)

ugasnjene luči	prižgane luči
20,87 mag/arc-sec <sup>2</sup>	19,94 mag/arc-sec <sup>2</sup>

Graf 16: Ugasnjene in prižgane luči, avto (lasten vir)



Ugotovitve:

1. Luči avta zelo vplivajo na onesnaženost zraka, tako se je onesnaženost spremenila za skoraj en mag/arc-sec<sup>2</sup>, česar nisem predvidevala. Mislím pa, da če bi isto meritev naredila na bolj osvetljeni lokaciji, razlika ne bi bila tako velika kot na Pohorju, kjer je zelo temno.

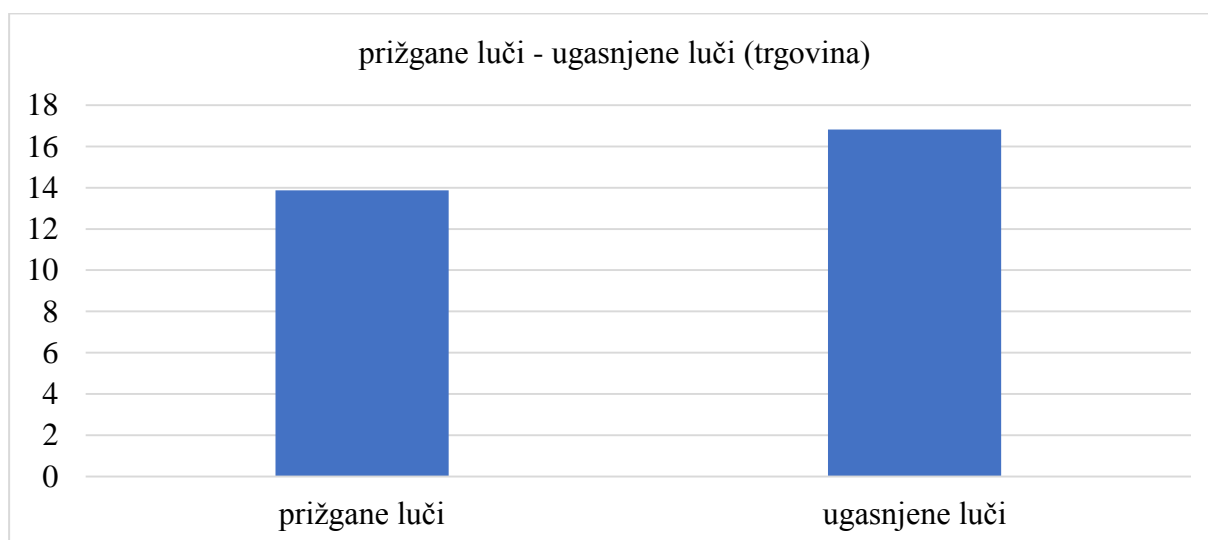
## 7.16 Ko je trgovina odprta in ko je trgovina zaprta

Naredila sem primerjavo, kakšna je razlika med odprto trgovino Hoffer ko so luči prižgane in ko je zaprta in so luči večinoma ugasnjene. Obe meritvi sta bili narejeni ob jasnem vremenu.

Tabela 17: Prižgane in ugasnjene luči, trgovina (lasten vir)

27.12.2018	
prižgane luči	ugasnjene luči
13,87 mag/arc-sec <sup>2</sup>	16,82 mag/arc-sec <sup>2</sup>

Graf 17: Prižgane in ugasnjene luči trgovina (lasten vir)



Ugotovitve:

1. Prižgane luči v trgovini močno vplivajo na onesnaženost zraka. Razlika med prižganimi in ugasnjenimi lučmi je skoraj 3 mag/arc-sec<sup>2</sup>.

## 8 INTERPRETACIJA REZULTATOV

### 8.1 Hipoteze:

1. V Mariboru je najmanjša svetlobna onesnaženost na travniku na Piramidi.

To hipotezo sem zavrgla, saj je bila na podlagi rezultatov najmanjša svetlobna onesnaženost pri igralih v parku. Čeprav na obeh lokacijah v bližini ni luči, so v parku pri igralih na eni strani drevesa, na drugi strani pa igrala in majhen hrib, travnik na Piramidi pa je z ene strani obdan z gozdom iz druge pa ne in iz tiste strani se vidi, kako iz mesta prihaja svetlobna onesnaženost. Je pa lokacija na travniku na Piramidi druga najmanj onesnažena lokacija. Skozi raziskavo sem ugotovila, da ima velik pomen za manjšo svetlobno onesnaženost gozd oz. drevesa. Lokacije, ki jih obdaja gozd ali je gozd vsaj na eni strani, so mnogo manj onesnažene, kot lokacije, kjer gozda ni. Da je gozd zelo pomemben dejavnik lahko vidimo tudi na lokacijah ob cesti na Pohorju. Kjer je gozd na obeh straneh ceste, je svetlobna onesnaženost v povprečju manjša kot na lokaciji, kjer je gozd samo na eni strani. Tudi v parku pri igralih je gozd na obeh straneh med tem ko je na travniku na Piramidi samo na eni strani. Do Piramide na travniku prihaja svetloba še iz Maribora, kar vidimo tudi na sliki 15 v prilogi, na Pohorju pa prihaja svetloba iz Hoč.

2. V Mariboru je največja svetlobna onesnaženost v centru mesta ob Florjanovem znamenju.

To hipotezo sem zavrgla, saj je bila na podlagi rezultatov najbolj onesnažena lokacija na trgu Leona Štuklja. Se pa je lokacija v centru mesta ob Florjanovem znamenju v povprečju razlikovala samo za 0,1 mag/arc-sec<sup>2</sup>.

3. Ljubljana je bolj svetlobno onesnažena kot Maribor.

To hipotezo sem na podlagi rezultatov delno potrdila, saj je bil Maribor manj svetlobno onesnažen kot Ljubljana v oktobru, a bolj svetlobno onesnažen v decembru in januarju.

4. V oktobru je manj svetlobne onesnaženosti kot v decembru in januarju.

To hipotezo sem na podlagi rezultatov delno potrdila. Saj je bila v Mariboru svetlobna onesnaženost večja v decembru kot oktobru, v Ljubljani pa je bila svetlobna onesnaženost večja v oktobru kot v decembru. Nad rezultati sem presenečena, saj sem mislila, da bo

onesnaženost opazno večja v decembru in januarju, saj je v teh dveh mesecih še okrasitev z novoletno razsvetljavo. Mislim, da je v Ljubljani do takšnih rezultatov prišlo, saj so v strogem centru mesta zaradi novoletne razsvetljave izključili del javne razsvetljave. Tako je tudi poraba električne energije ostala v podobnih okvirih kot čez celo leto.

5. Ob oblačnem vremenu je svetlobna onesnaženost večja kot pri jasnem vremenu.

To hipotezo sem na podlagi rezultatov potrdila, saj so bile lokacije v Mariboru ter na Pohorju, kjer sem merila ob jasnem in oblačnem vremenu, ob oblačnem vremenu bolj onesnažene kot ob jasnem vremenu. V Mariboru je zraven oblačnega vremena bila tudi polna luna, a mislim, da ni bistveno vplivala na spremembe onesnaženja, saj je bila večino časa skrita za oblaki.

6. Predmestje in mestne četrti Maribora so svetlobno manj onesnažene kot center mesta.

To hipotezo sem na podlagi rezultatov delno potrdila, saj sta bila Tezno in Kamnica manj onesnažena kot Maribor, Hoče in Melje pa bolj onesnažena kot Maribor. Mislim, da sem naredila v Hočah in Melju premalo meritev, da bi lahko zagotovo rekla, da sta bolj svetlobno onesnažena kot Maribor.

7. Vas oz. manjše naselje je svetlobno manj onesnaženo kot mesto.

To hipotezo sem lahko na podlagi rezultatov potrdila, saj so bile vasi in manjša naselja manj svetlobno onesnažena kot mesti. Takšne rezultate sem pričakovala, saj so mesta po navadi zelo svetla, vasi pa po navadi precej temne.



## 8.2 Zanimivosti:

### 1. Najmanj in najbolj svetlobno onesnaženi lokaciji

Najmanj in najbolj svetlobno onesnaženi lokaciji sta bili na Pohorju. Najmanj svetlobno onesnaženo je bilo ob poti, kjer je gozd na obeh straneh, najbolj svetlobno onesnaženo pa je bilo ob robu smučarske proge.

### 2. Cerkev, spomeniki in grad

Ugotovila sem, da je ob cerkvah, spomenikih in gradovih na podlagi mojih primerov zelo svetlobno onesnaženo. Vse cerkve, spomeniki in gradovi imajo manj kot petnajst mag/arc-sec<sup>2</sup>. Tako veliko onesnaženje je zato, ker je dovoljeno, da so močno osvetljeni.

### 3. Ceste

Pri cestah so na podlagi mojih rezultatov rezultati zelo različni. V centru mesta Maribor je svetlobna onesnaženost zelo velika, medtem ko je na Pohorju, kjer je gozd na obeh straneh ceste, najmanjša onesnaženost od vseh krajev, na katerih sem merila.

### 4. Prižgane in ugasnjene luči avta

Razlika medtem, ko so luči avta prižgane in ugasnjene, je precejšna, saj se je svetlobna onesnaženost s prižigom luči avta povečala skoraj za en mag/arc-sec<sup>2</sup>. Ta poskus sem naredila na temnem kraju na Pohorju, a mislim, da razlika na svetlejšem kraju ne bi bila tako zelo velika.

### 5. Ko je trgovina odprta in ko je zaprta

Razlika med trgovino Hoffer, ko je odprta in ima prižgane luči, in ko je zaprta in so luči večinoma ugasnjene, je zelo velika, saj se je z zaprtjem trgovine onesnaženost zmanjšala skoraj za tri mag/arc-sec<sup>2</sup>. Da trgovina tako zelo zmanjša svetlobno onesnaženost, ko se zapre, se mi zdi zelo pohvalno.

## 9 ZAKLJUČEK

Svetlobno onesnaževanje okolja je torej vsa svetloba, ki povečuje naravno osvetljenost okolja. Svetlobno onesnaževanje škoduje na različne načine. Pri živalih vpliva na njihov dnevni ritem in lahko povzroči dezorientacijo. Pri rastlinah in pri ljudeh vpliva na spanje in počutje, ter zaradi pomanjkanja izločanja melatonina povzroča različne bolezni. Ljudi moti tudi pri astronomskem opazovanju in zaradi bleščanja moti pri vožnji.

V svoji raziskovalni nalogi sem primerjala svetlobno onesnaženost na različnih lokacijah. Primerjala sem mesta, predmestja, mestne četrti, vasi, naselja, različna časovna obdobja in vremenske pojave.

Ugotovila sem, da:

- zaradi različnega meseca svetlobna onesnaženost ne bo nujno večja;
- da sta Maribor in Ljubljana približno enako svetlobno onesnažena;
- da sta vas oz. manjše naselje manj onesnažena od mesta a za predmestje in mestne četrti tega ne moremo reči;
- da je ob oblačnem vremenu svetlobna onesnaženost večja;
- da je svetlobna onesnaženost zelo velika na nočni smučarski progi;
- da je ob cerkvah, spomenikih in gradovih svetlobno zelo onesnaženo;
- da na svetlobno onesnaženost vplivajo tudi luči avta;
- da zaprtje in ugašanje luči v trgovini močno vpliva na zmanjšanje svetlobne onesnaženosti;

## **10 DRUŽBENA ODGOVORNOST**

Mislím, da ta raziskovalna naloga izraža družbeno odgovornost, saj nas nauči, kako slabo ravnamo z okoljem. S svetlobno onesnaženostjo ne škodujemo samo rastlinam in živalim, temveč tudi samim sebi. Tako veliko število svetilk ne pomaga, ampak na različne načine škoduje. Stanje se je v Sloveniji s sprejetjem uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja nekoliko izboljšala, a je svetlobna onesnaženost še vedno zelo visoka in nameščene svetilke niso prave.

## 11 VIRI IN LITERATURA

### Knjižni viri:

- Svetlobno onesnaženje in energetska učinkovita zunanja razsvetljava, Temno nebo Slovenije; povzeto 20.11.2018
- Uradni list Republike Slovenije, Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja; povzeto 15.09.2018
- Škodljivi vplivi svetlobnega onesnaževanja na živa bitja, Silva Marlot, 2006; povzeto 26.1.2019
- Geografska analiza svetlobnega onesnaževanja, Mario Grdić, 2010; povzeto 26.1.2019
- Uporabna statistika, Katarina Košmelj, 2007, povzeto 27.1.2019
- Svetlobna onesnaženje, 2001, Odbor za infrastrukturo in okolje, Bevk idr.; povzeto 27.1.2019 SVETLOBNA ONESNAŽENOST NA OBMOČJU MARIBORA, Igor Žiberna, 2016; povzeto 27.1.2019
- Svetlobno onesnaženje, 2016, Tomo Drevenšek; povzeto 28.1.2019
- Naravi prijaznejša razsvetljava objektov kulturne dediščine (cerkva), Društvo Temno nebo Slovenije, Andrej Mohar, Maja Zgamažster, Rudi Verovnik, Barbara Bolta Skaberne, 2014; povzeto 29.1.2019

### Spletni viri:

- <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED4520>, Pravno-informacijski sistem republike Slovenije; povzeto 15.09.2018
- <http://www.abczdravja.si/index.php/8-novice/412-brez-melatonina-ni-dobrega-spanja>, Maja Korošak, 2017; povzeto 8.11.2018
- <https://sl.wikipedia.org/wiki/Melatonin>; povzeto 8.11.2018
- <http://nenadkojic.com/spanje-4/>; Nenad Kojič, povzeto 8.11.2018

- <https://svetlobnoonesnazevanje.wordpress.com/2016/02/23/posledice-svetlobnega-onesnazevanja-4/>, Žiga Remškar, 2016; povzeto 8.11.2018
- [http://www.mop.gov.si/si/delovna\\_podrocja/svetlobno\\_onesnazenje/uredba\\_o\\_mejnih\\_vrednostih\\_svetlobnega\\_onesnazevanja\\_okolja](http://www.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/svetlobno_onesnazenje/uredba_o_mejnih_vrednostih_svetlobnega_onesnazevanja_okolja), Ministrstvo za okolje in prostor; povzeto 15.09.2018
- <http://www.statistik.si/storitve/statisticne-analize-testi/t-test/>; povzeto 27.1.2018
- <https://www.benstat.si/blog/t-test/>, Špela Oman; povzeto 27.1.2019
- <https://www.dnevnik.si/1042499186>; povzeto 29.1.2019

#### Viri slik:

Slika 1: Igor Žiberna

Slika 2: Word

Slika 3: Svetlobno onesnaženje in energetska učinkovita zunanja razsvetljava, Društvo temno nebo Slovenije, 2009

Slika 16: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Natrijeva\\_svetilka](https://sl.wikipedia.org/wiki/Natrijeva_svetilka); 29.1.2019

#### Viri Zemljevidov:

Zemljevid 1:

<https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1L2tWrpqzIU3cGAmD3ZpCx28Nd0SRsNj&ll=46.56785570228798%2C15.62513776073365&z=13>

Zemljevid 2:

<https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1aSrmMQ2fWmzteAY9AdMBMLrpqxAJKdsb&ll=46.564510468767%2C15.623639881153622&z=13>

Zemljevid 3:

<https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1MJ0miMtMuxpb41QOjKcKSNgBIywcUVPe&ll=46.05092514733161%2C14.50207069999999&z=15>

Zemljevid 4, 5: <https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1W95OvA3t-0p4wYCYNDA-YfUzEwWkYkng&ll=46.50326378789498%2C15.603686453442378&z=12>

Zemljevid 6:

<https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1mB4L0y0X0Wfj10MMGyqfHm6YMBYDiXr0&ll=46.52788370773956%2C15.680689137033141&z=14>

Zemljevid 7: [https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1nu8rC-](https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1nu8rC-yOWQ0HUTyaiej1au23XztYIvcb&ll=46.574394837496556%2C15.61284164999995&z=17)

[yOWQ0HUTyaiej1au23XztYIvcb&ll=46.574394837496556%2C15.61284164999995&z=17](https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1nu8rC-yOWQ0HUTyaiej1au23XztYIvcb&ll=46.574394837496556%2C15.61284164999995&z=17)

Zemljevid 8:

<https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1Em7OVzBKra02cOwQZItjn7YHbad4-Y26&ll=46.560609397234614%2C15.664320933509316&z=18>

Zemljevid 9:

<https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1daRTxW1kllCzsJ16pSdRJu4RNPXJsfQA&ll=46.058576175405896%2C15.686933825054552&z=13>

Zemljevid 10,11:

<https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=17uzaKrC5LZUdVAAiFTiqBVngU-w-IeVg&ll=48.21341496735623%2C16.342291650376865&z=13>

Zemljevid 12:

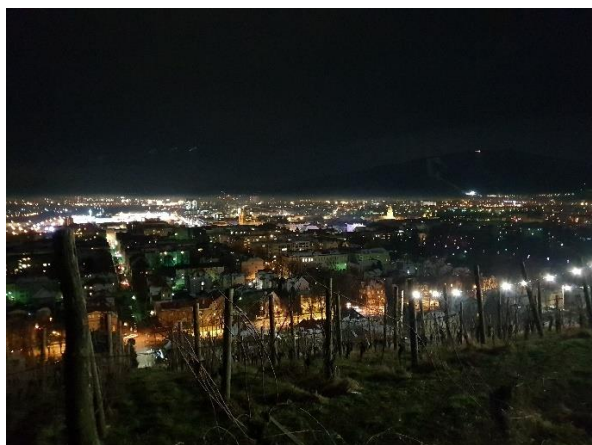
<https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1JbS7Y1AxjdBVaBqZedKuO8VUFoeWbLJv&ll=46.29880881408027%2C15.139663440624986&z=7>

Zemljevid 13, 14: Slika 12,13: SVETLOBNA ONESNAŽENOST NA OBMOČJU MARIBORA, Igor Žibera, 2016; povzeto 1.2.2019

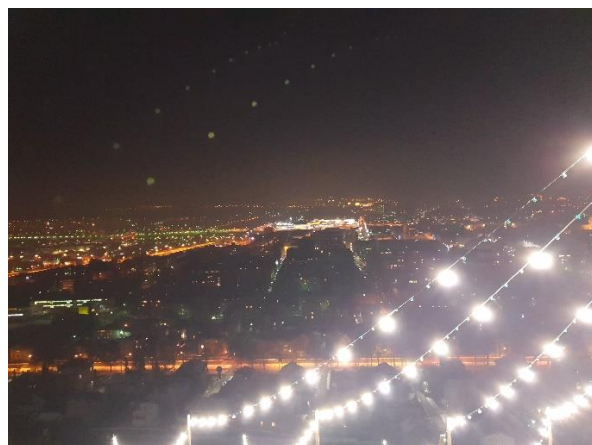
Zemljevid 15:

<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=8&lat=5796637&lon=1686714&layers=0BTFFFFFFFFFFF>; povzeto 1.2.2019

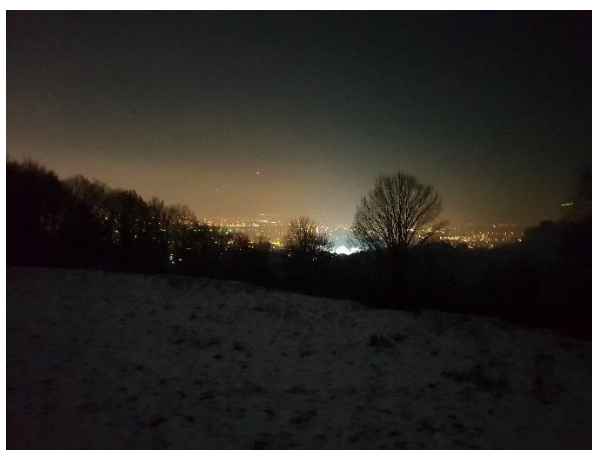
## 12 PRILOGA



Slika 14: Slika Maribora s Piramide. (lasten vir)



Slika 15: Slika Maribora z vrha Piramide. (lasten vir)



Slika 16: Slika s travnika na Piramidi. (lasten vir)



Slika 17: Slika Maribora s Pohorja. (lasten vir)



Slika 18: Slika s strehe Kersnikove ulice 10. (lasten vir)

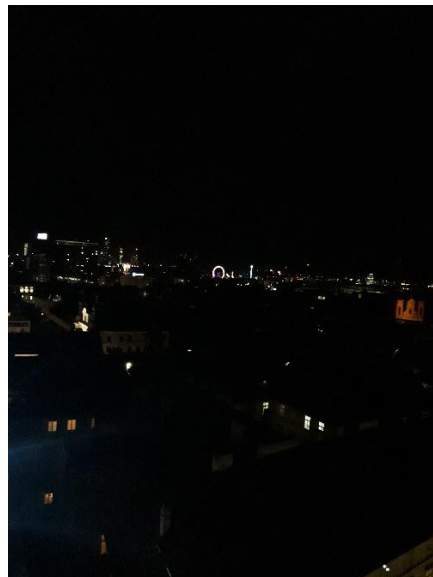


Slika 19: Slika Ljubljane z Nebotičnika. (lasten vir)





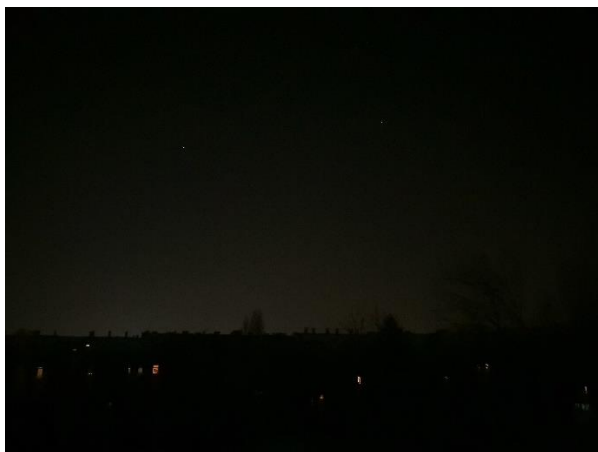
Slika 20: Slika Ljubljane z Grajskega griča. (lasten vir)



Slika 21: Slika Dunaja z vrha stolpa Štefanove katedrale. (lasten vir)



Slika 22: Slika narejena 23.1.2019 ob 11ih zvečer, ko je vreme oblačno in je na tleh sneg.  
(lasten vir)



Slika 23: Slika narejena 24.1.2019 ob 11-ih zvečer, ob jasnem vremenu. (lasten vir)

Slika 26 in 27 sta narejeni na isti lokaciji, obe ob enajstih zvečer prva 23.1.2019 druga pa 24.1.2019, a je med njima velika razlika. Do takšne razlike je prišlo, saj so na prvi sliki na nebu oblaki na tleh pa sneg. Od obeh pa se svetloba zelo odbija. Na drugi sliki na nebu oblakov ni bilo, na tleh pa je še vedno bil sneg, a je svetlobna onesnaženost mnogo manjša kot prvi dan. Če dobro pogledamo se predvsem na drugi sliki vidi svetlobna kupola iz centra mesta.



Slika 24: Merjenje s Sky Quality Metrom. (lasten vir)



Slika 25: Svetlobno onesnaženje zaradi ognjemeta. (lasten vir)