

# TEMNO NEBO NAD OBMOČJEM CELJA – MED ŽELJO IN REALNOSTJO

Svetlobno onesnaženje na območju Celja



Raziskovalna naloga

Avtor: Dejan Kokanović, 3. letnik

Mentorica: Nataša Marčič, prof.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2021

# **TEMNO NEBO NAD OBMOČJEM CELJA – MED ŽELJO IN REALNOSTJO**

## **Svetlobno onesnaženje na območju Celja**

### **Raziskovalna naloga**

**Avtor: Dejan Kokanović, 3. letnik**

**Mentorica: Nataša Marčič, prof.**

**Področje: geografija**

**Mestna občina Celje, Mladi za Celje**

**Celje, 2021**

## Zahvala

Iskreno se zahvaljujem vsem, ki so sodelovali in pripomogli k nastanku raziskovalne naloge.

Teji Bezgovšek, ki mi je svetovala pri izboru literature in načrtovanju naravoslovnega dneva, vsem anketirancem in intervjuvancem, še posebej Juretu Ocvirku z Mestne občine Celje za posredovano strokovno gradivo. G. Tariku Mujačiču s TIC-a, ker mi je omogočil slikanje panorame Celja s Celjskega gradu in g. Gorazdu Boškani, za posredovano panoramsko fotografijo z Grmade nad Celjem.

Profesorici Alenki Prebičnik Sešel za lektoriranje.

Posebna zahvala mentorici Nataši Marčič za usmerjanje in spodbudo pri raziskovanju.

## **Povzetek**

Svetlobno onesnaženje škoduje vsem živimi bitjem, tudi nam ljudem. Večinoma se vpliva svetlobnega onesnaženja na nas in okolico sploh ne zavedamo. Razlogi za svetlobno onesnaženje so neustrezna razsvetljava in njena prekomerna uporaba. Z uporabo bolj ekološke razsvetljave lahko svetlobno onesnaženje zmanjšamo.

V svoji nalogi sem želel raziskati, kako je svetlobno onesnaženo območje mesta Celje, kateri so glavni viri onesnaženja, kakšni so ukrepi za njegovo zmanjšanje ter katera območja so najbolj onesnažena.

S pomočjo anket, literature, terenskega dela, intervjujev sem ugotovil, da je glede na meritve sija neba območje Celja precej svetlobno onesnaženo. MOC je že leta 2018 sprejel načrt javne razsvetljave, s katerim bi naj zmanjšali delež neekoloških svetilk, ki v Celju še vedno prevladujejo. Po izdelavi karte svetlobnega onesnaženja sem ugotovil, da je največja razlika v onesnaženosti med ruralnimi in urbani predeli.

Ugotovil sem, da je sicer večina prebivalcev MOC seznanjena s pojmom, vendar ga ne dojemajo kot velik ekološki problem, zato sem pripravil načrt za izpeljavo naravoslovnega dne, s katerim bi lahko povečali ozaveščenost o tej problematiki med učenci in dijaki.

## Kazalo vsebine

Zahvala .....	3
Povzetek .....	4
Kazalo vsebine .....	5
Kazalo slik .....	7
Kazalo tabel .....	10
Kazalo grafov .....	10
1 Uvod .....	11
1.1 Izbor in cilji raziskovalnega dela .....	11
1.2 Hipoteze .....	11
1.3 Metode dela .....	11
2 Lega preučevanega območja .....	14
3 Kaj je svetloba? .....	15
3.1 Naravna svetloba .....	16
3.2 Umetna svetloba .....	16
3.2.1 Žarnice .....	16
3.3 Pomen svetlobe .....	19
4 Svetlobno onesnaženje .....	20
4.1 Kaj je svetlobno onesnaženje .....	20
4.2 Vzroki svetlobnega onesnaženja .....	20
4.2.1 Javna razsvetljava .....	20
4.2.1.1 Zgodovina javne razsvetljave .....	20
4.2.1.2 Tipi svetilk javne razsvetljave .....	21
4.2.1.3 Barvni spekter svetilk javne razsvetljave .....	22
4.2.2 Oglaševalski panoji .....	23
4.2.3 Osvetljevanje kulturne dediščine .....	24
4.3 Širjenje svetlobe v atmosferi .....	25
4.4 Posledice svetlobnega onesnaženja .....	26
4.4.1 Vpliv na zdravje ljudi .....	27
4.4.2 Vpliv na živali .....	27
4.4.3 Vpliv na astronomska opazovanja .....	27
4.5 Ukrepi proti svetlobnemu onesnaženju .....	28
4.5.1 Uredba RS in načrt MOC .....	28

4.6 Merjenje sija neba.....	29
5 Anketni vprašalnik .....	30
5.1 Zbiranje podatkov in vzorec za anketo izpostavljenost umetni svetlobi v domačem okolju .....	31
5.2 Izpostavljenost umetni svetlobi v domačem okolju .....	31
5.3 Zbiranje podatkov in vzorec za anketo Svetlobno onesnaženje v Mestni občini Celje ..	37
5.4 Svetlobno onesnaženje v Mestni občini Celje .....	37
6 Popis javne razsvetljave .....	43
6.1 Popis javne razsvetljave v stanovanjskih soseskah Nova vas in Dečkovo naselje.....	43
6.2 Popis javne razsvetljave v Mestni četrti Center.....	51
7 Viri svetlobnega onesnaženja na območju Celja.....	63
7.1 Kulturna dediščina in dekorativna osvetljava.....	63
7.2 Nakupovalna središča in osvetljeni napisi.....	65
7.3 Neustrezne svetilke javne razsvetljave .....	68
8 Meritve sija neba v smeri zenita.....	71
9 Panoramske fotografije mesta Celja in okolice .....	76
9.1 Razgledni stolp .....	77
9.2 Gostilna pri Kmetec .....	79
9.3 Friderikov stolp.....	80
10 Intervju .....	82
10.1 intervju z g. Ocvirkom.....	82
11 Razprava in zaključek .....	83
11.1 Predlogi.....	87
12 Viri in literatura .....	88
13 Priloge .....	92
Priloga 1: Anketni vprašalnik izpostavljenost umetni svetlobi v domačem okolju .....	92
Priloga 2: Anketni vprašalnik svetlobno onesnaženje v Mestni občini Celje .....	95
Priloga 3: Delovni list – Popis svetilk javne razsvetljave na določenem območju .....	98
Priloga 4: PowerPoint predstavitev – Svetlobno onesnaženje.....	101
Priloga 5: Delovni list – Vprašanja po PP predstavitvi .....	105

## Kazalo slik

Slika 1 – Fotografiranje mesta Celja s Celjskega gradu [4] .....	12
Slika 2 – Mestna občina Celje [9] .....	14
Slika 3 – Spekter elektromagnetnega valovanja [10] .....	15
Slika 4 – Sonce [16] .....	16
Slika 5 – Barvni spekter žarnic [18] .....	17
Slika 6 – LED žarnica [19] .....	17
Slika 7 – Halogenska žarnica [20] .....	18
Slika 8 – Varčna žarnica [21] .....	18
Slika 9 – Navadna žarnica [22] .....	18
Slika 10 – Neprimerno osvetljena spalnica [25] .....	19
Slika 11 – "Staromodna razsvetljava" [29] .....	21
Slika 12 – Horizontalna ravnina [32] .....	21
Slika 13 – Delno zasenčena svetilka [23] .....	22
Slika 14 – Nezasenčena svetilka [23] .....	22
Slika 15 – Popolnoma zasenčena svetilka [23] .....	22
Slika 16 – Rayleighovo sipanje [34] .....	22
Slika 17 – LED prikazovalnik v Mestni četrti Dečkovo naselje [4] .....	23
Slika 18 – Dekorativna razsvetljava v Celju med novoletnimi prazniki [4] .....	24
Slika 19 – Širjenje umetne svetlobe po atmosferi [2] .....	25
Slika 20 – Lambertova porazdelitev [2] .....	26
Slika 21 – Del Evrope s Slovenijo iz vesolja [38] .....	26
Slika 22 – Osrednji del Mlečne ceste na Črnem vrhu [40] .....	27
Slika 23 – Osrednji del Mlečne ceste na Cresu [40] .....	27
Slika 24 – Nezasenčena svetilka v Celju .....	28
Slika 25 – Bortleova lestvica [42] .....	29
Slika 26 – Območje popisa javne razsvetljave v mestnih četrtih Dečkovo naselje in Nova vas [9] .....	43
Slika 27 – Svetilka G500 PM1 v Novi vasi [4] .....	44
Slika 28 – Območje, kjer prevladujejo svetilke G500 PM1 .....	44
Slika 29 – Svetilka Lunoide 250 v Novi vasi [4] .....	45
Slika 30 – Območje, kjer prevladujejo svetilke Lunoide 150/250 .....	45

Slika 31 – Svetilka Grah LSL v Novi vasi [4] .....	46
Slika 32 – Uporaba svetilk Grah LSL v krožišču [4] .....	46
Slika 33 – Območja, kjer prevladujejo svetilke Grah LSL .....	46
Slika 34 – Svetilka Axial na Novem trgu (pogled proti Škapinovi) [4].....	47
Slika 35 – Območja, kjer se nahajajo svetilke Axial.....	47
Slika 36 – LED svetilka na parkirišču trgovine Lidl v Novi vasi [4].....	48
Slika 37 – Območje trgovine Lidl v Novi vasi.....	48
Slika 38 – Svetilka Modus LV S na Novem trgu [4] .....	49
Slika 39 – Območja, kjer prevladujejo neustrezne oz. ustrezne svetilke javne razsvetljave v stanovanjskih soseskah Nova vas in Dečkovo naselje .....	50
Slika 40 – Območje popisa javne razsvetljave v MČ Center .....	51
Slika 41 – Svetilke G500 PM1 pri cerkvi sv. Danijela [4].....	52
Slika 42 – Območja, kjer prevladujejo svetilke G500 PM1 .....	52
Slika 43 – Svetilke Iguzzini pred hotelom Evropa [4] .....	53
Slika 44 – Območja, kjer prevladujejo svetilke Iguzzini .....	53
Slika 45 – Svetilka Siteco v mestni četrti Center [4] .....	54
Slika 46 – Območje, kjer prevladujejo svetilke Siteco .....	54
Slika 47 – Svetilka Lunoide na Gregorčičevi ulici [4].....	55
Slika 48 – Območje, kjer prevladujejo svetilke Lunoide .....	55
Slika 49 – Svetilka Kaij Port v starem mestnem jedru [4] .....	56
Slika 50 – Območje, kjer prevladujejo svetilke Kaij Port.....	56
Slika 51 – Historična svetilka na Gosposki ulici [4] .....	57
Slika 52 – Območje, kjer prevladujejo LED historične svetilke .....	57
Slika 53 – Svetilka Axial v Mestnem parku [4] .....	58
Slika 54 – Območje, kjer prevladujejo svetilke Axial.....	58
Slika 55 – Led historična svetilka na Glavnem trgu [4].....	59
Slika 56 – Glavni trg .....	59
Slika 57 – Svetilka Grah LSL na Levstikovi ulici [4] .....	60
Slika 58 – Starinska svetilka Union pred Celjskim domom [4] .....	60
Slika 59 – LED historična svetilka montirana na fasado [4].....	61
Slika 60 – Viseča svetilka Sinteco na Cankarjevi ulici [4] .....	61



Slika 61 – Območja, kjer prevladujejo neustrezne oz. ustrezne svetilke javne razsvetljave v Mestni četrti Center .....	62
Slika 62 – Primer osvetlitve cerkve Sv. duha v Novi vasi [4].....	63
Slika 63 – Primer osvetlitve cerkve sv. Danijela [4] .....	63
Slika 64 – Praznična razsvetljava na Prešernovi ulici [4] .....	64
Slika 65 – Neustrezna dekorativna osvetljava pred stavbo MOC [4] .....	64
Slika 66 – Kužno znamenje v Celju [4] .....	65
Slika 67 – Citycenter z Mariborske ceste [4] .....	65
Slika 68 – Citycenter s parkirišča trgovskega centra Planet Tuš [4] .....	66
Slika 69 – Mercator center [4].....	66
Slika 70 – Planet Tuš z Mariborske ceste [4].....	67
Slika 71 – Osvetljeni napisi na trgovskem centru Planet Tuš [4] .....	67
Slika 72 – Osvetljen napis [4] .....	68
Slika 73 – Napis na trgovini Tuš v starem mestnem jedru [4].....	68
Slika 74 – Nezasenčena svetilka v Novi vasi [4] .....	69
Slika 75 – Zasenčena svetilka pred hotelom Evropa [4].....	69
Slika 76 – Zasenčena svetilka pred Tehno parkom [4] .....	70
Slika 77 – Osvetljena ulica na Hudinji [43] .....	70
Slika 78 – Prikaz lokacij merjenja sija neba in klasifikacija v razrede .....	72
Slika 79 – Sij neba v mag/arcsec <sup>2</sup> na širšem območju Celja.....	75
Slika 80 – Lokacije fotografiranja panoramskih slik Celja .....	76
Slika 81 – Razgledni stolp, Friderikov stolp, Gostilna pri Kmetec [44] [45] [46].....	76
Slika 82 – Pogled z Razglednega stolpa na staro mestno jedro [4].....	77
Slika 83 – Bližnji posnetek območja trgovskih centrov z Razglednega stolpa [4] .....	77
Slika 84 – Pogled na del Celja z Razglednega stolpa [4].....	78
Slika 85 – Pogled z Razglednega stolpa v času tekme v Areni »Z'žežele« [4].....	78
Slika 86 – Pogled na industrijsko cono z Razglednega stolpa [4].....	79
Slika 87 – Pogled z Gostilne pri Kmetec [4].....	79
Slika 88 – Pogled na Celje s Friderikovega stolpa [4] .....	80
Slika 89 – Bližnji posnetek območja trgovskih centrov s Friderikovega stolpa [4] .....	80
Slika 90 - Panoramska fotografija Celja z Grmade nad Celjem [3].....	81

## Kazalo tabel

Tabela 1 – Širjenje umetne svetlobe po atmosferi [2] .....	25
Tabela 2 – Bortleova lestvica [23] .....	30
Tabela 3 – Katere žarnice uporabljate v vašem domu? .....	35
Tabela 4 – Izpostavljenost umetni svetlobi med spanjem .....	36
Tabela 5 – Kje ste slišali za svetlobno onesnaževanje? .....	38
Tabela 6 – Stanje svetlobnega onesnaženja v MOC .....	39
Tabela 7 – Ali vas motijo različni povzročitelji svetlobnega onesnaževanja? .....	41
Tabela 8 – Vrednosti SQM na izbranih v MOC .....	74

## Kazalo grafov

Graf 1 – Spol anketirancev .....	31
Graf 3 – Menite, da lahko svetloba iz okolice (telefon, TV, razsvetljava) vpliva na vaše spanje in posledično zdravje? .....	32
Graf 4 – Ali v prostoru, kjer spite, gledate tudi televizijo? .....	32
Graf 5 – Kako dolgo po navadi gledate televizijo pred spanjem? .....	33
Graf 6 – Ali pred spanjem po navadi uporabljate računalnik? .....	33
Graf 7 – Kako dolgo uporabljate računalnik pred spanjem? .....	34
Graf 8 – Ali pred spanjem uporabljate telefon? .....	34
Graf 9 – Kako dolgo po navadi uporabljate telefon pred spanjem? .....	35
Graf 10 – V kateri toplotni razred spadajo svetila v vašem domu? .....	36
Graf 11 – Ste že slišali za pojem svetlobno onesnaževanje? .....	37
Graf 12 – Komu ali čemu škodi svetlobna onesnaženost? .....	38
Graf 13 – Kaj menite, katere od zgoraj opisanih svetilk prevladujejo v starem mestnem jedru Celja? .....	40
Graf 14 – Kaj menite, katere od opisanih svetilk prevladujejo v stanovanjskih delih Celja? ..	40
Graf 15 – Ali svetloba javne razsvetljave ponoči osvetljuje tudi vaše bivalne/spalne prostore? .....	41
Graf 16 – Ocenite svetlobno onesnaženost MOC .....	42

## 1 Uvod

### 1.1 Izbor in cilji raziskovalnega dela

»Svetlobna onesnaženost predstavlja novo obliko onesnaževanja okolja, ki je rezultat pretirane uporabe umetnih svetil ponoči. Svetlobno onesnaženje okolja je emisija svetlobe iz virov svetlobe, ki poveča naravno osvetljenost okolja in povzroča za človekov vid motečo osvetljenost in občutek bleščanja pri ljudeh, ogroža varnost v prometu zaradi bleščanja, ogroža naravno ravnotežje, moti profesionalno ali amatersko astronomsko opazovanje in po nepotrebnem porablja električno energijo.« [1]

Poleg ostalih virov onesnaženja, ki ogrožajo naše okolje, na pomenu pridobiva tudi svetlobno onesnaženje. Ker sem navdušen astronom, me ta tematika še posebej privlači, saj svetlobno onesnaženje moti astronomska opazovanja.

Z raziskovanjem sem želel predstaviti problematiko svetlobnega onesnaženja in njegove posledice na območju Celja. Opravi sem meritve, popis razsvetljave ter fotografiral panoramo območja Celja in največje svetlobne onesnaževalce v Celju. Rezultate iz različnih predelov Mestne občine Celje sem primerjal ter ugotavljal, kateri so njeni najbolj onesnaženi deli. V Celju sem opravil popise javne razsvetljave v MČ Center, Nova vas in Dečkovo naselje. V zaključku sem poiskal rešitve za zmanjšanje svetlobnega onesnaženja in načrt za naravoslovni dan, ki bi ga lahko izvedli na šoli oz. v novem Tehno parku. Na kartah sem označil prevladujoče tipe svetilk in vrednosti sija neba.

### 1.2 Hipoteze

Pred raziskovanje sem svoja predvidevanja strnil v pet hipotez:

1. Za območje mesta Celje je značilno svetlo predmestno nebo. Torej je SQM vrednost med 18,0 in 19,99 mag/arcsec<sup>2</sup>.
2. Mestna občina Celja si prizadeva za zmanjšanje svetlobne onesnaženosti.
3. Delež svetilk javne razsvetljave na izbranih območjih, ki so v skladu z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja je več kot 50 %.
4. Staro mestno jedro je bolj svetlobno onesnaženo od stanovanjskih delov Celja (Nova vas, Dečkovo naselje).
5. Anketiranci doma večinoma uporabljajo LED žarnice, ki oddajajo hladno belo svetlobo.

### 1.3 Metode dela

Med raziskovanjem sem uporabil različne metode dela:

- delo z literaturo,
- anketiranje in analize anket,
- fotografiranje,
- merjenje sija neba v smeri zenita,
- popis javne razsvetljave,

– intervju.

Najprej sem pregledal literaturo, ki je bila dosegljiva na spletu, cobiss-u in v Osrednji knjižnici v Celju. Teja Bezgovšek, ki je izdelala magistrsko nalogo z naslovom Svetlobno onesnaženje – projektni pristop v srednješolskem izobraževanju, mi je svetovala pri načrtovanju naravoslovnega dne ter pri izboru literature. Literaturo in vire sem navedel v zadnjem delu raziskovalne naloge, sproti pa sem vire citiral na koncu vsakega odstavka ali povedi. V veliko pomoč so mi bile že obstoječe članki in raziskave, ki sta jih napisala dr. Zwitter in Herman Mikuš [2], pri metodologiji pa sem si pomagal s člankom dr. Žiberne [1].

Opravil sem spletni anketo na spletni strani 1KA. Podatke sem analiziral in grafično obdelal s programom Microsoft Excel 2019. Anketo sem izvedel med prebivalci Mestne občine Celje.

Pri terenskem delu sem naredil več panoramskih slik območja Celja z različnih lokacij (Celjski grad, razgledni stolp na Miklavškem hribu in Gostilna pri Kmetec), dokumentiral pa sem tudi svetilke javne razsvetljave, osvetljene oglasne panoje, industrijske obrate, trgovska središča in kulturno dediščino. Panoramske slike s Celjskega gradu sem posnel v marcu, saj je bil grad pred tem zaprt. Panoramsko fotografijo z Grmade nad Celjem pa mi je posredoval g. Gorazd Boškan. [3]



Slika 1 – Fotografiranje mesta Celja s Celjskega gradu [4]

Pri meritvah sija neba sem uporabil aplikacijo »Dark sky meter« [5], s katero lahko preprosto iz svojega mobilnega telefona izmerimo sij neba v  $\text{mag/arc sec}^2$ . Meril sem po različnih lokacijah v MOC ter primerjal dobljene vrednosti.

Pri popisu javne razsvetljave sem se osredotočil na dve območji mesta Celja in sicer na staro mestno jedro in stanovanjski del med Dečkovo cesto, severno vezno cesto, Cesto na Ostrožno in Ulica mesta Grevenbroich. To sta Mestna četrt Nova vas in Mestna četrt Center. Za Novo vas sem se odločil, ker je del Celja, kjer živim in se še vedno aktivno spreminja (novogradnje ...). Mestno četrt Center sem izbral, ker sem želel primerjati novejša dela Celja (Nova vas) s starejšimi predeli (Center). Pri popisu sem si pomagal z načrtom javne razsvetljave v MOC [6],

kjer so bili popisani tipi svetilk, ki jih lahko najdemo v Celju in če so ti v skladu z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja okolja. [7]

Pri terenskem delu sem imel velike težave zaradi omejitve gibanja po 21. uri, saj sem imel manj razpoložljivega časa za fotografiranje in opravljanje meritev sija neba, ki morajo biti izvedeni v večernih urah. Večino slik in meritev sem želel opraviti/posneti že v mesecu decembru, a sem moral slednje, zaradi vremena, ki to ni omogočalo, prestaviti na mesec januar in februar. Meritve sija neba v smeri zenita so optimalno izvedene v času nove Lune. Zaradi vremena pa sem meritve pogosto prelagal na poznejše termine. Pri tem me je dodatno omejevala policijska ura, saj nisem mogel počakati na ugodnejše vremenske pogoje. Meritve sem naposled opravil v času, ko Lune ni bilo na nebu.

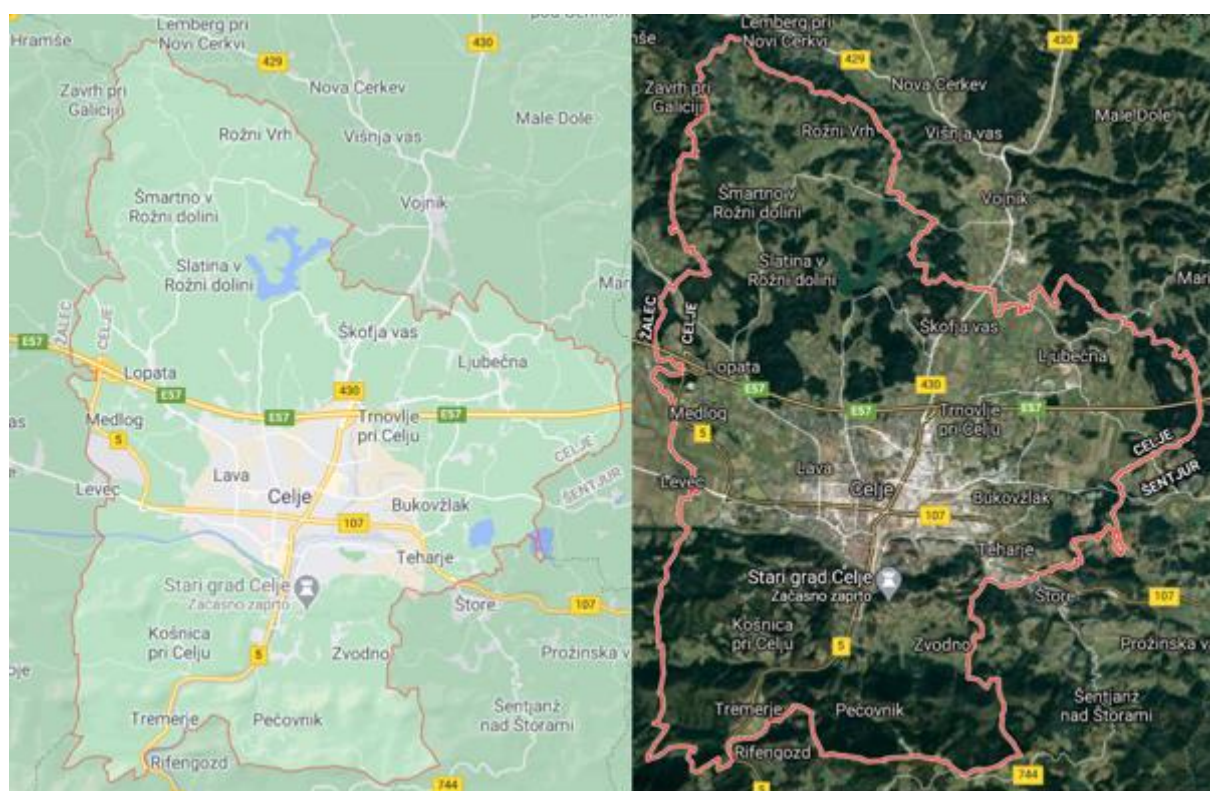
Nazadnje sem opravil še intervjuje s pristojnimi na MOC, v Citycentru in Cinkarni Celje.

## 2 Lega preučevanega območja

Raziskal sem svetlobno onesnaženost na območju Celja, ki je sedež Mestne občine Celje, v kateri živi 49 540 prebivalcev. [8]

Celje leži ob sotočju rek Savinje in Voglajne v Spodnji Savinjski kotlini. Celje je središče Savinjske statistične regije in tretje največje mesto v Sloveniji. Je upravno, administrativno, kulturno, izobraževalno, gospodarsko, sejensko in turistično središče regije. MOC delimo na več krajevnih skupnosti: Aljažev hrib, Ljubečna, Medlog, Ostrožno, Pod gradom, Škofja vas, Šmartno v Rožni dolini, Teharje in Trnovlje, samo mesto Celje pa na mestne četrti: Center, Dečkovo naselje, Dolgo polje, Gaberje, Hudinja, Kajuh, Lava, Nova vas, Savinja in Slavko Šlander. [8]

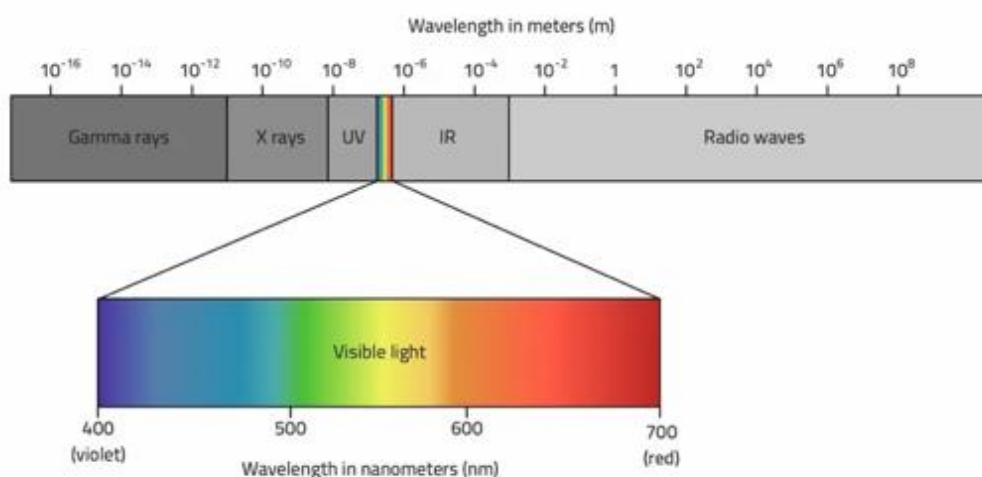
Pri raziskovanju sem se osredotočil predvsem na mestne četrti Center, Nova vas in Dečkovo naselje, meritve svetlobne onesnaženosti pa sem opravil tudi v ostalih delih MOC.



Slika 2 – Mestna občina Celje [9]

### 3 Kaj je svetloba?

Svetloba je elektromagnetno sevanje. Skupaj nihata tako električno kot magnetno polje. Vidna svetloba, ki jo lahko zaznajo naši fotoreceptorji, je zgolj del celotnega spektra elektromagnetnega valovanja in sicer je valovna dolžina vidne svetlobe od okoli 380 nm do 750 nm. Vidni spekter sestoji iz mavričnih barv, pri čemer ima rdeča največjo valovno dolžino, medtem ko vijolična najmanjšo. Infrardeča svetloba ima še višje valovne dolžine, sledita ji mikrovalovni (1 mm–1 m), ter radijski spekter ( $> 1$  m). Na drugi strani spektra naletimo na ultravijolično svetlobo (400–10 nm), rentgenske žarke (10–0,01 nm) ter gama žarke ( $< 0,01$  nm). Elektromagnetno valovanje skozi vakuum potuje s hitrostjo 300 000 km/s, ta hitrost se glede na medij skozi katerega potuje spreminja. [10]



Slika 3 – Spekter elektromagnetnega valovanja [10]

Že od nekdaj so krožile različne teorije o naravi svetlobe, Newton je bil mnenja, da svetloba sestoji iz majhni delcev, kar nam je znano kot emisijska teorija. Drugi, kot je na primer Huygens, so bili mnenja, da je svetloba valovanje medija, ki so ga poimenovali eter. V 19. stoletjem je prišla ideja o elektromagnetnemu valovanju, kasneje pa je to obliko valovanja z enačbami opisal Maxwell. Na prelomu v 20. stoletje je Max Planck, oče pruske fizike, ugotovil da svetloba vedno prihaja v »paketkih«, imenovanih kvanti. To je kasneje v realnost popeljal Albert Einstein, ko je kvante uporabil za pojasnitev fotoefekta. Te posamezne brezmasne svetlobne kvante so kasneje poimenovali fotoni. To pomeni, da ima svetloba značilnosti valovanja, hkrati pa tudi značilnosti delcev. Temu rečemo dualne lastnosti svetlobe. Ko jo obravnavamo kot delec, pravimo, da je svetloba sestavljena iz visoko energijskih delcev, imenovanih fotoni. [11]

Veda, ki se ukvarja z merjenjem elektromagnetnih valovanj, se imenuje radiometrija. Moč svetlobnega toka označim s črko P in nam pove, koliko je izsevane količine svetlobe v določenem času, to moč izražamo v enoti lumen. Navadna žarnica pri moči 25 W sveti z močjo 200 lm, enako močno sveti LED sijalka z močjo 2 W. Osvetljenost izražamo v enoti luks (lx), en luks je enak enemu lumnu na kvadratni meter. Na primer osvetljenost v povprečni pisarni je okoli 400 lx, medtem ko je neposredna sončna osvetlitev enaka od približno 32 000 lx do 130 000 lx. [12] [13]

### 3.1 Naravna svetloba

Naravna svetloba je tista, ki jo na Zemljo oddajajo nebesna telesa (Sonce, Luna, zvezde ...) Svetlobo iz Sonca dobimo zaradi jedrske fuzije, ki poteka v notranjosti sonca, kjer se vodik zliva v težje elemente npr.: helij. Pri tem procesu nastaja tudi energija v obliki svetlobe. Sončni spekter je sestavljen iz infrardeče, ultravijolične in vidne svetlobe. Sonce svetlobo Zemlji zagotavlja ves čas, tudi ko je del Zemlje obrnjen stran od Sonca, takrat Sonce svetlobo prinaša s pomočjo Lune, slednja je naravni satelit Zemlje in svetlobo iz Sonca ponoči odbija na Zemljo. Svetloba, ki jo dobimo ponoči od Sonca, torej preko Lune, je seveda zelo majhna in sicer magnituda polne Lune znaša okoli 1/380 000 Sončeve magnitude. Magnituda je sij (izsev), nebesnega telesa, ki ga lahko vidimo s prostim očesom z Zemlje. Zaradi potovanja okoli Zemlje, Luna spreminja svojo podobo glede na svoj položaj, vidimo jo lahko osvetljeno v celoti (ščip), njeno polovico (krajec) ali pa je k nam obrnjena njena neosvetljena polovica (mlaj). Ponoči lahko na nebu opazimo tudi zvezde, število zvezd, ki jih lahko opazimo s prostim očesom, je odvisno od vremena, osvetljenosti okolice ... [14] [15]



Slika 4 – Sonce [16]

### 3.2 Umetna svetloba

Umetna svetloba je svetloba, ki jo dobimo iz umetnih svetil (javna razsvetljava, reflektorji, ogenj ...) Potreba po umetni razsvetljavi se je pojavila predvsem z namenom osvetlitve površin v urah, ko nam Sonce tega ne zagotavlja. Začetki umetne razsvetljave segajo v čas odkritja ognja, ko so se ljudje želi ponoči ogrevati in odganjati plenilce. Umetna svetila je ustvaril človek. [12]

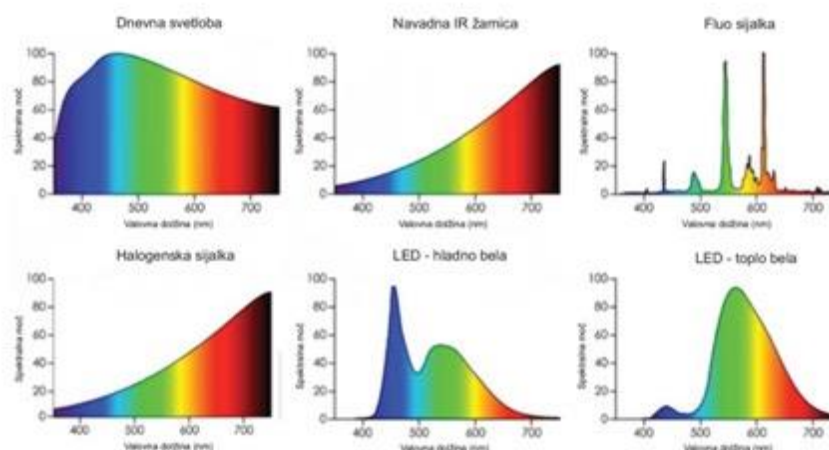
#### 3.2.1 Žarnice

Najbolj znano umetno svetilo je žarnica. Leta 1897 je ameriški izumitelj Thomas Alva Edison uspešno izdelal prvo funkcionalno žarnico. Žarnice delujejo na principu kovinske žičke, po kateri teče električni tok, zaradi tega se žička segreva in oddaja v okolico elektromagnetno sevanje. Pri višjih temperaturah žičke se izseva večji delež vidne svetlobe, a je maksimalna temperatura omejena z lastnostmi kovine, saj se lahko slednja stali oz. uniči. [17] Žarnice lahko ločimo tudi po toploti barve, ki jo oddajajo:



- nežno rumena barva (do 3.500 K) – podobna navadnimi žarnicami se priporoča za bivalne prostore,
- nevtralna bela barva (med 3.500 K in 5.500 K) – ustvarja nekoliko močnejšo svetlobo in se priporoča za delovne prostore, ker je pri delu po navadi manj utrujajoča za oči,
- hladna bela barva (nad 5.500 K) – se priporoča za branje oz. za namizne svetilke, poslovne in prodajne prostore.

LED žarnice, ki oddajajo hladno belo barvo, ki vsebuje večji delež modre svetlobe, niso priporočljive za uporabo v bivalnih prostorov. V tem pogledu so bolj primerne navadne žarnice, LED žarnice, ki oddajajo toplo belo barvo in halogenske žarnice. Te imajo manjši delež modre svetlobe in so bolj primerne za osvetlitev naših domov. [18]



Slika 5 – Barvni spekter žarnic [18]

Poznamo več vrst žarnic, trenutno zelo razširjene in priljubljene so LED žarnice, pri katerih je izkoristek veliko boljši, kot pri navadnih (pri manjši porabi večja osvetljenost), so tudi izredno varčne eno LED žarnico pri dnevni uporabi 8 ur lahko uporabljamo približno 20 let. [17]



Slika 6 – LED žarnica [19]

Halogenske žarnice so poznane po volframovi žarilni nitki in bučki iz kremenčevega stekla, ki je napolnjena z žlahtnimi plini in halogeni (klor, fluor, brom). Porabijo manj energije od navadne žarnice, saj izsevajo manj toplote, ob tem pa oddajajo svetlobo zelo podobno dnevni, kar je zaželeno. Njihova cena je višja od ostalih žarnic, zato niso široko uporabljene po domovih. [17]



**Slika 7 – Halogenska žarnica [20]**

Varčne žarnice so veliko bolj učinkovite od navadne žarnice, porabijo manj energije, ki jo večino pretvorijo v svetlobo. Imajo tudi daljšo življenjsko dobo. Pomanjkljivost takšnih žarnic je živo srebro, ki je potrebno za njihovo delovanje. Živo srebro je seveda strupeno in zato moramo biti ob razbitju takšne žarnice previdni. [17]



**Slika 8 – Varčna žarnica [21]**

Navadna žarnica, ki je že prepovedana s strani EU zaradi svoje “ne varčnosti”, je preprosta žarnica, ki deluje na principu žarilne nitke, večino energije oddaja v obliki toplote (okoli 90 %), preostanek pa v obliki svetlobe. So zelo poceni in preproste za montažo, vendar zelo slabo izkoriščajo električno energijo. [17]



**Slika 9 – Navadna žarnica [22]**

### 3.3 Pomen svetlobe

Svetloba je za življenje človeka zelo pomembna. Z gotovostjo lahko zatrdimo, da brez svetlobe ni življenja. Pomemben je njen vizualni učinek, torej primerna osvetljenost, ki nam omogoča kvalitetno življenje. Ob vizualnem učinku pa je še bolj pomemben psiho-biološki učinek svetlobe. Ta učinek je viden pri t. i. biološki uri (cirkadiani ritem). To so vse lastnosti notranjih procesov, ki potekajo neodvisno od zunanjih dražljajev in potekajo v periodi enega dneva. Motnje tega ritma lahko privedejo do obolenj, depresije, slabega počutja ... Pogojeno z izmenjavanjem dneva in noči je tudi izločanje hormonov, kot je melatonin. Koncentracija melatonina se tokom dneva spreminja, v večjih koncentracijah ga v telesu zaznamo v večernih urah, saj ta hormon imenujemo tudi »hormon noči«. Svetloba proizvodnjo melatonina zavira, saj je epifiza (žleza, ki izloča melatonin) povezana z vidnimi živcem, kar lahko poslabša kvaliteto našega spanca oz. celo povzroči nespečnost. Največjo težavo povzroča modra svetloba, ki najbolj zavira proizvodnjo melatonina. S svetlobo so pogojeni tudi ostali naravni procesi, ko je npr. fotosinteza, brez katere rastline propadejo, pri njej pa se sprošča tudi za človeka pomemben kisik. [23] [12] [24]



Slika 10 – Neprimerno osvetljena spalnica [25]

## 4 Svetlobno onesnaženje

### 4.1 Kaj je svetlobno onesnaženje

Po uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja Republike Slovenije [7] je svetlobno onesnaževanje definirano kot: »Emisija svetlobe iz umetnih virov svetlobe.« Svetlobno onesnaževanje okolja povzroča za človekov vid motečo osvetljenost in občutek bleščanja pri ljudeh, ogroža varnost v prometu zaradi bleščanja, zaradi neposrednega in posrednega sevanja proti nebu moti življenje ali selitev ptic, netopirjev, žuželk in drugih živali, ogroža naravno ravnotežje na varovanih območjih, moti profesionalno ali amatersko astronomsko opazovanje, s sevanjem proti nebu pa po nepotrebem porablja električno energijo« [7]. Umetno onesnaževanje je posledica umetne svetlobe, ki jo ljudje »uvajamo« v okolje. To počnemo predvsem z javno razsvetljavo, ki osvetljuje infrastrukturo. Osvetljuje ceste, spomenike, pročelja stavb, ulice ...

Svetlobno onesnaženje lahko opazimo kot:

- žarenje neba v smeri mest, ki nastane zaradi sipanja umetne svetlobe v atmosferi iz neprimernih svetilk na delcih prahu ali vlage v zraku. Takšno bleščanje je opazno že z velikih razdalj. Meri se v magnitudah na ločno sekundo ( $\text{mag}/\text{arc sec}^2$ ),
- bleščanje, ki nastane zaradi sipanja svetlobe v očesu in zmanjša sposobnosti vida. Bleščanje povzroči razlika med svetlostjo okolice in umetne svetlobe,
- svetlobno nadlegovanje, ko del vira umetne svetlobe osvetljuje dele, ki bi sicer morali biti temni (npr.: svetlika javne razsvetljave osvetljuje spalnico).

### 4.2 Vzroki svetlobnega onesnaženja

#### 4.2.1 Javna razsvetljava

Javna razsvetljava je skupek umetnih svetil, ki razsvetljujejo javne površine (ceste, spomenike ...). Človeku omogoča varnost, orientacijo ... tudi takrat, ko nam naravna svetloba tega ne omogoča. Danes je žal osvetljevanje javnih površin pretirano, uporabljajo pa se ekološko neprimerne svetilke, zaradi česar se spopadamo s svetlobnim onesnaženjem. S tem problemom se ukvarja praktično celoten svet, ne smemo pa pozabiti, da je Slovenija celo druga v Evropi po svetlobni onesnaženosti, takoj za Belgijo. [26]

##### 4.2.1.1 Zgodovina javne razsvetljave

Človek je že od nekdaj iskal načine, kako si osvetliti prostor, ko mu naravni viri tega ne omogočajo. Prvo pomembno odkritje za rešitev tega problema je bil ogenj. Seveda se človek pri tem ni zaustavil, potrebno je bilo odkriti vir svetlobe, ki lahko z razmeroma malo goriva svetli čim dlje in močno. Kasneje so začeli s proizvodno sveč in oljnih svetilk. Takrat pa se je začelo obdobje javne razsvetljave. Pred izumom svetil, ki so izkoriščala pojav inkadescence (vroča telesa oddajo elektromagnetno valovanje v obliki vidne svetlobe), bi naj po nekaterih nepotrjenih virih že leta 1417 obstajala neke vrste javna razsvetljava v Londonu, kjer je bil t. i. vžigalec zadolžen, da je po mestu prižigal sveče, ki so bile na javnih mestih. Sledile so znane svetilke na plin, ki so jih po mestu prižigali za to posebej zaposleni »vžigalci«. Revolucijo na področju javne razsvetljave je povzročil izum svetilke, ki bi jo naj leta 1874 izumil ameriški

znanstvenik, fizik in izumitelj Thomas Alva Edison. Kljub temu pa mnogi izum prve sijalke pripisujejo britanskemu astronomu in znanstveniku Warren-u De la Rue. Edison je seveda omogočil javna razsvetljavo tudi z vzporedno vezavo svetilk, ki lahko svetijo neodvisno ena od druge. Pomembno vlogo pri uveljavi javne razsvetljave je imel tudi srbski izumitelj Nikola Tesla, ki je s trifaznim elektromotorjem omogočil izredno široko rabo električne energije. [27] [28]

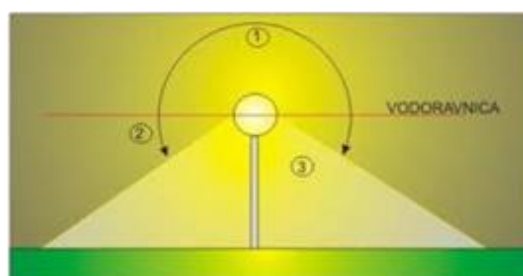


Slika 11 – "Staromodna razsvetljava" [29]

V Celju je prva svetilka javne razsvetljave zasvetila leta 1873, ko je mesto dobilo javno plinsko razsvetljavo. [30]

#### 4.2.1.2 Tipi svetilk javne razsvetljave

Večina umetne svetlobe, ki najbolj onesnažuje, prihaja od svetilk zunanje javne razsvetljave. Natančneje so problematične svetilke, ki svetlobo oddajajo nad horizontalno ravnino oz. vodoravnico. [31] [2]



Slika 12 – Horizontalna ravnina [32]

Ločimo tri tipe svetilk:

- nezasenčene svetilke,
- delno zasenčene svetilke,
- popolnoma zasenčene svetilke. [2] [33]



Slika 13 – Delno zasenčena svetilka [23]

Slika 14 – Nezasenčena svetilka [23]

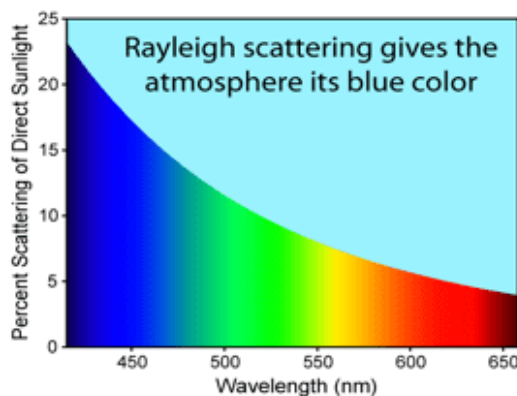
Slika 15 – Popolnoma zasenčena svetilka [23]

Najbolj k svetlobnemu onesnaženju prispevajo svetila, ki oddajajo večji delež svetlobnega toka nad horizontalno ravnino. Največje težave predstavljajo nezasenčene svetilke, ki oddajo več kot polovico svetlobe nad vodoravnico, so najmanj ekološke, motijo živali, ljudi in predstavljajo izgubo električne energije. Delno zasenčene svetilke oddajo manjši del svetlobe nad vodoravnico. Najboljša rešitev za zmanjšanje svetlobnega onesnaženja pa so popolnoma zasenčene svetilke, kjer svetloba neposredno sploh ne presega vodoravnice, manjše emisije se pojavijo zgolj zaradi odboja svetlobe od površine, ki jo osvetljuje (5 %–10 %).

#### 4.2.1.3 Barvni spekter svetilk javne razsvetljave

Med svetilkami javne razsvetljave najdemo: fluorescenčne sijalke, za starejše svetilke so značilne visokotlačne živosrebrne sijalke, visokotlačne natrijeve sijalke, danes pa so vse bolj uporabljena tudi LED svetila. Živosrebrne sijalke oddajajo velik del svetlobe tudi v ultravijoličnem spektru, zato privlačijo žuželke. Natrijeve so po Sloveniji zelo razširjene, ampak so velike in težke, oddajajo pa oranžno rumeno svetlobo. LED sijalke so danes vse bolj priljubljene, saj so izjemno učinkovite. [31]

Rayleighovo sipanje opredeljuje sipanje svetlobe v ozračju v povezavi z valovno dolžino svetlobe. Zaradi tega sipanja vidimo naše nebo modro. Pri sipanju se delci svetlobe – fotoni odbijajo od delcev v ozračju (atomov in molekul). Jakost sipanja je obratno sorazmerna od četrte potence valovne dolžine, torej se svetloba manjših valovnih dolžin bolj razprši kot svetloba večjih valovnih dolžin. Npr.: vijolična svetloba se v ozračju sipa kar 16-krat bolj kot rdeča svetloba, kar pomeni, da tudi bolj svetlobno onesnažuje. LED sijalke, ki postajajo vse bolj uporabljene v javni razsvetljavi, tako kljub svoji varčnosti predstavljajo veliko težavo, saj imajo večji delež modre svetlobe od ostalih sijalk (npr.: pri natrijevih prevladuje oranžni spekter) ter posledično večji potencial, da svetlobno onesnažujejo. [34]



Slika 16 –Rayleighovo sipanje [34]

#### 4.2.2 Oglaševalski panoji

»Objekt za zunanje oglaševanje je vsak objekt, ki oglašuje pridobitno ali nepridobitno organizacijo (podjetje, zavod, ministrstvo, društvo itd.), ali izdelek, ali storitev. Objekt je lahko samostojec, lahko je napis ali slika na zgradbi. Med objekte za oglaševanje sodijo znaki, reklamni panoji, kozolci z nosilci slike, LED prikazovalniki, svetlobni prikazovalniki, vitrine. Vse, kar je namenjeno oglaševanju, sodi med objekte za oglaševanje«. [35]

Po uredbi mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja morajo vse svetilke oddajati 0 % nad vodoravnico. Kljub takšni postavitvi svetlobnega onesnaženja ne moremo preprečiti, saj se okoli 50 % svetlobe iz panoja odbije nad vodoravnico. Pomembna je izbira barve panoja in njihovih napisov. Problematični so panoji, ki jih osvetljuje bela barva, ali pa so napisi bele barve, kar še dodatno povečuje sipanje svetlobe. Zato je bolj primerna uporaba temnejših napisov na temnejši podlagi.



Slika 17 – LED prikazovalnik v Mestni četrti Dečkovo naselje [4]

### 4.2.3 Osvetljevanje kulturne dediščine

V Sloveniji, tudi v Celju, smo zelo bogati s kulturno dediščino (cerkve, spomeniki ...). Težava pa se pojavi pri osvetljevanju le-teh. Po podatkih projekta Življenje naj bi kar 5 %–20 % svetlobnega onesnaženja v državah po svetu predstavljalo osvetljevanje kulturne dediščine [36]. Po uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja v Sloveniji pa lahko gre mimo fasade kulturnega spomenika največ 10 % svetlobnega toka. [7] Ker na zaščitene zgradbe kulturne dediščine ne moremo dodatno postavljati svetil, je večina svetil postavljenih ob spomenikih, kar poveča delež svetlobe, ki sveti nad vodoravnico. [36]

V zimskih mesecih je v mestih dodaten vir svetlobnega onesnaženja dekorativna razsvetljava. Pri dekorativni razsvetljavi, ki jo lahko zasledimo predvsem v mesecu decembru kot popestritev »božičnega vzdušja«, večji del svetlobe sije nad vodoravnico, kar pomeni še dodatno svetlobno onesnaženje. Svetila so pogosto tudi različnih barv, med katerimi sta pogosti bela in modra, ki se v ozračju bolj sipata od drugih. Pod dekorativno osvetljavo uvrščamo tudi svetilke nameščene na steni in talne svetilke, slednje pa so v Sloveniji prepovedane, ker povzročajo bleščanje in zaslepitev mimoidočih. [31]



Slika 18 – Dekorativna razsvetljava v Celju med novoletnimi prazniki [4]



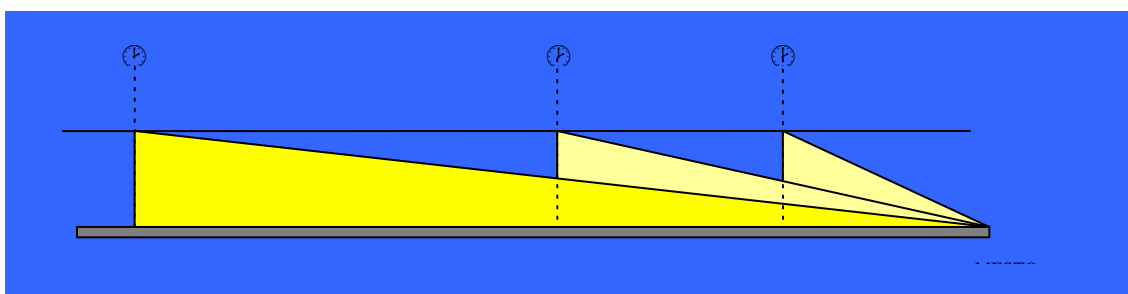
### 4.3 Širjenje svetlobe v atmosferi

Umetna svetloba v osnovni prihaja iz dveh virov: prvi vir so svetila, ki zaradi svoje zgradbe ali pa postavitve oddajajo del svetlobe nad vodoravnico, drugi vir pa je svetloba, ki se od tal odbija v atmosfero. Največji delež svetlobnemu onesnaženju prispevajo svetilke, ki svetlobo oddajajo pod zelo majhnimi koti nad vodoravnico ( $0^{\circ}$ – $5^{\circ}$ ), tako se lahko svetloba pod majhnimi koti širi veliko dlje po troposferi kot pod večjimi koti (glej tabelo 1). [2]

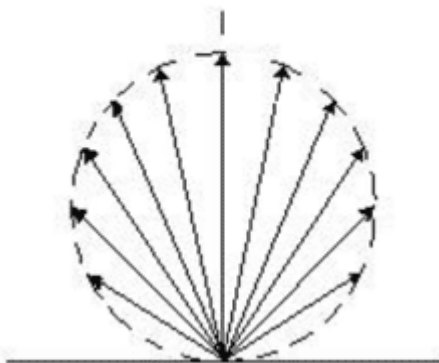
Kot žarka nad vodoravnico ( $^{\circ}$ )	Razdalja, kjer zapusti troposfero za $h = 5$ km (km)	Razdalja, kjer zapusti troposfero za $h = 10$ km (km)
1	165	263
3	85	155
5	55	105
7	40	78
10	28	56
15	19	37
20	14	27

Tabela 1 – Širjenje umetne svetlobe po atmosferi [2]

Zemeljska troposfera ima končno debelino približno 10 km, zato na osvetljenost nočnega neba močno vpliva umetna svetloba, ki jo svetila oddajo pod majhnimi koti nad vodoravnico. Hipotetično lahko svetloba iz neustrezne svetilke pod kotom  $7^{\circ}$  nad vodoravnico doseže Ljubljano, če pa ista svetilka oddaja svetlobo pod kotom  $3^{\circ}$ , pa sega skoraj do Kopra.



Slika 19 – Širjenje umetne svetlobe po atmosferi [2]



Slika 20 – Lambertova porazdelitev [2]

Pomembno vlogo v mestih ima tudi odboj svetlobe od tal, ki pa zanemarljivo vpliva na območjih bolj oddaljenih od vira umetne svetlobe, največji vpliv ima v mestih. Značilna za odboj svetlobe od tal je Lambertova porazdelitev, za katero je značilna večja intenziteta v smeri zenita ter manjša za manjše kote. Vendar svetlobo iz strani dodatno blokirajo tudi stavbe ter ostale ovire. [2]

#### **4.4 Posledice svetlobnega onesnaženja**

Zemlja ni bila nikoli tako svetla, kot je danes. Nekateri deli Zemlje se vidijo iz vesolja kot neskončna združena gmota svetil. Zemlja je tako postala vidna iz vesolja, vesolje pa skoraj ni več vidno z Zemlje. [37]



Slika 21 – Del Evrope s Slovenijo iz vesolja [38]

#### 4.4.1 Vpliv na zdravje ljudi

Svetlobno onesnaženje vpliva na skoraj vsak organizem na Zemlji, saj vpliva na 24-urni naravni ritem, ki ga določa izmenjava dneva in noči. Ta omogoča človeku, da je podnevi aktiven in buden, ponoči pa spi, s tem je pogojeno tudi izločanje že omenjenega melatonina. Izpostavljenost svetlobi v nočnem času povzroči motnje v ritmu, čemur lahko sledijo številne zdravstvene težave. Številne raziskave so pokazale povezanost zaviranja tvorbe melatonina s pojavom rakavih obolenj. Izkazalo pa se, da je za zdravje ljudi najbolj nevarna svetloba nižjih valovnih dolžin, sploh modra barva, ki zavira tvorbo melatonina bolj od katerekoli druge barve. Ob preveliki izpostavljenosti umetni svetlobi se pojavijo tudi glavoboli, nejevolja ... S sipanjem svetlobe javne razsvetljave in bleščanjem pa se lahko poveča tudi delež prometnih nesreč. [31]

#### 4.4.2 Vpliv na živali

Prevelika količina svetlobe v nočnem času lahko zmoti tudi navade živali pri prehrani, orientaciji v prostoru ... Žuželke svetlobo uporabljajo za orientacijo, če je vir svetlobe svetilka, lahko ob njej krožijo do onemoglosti, privlači pa jih še posebej ultravijolična svetloba. Težave z umetno svetlobo imajo tudi netopirji, saj jih svetloba vznemirja. Pridobivajo tudi napačne informacije o naravni intenziteti svetlobe in zato zamudijo idealni čas za prehranjevanje. Tudi ptice se ponoči orientirajo s pomočjo zvezd in Lune. Pogosto ptice ponoči trčijo ob močno osvetljene objekte, zaradi česar lahko tudi poginejo, ali pa se močno poškodujejo. Lahko pa zmoti tudi njihov termin selitve in zamudijo idealne razmere za gnezdenje. Mnogi bi mislili, da svetlobna onesnaženost ne more vplivati na morske živali, a je znano, da se mladiči morskih želv, potem ko se izvalijo na obali, pogosto odpravijo proti močno osvetljenim mestom in ne v naravnih razmerah sicer svetlejšemu morju. Tako vsako leto na Floridi pogine več milijonov mladičev. [31] [39]

#### 4.4.3 Vpliv na astronomska opazovanja

Svetloba, ki jo svetloba oddaja nad vodoravnico, osvetljuje nočno nebo širšega območja. Svetlobno onesnaženje ogroža amaterska in profesionalna astronomska opazovanja. Za astronomska opazovanja je manj moteča rumena svetloba kot modra, ki pa postaja vse bolj zastopana v javni razsvetljavi. Astronomi si želijo predvsem LED svetilk s filtrom, ki ne prepušča modre svetlobe. [31]



Slika 22 – Osrednji del Mlečne ceste na Črnem vrhu [40]



Slika 23 – Osrednji del Mlečne ceste na Cresu [40]

Spletna stran Temno nebo navaja: »Posnetka prikazujeta isti del neba – osrednji del naše Galaksije v smeri ozvezdja Strelca, ki je od nas oddaljen približno 50.000 svetlobnih let in sta bila posneta z isto opremo, vendar z dveh lokacij z zelo različno kvaliteto nočnega neba. Na otoku Cresu Rimska cesta žari v vsem svojem sijaju, v Sloveniji pa se izgublja v svetlobnem smogu. Žal so trditve o ohranjenem okolju v Sloveniji, ki jih pogosto slišimo iz ust odgovornih za okolje, le zavajanje. Za naše nočno nebo to gotovo ne drži«. [40]

## **4.5 Ukrepi proti svetlobnemu onesnaženju**

Prvi so na problematiko svetlobnega onesnaženja opozorili astronomi, kasneje pa so se pridružili tudi zdravniki, biologi ...

### **4.5.1 Uredba RS in načrt MOC**

V Sloveniji je področje svetlobnega onesnaženja tudi pravno urejeno od leta 2007, ko je bila sprejeta Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja. V 4. členu uredbe je zapisano, da se uporabljajo svetilke, katerih delež svetlobnega toka, ki seva navzgor, je enak 0 %. Določene so izjeme za kulturne spomenike, kjer se 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.

Podana pa so tudi določila o monitoringu svetlobnega onesnaževanja, inšpektorski nadzor in morebitne kršitelje. V 28. členu te uredbe so jasno določeni roki za odpravo morebitnih neustreznih svetilk javne razsvetljave, osvetljenih fasad, kulturnih spomenikov. Rok za ureditev svetil javne razsvetljave, tako da je delež svetlobnega toka, ki seva navzgor 0 %, je potekel 31. 12. 2008. [7]



**Slika 24 – Nezasenčena svetilka v Celju**

Že z zgoraj priložene slike, posnete 20. 12. 2020, je razvidno, da 4. člen te uredbe ni bil uresničen in da še vedno Slovenijo osvetljujejo svetila, ki izsevajo velik delež svetlobe nad

vodoravnico. Prav tako bi morala biti uredba nujno posodobljena, saj trenutno ne zajema vse bolj razširjenih LED svetil. [7]

V Mestni občini Celje, je bil leta 2018 sprejet Načrt javne razsvetljave [6], v katerem je zapisano, da je potrebno v Celju zamenjati 5705 svetilk za posodobitev celotne javne razsvetljave. Pri načrtu so bile popisane vse svetilke javne razsvetljave v Celju in razdeljene na neskladne oz. skladne z uredbo RS. Po analizi je bilo ugotovljeno, da je v Celju 37 tipov svetilk, ki so v skladu z uredbo od skupaj 64 različnih tipov svetilk. Sprejeti so naslednji ukrepi:

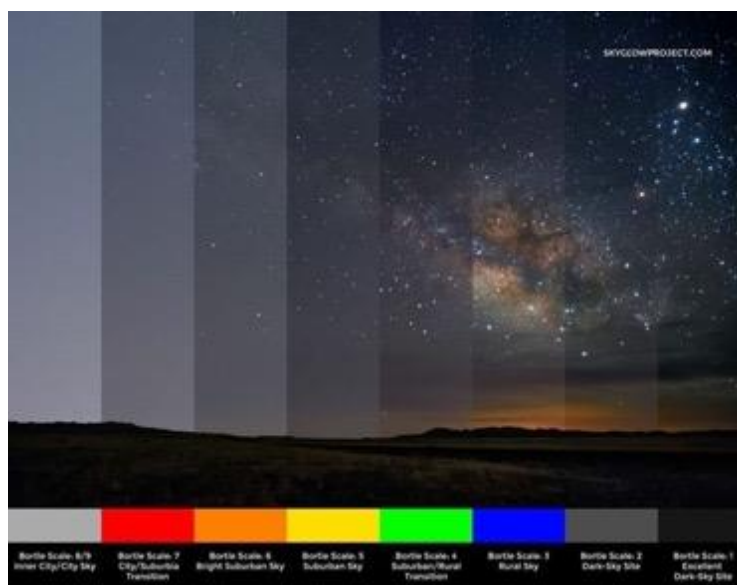
- zamenjava svetilk, ki so energetske neučinkovite, ali svetilk, ki ne ustrezajo »UREDBI«,
- zmanjšanje števila tipov različnih svetilk,
- zamenjava sijalk z LED sijalkami,
- ažuriranje katastra svetilk (po vsaki prihodnji spremembi stanja JR).

Za zamenjavo obstoječih svetilk so se časovno omejili na konec leta 2020. Trenutno pa v Celju še vedno lahko najdemo svetilke, ki so neskladne z uredbo.

Pomanjkljivosti pri spremljanju in uresničevanju uredbe v Sloveniji je kasneje ugotovilo tudi računsko sodišče. Ugotovili so, da nadzor ni bil redno izvajan ter da uredba ne zagotavlja celovitega obveznega sistematičnega spremljanja stanja. Takšne nepravilnost pa so seveda »voda na mlin« svetlobnemu onesnaženju. [41]

## 4.6 Merjenje sija neba

Danes obstaja že veliko različnih instrumentov za merjenje sija neba, razvita je celo mobilna aplikacija, ki sem jo pri raziskovanju uporabil tudi jaz. Sij neba izražamo v mag/arc sec<sup>2</sup>, pove nam magnitudo na ločno sekundo. Magnituda je količina svetilnosti nekega telesa, ločimo navidezno magnitudo ter absolutno. Navidezna magnituda je količina svetilnosti gledano z Zemlje. Iz Bortleove lestvice lahko razberemo, koliko svetlobno onesnaženo je neko področje. Manjša kot je vrednost v mag/arc sec<sup>2</sup>, bolj je področje onesnaženo, saj je magnituda manjša, povzročitelj tega pa je sipanje svetlobe. [42]



Slika 25 – Bortleova lestvica [42]

Razred	Kratek opis	SQM mag/arcsec <sup>2</sup>
<b>1</b>	Izredno temno nebo ( <i>excellent dark-sky site</i> )	21,7–22,0
<b>2</b>	Tipično resnično temno nebo ( <i>typical truly dark site</i> )	21,5–21,7
<b>3</b>	Podeželsko nebo ( <i>rural sky</i> )	21,3–21,5
<b>4</b>	Podeželsko/predmestno prehodno nebo ( <i>rural/suburban transition</i> )	20,4–21,3
<b>5</b>	Predmestno nebo ( <i>suburban sky</i> )	19,1–20,4
<b>6</b>	Svetlo predmestno nebo ( <i>bright suburban sky</i> )	
<b>7</b>	Predmestno/mestno prehodno nebo ( <i>suburban/urban transition</i> )	18,0–19,1
<b>8</b>	Mestno nebo ( <i>city sky</i> )	
<b>9</b>	Nebo osrednjih delov mest ( <i>inner-city sky</i> )	<18,0

Tabela 2 – Bortleova lestvica [24]

Lestvica je sestavljena iz 9 razredov. Pri prvem razredu je magnituda na ločno sekundo največja, zato je nebo najbolj temno in najmanj svetlobno onesnaženo. Takšno nebo je značilno predvsem za ruralna območja. V 9. razred pa uvrščamo območja, kjer so izmerjene vrednosti SQM najnižje, takšna območja so zelo svetlobno onesnažena na nebu in so tako edina opazljiva telesa Luna, planeti, svetli kometi in nekaj svetlejših zvezdnih kopic. Lestvica je redko uporabljena in služi le za laično interpretacijo podatkov. [24]

## 5 Anketni vprašalnik

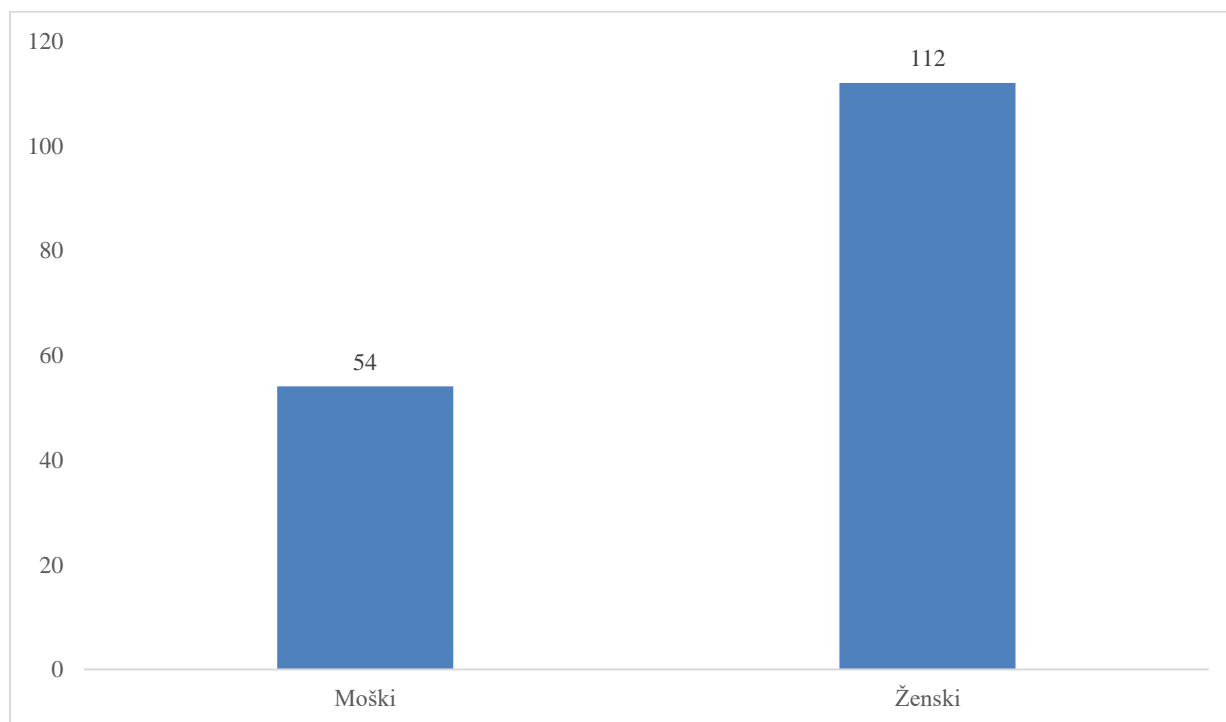
Pri raziskovanju sem sestavil in razdelil dva anketna vprašalnika. V prvem (priloga 1) so me zanimala navade ljudi pri uporabi umetnih svetil v njihovih domovih. V drugi (priloga 2) pa sem prebivalce MOC spraševal o svetlobni onesnaženosti znotraj občine.

### **5.1 Zbiranje podatkov in vzorec za anketo izpostavljenost umetni svetlobi v domačem okolju**

Zbiranje podatkov je potekalo od 17. 2. 2021 do 8. 3. 2021 preko spletne platforme 1KA. Anketiranci niso bili samo prebivalci Mestne občine Celje. Cilj ankete je bilo predvsem ugotoviti, kako močno svetlobno onesnaženi so bivalni/spalni prostori anketirancev in kakšna svetila uporabljajo. Izpolnjenih je bilo 166 anket, primernih za obdelavo. Pri starostnih skupinah prevladujejo osebe med 15–25 let, ker sem anketo širil po družabnem omrežju.

### **5.2 Izpostavljenost umetni svetlobi v domačem okolju**

#### **1. Spol anketirancev**



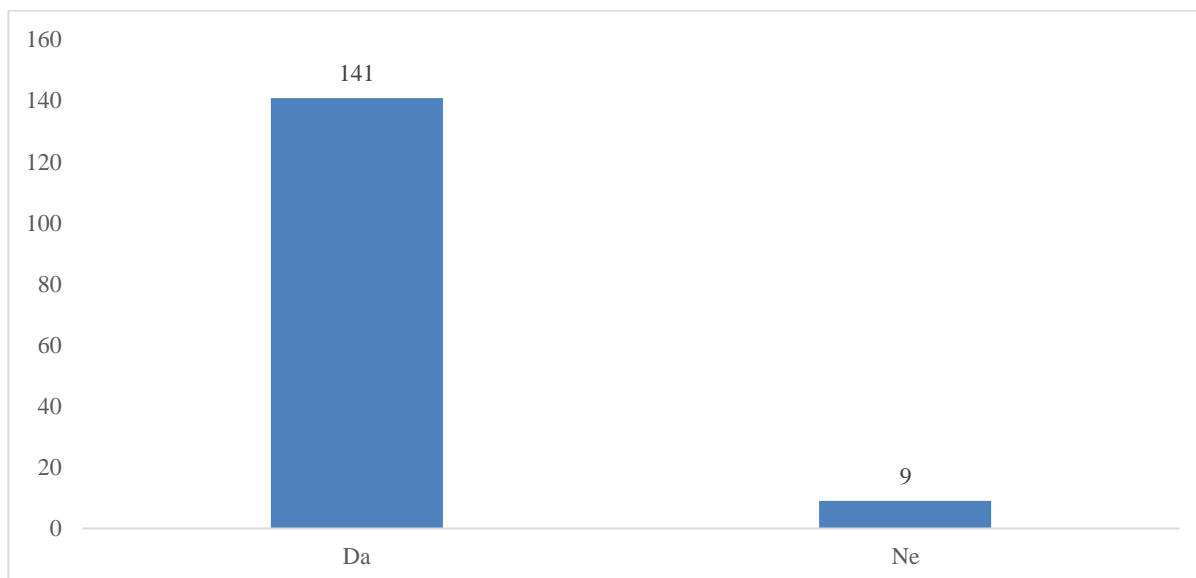
**Graf 1 – Spol anketirancev**

V anketi je sodelovalo 33 % moških ter 67 % žensk.

#### **2. Starost anketirancev**

Anketirance sem razdelil v 6 starostnih skupin. Največji delež je bilo starih med 15–25 let (63 %), od 46–55 let (29 %), od 36–45 (24 %). Ostali so bili v drugih starostnih skupinah.

**3. Menite, da lahko svetloba iz okolice (telefon, TV, razsvetljava) vpliva na vaše spanje in posledično zdravje?**



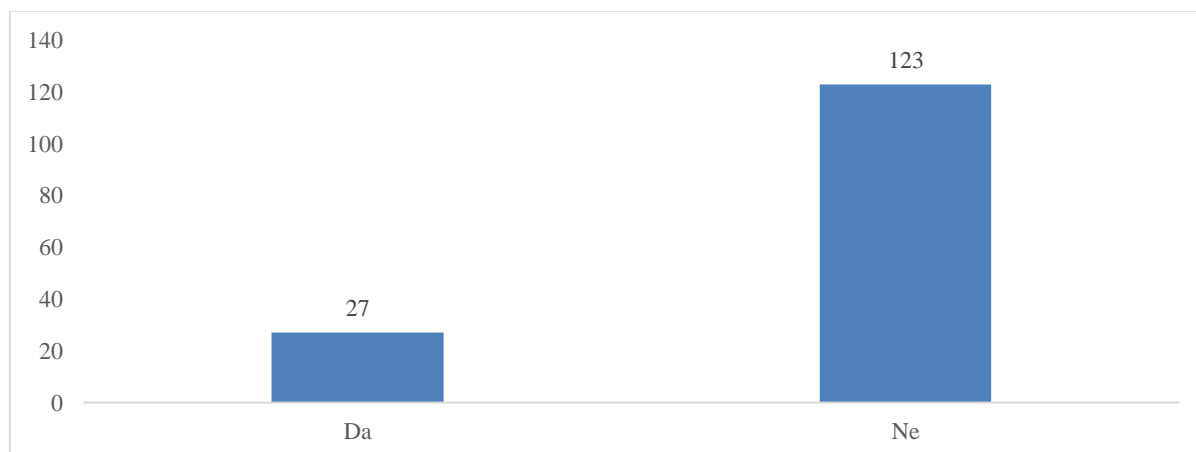
**Graf 2 – Menite, da lahko svetloba iz okolice (telefon, TV, razsvetljava) vpliva na vaše spanje in posledično zdravje?**

Večina (94 %) anketirancev je mnenja, da lahko svetloba iz okolice vpliva na spanje in posledično zdravje.

**4. Prosim vas, da na kratko utemeljite vaš odgovor.**

Utemeljitve so bile zelo raznolike. Veliko anketirancev je zapisalo, da svetloba iz okolja vpliva na spanje zaradi sevanja naprav, da zavira proizvodnjo melatonina, da bolje spimo v temi. Nekateri so omenili tudi, da motijo naš dnevno-nočni ritem. Pojavili so se tudi naslednji odgovori: poslabšajo vid, zaradi UV žarkov, ipd.

**5. Ali v prostoru, kjer spite, gledate tudi televizijo?**

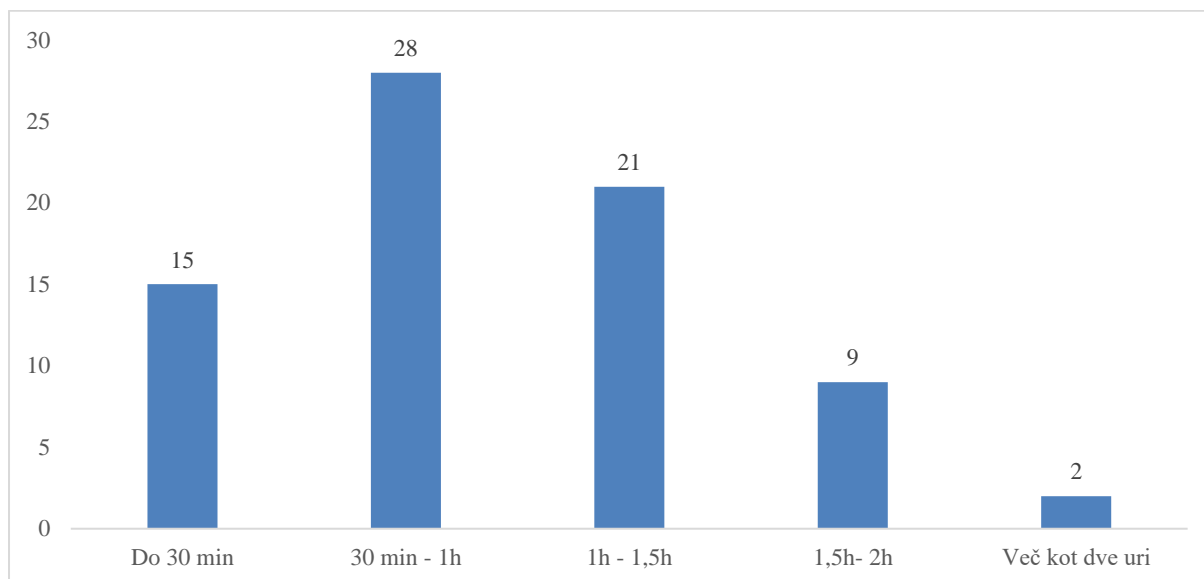


**Graf 3 – Ali v prostoru, kjer spite, gledate tudi televizijo?**

82 %, ne gleda televizije v istem prostoru, kjer tudi spijo. To počne 18 % vprašanih.



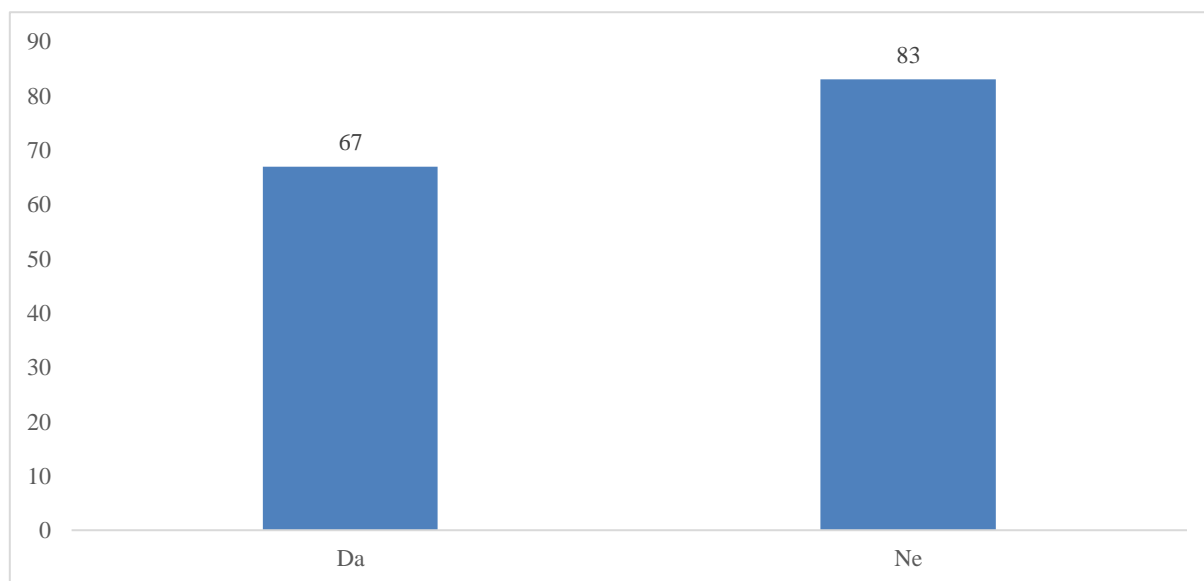
## 6. Kako dolgo po navadi gledate televizijo pred spanjem?



**Graf 4 – Kako dolgo po navadi gledate televizijo pred spanjem?**

65 % anketirancev gleda televizijo od 30 min do 1,5 ure. Le 3 % pa gleda televizijo več kot dve uri. Na to vprašanje so odgovorili tudi tisti, ki na vprašanje 5 niso odgovorili z da, saj lahko televizijo gledamo tudi izven spalnega prostora in se nato odpravimo spat v spalnico.

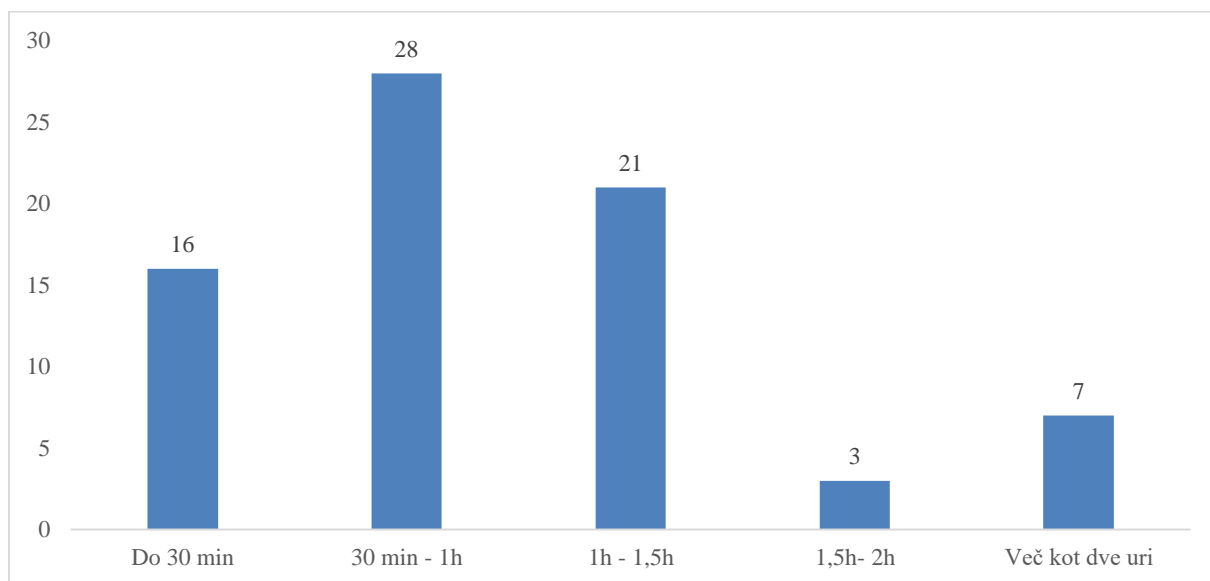
## 7. Ali pred spanjem po navadi uporabljate računalnik?



**Graf 5 – Ali pred spanjem po navadi uporabljate računalnik?**

Iz grafa 6 je razvidno, da skoraj polovica (45 %) anketirancev uporablja računalnik pred spanjem.

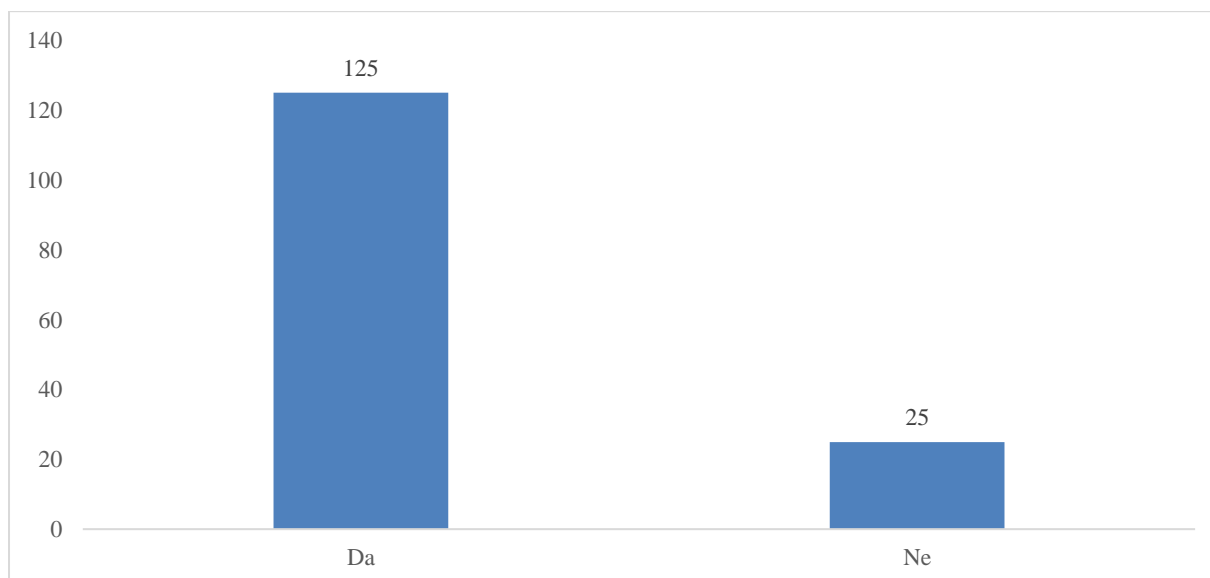
**8. Kako dolgo uporabljate računalnik pred spanjem? (Odgovorite samo, če ste zgoraj odgovorili z DA.)**



**Graf 6 – Kako dolgo uporabljate računalnik pred spanjem?**

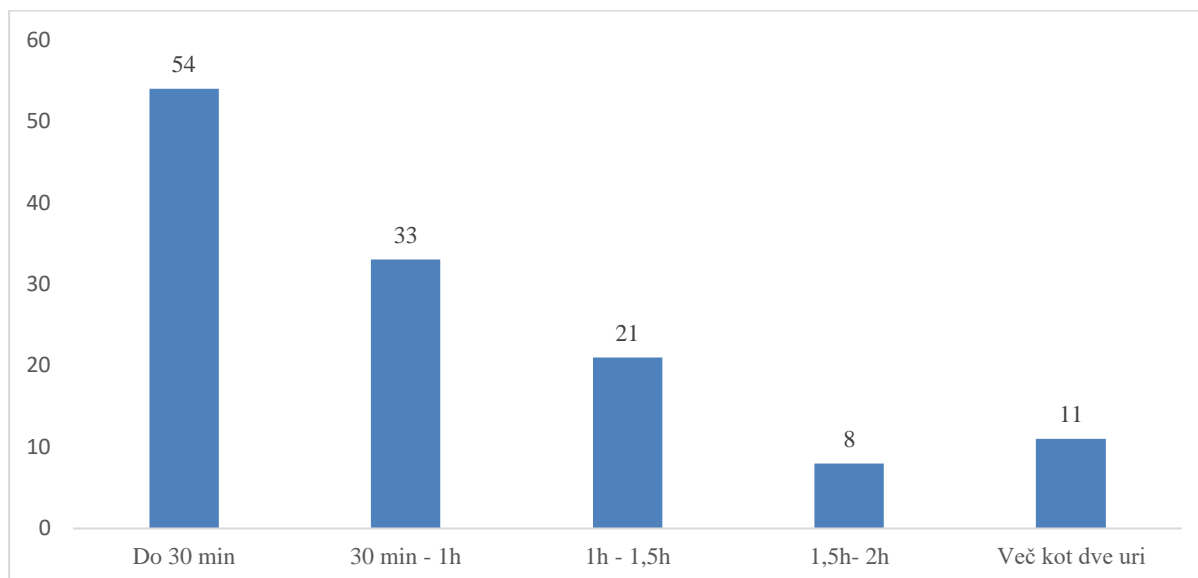
Največ anketirancev – 28 (37 %), uporablja računalnik 30 min do 1 ure, najmanj pa se jih je opredelilo za odgovor od 1,5 ure do 2 uri (4 %).

**9. Ali pred spanjem uporabljate telefon?**



**Graf 7 – Ali pred spanjem uporabljate telefon?**

83 % je odgovorilo, da uporablja telefon pred spanjem.

**10. Kako dolgo po navadi uporabljate telefon pred spanjem? (Odgovorite samo, če ste zgoraj odgovorili z Da.)****Graf 8 – Kako dolgo po navadi uporabljate telefon pred spanjem?**

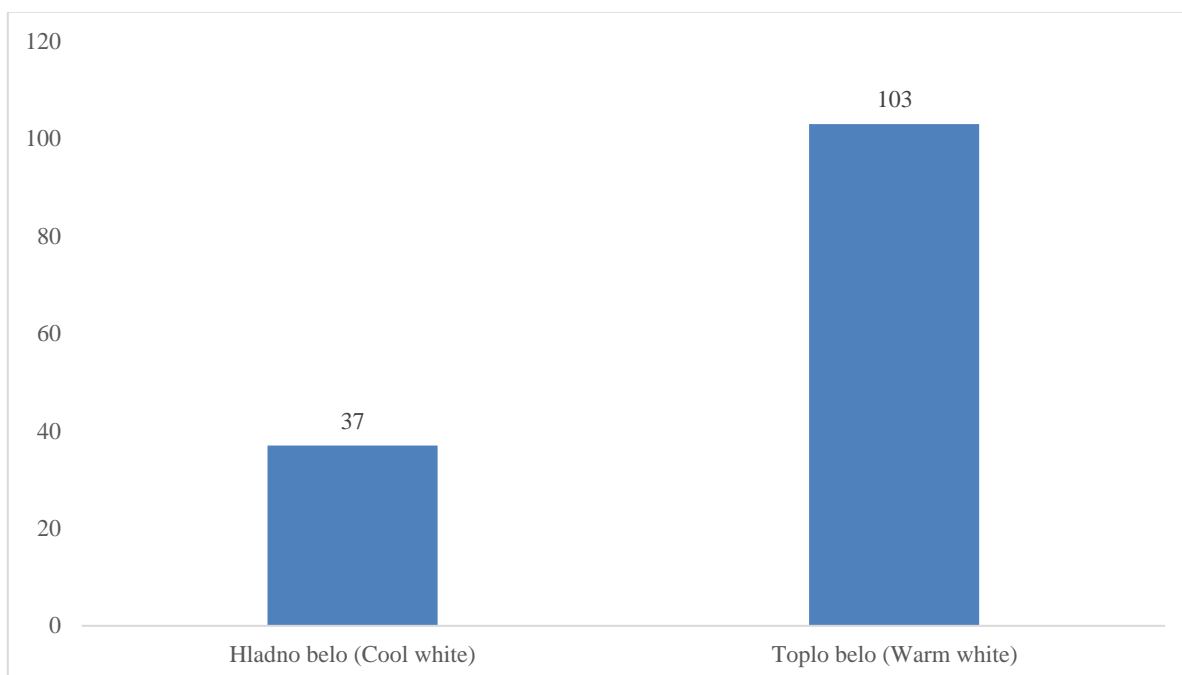
Največji delež anketirancev (43 %) uporablja telefon le 30 min, sledijo tisti ki ga uporabljajo od 30 min do 1 ure (26 %). Več kot dve uri telefon uporablja 11 oseb (9 %)

**11. Katere žarnice uporabljate v vašem domu? (1 – najmanj; 5 – največ)**

	1	2	3	4	5
Navadne žarnice	54	26	30	13	14
Halogenske žarnice	80	30	16	8	6
LED žarnice	12	11	35	35	47
Varčne žarnice	31	19	33	32	25

**Tabela 3 – Katere žarnice uporabljate v vašem domu?**

Najmanj ljudi doma uporablja halogenske žarnice, ki jim sledijo navadne žarnice. Najbolj uporabljene so LED žarnice, ki jim po razširjenosti sledijo varčne žarnice. Kljub temu še vedno velik delež anketirancev v uporabi ohranja navadne žarnice.

**12. V kateri toplotni razred spadajo svetila v vašem domu?****Graf 9 – V kateri toplotni razred spadajo svetila v vašem domu?**

103 anketiranci (74 %) je odgovorilo, da svetila oddajajo toplo belo svetlobo. Le 37 (26 %) pa, da njihova svetila oddajajo hladno belo svetlobo. Torej anketiranci v domovih uporabljajo ustrežnejša svetila.

**13. Izpostavljenost umetni svetlobi med spanjem.**

	Ne drži	Delno drži	Popolnoma drži
Prostor je popolnoma zatemnjen	13	68	59
Luči javne razsvetljave ne sijejo v prostor	22	47	71
Ponoči imam prižgano nočno svetilko	130	8	2
Ponoči imam prižgane luči na hodniku, ki sijejo v spalnico	128	11	1
Med spanjem imam prižgano televizijo	131	7	2
Ob vzglavju imam mobi	68	41	31

**Tabela 4 – Izpostavljenost umetni svetlobi med spanjem**

Velik delež vprašanih spi v popolnoma zatemnjenem prostoru (40 %). 16 % je tistih, ki jim svetilke javne razsvetljave sijejo v prostor. Večina vprašanih ponoči nima prižgane nočne lučke,

enako velja za luč na hodniku. Bolj enakomerno razporejeni so odgovori pri trditvi »Ob vzglavju imam mobi«. 49 % vprašanih je zanimalo trditev, 22 % pa pritrdilo.

### **5.3 Zbiranje podatkov in vzorec za anketo Svetlobno onesnaženje v Mestni občini Celje**

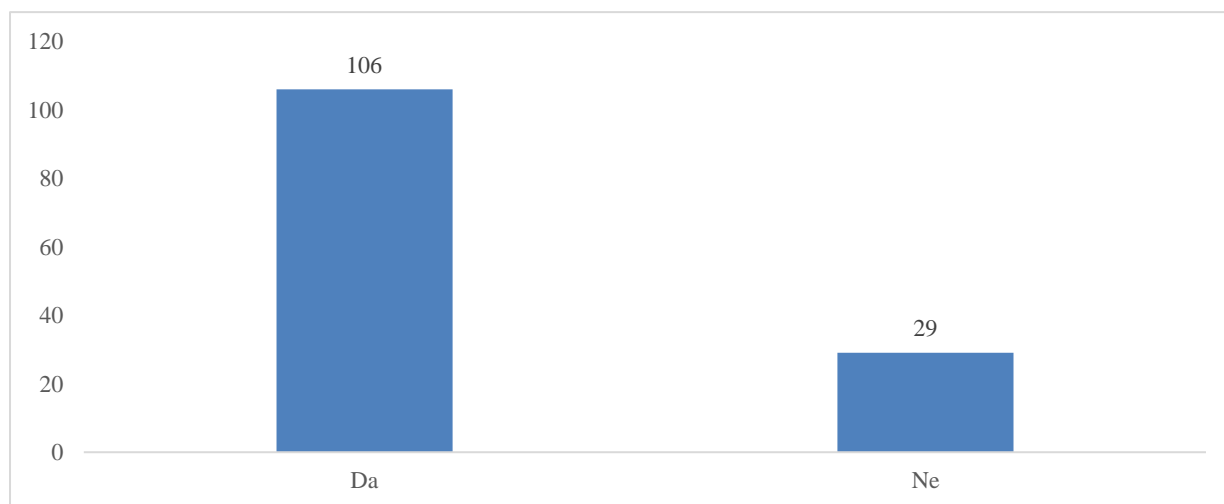
Zbiranje podatkov je potekalo od 17. 2. 2021 do 8. 3. 2021, preko spletne platforme 1KA. Anketiranci so bili izključno prebivalci Mestne občine Celje. Cilj ankete je bilo ugotoviti, kako so anketiranci seznanjeni s svetlobnim onesnaženjem in kako slednje vpliva na njih. Izpolnjenih je bilo 135 anket, primernih za obdelavo.

### **5.4 Svetlobno onesnaženje v Mestni občini Celje**

#### **1. Napišite, v katerem delu MOC živite?**

15 % anketirancev živi v Mestni četrti Center, 9 % anketiranih je odgovorilo, da živijo v Mestni četrti Nova vas, na območju Lave živi 8 % vprašanih, enak odstotek ljudi živi na Hudinji. Po pogostosti si še sledijo naslednji odgovori: Slavko Šlander, Otok, Dolgo polje, Kajuh, Gaberje, sledijo krajevne skupnosti Ljubečna, Škofja vas ...

#### **2. Ste že slišali za pojem svetlobno onesnaževanje?**



**Graf 10 – Ste že slišali za pojem svetlobno onesnaževanje?**

106 anketirancev (79 %), je že slišalo za pojem svetlobno onesnaževanje. Ostalih 29 anketirancev (21 %) pa za ta pojem še ni slišalo.

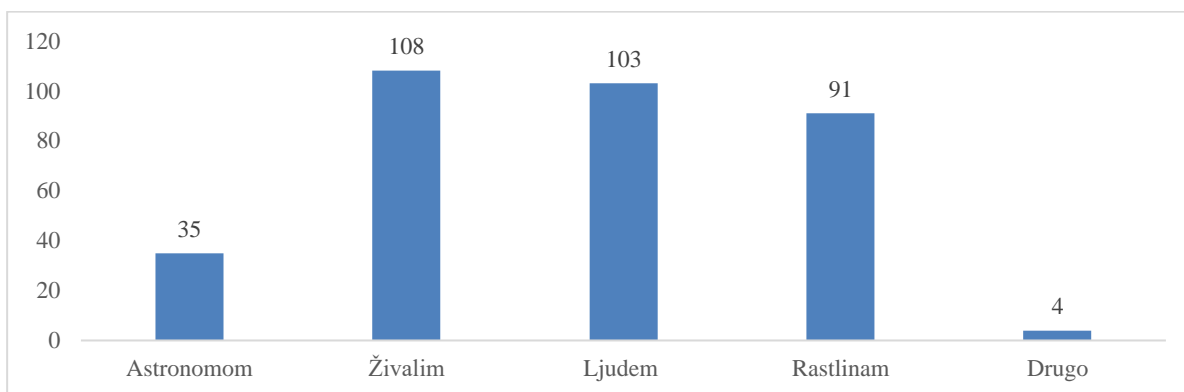
### 3. Kje ste slišali za svetlobno onesnaževanje (odgovorite samo, če ste zgoraj odgovorili z DA). Možnih je več odgovorov.

V medijih (TV, radio, časopis ...)	75
Pri pouku	42
Na spletu	45
Drugo	9

Tabela 5 – Kje ste slišali za svetlobno onesnaževanje?

Največ vprašanih je za svetlobno onesnaževanje slišalo v medijih in sicer 75 anketirancev (69 %), pri pouku je za svetlobno onesnaženje slišalo 42 anketirancev (39 %), na spletu 45 anketirancev (42 %). 9 jih je naštel še druge možnosti. Večina je zapisala od staršev, v službi oz. doma.

### 4. Komu ali čemu škodi svetlobna onesnaženost? Možnih je več odgovorov.



Graf 11 – Komu ali čemu škodi svetlobna onesnaženost?

Večina anketirancev meni, da svetlobno onesnaženje škodi ljudem (76 %) in živalim (80 %), podoben odstotek jih meni, da škodi tudi rastlinam (67 %). Manj anketirancev je mnenja, da škodi tudi astronomom (26 %). Ponujen pa je bil tudi odgovor drugo, za katerega so se odločili 4 anketiranci, ki so večinoma napisali, da škodi vsem organizmom.

### 5. Ocenite strinjanje. (1 – se ne strinjam; 5 – se popolnoma strinjam)

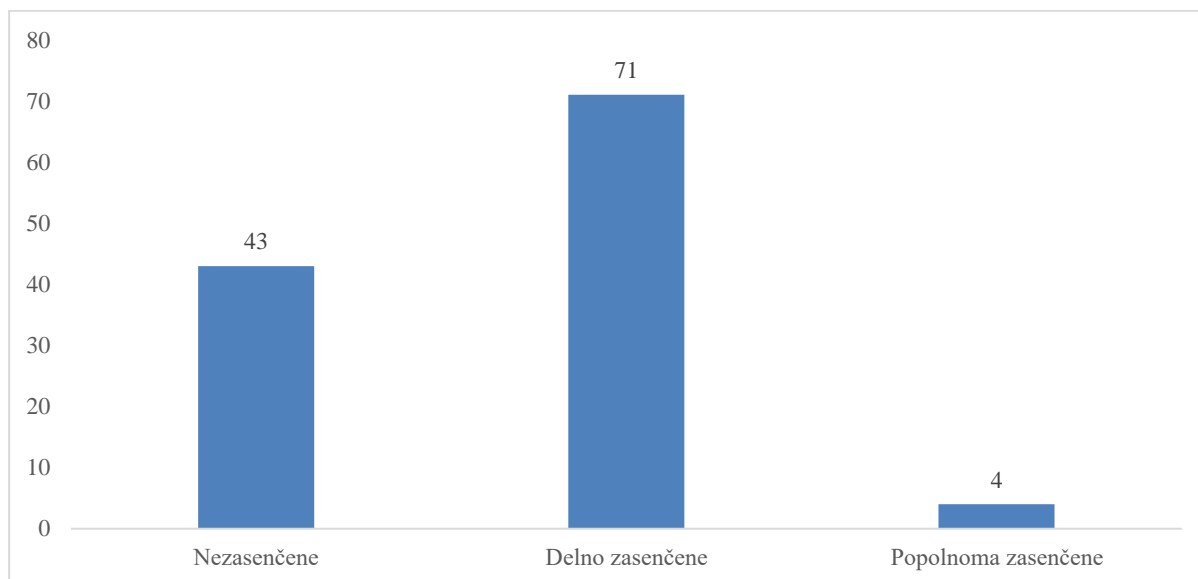
	1	2	3	4	5
Svetlobno onesnaževanje je velik problem tudi v MOC	3	12	47	35	21
V MOC so pretirano osvetljene javne površine (javne ceste, ulice, trgi ...)	12	23	48	24	11

V MOC so pretirano osvetljene poslovne stavbe, proizvodnji objekti, nakupovalna središča, športna igrišča	9	18	20	36	35
Staro mestno jedro je bolj svetlobno onesnaženo kakor stanovanjski deli Celja (Nova vas, Hudinja, Lava ...)	12	28	43	27	8
Staro mestno jedro je bolj svetlobno onesnaženo kakor industrijski deli Celja	17	32	45	19	5
V starem mestnem jedru je več neustreznih svetilk kot v stanovanjskih delih Celja	8	27	53	27	4
Svetlobno onesnaženje vpliva na kvaliteto življenja ljudi	3	9	31	34	41

Tabela 6 – Stanje svetlobnega onesnaženja v MOC

Pri trditvi »Svetlobno onesnaževanje je velik problem tudi v MOC« je največji delež vprašanih ostal neodločen. Več je tistih, ki se s to trditvijo strinjajo kot tistih, ki jo zanikajo. Večina anketirancev se ni opredelilo, ali so javne površine v MOC pretirano osvetljene, pri osvetljevanju poslovnih stavb pa večina meni, da so pretirano osvetljene. Pri trditvah »Staro mestno jedro je bolj svetlobno onesnaženo kakor industrijski deli Celja« in »Staro mestno jedro je bolj svetlobno onesnaženo kakor stanovanjski deli Celja (Nova vas, Hudinja, Lava ...)« je največji delež anketirancev ostal neopredeljen, a se jih več s tem ne strinja kot pa strinja. Najbolj neopredeljeni so vprašani bili pri trditvi »V starem mestnem jedru je več neustreznih svetilk kot v stanovanjskih delih Celja«. Anketiranci se strinjajo, da svetlobno onesnaženje vpliva na kvaliteto življenja ljudi.

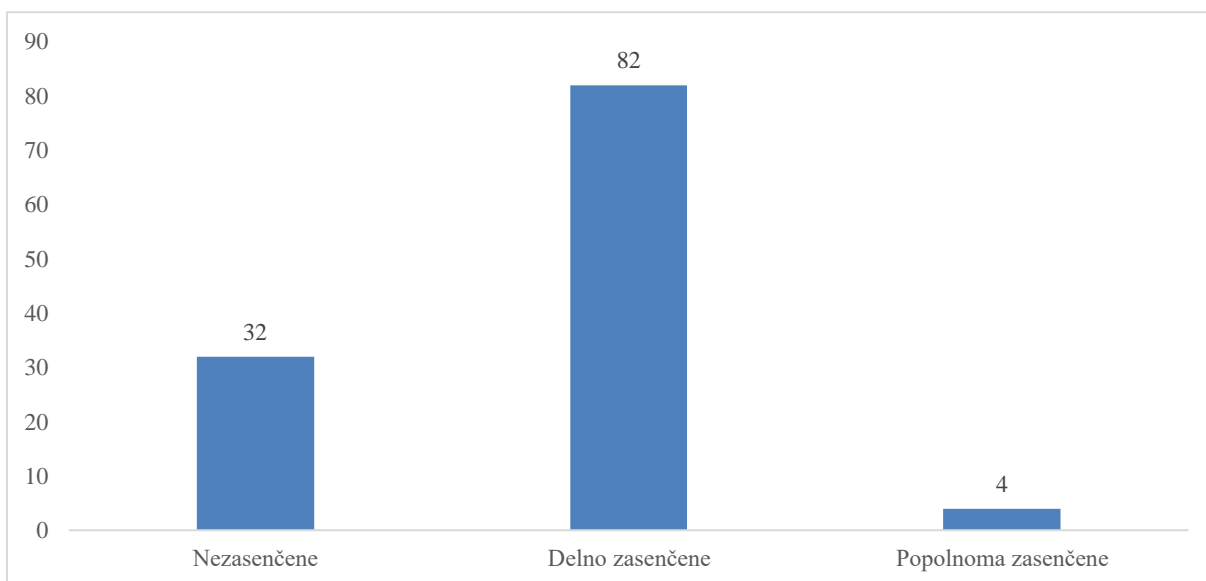
## 6. Kaj menite, katere od opisanih svetilk prevladujejo v starem mestnem jedru Celja?



**Graf 12 – Kaj menite, katere od zgoraj opisanih svetilk prevladujejo v starem mestnem jedru Celja?**

71 anketirancev (60 %) je mnenja, da v starem mestnem jedru prevladujejo delno zasenčene svetilke, le 4 anketiranci (3 %) pa, da prevladujejo popolnoma zasenčene. 43 anketirancev (36 %) je odgovorilo, da prevladujejo nezasenčene svetilke.

## 7. Kaj menite, katere od opisanih svetilk prevladujejo v stanovanjskih delih Celja?



**Graf 13 – Kaj menite, katere od opisanih svetilk prevladujejo v stanovanjskih delih Celja?**

82 anketirancev (69 %) meni, da prevladujejo delno zasenčene svetilke, 32 anketirancev (27 %) meni, da prevladujejo nezasenčene, najmanj je tistih, ki mislijo, da prevladujejo popolnoma zasenčene, takšni so 4 anketiranci (3 %).

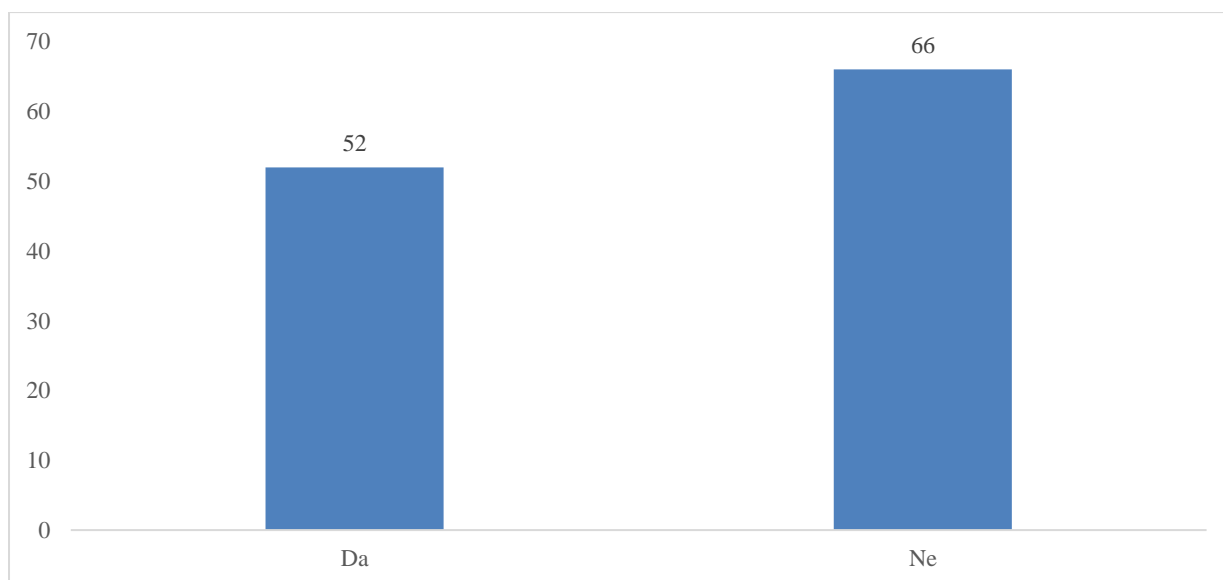


**8. Ali vas motijo različni povzročitelji svetlobnega onesnaževanja? (1 – sploh me ne motijo, 5 – me zelo motijo)**

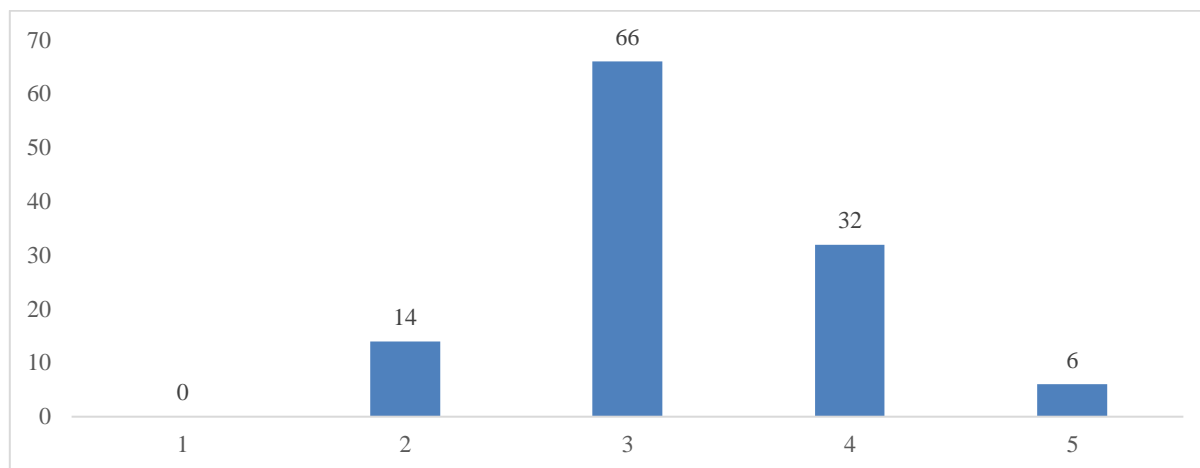
	1	2	3	4	5
Javna razsvetljava	21	28	35	18	16
Osvetljene zgradbe (nakupovalna središča, tovarne ...)	13	22	29	24	30
Osvetljeni oglaševalski panoji	10	13	24	31	40
Osvetljeni kulturno-zgodovinski spomeniki	27	33	38	11	9

**Tabela 7 – Ali vas motijo različni povzročitelji svetlobnega onesnaževanja?**

Najbolj anketirance motijo osvetljeni oglaševalski panoji in sicer 40 anketirancev (34 %), najmanj ljudi motijo osvetljeni kulturno-zgodovinski spomeniki, osvetljenim panojem pa sledijo osvetljene zgradbe, nakupovalna središča ... Slednja motijo 25 % vprašanih.

**9. Ali svetloba javne razsvetljave ponoči osvetljuje tudi vaše bivalne/spalne prostore?****Graf 14 – Ali svetloba javne razsvetljave ponoči osvetljuje tudi vaše bivalne/spalne prostore?**

Velikemu deležu anketirancev svetloba javne razsvetljave osvetljuje bivalne oz. spalne prostore – 52. anketirancem (44 %).

**10. Ocenite svetlobno onesnaženost MOC. (1 – neonesnažena, 5 – zelo onesnažena)****Graf 15 – Ocenite svetlobno onesnaženost MOC**

Večina anketirancev 66 (56 %) meni, da MOC ni niti svetlobno neonesnažena niti svetlobno onesnažena (so neodločeni), 32 (27 %) jih meni, da je precej svetlobno onesnažena, le 6 anketirancev (5 %) meni, da je MOC zelo svetlobno onesnažena. 14 (12 %) vprašanih je odgovorilo, da je MOC malo svetlobno onesnažena. Nihče ni mnenja, da MOC sploh ni svetlobno onesnažena.

**Sklep:** 79 % je že slišalo za pojem svetlobno onesnaževanje, ostalih 21 % pa ne. Največ so zanj slišali iz medijev. Večina jih meni, da svetlobno onesnaženje škodi ljudem (76 %) in živalim (80 %), podoben odstotek jih meni, da škodi tudi rastlinam (67 %). Manj jih je mnenja, da škodi tudi astronomom (26 %). Štirje so napisali, da škoduje vsem organizmom.

S trditvijo »Svetlobno onesnaženje je velik problem tudi v MOC« je največji delež vprašanih ostal neodločen. Več je tistih, ki se s to trditvijo strinjajo kot tistih, ki jo zanikajo. Večina se jih ni opredelilo do vprašanja, ali so javne površine v MOC pretirano osvetljene, pri osvetljevanju poslovnih stavb pa večina meni, da so pretirano osvetljene. Pri trditvah »Staro mestno jedro je bolj svetlobno onesnaženo kakor industrijski deli Celja« in »Staro mestno jedro je bolj svetlobno onesnaženo kakor stanovanjski deli Celja« je največji delež neopredeljen, a se jih več s tem ne strinja, kot pa strinja. Najbolj neopredeljeni so vprašani bili pri trditvi »V starem mestnem jedru je več neustreznih svetilk kot v stanovanjskih delih Celja«. Strinjajo se, da svetlobno onesnaženje vpliva na kvaliteto življenja ljudi.

60 % je mnenja, da v starem mestnem jedru prevladujejo delno zasenčene svetilke, le 3 % pa, da prevladujejo popolnoma zasenčene, 36 %, da prevladujejo nezasenčene svetilke.

69 % meni, da v stanovanjskih delih prevladujejo delno zasenčene svetilke, 27 % meni, da prevladujejo nezasenčene, 3%, da prevladujejo popolnoma zasenčene.

Najbolj anketirance motijo osvetljeni oglaševalski panoji, in sicer 34 %, najmanj ljudi motijo osvetljeni kulturno-zgodovinski spomeniki, osvetljenim panojem pa sledijo osvetljene zgradbe, nakupovalna središča ... Slednja motijo 25 % vprašanih.

Velikemu deležu anketirancev svetloba javne razsvetljave osvetljuje bivalne oz. spalne prostore – 52. anketirancem (44 %).

## 6 Popis javne razsvetljave

Pri raziskovanju sem opravil tudi popis javne razsvetljave na dveh izbranih območjih. Prvo območje popisa je bil del stanovanjske soseske Nova vas in Dečkovo naselje, za drugo pa sem izbral staro mestno jedro. Pri popisu sem si pomagal z načrtom javne razsvetljave v Mestni občini Celje [6]. V načrtu so bile leta 2018 popisane vse svetilke javne razsvetljave v MOC in jasno določeni tipi svetilk ter tudi, če so ti v skladu z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja okolja [7], ki je bila sprejeta leta 2007. Vsaki svetilki sem določil tip in določil, če je slednji v skladu z uredbo. Rezultate na obeh popisanih območjih sem obdelal in primerjal.

### 6.1 Popis javne razsvetljave v stanovanjskih soseskah Nova vas in Dečkovo naselje

Območje popisa omejujejo štiri ceste. Na severu sem se omejil z novo vezno cesto, na jugu na Dečkovo cesto, na vzhodu na Ulico mesta Grevenbroich ter na zahodu na Cesto na Ostrožno.



Slika 26 – Območje popisa javne razsvetljave v mestnih četrtih Dečkovo naselje in Nova vas [9]

Območje popisa je del Mestne četrti Nova vas in Mestne četrti Dečkovo naselje. Za ta predel sem se odločil, ker živim v Mestni četrti Nova vas, na območju pa se nahajajo stavbe, ki so bile zgrajene v šestdesetih letih prejšnjega stoletja (Drapšinova), v obdobju od 1989–1995 Pod lipami, Pod gabri in Pod kostanji ter stavbe, ki so bile zgrajene po letu 2001 (Novi trg). V zadnjem letu se tukaj gradi vse več stanovanjskih objektov, kar pomeni tudi več javne razsvetljave. V novembru lanskega leta se je za promet odprla severna vezna cesta, ki povezuje Cesto na Ostrožno z Ulico mesta Grevenbroich. Tako sem lahko s popisom razsvetljave na tej cesti izvedel, kakšni so standardi za osvetljevanje novozgrajene cestne infrastrukture v MOC. Svetilkam sem s pomočjo načrta javne razsvetljave v MOC [6] določil proizvajalca, ime, vrsto sijalke ter skladnost z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja [7]. Skupaj sem popisal 421 svetilk javne razsvetljave ter na izbranem območju zasledil 6 različnih tipov svetilk.

Najbolj zastopana svetilka je G500 PM1 proizvajalca Elektro kovina/AEC. Svetilke imajo večinoma fluorescentno sijalko in niso skladne z uredbo [7], so nezasenčene in oddajajo velik delež svetlobnega toka nad vodoravnico. Na izbranem območju sem naštel 120 svetilk – G500 PM1, tako te svetilke predstavljajo 28,5 % vseh popisanih svetilk.



Slika 27 – Svetilka G500 PM1 v Novi vasi [4]

Najdemo jih med starejšimi stanovanjskim bloki, kjer osvetljujejo pločnike in igrišča. Na spodnji sliki je prikazano območje, kjer prevladujejo svetilke tipa G500 PM1.



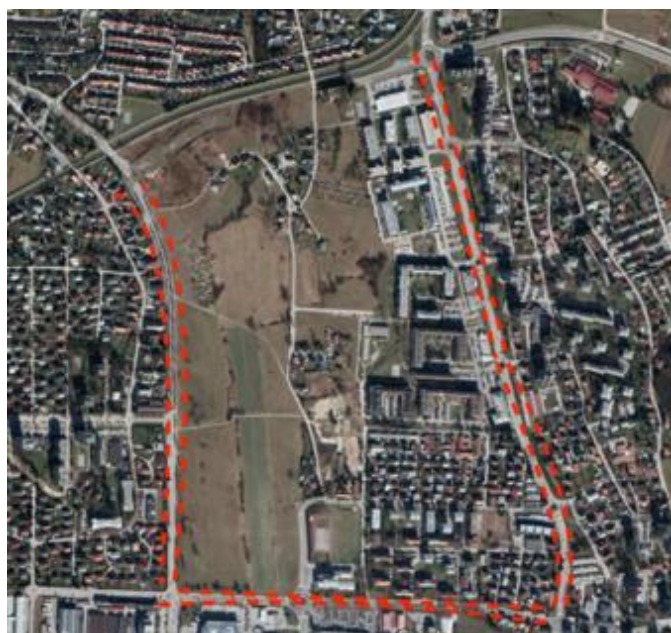
Slika 28 – Območje, kjer prevladujejo svetilke G500 PM1

Svetilke Lunoide 250 in 150 predstavljajo 24,9 % popisanih svetilk. Takšnih je torej 105 svetilk. So v skladu z uredbo [7], sijalke so visokotlačne natrijeve, proizvaja pa jih Illumin Azione., so zasenčene in ne oddajaj svetlobe nad vodoravnico, če zanemarimo tisto, ki se v atmosfero odbije od tal.



Slika 29 – Svetilka Lunoide 250 v Novi vasi [4]

Te svetilke se uporabljajo za osvetljevanje cest, zato sem prav ob cestah zaznal največje število teh svetilk, medtem ko jih drugod nisem opazil. Na spodnji karti so označena območja, kjer prevladujejo svetilke Lunoide 250 in 150.



Slika 30 – Območje, kjer prevladujejo svetilke Lunoide 150/250

Popisal sem 97 svetilk Grah LSL, so skladne z uredbo [7], vgrajene pa imajo led sijalke. Proizvajalec teh svetilk je grah Aerolite. Svetila oddajajo belo barvo in so zasenčena, tako da svetloba ne seva nad horizontalno ravnino. Svetilke Grah LSL predstavljajo 23,0 % popisanih svetil s tega območja.



Slika 31 – Svetilka Grah LSL v Novi vasi [4]

Svetilke Grah LSL se uporabljajo predvsem na novozgrajeni infrastrukturi. To takoj opazimo, saj so večinoma uporabljene na novozgrajenih krožiščih ter delno obnovljenih krožiščih, prevladujejo pa tudi na novozgrajeni severni vezni cesti. V osrednjem delu krožišča se uporabljajo tri svetilke Grah, kar je razvidno s spodnje slike.



Slika 32 – Uporaba svetilk Grah LSL v krožišču [4]



Slika 33 – Območja, kjer prevladujejo svetilke Grah LSL

Svetilke Axial, proizvajalca Modus, predstavljajo 16,2 % popisanih svetilk, torej sem jih popisal 68. Svetilke niso skladne z uredbo [7], saj del svetlobe oddajajo nad vodoravnico. Sijalke so fluorescentne.



**Slika 34 – Svetilka Axial na Novem trgu (pogled proti Škapinovi) [4]**

Večino teh svetilk je ob starejših stanovanjskih blokih na Drapšinovi ulici, ki so bili zgrajeni po letu 1960, kjer osvetljujejo pločnike, igrišče in ostale javne površine. Nekaj pa jih je uporabljenih tudi ob novejših stanovanjskih blokih na Novem trgu.

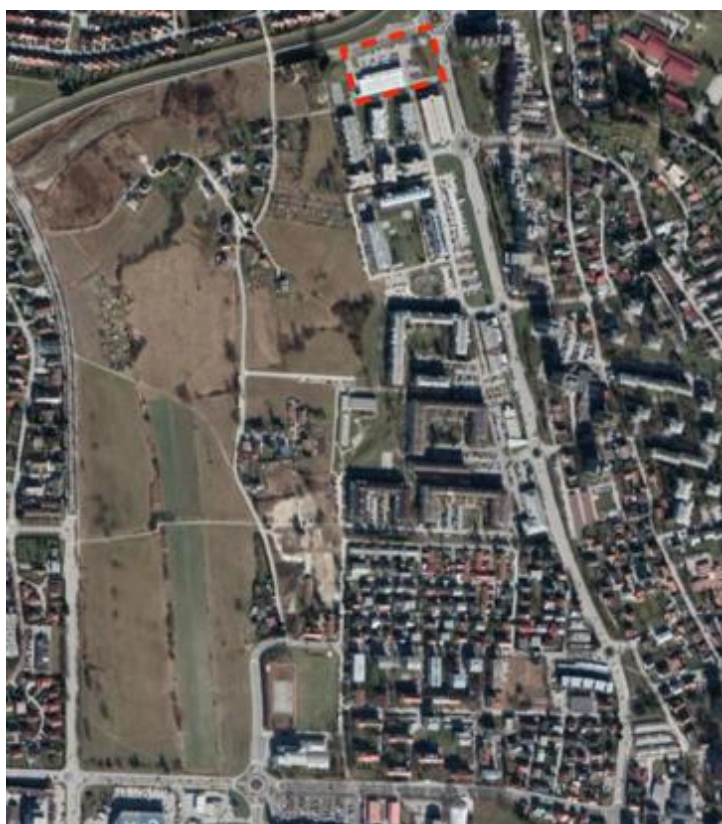


**Slika 35 – Območja, kjer se nahajajo svetilke Axial**

Po pogostosti sledijo svetilke, uporabljene na parkirišču trgovine Lidl. Te svetilke niso bile vključene v načrt javne razsvetljave v Celju [6], zato jim nisem mogel določiti proizvajalca. Sijalke so LED, svetilke pa so skladne z uredbo [7]. Na parkirišču sem popisal 22 takšnih svetilk, kar predstavlja 5,2 % popisanih svetilk.



Slika 36 – LED svetilka na parkirišču trgovine Lidl v Novi vasi [4]



Slika 37 – Območje trgovine Lidl v Novi vasi



V sklopu popisa sem popisal tudi 9 svetilk Modus LV S proizvajalca Modus, ki imajo fluorescentne sijalke. Svetilke Modus LV S predstavljajo 2,1 % svetilk tega območja. Svetilke niso uporabljene na točno določenem območju, popisal sem jih na različnih lokacijah, največ pa v stanovanjski soseski Novi trg.



**Slika 38 – Svetilka Modus LV S na Novem trgu [4]**

Na izbranem območju sem od 421 svetilk naštel 188 neustreznih svetilk, takšnih, ki niso v skladu z uredbo [7]. Neustrezne svetilke (delno ali nezasenčene) predstavljajo 44,7 % vseh popisanih svetilk. Neustrezne svetilke na tem območju so G500 PM1 in Axial. Popisanih ustreznih svetilk (popolnoma zasenčene) je 233, torej 55,3 % svetilk tega območja. Pod ustrezne svetilke spadajo Lunoide 150/250, Grah LSL, Modus LV S, ter LED svetilke na parkirišču trgovine Lidl. Neustrezne svetilke so nezasenčene, ali pa delno zasenčene, pogosto so tudi nepravilno montirane, zato svetlobo oddajajo pod majhnimi koti, kar pomeni še večjo težavo. Novo infrastrukturo osvetljujejo predvsem LED sijalke, ki lahko predstavljajo še večjo težavo, če so svetilke, v katerih so montirane, nepravilne, saj se bela svetloba LED svetil bolj sipa v atmosferi. Na spodnji karti sem označil območja, kjer prevladujejo neustrezne svetilke, ta so označena z rdečo barvo. Območja, kjer prevladujejo ustrezne svetilke, so označena z zeleno barvo. Razvidno je, da ceste osvetljujejo svetilke skladne z uredbo, največ neustreznih svetilk pa lahko najdemo med posameznimi stanovanjskimi bloki. V stanovanjski soseskah je še vedno veliko neustreznih, torej nezasenčenih, ali delno zasenčenih svetilk, ki bistveno povečujejo svetlobno onesnaženost. Neustrezne svetilke so najpogostejše na območjih stanovanjskih blokov zgrajenih med leti 1963 in 1995. Tudi na območju stanovanjskih blokov, zgrajenih po letu 2001, lahko opazimo veliko število neustreznih svetilk.



Slika 39 – Območja, kjer prevladujejo neustrezne oz. ustrezne svetilke javne razsvetljave v stanovanjskih soseskah Nova vas in Dečkovo naselje

## 6.2 Popis javne razsvetljave v Mestni četrti Center

Pred popisom svetilk javne razsvetljave sem določil območje popisa. Na severu sem se omejil na Levstikovo in Gregorčičevo ulico. Na zahodu na Gledališki trg in parkirišče za Mestno občino Celje, na jugu na Savinjsko nabrežje, na vzhodu pa na Ulico XIV. divizije.



Slika 40 – Območje popisa javne razsvetljave v MČ Center

To območje sem si izbral zato, ker me je zanimalo, kakšna je javna razsvetljava v starem mestnem jedru. Območje obsega tudi del Savinjskega nabrežja, tako sem tudi ugotovil, katera svetila se uporabljajo za osvetljevanje zelenih površin. V popis sem vključil tudi razsvetljavo Ul. XIV. divizije, kjer razsvetljava še ni bila posodobljena, tako sem ugotovil, ali so bile predhodno uporabljene svetilke javne razsvetljave neustrezne ali ustrezne. Tudi tem svetilkam sem s pomočjo načrta javne razsvetljave v MOC [6] določil proizvajalca, ime, vrsto sijalke ter skladnost z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja [7]. Skupaj sem popisal 373 svetilk javne razsvetljave, od tega 12 različnih tipov svetilk.

Tudi v MČ Center je najbolj zastopana svetilka tipa G500 PM1, popisal sem 130 takšnih svetilk, kar predstavlja 34,9 % vseh popisanih svetilk. Pogosto so na enem drogu montirane 3 svetilke, v tem primeru sem skupnemu številu svetilk prištel vse tri in jih nisem štel kot eno svetilko. Proizvaja jih Elektro kovina/AEC. Niso skladne z uredbo [7], so nezasenčene in oddajajo velik delež svetlobnega toka nad vodoravnico. Svetilke imajo večinoma fluorescentno sijalko.



**Slika 41 – Svetilke G500 PM1 pri cerkvi sv. Danijela [4]**

Svetilke tega tipa so uporabljene predvsem v še ne obnovljenih predelih starega mestnega jedra, v okolici cerkve sv. Danijela in v okolici zgradbe Mestne občine Celje.



**Slika 42 – Območja, kjer prevladujejo svetilke G500 PM1**

Svetilke Iguzzini crown LED BG 61/62, ki imajo LED sijalke. Proizvaja jih podjetje Iguzzini. Svetilke so v skladu z uredbo [7]. So popolnoma zasenčene in svetlobe ne oddajajo nad vodoravnico. Ločimo dve vrsti teh svetil BG 61, ki so 50 W in BG 62, ki so 70 W. Popisal sem 51 svetilk, pri čemer sem obe vrsti (BG 61 in BG 62) preštel kot en tip svetilk. Te svetilke tako predstavljajo 13,7 % popisanih svetilk.



Slika 43 – Svetilke Iguzzini pred hotelom Evropa [4]

Svetilke prevladujejo ob prenovljenih sprehajalnih površinah v starem mestnem jedru. Na Krekovem trgu, delih Prešernove in Kocenove ulice in Stanetove ulice.



Slika 44 – Območja, kjer prevladujejo svetilke Iguzzini

Po pogostosti sledijo svetilke Siteco, ki jih proizvaja istoimensko podjetje. Sijalke so visokotlačne natrijeve. So popolnoma zasenčene in v skladu z uredbo [7]. Popisal sem 35 svetilk Siteco, torej te svetilke predstavljajo 9,4 % vseh svetilk tega območja.



**Slika 45 – Svetilka Siteco v mestni četrti Center [4]**

Svetilke Siteco osvetljujejo ulico XIV. divizije ter del Levstikove ulice. Uporabljene so za osvetlitev cestne infrastrukture, svetijo pa z značilno toplo barvo.



**Slika 46 – Območje, kjer prevladujejo svetilke Siteco**

Svetilke Lunoide 250 in 150 predstavljajo 8,8 % popisanih svetilk. Torej 33 svetilk. So v skladu z uredbo [7], sijalke so visokotlačne natrijeve, proizvaja pa jih Illumin Azione.



**Slika 47 – Svetilka Lunoide na Gregorčičevi ulici [4]**

Svetilke Lunoide osvetljujejo cestno infrastrukturo, največ sem jih naštel na Gregorčičevi ulici. Pogosto so montirane tri svetilke skupaj na enem drogu, kar lahko vidimo v ozadju slike 47.



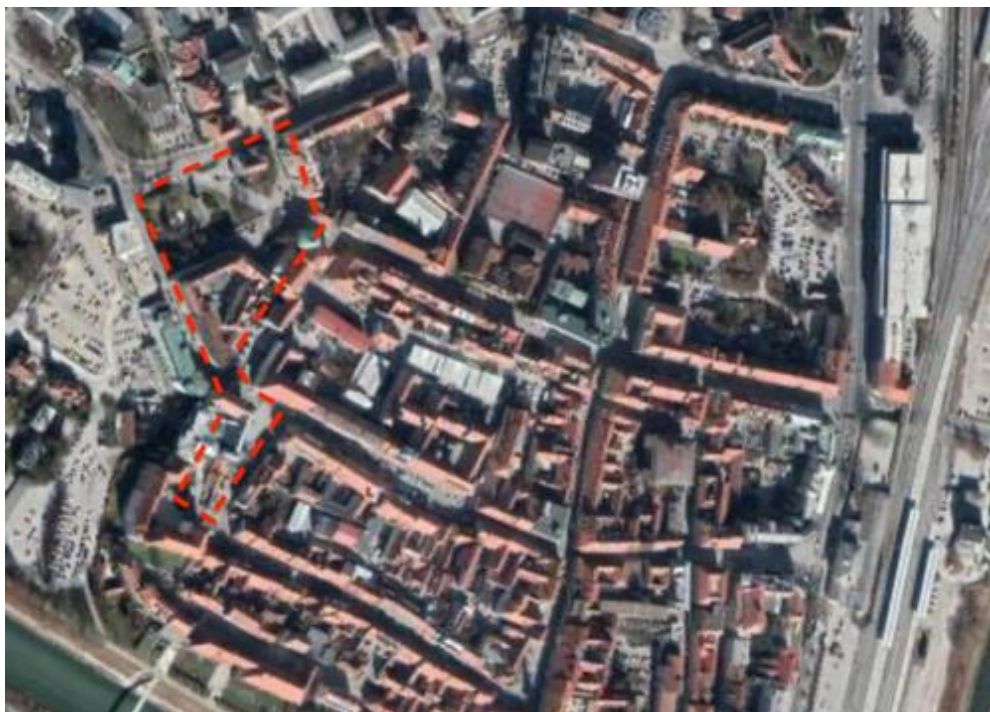
**Slika 48 – Območje, kjer prevladujejo svetilke Lunoide**

Svetilke Kaij Port predstavljajo 8,0 %, torej sem naštel 30 svetilk Kaij Port. Proizvaja jih istoimensko podjetje, sijalke pa so LED. Svetilke so v skladu z uredbo [7], svetlobe ne oddajajo nad vodoravnico.



Slika 49 – Svetilka Kaij Port v starem mestnem jedru [4]

Svetilke Kaij Port prevladujejo na Gledališkem trgu ter na Trgu celjskih knezov



Slika 50 – Območje, kjer prevladujejo svetilke Kaij Port



Historične LED svetilke na Gosposki ulice predstavljajo 5,6 % popisanih svetil, sijalke so fluorescentne. Proizvajalec ni poznan. Svetilke niso v skladu z uredbo [7]. Popisal sem 21 svetilk.



**Slika 51 – Historična svetilka na Gosposki ulici [4]**

Te svetilke sem popisal le na Gosposki ulici ter v ozkih ulicah, ki povezujejo Gosposko ulico z Osrednjo knjižnico Celje.



**Slika 52 – Območje, kjer prevladujejo LED historične svetilke**

Svetilke Axial predstavljajo 5,1 % popisanih svetilk, popisal sem jih 19. Svetilke niso skladne z uredbo [7], saj del svetlobe oddajajo nad vodoravnico. Sijalke so fluorescentne.



**Slika 53 – Svetilka Axial v Mestnem parku [4]**

Največ svetilk Axial je uporabljenih v Mestnem parku, kjer osvetljujejo sprehajalno pot. Proizvaja jih Philips.



**Slika 54 – Območje, kjer prevladujejo svetilke Axial**

Po razširjenosti sledijo LED historične svetilke na glavnem trgu, ki še niso bile vključene pri popisu za načrt javne razsvetljave v Celju [6]. Svetilke so bile na glavnem trgu nedavno zamenjane, tako so te svetilke v skladu z uredbo [7], sijalke so LED, proizvajalca pa iz obstoječega načrta nisem mogel razbrati, saj te svetilke niso bile vključene v načrt. Popisal sem 18 svetilk, kar pomeni 4,8 % vseh popisanih svetilk. Od svetilk na Gosposki ulici se razlikujejo po sijalkah, kar je razvidno s slike 55.



Slika 55 – Led historična svetilka na Glavnem trgu [4]



Slika 56 – Glavni trg

Popisal sem tudi 12 svetilk Grah LSL, ki tako predstavljajo 3,2 % popisanih svetilk. So skladne z uredbo [7], vgrajene pa imajo led sijalke. Proizvajalec teh svetilk je Grah Aerolite. Svetila oddajajo belo barvo in so zasenčena, tako da svetlobe ne sevajo na horizontalno ravnino. Svetilke so večino uporabljene za osvetljevanje cestne infrastrukture na popisnem območju, a ne prevladujejo na le enem predelu, temveč so neenakomerno razporejene po različnih cestnih odsekih.



Slika 57 – Svetilka Grah LSL na Levstikovi ulici [4]

Starinske svetilke Union, predstavljajo 2,7 % popisanih svetilk (10). Proizvajalec teh svetilk ni poznan, sijalke so fluorescentne in te svetilke niso skladne z uredbo [7]. Vse popisane svetilke se nahajajo pred Celjskim domom.



Slika 58 – Starinska svetilka Union pred Celjskim domom [4]

Tretji tip historičnih LED svetilk je montiran na fasade zgradb, kot je razvidno s spodnje slike. Proizvajalec ni poznan, sijalke so LED. Popisal sem 8 takšnih svetilk, torej 2,1 % popisane razsvetljave. Te svetilke so najpogosteje uporabljene za osvetljevanje ožjih ulic v starem mestnem jedru, največ sem jih popisal ob Osrednji knjižnici Celje.



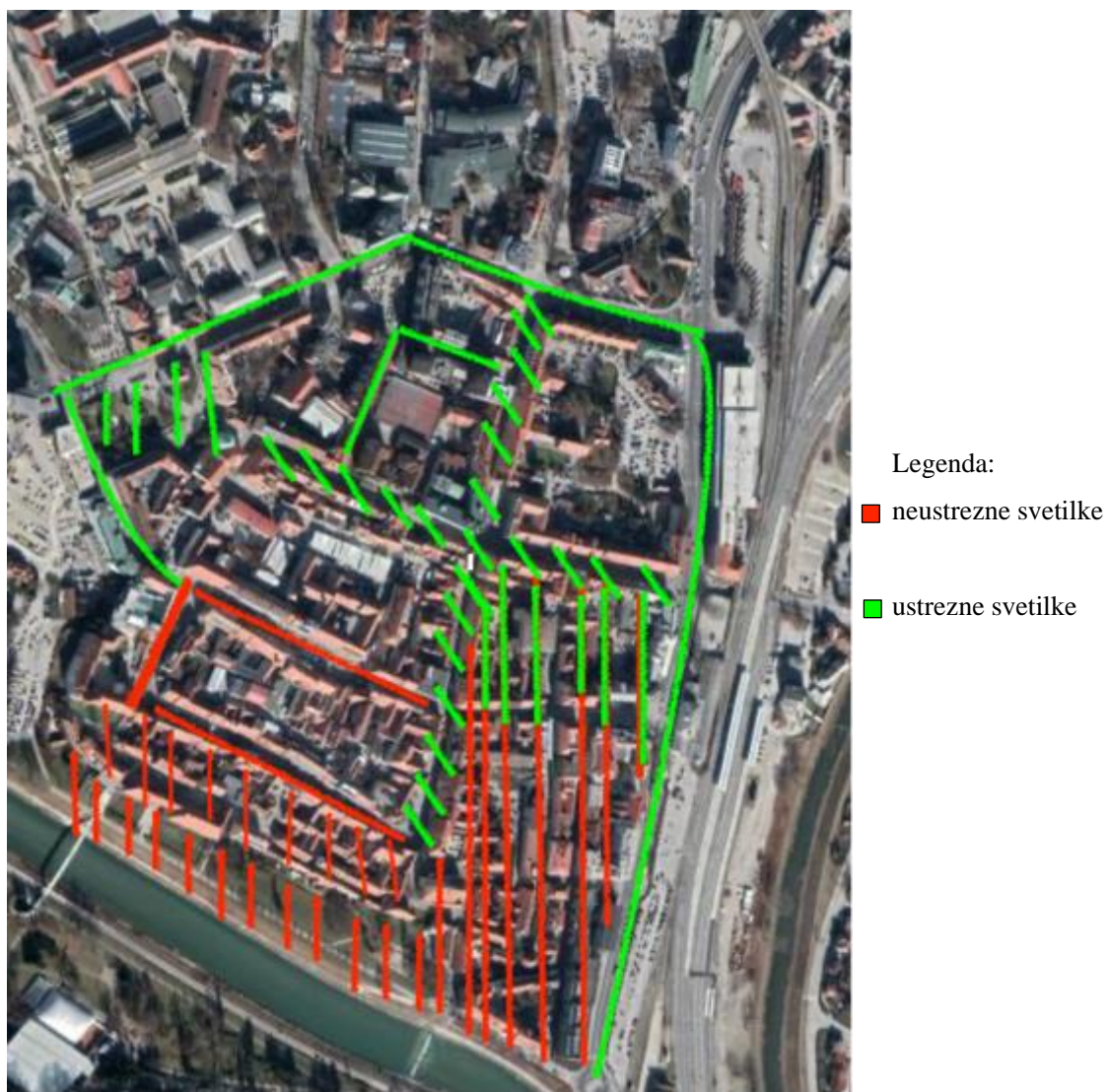
**Slika 59 – LED historična svetilka montirana na fasado [4]**

Najmanjši delež svetilk na izbranem območju predstavljajo viseče Sinteco svetilke. Popisal sem jih 6, kar pomeni 1,6 % vseh svetilk. Te svetilke so skladne z uredbo [7], sijalke so visokotlačne natrijeve, proizvaja pa jih podjetje Sinteco. Vse svetilke sem popisal na Cankarjevi ulici.



**Slika 60 – Viseča svetilka Sinteco na Cankarjevi ulici [4]**

Na območju MČ Center sem od 373 popisanih svetilk našel 180 neustreznih svetilk, torej svetilke neskladne z uredbo [7] predstavljajo 48,3 % vseh svetilk. Neustrezne svetilke na tem območju so: G500 PM, Axial, Starinske svetilke Union ter historične svetilke na Gosposki ulici. Popisanih ustreznih svetilk (popolnoma zasenčenih) je 193, torej 51,7 % svetilk tega območja. Pod ustrezne svetilke spadajo LED historične svetilke montirane na fasado zgradb in tiste na Glavnem trgu, Lunoide, Siteco, Grah LSL, Kaij Port, Iguzzini, ter Sinteco viseče svetilke. Od sijalk prevladujejo LED in fluorescentne sijalke. Večino ustreznih svetilk najdemo ob cestni infrastrukturi in v prenovljenem delu starega mestnega jedra. Neustrezne svetilke prevladujejo v mestnem parku, na območjih Razlagove ulice, okolice cerkve sv. Danijela in Gosposki ulici. Na spodnji karti sem označil območja, kjer prevladujejo neustrezne svetilke, ta so označena z rdečo barvo. Območja, kjer prevladujejo ustrezne svetilke, so označena z zeleno barvo. V MČ Center je še vedno veliko število neustreznih svetilk, ki dodatno prispevajo k svetlobni onesnaženosti Celja.



Slika 61 – Območja, kjer prevladujejo neustrezne oz. ustrezne svetilke javne razsvetljave v Mestni četrti Center

## 7 Viri svetlobnega onesnaženja na območju Celja

Pri raziskovanju me je zanimalo tudi, kako so v Celju osvetljeni spomeniki, zgradbe kulturne dediščine, nakupovalna središča in industrijski objekti. Fotografiral sem tudi reklamne panoje, dekorativno osvetljavo ter napise na pročeljih trgovin in ostalih ustanov.

### 7.1 Kulturna dediščina in dekorativna osvetljava

Po uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja okolja [7] lahko 10 % svetlobnega toka sveti mimo fasade kulturnega spomenika. Dovoljeno je tudi osvetljevanje s sicer okolju neprijaznimi svetilkami, če osvetljevanje s slednjimi ni tehnično izvedljivo.

Na sliki 62 je prikazano osvetljevanje cerkve Sv. duha v Novi vasi. Pročelje cerkve je osvetljeno z dvema reflektorjema, ki močno osvetlita sprednji del cerkve in tudi okolico. Reflektorja sta montirana tako, da osvetlita najvišji del cerkve od spodaj navzgor, pri čemer svetloba neposredno sveti mimo objekta v okolico oz. atmosfero. Prav v okolici cerkve pa prevladujejo neustrezne nezasenčene svetilke, ki svetlobni tok oddaja v vse smeri v veliki meri tudi čez vodoravnico.



Slika 62 – Primer osvetlitve cerkve Sv. duha v Novi vasi [4]

Na sliki 63 je cerkev sv. Danijela v centru mesta. Cerkev nima dodatne osvetljave, ki bi jo osvetljevala. Osvetljujejo jo samo neustrezne svetilke (nezasenčene) javne razsvetljave.



Slika 63 – Primer osvetlitve cerkve sv. Danijela [4]

V zimskih mesecih, natančneje od decembra do januarja, je Celje v smislu svetlobnega onesnaženja dodatno obremenjeno zaradi dekorativne razsvetljave, ki krasi staro mestno jedro. Med svetili, ki se uporabljajo za praznično okrasitev, v veliki večini prevladujejo luči, ki oddajajo večinski delež svetlobe nad vodoravnico. Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja okolja [7] ne omenja dekorativne razsvetljave.



**Slika 64 – Praznična razsvetljava na Prešernovi ulici [4]**

Na spodnji sliki je prikazana neprimerna dekorativna razsvetljava pred stavbo Mestne občine Celje. Takšna svetilka je talna in v tem primeru vsa oddana svetloba seva nad vodoravnico.



**Slika 65 – Neustrezna dekorativna osvetljava pred stavbo MOC [4]**



Na sliki 66 je prikazano kužno znamenje na Glavnem trgu. Podobno kot cerkev sv. Danijela tudi kužno znamenje ni dodatno osvetljeno, saj potrebe za to ni, saj spomenik močno osvetljujejo svetilke okoliške javne razsvetljave.



Slika 66 – Kužno znamenje v Celju [4]

## **7.2 Nakupovalna središča in osvetljeni napisi**

Velik delež k svetlobnemu prispevajo tudi neprimerno osvetljene fasade oz. zgradbe na sploh. Pri fotografiranju panorame Celja sem opazil, da je eden izmed močnejše osvetljenih predelov Celja prav območje v okolici trgovskih centrov: Citycenter in Planet Tuš. Povzročitelji svetlobnega onesnaženja so tudi reklamni panoji, ki so pogosto neprimernih svetlih barv, zaradi česar odbijajo še več svetlobe nad vodoravnico. Reflektorji oz. svetilke, ki jih osvetljujejo, pa svetijo tudi mimo panojev in tako svetlobo sevajo neposredno v atmosfero.

Na sliki 67 je prikazan pogled na glavni vhod v Citycenter, ki je močno osvetljen z LED svetili. Na desni strani vidimo tudi napise, ki so večinoma napisani na svetli podlagi, osvetljeni pa s hladno belo barvo, ki se še bolj sipa v atmosfero.



Slika 67 – Citycenter z Mariborske ceste [4]

Podobno lahko vidimo na sliki 68, kjer je prikazan pogled na Citycenter s parkirišča trgovskega centra Planet Tuš. Tudi tukaj je uporabljeno veliko število LED svetil, ki se močno bleščijo. Z LED svetili so osvetljeni tudi napisi, pri katerih prevladujejo svetlejši barve, kar ni zaželeno.



Slika 68 – Citycenter s parkirišča trgovskega centra Planet Tuš [4]

Na spodnji sliki lahko vidimo zmerno uporabo osvetljave za osvetlitev trgovske centra Mercator na Hudinji. Močnejše osvetljen je le napis Mercator, medtem ko fasada trgovskega centra skoraj ni osvetljena. Tudi uporabljena dekorativna razsvetljava, ki jo vidimo pod napisom, je ustrezna.



Slika 69 – Mercator center [4]

Trgovski center Planet Tuš je v primerjavi s sosednjim Citycentrom manj osvetljen, tudi tukaj prevladujejo LED svetila. Najmočnejše je osvetljen del centra obrnjen proti Mariborski cesti. Pri osvetljenosti izstopajo trije reklamni panoji, ki so osvetljeni z devetimi reflektorji.



Slika 70 – Planet Tuš z Mariborske ceste [4]

Podobno kot v sosednjem trgovskem centru tudi tukaj najdemo osvetljene napise, na katerih prevladujejo svetle podlage s svetlimi napisi.



Slika 71 – Osvetljeni napisi na trgovskem centru Planet Tuš [4]

Na sliki 72 je prikazan primer osvetljenega reklamnega napisa. Podlaga je primerno temnejša, medtem ko je napis še vedno svetlejši, kar povzroča močnejšo osvetljenost območja okoli osvetljenega napisa.



Slika 72 – Osvetljen napis [4]

Na spodnji sliki je prikazan osvetljen napis na trgovini Tuš v starem mestnem jedru. Prevladuje bela barva.



Slika 73 – Napis na trgovini Tuš v starem mestnem jedru [4]

### **7.3 Neustrezne svetilke javne razsvetljave**

K svetlobnemu onesnaženju najbolj prispevajo prav svetilke javne razsvetljave. Fotografiral sem neustrezno in ustrezni svetilki na območjih MČ Center in Nova vas. Prikazana je tudi ulica na območju Hudinje.

Na sliki 73 lahko vidimo nezasenčeno svetilko G500 PM1, pri kateri svetloba sveti v vse smeri, tudi nad vodoravnico.



Slika 74 – Nezasenčena svetilka v Novi vasi [4]

Na spodnjih fotografijah sta prikazani zasenčeni svetilki v MČ Center (pred hotelom Evropa in Tehno parkom). Svetloba v obeh primerih neposredno ne sveti nad vodoravnico. Na prvi sliki je tudi označena.



Slika 75 – Zasenčena svetilka pred hotelom Evropa [4]



**Slika 76 – Zasenčena svetilka pred Tehno parkom [4]**

Na sliki 77 je fotografiran vrt hiše in ulica v času tekme na Areni Z'dežele. Vidimo lahko, da z ulice vrt osvetljuje neprimerna svetilka javne razsvetljave, medtem ko reflektorji močno razsvetljujejo sosednje hiše. V tem primeru lahko govorimo o svetlobnem nadlegovanju.



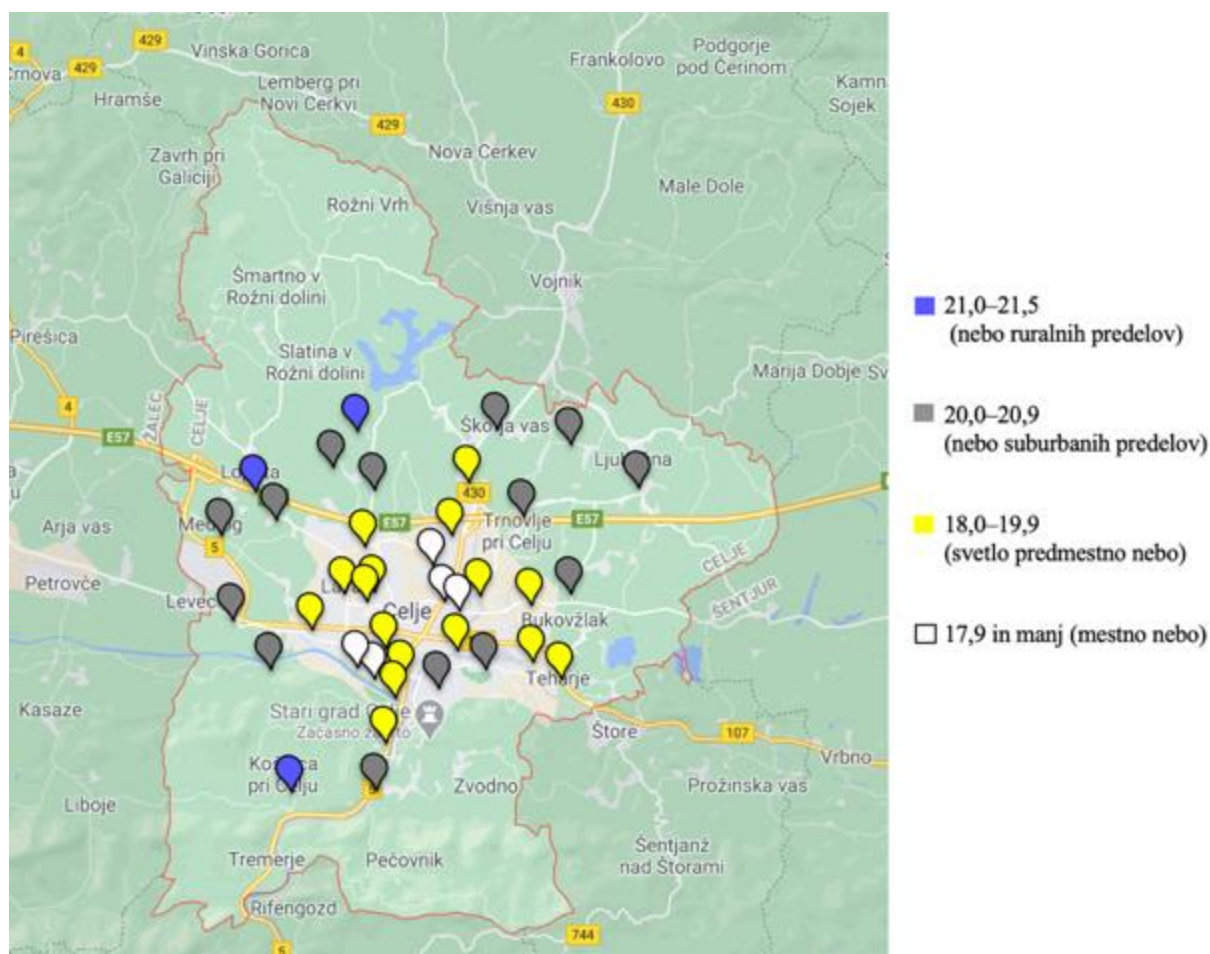
**Slika 77 – Osvetljena ulica na Hudinji [43]**

## 8 Meritve sija neba v smeri zenita

Z mobilno aplikacijo »Dark Sky Meter« [5] sem opravil meritve sija neba v smeri zenita. Sij neba izražamo v  $\text{mag/arc sec}^2$ , pove nam magnitudo na ločno sekundo. Magnituda je količina svetilnosti nekega telesa, ločimo navidezno magnitudo ter absolutno. Navidezna magnituda je količina svetilnosti gledano z Zemlje. Manjša kot je vrednost v  $\text{mag/arc sec}^2$ , bolj je področje onesnaženo, saj je magnituda manjša, povzročitelj tega pa je sipanje svetlobe. Meritve morajo biti izvedene v času, ko na nebu ni Lune in je nebo jasno brez oblakov, tako dobimo optimalne rezultate. Če merimo sij neba v času polne Lune, dobimo višje vrednosti, saj Luna odbija maksimalno svetlobe od Sonca, zato posledice sija neba ne moremo pripisati svetlobni onesnaženosti.

Meritve sem izvedel v času, ko je bilo nebo jasno, Lune pa ni bilo nad obzorjem. Meritve sem izvedel na 38 lokacijah po celotni Mestni občini Celje. Na vsaki lokaciji sem opravil tri meritve in izračunal povprečno vrednost meritev. Meritve sem opravljal v smeri zenita. Pri meritvah sem bil pozoren, da kamere telefona ne usmerim neposredno v svetilke, saj bi tako dobil neuporabne rezultate. Glede na dobljene vrednosti SQM v  $\text{mag/arc sec}^2$  sem lokacije razdelil v 5 razredov na podlagi opisov v aplikaciji »Dark Sky Meter« [5] in Bortleove lestvice. V črni razred, kjer je vrednost SQM večja od  $21,50 \text{ mag/arc sec}^2$ , modri razred (SQM med  $21,0$  in  $21,49 \text{ mag/arc sec}^2$ ), sivi razred (SQM med  $20,0$  in  $20,99 \text{ mag/arc sec}^2$ ), rumeni razred (SQM med  $18,0$  in  $19,9 \text{ mag/arc sec}^2$ ) ter beli razred (SQM manjši od  $18,0 \text{ mag/arc sec}^2$ ). V Celju po pričakovanjih na nobeni lokaciji nisem izmeril vrednosti nad  $21,5 \text{ mag/arc sec}^2$ , zato ni nobena lokacija uvrščena v črni razred. Za modri razred je značilno nebo ruralnih predelov (rural sky), za sivi svetlo nebo suburbanih predelov (suburban sky), za rumeni svetlo predmestno nebo (bright suburban sky) in za beli razred mestno nebo (city sky). [5] [24]

Meritve sem opravil na naslednjih lokacijah: Cesta v Laško, Košnica, Ulica XIV. Divizije (2x), Glazija, Glavni trg, Trg Celjskih knezov, Krekov trg, Sv. Jožef, Kersnikova ulica (Urgentni center Celje), Ljubljanska cesta (parkirišče letnega kopališča Celje), Delavska ulica, Dobrova, Teharska cesta (parkirišče pred trgovino Mercator), Teharje (Picerija Picikato), Medlog, Levec (pred prehodom v občino Žalec), Lopata (2x), Trgovina Lidl v Novi vasi (avtobusno postajališče), Tuš market Nova vas (med stanovanjskimi bloki), Hudinja, Partizanska cesta, Ulica Frankolovskih žrtev, Šmarjeta pri Celju, Lava, parkirišče gostilne Amerika, Bežigrajska cesta, Cesta v Trnovlje, Začret, Ljubečna, Škofja vas, Lokrovec, Kidričeva ulica v bližini Cinkarne, Zadobrova, Bukovžlak, Trnovlje pri Celju in Šmartinsko jezero.



Slika 78 – Prikaz lokacij merjenja sija neba in klasifikacija v razrede

Z zgornjega prikaza lahko opazimo, da so pričakovano vrednosti sija neba najmanjše v samem mestu, torej so ti predeli najbolj svetlobno onesnaženi. Obrobni deli mesta Celja, ki so redkeje poseljeni, imajo višje vrednosti sija neba in so manj svetlobno onesnaženi.

V modri razred lahko uvrstimo Lopato, Košnico pri Celju in območje ob Šmartinskem jezeru. V okolici Celja zasledimo še sivi razred, kamor spadajo Medlog, Medlog krožišče, Košnica, Teharska cesta, Začret, Ljubečna, Trnovlje, Lokrovec. V stanovanjskih delih v starem mestnem jedru in industrijskih delih prevladuje rumeni razred, kamor spadajo lokacije v Novi vasi, v starem mestnem jedru, Teharju, Hudinji, Škofji vasi, Bukovžlaku. Na petih lokacijah sem izmeril vrednost SQM manjšo od 18,0 mag/arc sec<sup>2</sup> ter jih razvrstil v beli razred. Te lokacije so: parkirišče gostilne Amerika, kjer lahko neposredno opazimo vpliv nakupovalnih središč, avtobusno postajališče pri trgovskem centru Citycenter, Hudinja, Trg Celjskih knezov, Ljubljanska cesta (pri Gledališkem trgu). Na slednjem sem tudi pri popisu javne razsvetljave ugotovil največji delež nezasenčenih svetilk.

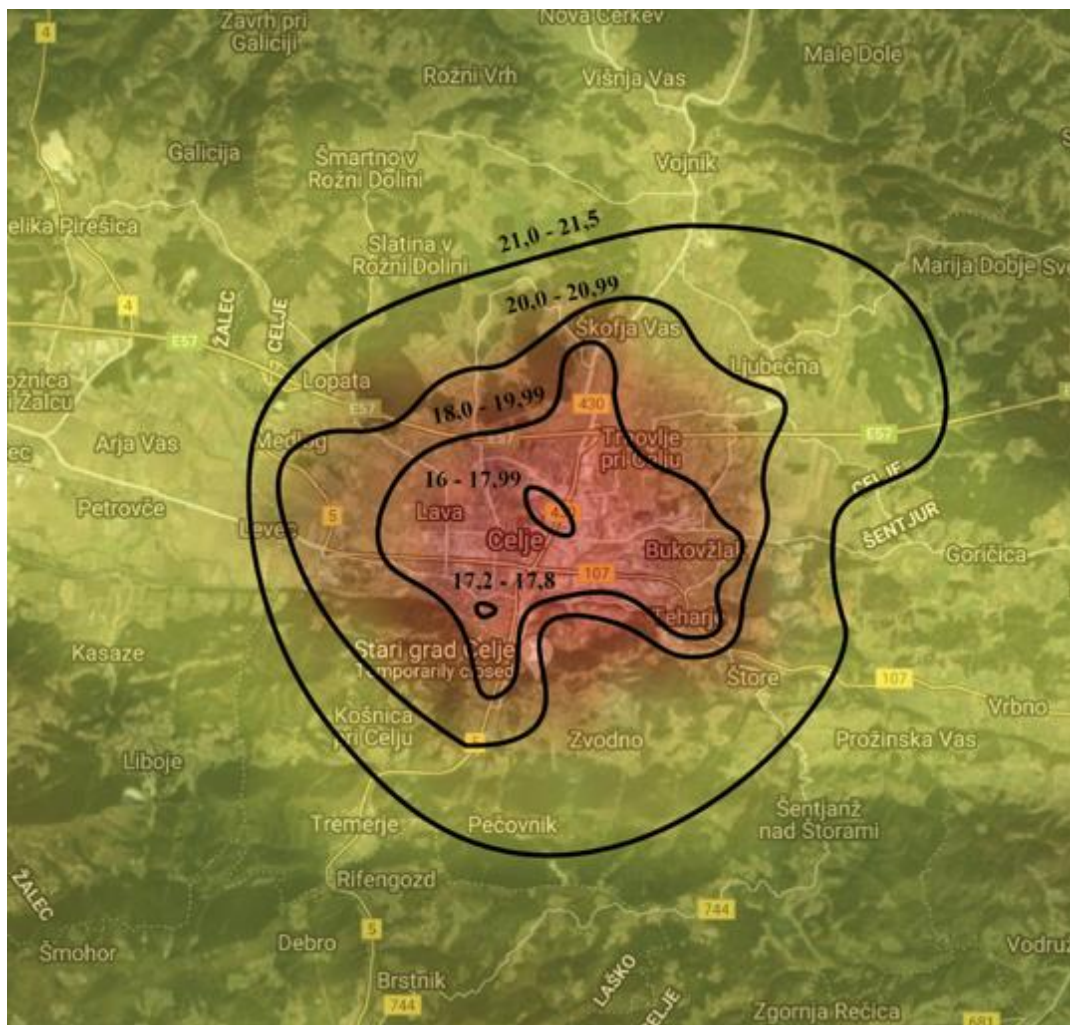


<b>Lokacija</b>	<b>SQM mag/arcsec<sup>2</sup></b>
<b>Cesta v Laško</b>	20,15
<b>Ulica XIV. divizije 1</b>	19,38
<b>Glavni trg</b>	19,32
<b>Trg Celjskih knezov</b>	17,08
<b>Kersnikova ulica (urgentni center Celje)</b>	19,67
<b>Ljubljanska cesta (parkirišče letnega kopališča Celje)</b>	18,64
<b>Delavska ulica</b>	18,47
<b>Teharska cesta (parkirišče pred trgovino Mercator)</b>	20,03
<b>Teharje (Picerija Picikato),</b>	19,25
<b>Medlog,</b>	20,68
<b>Krožišče Medlog (pred prehodom v občino Žalec)</b>	20,22
<b>Lopata 1</b>	21,15
<b>Trgovina Lidl v Novi vasi (avtobusno postajališče)</b>	18,05
<b>Tuš market Nova vas (med stanovanjskimi bloki),</b>	19,72
<b>Hudinja</b>	17,17
<b>Ulica Frankolovskih žrtev</b>	18,04
<b>Šmarjeta pri Celju</b>	18,39
<b>Parkirišče gostilne Amerika</b>	16,57
<b>Cesta v Trnovlje</b>	18,12
<b>Začret</b>	20,86
<b>Ljubečna</b>	20,04
<b>Škofja vas</b>	20,12
<b>Lokrovec</b>	20,10
<b>Bukovžlak</b>	18,25

<b>Šmartinsko jezero</b>	21,15
<b>Košnica</b>	21,10
<b>Krekov trg</b>	19,15
<b>Glazija</b>	17,56
<b>Lopata 2</b>	20,97
<b>Trnovlje</b>	20,45
<b>Dobrova</b>	20,47
<b>Zadobrova</b>	20,72
<b>Sv. Jožef</b>	20,36
<b>Partizanska cesta</b>	20,87
<b>Ulica XIV. divizije 2</b>	19,34
<b>Kidričeva ulica</b>	18,32
<b>Lava</b>	18,67
<b>Bežigrajska cesta</b>	16,58

Tabela 8 – Vrednosti SQM na izbranih v MOC

Iz tabele 8 je razvidno, da sta največji vrednosti SQM izmerjeni v bližini Šmartinskega jezera in na Lopati, na obeh 21,15 mag/arcsec<sup>2</sup>. Obe območji sta precej oddaljeni od osrčja Celja in redko poseljeni. Najmanjša vrednost je bila izmerjena na parkirišču gostilne Amerika, v neposredni bližini trgovskih centrov, in sicer 16,57 mag/arcsec<sup>2</sup>. To območje je najbolj svetlobno onesnaženo in je takšna vrednost bila pričakovana, saj je trgovski center Citycenter, močno osvetljen z LED svetili. V industrijski coni so vrednosti med 18,0 in 20,0 mag/arcsec<sup>2</sup>, natančneje na Bukovžlaku SQM pokaže 18,25 mag/arcsec<sup>2</sup>. Na splošno v Celju prevladujejo vrednosti med 18,0 in 19,9 mag/arcsec<sup>2</sup>. Povprečje meritev na 38 izbranih lokacijah s tabele znaša 19,3 mag/arcsec<sup>2</sup>. Zato lahko Celju na splošno pripišemo svetlo predmestno nebo. Tega pa ne moremo razširiti na celotno MOC, saj izven najbolj poseljenih predelov prevladujejo vrednosti med 20,0 in 22,0 mag/arcsec<sup>2</sup> (sivi in modri razred).



Slika 79 – Sij neba v mag/arcsec<sup>2</sup> na širšem območju Celja

Na sliki 79 izofota povezuje lokacije z isto vrednostjo sija neba v smeri zenita. Rdeča barva pomeni nižjo vrednost sija neba, torej večjo svetlobno onesnaženost. Rumena barva pa pomeni višjo vrednost sija neba, torej manjšo svetlobno onesnaženost. Vrednosti svetlobnega onesnaženja so bile izmerjena samo v MOC, zato izofota ne povezuje lokacije izven MOC.

Pričakovano je najbolj svetlobno onesnažen centralni del Celja, kamor spadajo MČ Center, Nova vas, Dolgo polje, Hudinja in Dečkovo naselje. Povprečje vrednosti sija neba v MČ Center znaša 18,34 mag/arcsec<sup>2</sup>, medtem ko je povprečje izmerjenih vrednosti na lokacijah v MČ Nova vas 18,80 mag/arcsec<sup>2</sup>. MČ Center je torej malo bolj onesnažena od MČ Nova vas/Dečkovo naselje, kjer sem že pri popisu opazil manjši delež neustreznih svetilk kot v MČ Center. Po onesnaženosti najbolj izstopa območje trgovskih centrov ob Mariborski cesti, kjer je povprečje treh meritev 17,12 mag/arcsec<sup>2</sup>. To območje je najbolj svetlobno onesnaženo zaradi neustrezno osvetljenih fasad trgovskih centrov, oglaševalski panojev oz. napisov na centrih. Prevladujejo svetila LED, ki oddajajo svetlobo, kjer je zastopan moder spekter svetlobe, ki se bolj sipa v atmosferi. Vrednost sija neba se zmanjšuje z oddaljevanjem od gosteje poseljenih in industrijskih predelov Celja. Na Ljubecni, cesti v Laško, Škofji vasi in Medlogu, se vrednosti sija neba gibljejo med 20,0 in 20,99 mag/arcsec<sup>2</sup>. Ti predeli veljajo za manj svetlobno onesnažene. Na ruralnih oz. redko poseljenih območjih je sij neba največji, torej so območja najmanj svetlobno onesnažena. To so Košnica, Lopata in Šmartinsko jezero. Svetilke na teh območjih so zelo redke in so uporabljene le za osvetljevanje regionalnih cest.

## 9 Panoramske fotografije mesta Celja in okolice

Da bi ugotovil, katera območja Celja so najbolj osvetljena in odstopajo od ostalih, sem fotografiral panoramo območja mesta Celja s treh različnih lokacij. Nočno Celje sem fotografiral s Celjskega gradu (Friderikov stolp), Razglednega stolpa in Gostilne pri Kmetec. Vse fotografije so nastale v jasnem vremenu. Pri fotografiranju sem imel težave pri iskanju popolne lokacije, saj nisem našel takšne, kjer bi lahko zajel celotno Spodnjo Savinjsko dolino, pri tem pa me je omejevala tudi policijska ura, saj sem lahko fotografiral zgolj v času astronomske noči. Ogledal sem si različne možne lokacije – od gradu Lindek, Kunigunde, Črešnjic ..., vendar ni bilo nikjer odprtega pogleda, saj so včasih zastirala pogled drevesa ali pa je bilo razgledišče težko dostopno ponoči, predvsem zaradi slabih prometnih povezav.



Slika 80 – Lokacije fotografiranja panoramskih slik Celja

Z Gostilne pri Kmetec sem pridobil predvsem pogled na zahodni del Celja, saj z Razglednega stolpa zaradi gozda nisem dobil celotne panorame Celja, dobro pa je viden severni del. Friderikov stolp na Celjskem gradu pa je bil najvišja točka, s katere sem fotografiral. Od tam sem dobil pogled na celotno območje Celja. Z Razglednega stolpa sem fotografiral dvakrat, od tega enkrat v času tekme evropske prvenstva za mlajše od 21 let. Tako sem dobil fotografije v času, ko so bili na Areni »Z'dežele« vklopljeni reflektorji, ki svetijo zelo močno in oddajajo svetlobo nad vodoravnico.

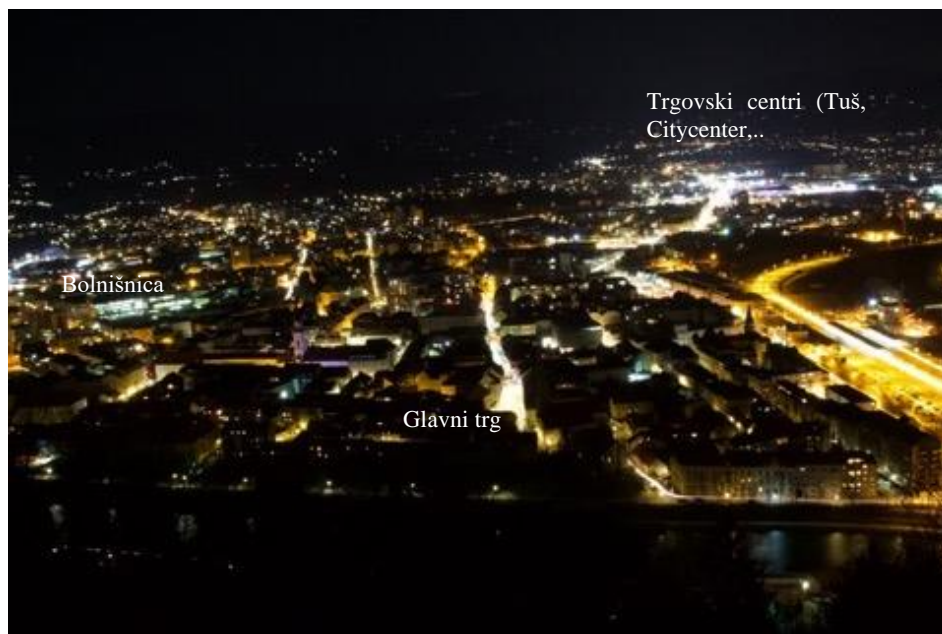


Slika 81 – Razgledni stolp, Friderikov stolp, Gostilna pri Kmetec [44] [45] [46]

## 9.1 Razgledni stolp

Panoramno območje Celja z Razglednega stolpa sem fotografiral dvakrat. Prvič sem fotografiral v času, ko na Areni »Z'žezele« ni bilo tekme, drugič pa v trenutkih med tekmo evropskega prvenstva za mlajše od 21. let v nogometu. Za to sem se odločil, saj sem želel ugotoviti, kakšna je razlika in koliko reflektorji Arene »Z'žezele« doprinesejo svetlobni onesnaženosti v Celju.

S slike 82 je razvidno, da je močno osvetljen Glavni trg, kjer prevladujejo LED svetila, močno je osvetljena tudi ulica XIV. divizije, kjer pa prevladujejo visokotlačne natrijeve sijalke, ki oddajajo toplejšo svetlobo. Že na prvi sliki, kjer je sicer poudarek na starem mestnem jedru, v ozadju vidimo zelo močno osvetljeno območje okoli trgovskih centrov Planet Tuš in Citycenter.



Slika 82 – Pogled z Razglednega stolpa na staro mestno jedro [4]

Na sliki 83 je prikazan bližnji posnetek območja trgovskih centrov, s katerega je razvidno, da veliko svetlobe seva preko vodoravnice, uporabljene pa so predvsem LED sijalke.



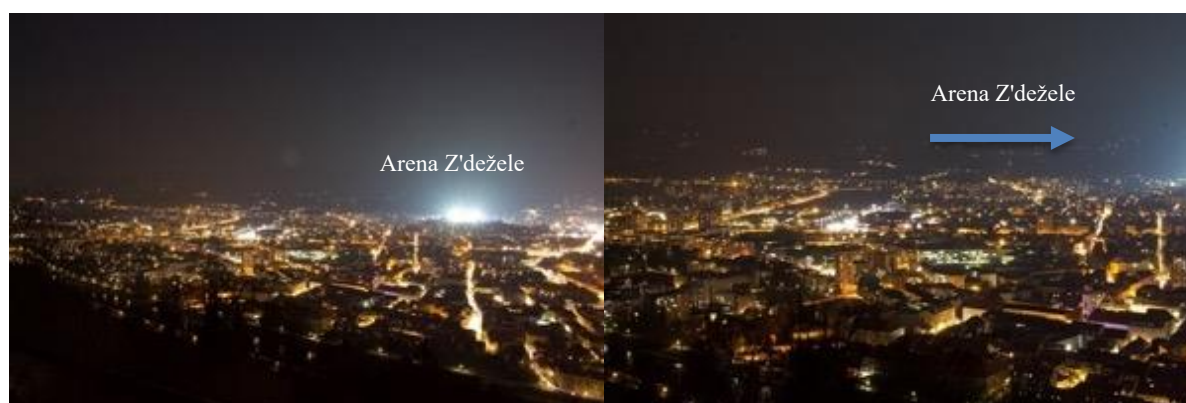
Slika 83 – Bližnji posnetek območja trgovskih centrov z Razglednega stolpa [4]

Na sliki 84 je prikazan del Celja. Najbolj so osvetljeni stanovanjski deli in cestna infrastruktura, medtem ko v ozadju opazimo, da so ruralna območja npr.: Šmartno v Rožni dolini manj osvetljeni in svetlobno onesnaženi. Po osvetljenosti izstopa trgovski center Jager v Dečkovem naselju. MČ Center pa trg Celjskih knezov in Stanetova ulica, kjer je velik delež nezasenčenih svetilk in neprimerne dekorativne razsvetljave.



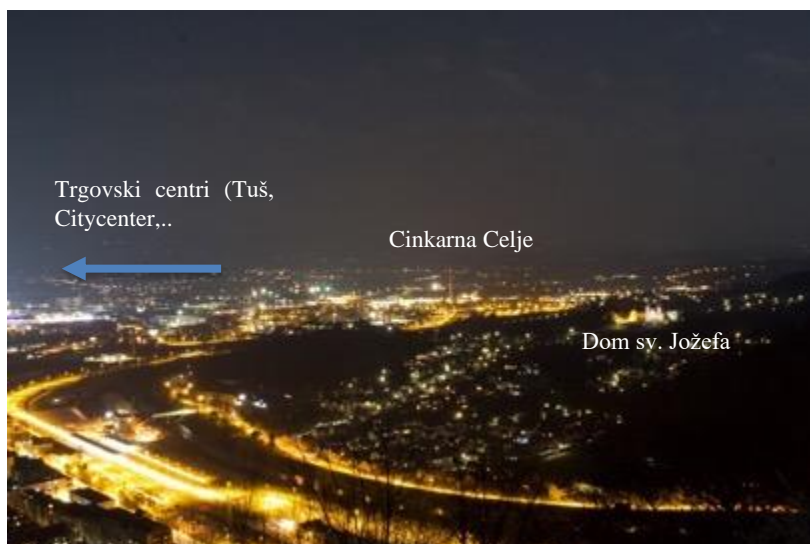
Slika 84 – Pogled na del Celja z Razglednega stolpa [4]

Na spodnji fotografiji pa lahko vidimo enak del Celja, kot na sliki 84, le da je druga fotografija nastala v času, ko so bili na Areni »Z'đežele« prižgani reflektorji. Vidimo zelo močno bleščanje in osvetljeno nebo nad Areno. Svetloba reflektorjev pa seže daleč naokoli, saj svetloba z reflektorjev seva v vse smeri. Na desni sliki je bližnji posnetek Mestnih četrti Nova vas in Dečkovo naselje v času tekme, kjer lahko vidimo, kako svetloba seva iz smeri Arene »Z'đežele«.



Slika 85 – Pogled z Razglednega stolpa v času tekme v Areni »Z'đežele« [4]

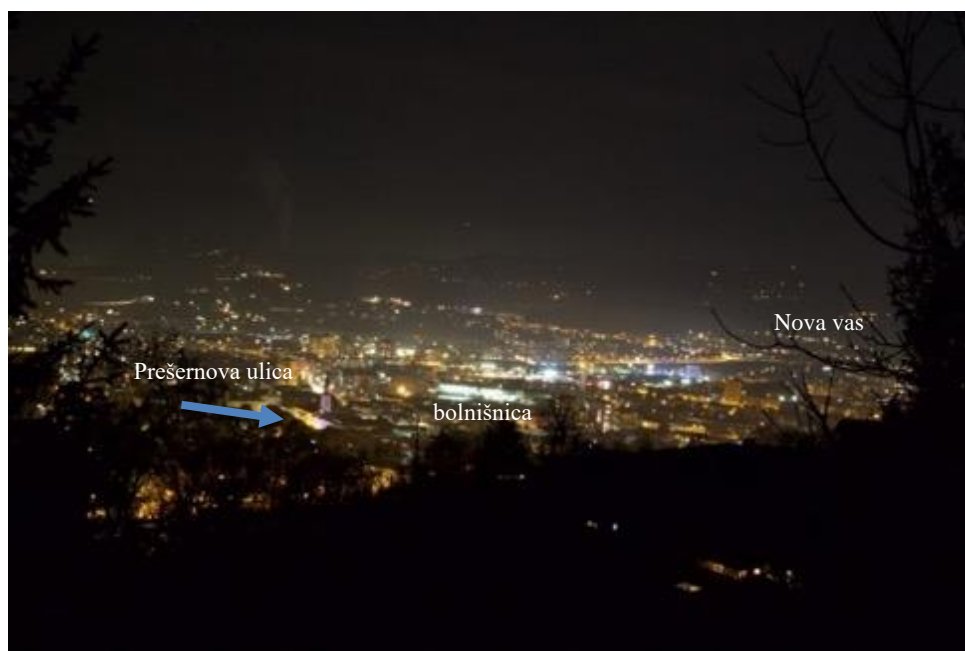
Na sliki 86 je pogled na industrijsko cono, natančneje je v ospredju Cinkarna Celje. Pretežno uporabljena svetila so visokotlačna natrijeva, ki oddajajo toplo svetlobo. Vidimo, da na pogledu na severovzhod izstopa prav Cinkarna, medtem ko so v ozadju manj osvetljeni predmestni predeli. Na Aljaževem hribu je močno osvetljen fasada Doma sv. Jožefa. Na levi strani fotografije vidimo svetlobo, ki prihaja iz osvetljenih nakupovalnih središč.



Slika 86 – Pogled na industrijsko cono z Razglednega stolpa [4]

## 9.2 Gostilna pri Kmetec

Z Gostilne pri Kmetec sem dobil pogled na Celje proti severozahodu. Na spodnji fotografiji lahko vidimo del starega mestnega jedra, Splošno bolnišnico Celje in v ozadju mestne četrti Lava, Dolgo polje in Nova vas. Po osvetljenosti tukaj izstopa prav bolnišnica. Na levi strani fotografije po osvetljenosti izstopa Prešernova ulica, kje prevladujejo neustrezne svetilke tipa G500 MP1.



Slika 87 – Pogled z Gostilne pri Kmetec [4]

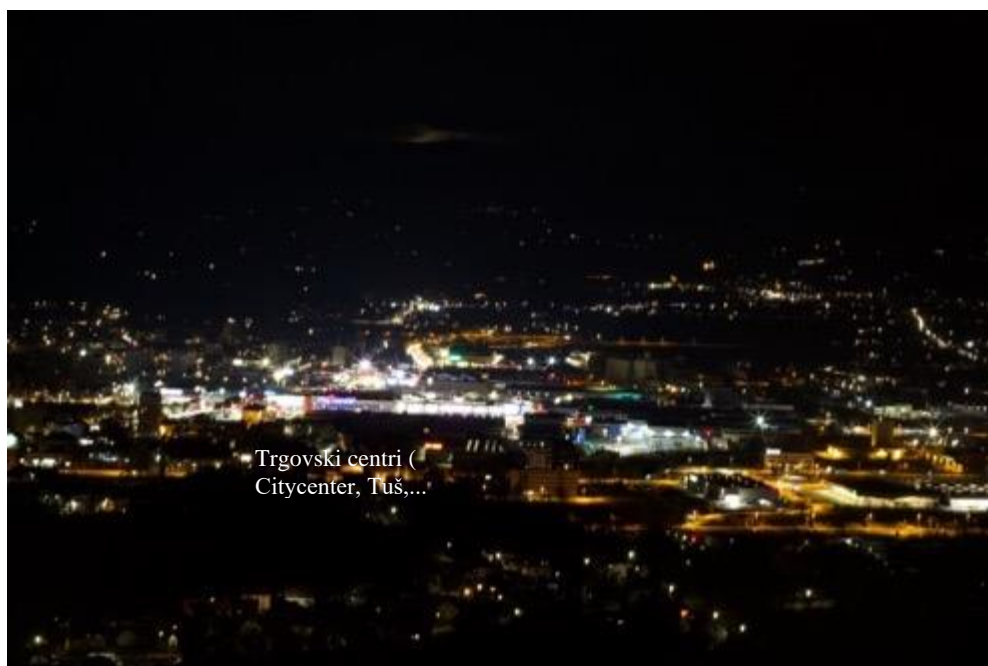
### 9.3 Friderikov stolp

Pri fotografiranju s Friderikovega stolpa sem dobil najbolj celovit pogled na območje Celje. Na spodnji sliki lahko vidimo pogled na Celje in ponovno močno osvetljeno ulico XIV. divizije. Najbolj je osvetljeno območje okoli trgovskih centrov, povsem na desni strani fotografije.



Slika 88 – Pogled na Celje s Friderikovega stolpa [4]

Na sliki 89 je bližnji posnetek območja trgovskih centrov, kjer lahko vidimo veliko bleščanja, predvsem po zaslugi neustrezno osvetljenih oglasnih panojev, napisov in fasad trgovskih centrov.



Slika 89 – Bližnji posnetek območja trgovskih centrov s Friderikovega stolpa [4]



Na spodnji panoramski fotografiji, posneti z Grmade nad Celjem, ki mi jo je posredoval g. Gorazd Božkan lahko vidimo mesto Celje v času tekme na areni Z'dežele. Takrat je mesto Celje najbolj svetlobno onesnaženo.



**Slika 90 - Panoramska fotografija Celja z Grmade nad Celjem [3]**

## 10 Intervju

Po fotografiranju, popisu javne razsvetljave in merjenju sija neba, sem ugotovil, kateri so najbolj svetlobno onesnaženi deli mesta Celja in kolikšen je delež neustreznih svetilk na območjih MČ Center, Nova vas in Dečkovo naselje. Na podlagi rezultatov sem sestavil vprašanja za pristojne s Citycentra Celje, Cinkarne Celje in MOC. Pripravljena vprašanja sem posredoval preko e-pošte, z g. Ocvirkom iz MOC pa sem opravil telefonski pogovor.

1. Je osvetljevanje zunanjih površin (fasade, parkirišč, ... Citycenter Celje/Cinkarna Celje) urejeno s kakšnimi uredbami oz. napotki, ki jih morate upoštevati pri osvetljevanju? Če da, s katerimi uredbami/napotki?

**Citycenter:** Uredba o svetlobnem onesnaževanju Republike Slovenije natančno določa parametre osvetljevanja, ki so upoštevani v celoti.

**Cinkarna Celje:** Pri osvetljevanju moramo upoštevati Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja Ur.l. RS 81/08; 109/07; 62/10; 46/13 in priporočene vrednosti osvetlitve delovni površin na prostem.

2. Ste morali v skladu z uredbo zamenjati stara svetila? Če da, kakšna ste imeli, kdaj ste jih zamenjali in kakšne svetilke imate sedaj (cestne, osvetljava fasade ...)?

**Citycenter:** Ob uveljavitvi Uredbe o svetlobnem onesnaževanju so bile neustrezne svetilke zamenjane oz. so se dogradile z dovoljenimi.

3. Kakšne vrste sijalk pretežno uporabljate za osvetlitev (LED, halogenske, fluorescentne, natrijeve visokotlačne ...) notranjih prostorov in zunanosti?

**Citycenter:** LED osvetlitev.

**Cinkarna Celje:** Uporabljamo svetila z LED tehnologijo in visokotlačnimi natrijevimi sijalkami ter fluorescenčnimi cevmi.

4. Menite, da bi lahko zmanjšali obseg svetil, ki jih uporabljate za osvetljevanje zunanjih površin?

**Citycenter:** Osvetljevanje zunanjih površin je zmanjšano na minimum, v skladu z uredbo o osvetljevanju.

**Cinkarna Celje:** Lahko, vendar moramo upoštevati minimalne oz. maksimalne vrednosti osvetlitev delovnih površin.

### 10.1 intervju z g. Ocvirkom

Z g. Ocvirkom sem opravil telefonski pogovor. Zanimalo me je, koliko svetilk je bilo v skladu z načrtom JR v Celju zamenjanih in kakšni so načrti za bodoče. Povedal mi je, da od leta 2018 niso zamenjevali svetilk v skladu z načrtom oz. so zamenjali le svetilke na Glavnem trgu. Na panoramskih fotografijah sem opazil, da Glavni trg po osvetljenosti precej izstopa, predvsem zato, ker je bilo ob zamenjavi uporabljeno večje število LED svetil, ki območje močno osvetljujejo. Na novi infrastrukturi, zgrajeni v obdobju med leti 2018–2020 so uporabljali svetilke ustrezne z uredbo in energetske bolj učinkovite. Rok za realizacijo načrta pa so v letošnjem letu podaljšali še za dve leti.

## 11 Razprava in zaključek

Svetlobno onesnaženje je v Sloveniji, kot tudi drugod po svetu, še precej neraziskano področje in predstavlja novo obliko onesnaževanja okolja. Za raziskovanje tega problema sem se odločil, da bi ugotovil, kako svetlobno onesnaženo je območje Celja in kateri deli so najbolj svetlobno onesnaženi. Zanimalo me je tudi, kakšni so že sprejeti ukrepi in kako se bodo s to problematiko spopadali v prihodnosti.

Med raziskovanjem sem uporabil več raziskovalnih metod. Preveril sem ustreznost svetilk javne razsvetljave v starem mestnem jedru ter na območju Dečkovega naselja in Nove vasi. Meril sem sij neba v smeri zenita na 38. lokacijah v MOC. Fotografiral sem različne vire svetlobnega onesnaževanja na območju Celja. Pred začetkom raziskovanja sem postavil 5 hipotez, ki sem jih med raziskovanjem na podlagi rezultatov raziskovalnih metod ovrgel oz. potrdil.

### **Hipoteza 1: Za Celje je značilno svetlo predmestno nebo. Torej je SQM vrednost med 18,0 in 19,99 mag/arcsec<sup>2</sup>**

Ob pregledu literature sem se seznanil z Bortleovo lestvico in načini merjenja sija neba. Sij neba sem meril v jasnem vremenu in času, ko na nebu ni bilo Lune. Sij neba izražamo v mag/arc sec<sup>2</sup>. Na podlagi pregleda literature in vrednosti sija v ostalih slovenskih mestih sem postavil prvo hipotezo, in sicer da bo povprečna vrednost meritev na območju MOC med 18,0 in 20,0 mag/arc sec<sup>2</sup>. Po kombinaciji opisov Bortleove lestvice in opisu meritev na aplikaciji Dark Sky Meter je za takšne vrednosti opisano svetlo predmestno nebo. Ker sem meritve opravljal na celotnem območju MOC, so bili pričakovano rezultati po različnih lokacijah drugačni. Največja odstopanja so med ruralnimi in urbanimi predeli MOC. To lahko utemeljimo s primerom meritve v bližini Šmartinskega jezera, kjer sem izmeril 21,15 mag/arc sec<sup>2</sup>, medtem ko sem v starem mestnem jedru meril rezultate med 17,08 mag/arc sec<sup>2</sup> (na Trgu Celjskih knezov) in 19,38 mag/arc sec<sup>2</sup> (na ulici XIV. Divizije). V mestu Celje, torej v MČ Nova vas, Center, Lava, Dolgo polje, Dečkovo naselje itd. prevladujejo vrednosti med 18,0 in 19,9 mag/arc sec<sup>2</sup>, medtem ko so na Ljubecni, v Medlogu in Pod gradom, izmerjene vrednosti med 20,0 in 20,9 mag/arc sec<sup>2</sup>. Povprečna vrednost vseh meritev, torej seštevka vseh meritev, ki sem ga delil s številom meritev (38), je 19,3 mag/arc sec<sup>2</sup>. Po tem lahko za MOC posplošeno trdimo, da prevladuje svetlo predmestno nebo. Kljub prevladujoči vrednosti od 18,0 do 19,99 mag/arc sec<sup>2</sup> pa so v Celju tudi lokacije z vrednostmi, manjšimi od 18,0 mag/arc sec<sup>2</sup> in lokacije z vrednostjo nad 21,0 mag/arc sec<sup>2</sup>. Torej ne moremo z gotovostjo trditi, da nad celotno MOC prevladuje svetlo predmestno nebo oz. je vrednost SQM med 18,0 in 20,0 mag/arc sec<sup>2</sup>, saj se posamezni predeli MOC razlikujejo, največje so razlike med urbanimi in ruralnimi predeli, slednji so najbolj primerni za opazovanje nočnega neba, saj so svetlobno najmanj onesnaženi. Rezultati merjenja sija neba so pokazatelj, da je nebo v Celju precej svetlobno onesnaženo, meritve v starem mestnem jedru in v okolici nakupovalnih središč so manjše od 18,0 oz. 17,0 mag/arc sec<sup>2</sup>.

HIPOTEZA 1 je potrjena.

## **Hipoteza 2: Mestna občina Celja si prizadeva za zmanjšanje svetlobne onesnaženosti.**

Med raziskovanjem mi je bil v veliko pomoč Načrt javne razsvetljave v Celju, ki so mi ga posredovali iz MOC. V načrtu javne razsvetljave so bile popisane vse svetilke javne razsvetljave v Celju, določili pa so jim tudi skladnost z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja okolja, vrsto sijalke in proizvajalca. Tako je bilo v letu 2018 v Celju 4 395 neustreznih svetilk javne razsvetljave od skupaj 6 865 popisanih svetilk. V načrtu je navedeno, da bodo svetilke zamenjane med leti 2019–2020. Sam sem popis razsvetljave opravil na dveh območjih v MOC, in sicer v Mestni četrti Center in območju, ki leži na območjih Mestnih četrti Nova vas in Dečkovo naselje. Na območju MČ Center je 48,3 % neustreznih svetilk, medtem ko je na drugem popisnem območju 44,7 % neustreznih svetilk javne razsvetljave. Popis je bil opravljen v letu 2021, torej v MOC javna razsvetljava še ni bila posodobljena v skladu z uredbo, kljub načrtu JR v Celju. V intervjuju z g. Juretom Ocvirkom sem izvedel, da so rok za posodobitev JR podaljšali za dve leti. V času med leti 2018–2019 pa prvotne razsvetljave niso posodabljali z izjemo tiste na Glavnem trgu. Razsvetljava je bila zamenjana tudi na prenovljenih območjih v starem mestnem jedru, svetilke, skladne z uredbo, pa so bile uporabljene tudi na novo zgrajeni infrastrukturi. To sem ugotovil tudi sam pri popisu razsvetljave na novi severni vezni cesti, kjer so vse svetilke v skladu z uredbo RS.

HIPOTEZA 2 je delno potrjena.

## **Hipoteza 3: Delež svetilk javne razsvetljave na izbranih območjih, ki so v skladu z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja je več kot 50 %.**

Pri popisu javne razsvetljave na dveh različnih območjih (MČ Center in MČ Dečkovo naselje/Nova vas) sem pridobil število svetilk javne razsvetljave na posameznih območjih ter delež svetilk neskladnih oz. skladnih z uredbo. Na popisnem območju v Mestnih četrtih Nova vas in Dečkovo naselje sem skupno popisal 421 svetilk, od tega je bilo 44,7 % neustreznih in 55,3 % ustreznih svetilk. Pod ustrezne svetilke spadajo Lunoide 150/250, Grah LSL, Modus LV S ter LED svetilke na parkirišču trgovine Lidl. Neustrezne svetilke na tem območju pa so G500 PM1 in Axial. V MČ Center sem popisal 373 svetilk, naštel sem 180 neustreznih svetilk, ki torej predstavljajo 48,3 % vseh svetilk. Neustrezne svetilke so G500 PM1, Axial, starinske Union in LED historične (Gosposka ulica). Ustrezne svetilke v tej Mestni četrti predstavljajo 51,7 % vseh svetilk. Na obeh območjih večji delež predstavljajo svetilke skladne z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja okolja. V anketnem vprašalniku sem prebivalce MOC vprašal, katere vrste svetilk (zasenčene, delno zasenčene, popolnoma zasenčene) prevladujejo na popisanih območjih. 60 % vprašanih meni, da v MČ Center prevladujejo delno zasenčene svetilke, le 3% pa, da prevladujejo popolnoma zasenčene. 36 % anketirancev je odgovorilo, da prevladujejo nezasenčene svetilke. Sklepamo lahko, da prebivalci MOC menijo, da so svetilke v starem mestnem jedru večinoma neustrezne, kar pa lahko z rezultati popisa ovržemo. 69 % anketirancev meni, da na območju MČ Nova vas in Dečkovo naselje prevladujejo delno zasenčene svetilke, 27 % meni, da prevladujejo nezasenčene, najmanj je tistih, ki mislijo, da prevladujejo popolnoma zasenčene, to je 3 % vprašanih. Podobno kot za MČ Center tudi za to popisano območje anketiranci menijo, da prevladujejo neustrezne svetilke, po popisu pa sem ugotovil, da je delež ustreznih 55,3 %. Na podlagi popisa javne razsvetljave, pri katerem sem ugotovil, da na obeh izbranih območjih ustrezne svetilke predstavljajo več kot 50 % popisanih svetilk, lahko to hipotezo potrdim. Kljub temu je v MOC še veliko prostora za napredek, saj lahko neustrezne svetilke zamenjajo z ustreznimi in energetsko bolj učinkovitimi.

HIPOTEZA 3 je potrjena.

#### **Hipoteza 4: Staro mestno jedro je bolj svetlobno onesnaženo od stanovanjskih delov MOC (Nova vas, Dečkovo naselje)**

Pri raziskovanju sem se osredotočil predvsem na območja MČ Center, Nova vas in Dečkovo naselje. Z merjenjem sija neba in popisom javne razsvetljave sem želel ugotoviti, ali je bolj onesnaženo območje stanovanjskih sosesk (Dečkovo naselje, Nova vas) ali staro mestno jedro (MČ Center). Povprečje štirih meritev sija neba na območju MČ Nova vas in Dečkovo naselje je  $18,80 \text{ mag/arcsec}^2$ , povprečje vrednosti sija neba v MČ Center pa znaša  $18,32 \text{ mag/arcsec}^2$ . V MČ Center sem na dveh lokacijah meritev dobil vrednosti manjše od  $18 \text{ mag/arcsec}^2$ , medtem ko tako nizkih vrednosti v Novi vasi nisem izmeril (najnižja vrednost je bila  $18,06 \text{ mag/arcsec}^2$ ). Po popisu javne razsvetljave sem ugotovil, da je na območju MČ Center 48,3 % neustreznih svetilk, medtem ko je delež slednjih v MČ Nova vas in Dečkovo naselje nekoliko manjši, saj znaša 44,7 %. V MČ Center je tudi večji delež svetilk tipa G500 PM1, ki so nezasenčene in svetlobo sevajo v vse smeri. V anketnem vprašalniku me je zanimalo, ali se prebivalci MOC strinjajo s trditvijo »Staro mestno jedro je bolj svetlobno onesnaženo kakor stanovanjski deli Celja (Nova vas, Hudinja, Lava ...)«. Za to trditev je največji delež anketirancev ostal neopredeljen, a se jih več s tem ne strinja, kot pa se strinja.

Pri analizi panoramskih fotografij mesta Celja sem ugotovil, da pogosto po osvetljenosti izstopajo predeli starega mestnega jedra, kjer so uporabljene neustrezne svetilke javne razsvetljave (Prešernova ulica, Trg Celjskih knezov). Najbolj osvetljeni predeli Nove vasi pa so okolica trgovskega centra Jager, območje med stanovanjskimi bloki po osvetljenosti ne izstopa. Hipoteze z analizo panoramskih slik nisem mogel ne ovreči ne potrditi.

Na podlagi vrednosti sija neba na obeh območjih Celja in popisu javne razsvetljave, lahko sklenem, da je MČ Center malenkost bolj svetlobno onesnažena, a so razlike v svetlobni onesnaženosti med obema predeloma majhne.

HIPOTEZA 4 je delno potrjena.

#### **Hipoteza 5: Anketiranci doma večinoma uporabljajo LED žarnice, ki oddajajo hladno belo svetlobo.**

V anketnem vprašalniku sem anketirance spraševal po vrsti svetil, ki jih doma uporabljajo. To sem izvedel s pomočjo ocenjevalne lestvice, na kateri je 5 pomenilo največ žarnic v uporabi, 1 pa najmanj. Izvedel sem, da največ vprašanih uporablja LED žarnice. Ker so te žarnice energetske najbolj učinkovite in poceni, sem takšen odziv tudi pričakoval. Najmanj vprašanih doma uporablja halogenske žarnice, ki so cenovno neugodne in jih večinoma uporabljamo za osvetljevanje večjih prostorov. Prav tako redko uporabljajo navadne žarnice, saj je prodaja teh v EU prepovedana. Zanimalo me je tudi, kakšna je toplota svetlobe, ki jo oddajajo svetila v njihovih domovih. 74 % vprašanih je odgovorilo, da svetila oddajajo toplo belo svetlobo. Le 26 % pa, da njihova svetila oddajajo hladno belo svetlobo. Torej anketiranci doma večinoma uporabljajo LED svetila, ki oddajajo toplo belo svetlobo. Takšna svetila so za osvetljevanje doma primernejša, saj je v topli beli barvi manj modrega spektra, ki bolj zavira proizvodnjo melatonina.

HIPOTEZA 5 je zavrnjena.

Svetlobno onesnaženje je relativno nov problem moderne družbe. Velik del javnosti s svetlobnim onesnaževanjem še ni seznanjen, to sem ugotovil tudi v anketi, kjer 21 % vprašanih sploh še ni slišalo za ta pojem. Za reševanje problematike svetlobnega onesnaženja je potrebno dodatno ozaveščanje širše javnosti. Pri pouku je za svetlobno onesnaženje slišalo zgolj 39 % vprašanih, zato menim, da bi moralo svetlobno onesnaženje postati del šolskega izobraževanja.

Glavni povzročitelji svetlobnega onesnaženja so nezasenčene svetilke, oglaševalski panoji, neprimerno osvetljevanje fasad (kulturne dediščine, proizvodnih objektov ...). Tudi v Celju, kljub uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja okolja in načrtu javne razsvetljave, najdemo velik delež neustreznih svetilk javne razsvetljave, neprimerno osvetljene napise, dekorativno razsvetljavo ... Menim, da bi morali v prihodnosti nujno odpraviti nepravilnosti v JR Celje in uskladiti osvetljevanje vseh poslovnih objektov, trgovskih centrov, industrijskih obratov itd. z uredbo Republike Slovenije, ki je bila sprejeta že leta 2007. V intervjuju s pristojnimi iz Citycentra Celje so mi zagotovili, da so osvetljevanje zunanjih površin trgovskega centra zmanjšali na minimum, a so ravno meritve sija neba na lokacijah v bližini teh centrov pokazale najmanjše vrednosti. V Cinkarni Celje je osvetljevanje manj pretirano, a je še vedno nekaj prostora za napredek. Pri tem me je g. Ulaga opozoril, da morajo ob uredbah upoštevati tudi minimalno osvetljavo delovnega okolja.

Kar 44 % anketirancev je odgovorilo, da svetilke JR osvetljujejo njihove bivalne/spalne prostore. To ima lahko tudi posledice za zdravje prebivalcev MOC, saj moti spanec in zavira proizvodnjo melatonina. Podoben učinek na zdravje, kar je že dokazano, imajo tudi elektronske naprave z zasloni, ki pretežno oddajajo modri spekter svetlobe. V anketi sem ugotovil, da 45 % anketirancev uporablja pred spanjem računalnik, 83 % pa telefon. V anketi, ki ni bila namenjena le prebivalcem MOC, pa sem ugotovil, da le 16 % anketirancev svetilke JR neposredno osvetljujejo bivalne prostore. 55 % vprašanih je zagotovilo, da svetilke ne osvetljujejo bivalnih prostorov, medtem ko se je 29 % vprašanih s to trditvijo delno strinjalo.

Svetlobno onesnaženje predstavlja težavo vsem živim bitjem svetlobno onesnaženih predelov. Pri raziskavi sem želel opraviti tudi intervju s strokovnjakom s področja biologije, a raziskava o vplivu svetlobnega onesnaženja na živali za območje Celja še ni bila izvedena. Pri vprašanju v anketnem vprašalniku me je presenetilo, da le 26 % vprašanih meni, da svetlobno onesnaženje škodi tudi astronomom. Nebo je vse bolj svetlo, zaradi tega so ogrožena amaterska in profesionalna astronomska opazovanja. Opazovanje nočnega neba v bližini velikih mestih je že praktično nemogoče, vse bolj pa se svetlobno onesnaženje širi na podeželska območja. Pomembno vlogo imajo tudi civilne pobude kot npr. društvo Temno nebo, ki ozavešča javnost o svetlobnem onesnaženju in vplivih slednjega na astronomska opazovanja. Cilj tega društva pa je tudi opozarjanje na ostale škodljive posledice svetlobnega onesnaženja. [47]

Pri meritvah sija neba sem dobil rezultate, ki kažejo na resnost svetlobnega onesnaženja v MOC. Povprečni sij neba na 38. lokacijah znaša  $19,3 \text{ mag/arcsec}^2$ , v MČ Center, Nova vas, Dečkovo naselje, Dolgo polje, Kajuh, Lava, Gaberje, Slavko Šlander in Hudinja pa lokacij s sijem nad  $20 \text{ mag/arcsec}^2$  sploh ni. Največ k svetlobnemu onesnaženju doprinesejo neustrezne svetilke in prekomerno osvetljevanje. Ugotovil sem, da vrednosti sija naraščajo z oddaljevanjem iz osrčja Celja proti podeželskim in ruralnim predelom MOC.

Pri fotografiranju virov svetlobnega onesnaženja sem ugotovil, da takoj za neustrezno razsvetljavo, najbolj svetlobno onesnažujejo neustrezno osvetljeni oglaševalski panoji, zgradbe trgovskih središč in kulturno-zgodovinski objekti. Anketirance najbolj motijo osvetljeni oglaševalski panoji, in sicer 34 %, najmanj ljudi motijo osvetljeni kulturno-zgodovinski spomeniki, osvetljenim panojem pa sledijo osvetljene zgradbe, nakupovalna središča ... Ta

motijo le 25 % vprašanih, kljub temu da sem v njihovi bližini izmeril najnižji sij neba in so ta območja najbolj svetlobno onesnažena.

## **11.1 Predlogi**

Menim, da je v prihodnosti treba nujno poiskati nove načine za ozaveščanje prebivalcev MOC o svetlobni onesnaženosti, saj lahko sami z ekološkim in odgovornim ravnanjem zmanjšamo svetlobno onesnaženje. Vsi se moramo zavedati, kakšne so posledice svetlobnega onesnaženja ne le za nas, ampak za vsa živa bitja. V želji, da bi se informiranost o tej temi izboljšala, sem pripravil predlog za izvedbo naravoslovnega dneva, ki bi ga lahko izvedli ali na naši šoli ali v novem Tehno parku v Celju. S tem bi lahko vsaj deloma vključili svetlobno onesnaženje v izobraževalni proces. Udeležence bi sprva seznanil s teoretičnimi vidiki svetlobnega onesnaženja, posledicami za okolje, viri svetlobnega onesnaženja in trenutnim stanjem v MOC. Za ta namen sem pripravil power point predstavitev (priloga 4). Po predstavitvi bi izpolnili prvi delovni list (priloga 5), v katerem bi preverili svoje razumevanje tematike. Sledil bi terenski del naravoslovnega dneva, kjer bi udeleženci opravili popis javne razsvetljave na določenem območju. V popisu bi predstavili število delno zasenčenih, popolnoma zasenčenih in nezasenčenih svetilk. Med popisom bi na priloženo karto označevali, kje se nahajajo določeni tipi svetilk. Popisu bi sledila predstavitev rezultatov in evalvacija. V prilogi 3 je priložen delovni list za izvedbo praktičnega dela naravoslovnega dneva.

Pripravili bi lahko tudi brošure za prebivalce MOC, na katerih bi bili osnovni podatki o svetlobnem onesnaženju, njegovih posledicah in priporočilih za bolj ekološko vedenje pri osvetljevanju svojih domov in njegove okolice.

V prihodnje bi lahko raziskali še vpliv svetlobne onesnaženosti Celja na kraje v okolici in izdelali vsenebne posnetke. Popis javne razsvetljave pa bi lahko ponovili še v prihodnjih letih in ugotovili ali se zmanjšuje uporaba neustreznih svetilk.

Ob ozaveščanju javnosti se mi zdi pomembno tudi, da čimprej saniramo neustrezne svetilke javne razsvetljave, spremenimo načine osvetljevanja objektov (kulturne dediščine, trgovskih centrov ...) in oglaševalskih panojev tako, da svetloba ne sveti mimo navedenih objektov oz. je osvetljevanje v skladu z uredbo Republike Slovenije. Na območju celotne MOC je potrebno čimprej izpolniti načrt JR. Rok je bil podaljšan še za dve leti. Ob teh ukrepih bi zmanjšali svetlobno onesnaženost, z ekološko osvetljavo pa bi zmanjšali porabo elektrike, prihranili denar občinskega proračuna, omogočili živalim in ljudem bolj kakovostno življenje, astronomom pa opazovanje in preučevanje nebesnih teles. S temi ukrepi lahko temno nebo nad Celjem postane realnost, ne le želja.

## 12 Viri in literatura

- [1] I. Žiberna, „Svetlobna onesnaženost na območju Maribora, Revija za geografijo, letnik 11, številka 2, str. 119-130.,“ 2016.
- [2] H. Mikuž in T. Zwitter, „Širjenje umetne svetlobe v atmosferi in vpliv na svetlobno onesnaževanje nočnega neba s primeri iz Slovenije,“ 2005.
- [3] Avtor, *Gorazd Božkan*.
- [4] Avtor, *Dejan Kokanović*.
- [5] „Dark sky meter,“ [Elektronski]. Available: <https://www.darkskymeter.com>. [Poskus dostopa 3. 2. 2021].
- [6] B. Mirt, prof. biol in kem. in V. Krmelj, univ. dipl. inž., „Načrt javne razsvetljave v Celju, str. 19-33,“ 2018.
- [7] Uradni list Republike Slovenije, „Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja,“ 7. 9. 2007.
- [8] „Mestna občina Celje,“ [Elektronski]. Available: <https://moc.celje.si/8-staticne-strani/1875-mestna-obcina-celje-v-stevilkah>. [Poskus dostopa 3. 2. 2021].
- [9] „Google maps - Mestna Občina Celje,“ [Elektronski]. Available: <https://www.google.com/maps/place/Celje/@46.2486034,15.2134932,11.8z/data=!4m5!3m4!1s0x47657063c905bf3b:0xf164f93446526c50!8m2!3d46.256871!4d15.2558765>. [Poskus dostopa 9. 2. 2021].
- [10] „Components of electromagnetic spectrum,“ [Elektronski]. Available: <https://www.radio2space.com/wp-content/webp-express/webp-images/uploads/2013/07/components-of-electromagnetic-spectrum.jpg.webp>. [Poskus dostopa 12. 12. 2020].
- [11] Toyoda in Ohtake, „History of research on light,“ [Elektronski]. Available: <https://photonterrace.net/en/photon/history/>. [Poskus dostopa 6. 11. 2020].
- [12] „Kaj je lumen in watt pri sijalkah,“ [Elektronski]. Available: <https://www.porabimanj.info/kaj-je-lumen-in-vat/>. [Poskus dostopa 5. 11. 2020].
- [13] „An Introduction to Radiometric Measurements,“ [Elektronski]. Available: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=16227>. [Poskus dostopa 5. 11. 2020].
- [14] Dnevnik, „Naravna svetloba je vitalnega pomena za človekovo zdravje,“ 8. 11. 2018. [Elektronski]. Available: <https://www.dnevnik.si/1042845837>. [Poskus dostopa 5. 11. 2020].



- [15] „Moonlight,“ [Elektronski]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Moonlight>. [Poskus dostopa 6. 11. 2020].
- [16] „Space, Sun and solar viewing,“ [Elektronski]. Available: [https://static.bhphotovideo.com/explora/sites/default/files/styles/top\\_shot/public/ts-space-sun-and-solar-viewing-facts-versus-fiction.jpg?itok=gaBs6QMS](https://static.bhphotovideo.com/explora/sites/default/files/styles/top_shot/public/ts-space-sun-and-solar-viewing-facts-versus-fiction.jpg?itok=gaBs6QMS). [Poskus dostopa 12. 12. 2020].
- [17] „Vrste Žarnic,“ Merkur, [Elektronski]. Available: <https://www.merkur.si/vrste-zarnic>. [Poskus dostopa 20. 12. 2020].
- [18] N. Iglič, „Ni vse zlato kar se sveti,“ [Elektronski]. Available: <https://www.jaka-i.si/proline/objave/»ni-vse-zlato-kar-se-sveti«>. [Poskus dostopa 13. 12. 2020 ].
- [19] „LED žarnica,“ [Elektronski]. Available: <https://www.mall.cz/i/41253209/450/450>. [Poskus dostopa 20. 12. 2020].
- [20] „Halogenska žarnica,“ [Elektronski]. Available: [https://www.merkur-static.si/pub/media/catalog/product/cache/fd996e99c6575268e7b23782cb811677/n/i/nizko\\_nap\\_hal\\_zarnica-brez-osram-halostar-12v-20w-g4-kapsula-bli2-1617104.jpg](https://www.merkur-static.si/pub/media/catalog/product/cache/fd996e99c6575268e7b23782cb811677/n/i/nizko_nap_hal_zarnica-brez-osram-halostar-12v-20w-g4-kapsula-bli2-1617104.jpg). [Poskus dostopa 20. 12. 2020].
- [21] „Varčna sijalka,“ [Elektronski]. Available: [https://www.merkur-static.si/pub/media/catalog/product/cache/1e09058a931dd8583d695beac4c9fe0c/v/a/varcna-a-sijalka-e27-osram-dstar-mitw-11w\\_12w\\_865-220-240v-spirala-bl\\_1-1891646.jpg](https://www.merkur-static.si/pub/media/catalog/product/cache/1e09058a931dd8583d695beac4c9fe0c/v/a/varcna-a-sijalka-e27-osram-dstar-mitw-11w_12w_865-220-240v-spirala-bl_1-1891646.jpg). [Poskus dostopa 20. 12. 2020].
- [22] „Navadna žarnica,“ [Elektronski]. Available: [https://asset.conrad.com/media10/isa/160267/c1/-/global/1313777\\_BB\\_00\\_FB/image.jpg?x=250&y=250&ex=250&ey=250&align=center](https://asset.conrad.com/media10/isa/160267/c1/-/global/1313777_BB_00_FB/image.jpg?x=250&y=250&ex=250&ey=250&align=center). [Poskus dostopa 20. 12. 2020].
- [23] Ž. Kristl, „Priporočila za načrtovanje dnevne osvetljenosti,“ [Elektronski]. Available: <https://velcdn.azureedge.net/-/media/marketing/si/datoteke/priporocila.pdf>. [Poskus dostopa 5. 11. 2020].
- [24] „Bortleova lestvica,“ [Elektronski]. Available: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Bortleova\\_lestvica](https://sl.wikipedia.org/wiki/Bortleova_lestvica). [Poskus dostopa 2. 3. 2021].
- [25] „The irish times,“ [Elektronski]. Available: [https://www.irishtimes.com/polopoly\\_fs/1.3303031.1511454875!/image/image.jpg](https://www.irishtimes.com/polopoly_fs/1.3303031.1511454875!/image/image.jpg). [Poskus dostopa 12. 12. 2020].
- [26] Društvo Temno nebo Slovenije, „Svetlobno onesnaženje in energetsko učinkovita zunanja razsvetljava, str. 1-2,“ 2009.
- [27] „Streetlight,“ [Elektronski]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Street\\_light](https://en.wikipedia.org/wiki/Street_light). [Poskus dostopa 25. 12. 2020].

- [28] Energap, „Zgodovina javne razsvetljave,“ [Elektronski]. Available: <http://www.ocr-project.eu/media/uploads/files/Zgodovina%20javne%20razsvetljave%20v%20Mariboru-OCR.pdf>. [Poskus dostopa 20. 12. 2020].
- [29] „The last gas streetlight,“ [Elektronski]. Available: [https://4.bp.blogspot.com/-Gbj2BYAFcJc/XHlvxRTWfI/AAAAAAAAeU0/Ac1sObBU-GU16B\\_HclYG-uHhFlhibOBSACLcBGAs/s1600/street-gas-lamps-12.jpg](https://4.bp.blogspot.com/-Gbj2BYAFcJc/XHlvxRTWfI/AAAAAAAAeU0/Ac1sObBU-GU16B_HclYG-uHhFlhibOBSACLcBGAs/s1600/street-gas-lamps-12.jpg). [Poskus dostopa 15. 12. 2020].
- [30] J. Orožen, Zgodovina Celja in okolice, 1971-1974.
- [31] T. Bezgovšek, „Svetlobno onesnaženje - projektni pristop v srednješolskem izobraževanju, str. 7-23,“ Junij 2019.
- [32] „Nezasenčene svetilka,“ [Elektronski]. Available: <https://eko-generacija.org/wp-content/uploads/Nova-slika-641.png>. [Poskus dostopa 29. 12. 2020].
- [33] „Svetlobno onesnaženje,“ april 2017. [Elektronski]. Available: [https://dijaski.net/gradivo/bio\\_ref\\_svetlobno\\_onesnazenje\\_01](https://dijaski.net/gradivo/bio_ref_svetlobno_onesnazenje_01). [Poskus dostopa 25. 12. 2020].
- [34] „Rayleighovo sipanje,“ [Elektronski]. Available: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Rayleighovo\\_sipanje#Osnovni\\_vzrok](https://sl.wikipedia.org/wiki/Rayleighovo_sipanje#Osnovni_vzrok). [Poskus dostopa 12. 2. 2021].
- [35] Društvo Temno nebo Slovenije, „Osvetljevanje objektov za oglaševanje, str. 3-15,“ 2011.
- [36] A. Mohar, M. Zagmajster, R. Verovnik in B. Bolta Skaberne, „Naravi prijaznejša razsvetljava objektov kulturne dediščine, str. 9-18,“ 2014.
- [37] „Posledice svetlobnega onesnaženja,“ [Elektronski]. Available: [http://www.portalvvesolje.si/index.php?option=com\\_content&view=article&id=742:posledice-svetlobnega-onesnaenja&catid=1:novice&Itemid=11](http://www.portalvvesolje.si/index.php?option=com_content&view=article&id=742:posledice-svetlobnega-onesnaenja&catid=1:novice&Itemid=11). [Poskus dostopa 9. 2. 2021].
- [38] „Earth from space,“ [Elektronski]. Available: <https://wallpaperaccess.com/nasa-earth-at-night>. [Poskus dostopa 18. 3. 2021].
- [39] International dark-sky association, „Light pollution effects on wildlife and ecosystems,“ [Elektronski]. Available: <https://www.darksky.org/light-pollution/wildlife/>. [Poskus dostopa 5. 3. 2021].
- [40] „Svetlobno onesnaženje,“ [Elektronski]. Available: [http://www.portalvvesolje.si/index.php?option=com\\_content&view=article&id=742:posledice-svetlobnega-onesnaenja&catid=1:novice&Itemid=11](http://www.portalvvesolje.si/index.php?option=com_content&view=article&id=742:posledice-svetlobnega-onesnaenja&catid=1:novice&Itemid=11). [Poskus dostopa 5. 3. 2021].
- [41] Računsko sodišče Republike Slovenije, „Učinkovitost preprečevanja svetlobnega onesnaževanja okolja,“ Ljubljana, 2017.

- [42] Jon, „The Bortle scale,“ 28. september 2018. [Elektronski]. Available: <https://jgroub.wordpress.com/2018/09/28/september-28-2018-the-bortle-scale-or-why-gas-is-your-friend/>. [Poskus dostopa 5. 3. 2021].
- [43] Avtor, *Nataša Marčič*.
- [44] „Gostilna pri Kmetec,“ [Elektronski]. Available: <https://www.geago.si/sl/pois/11151/gostilna-pri-kmetec>. [Poskus dostopa 28. 3. 2021].
- [45] „Friderikov stolp,“ [Elektronski]. Available: <https://www.celje.info/aktualno/ze-ta-teden-zacetek-obnove-friderikovega-stolpa/>. [Poskus dostopa 28. 3. 2021].
- [46] „Razgledni stolp - Miklavški hrib,“ [Elektronski]. Available: [https://krajie.eu/slovenija/celje\\_miklavski\\_hrib/slo](https://krajie.eu/slovenija/celje_miklavski_hrib/slo). [Poskus dostopa 28. 3. 2021].
- [47] „Društvo Temno nebo,“ [Elektronski]. Available: <http://temnonebo.com/o-drustvo/>. [Poskus dostopa 4. 1. 2021].

## 13 Priloge

### ***Priloga 1: Anketni vprašalnik izpostavljenost umetni svetlobi v domačem okolju***

Pozdravljeni, sem dijak 3. letnika. V raziskovalni nalogi raziskujem svetlobno onesnaženost v Mestni občini Celje. Zanima me tudi, koliko smo izpostavljeni vplivu svetlobnega onesnaževanja v domačem okolju. Anketa je anonimna. Zahvaljujem se vam, da ste pripravljeni sodelovati v njej.

**1. Spol**    M    Ž

**2. V katero starostno skupino spadate?**

15–25

26–35

36–45

46–55

56–65

65+

**3. Menite, da lahko svetloba iz okolice (telefon, TV, razsvetljava) vpliva na vaše spanje in posledično zdravje?**

DA    NE

**4. Prosim vas, da na kratko utemeljite vaš odgovor.**

---

**5. Ali v prostoru, kjer spite, gledate tudi televizijo?**

DA    NE

**6. Kako dolgo gledate po navadi televizijo pred spanjem?**

do 30 min

30 min–1 h

1 h–1,5 h

1,5 h–2 h

Več kot dve uri.

**7. Ali pred spanjem po navadi uporabljate računalnik?**

DA NE

**8. Kako dolgo uporabljate po navadi računalnik pred spanjem? (Odgovorite samo, če ste zgoraj odgovorili z Da.)**

do 30 min

30 min–1 h

1 h–1,5 h

1,5 h–2 h

Več kot dve uri.

**9. Ali pred spanjem uporabljate telefon?**

DA NE

**10. Kako dolgo po navadi uporabljate telefon pred spanjem? (Odgovorite samo, če ste zgoraj odgovorili z Da.)**

do 30 min

30 min–1 h

1 h–1,5 h

1,5 h–2 h

Več kot dve uri.

**11. Katere žarnice uporabljate v vašem domu? (1 – najmanj; 5 – največ)**

Navadne žarnice 1 2 3 4 5

Halogenske žarnice 1 2 3 4 5

LED žarnice 1 2 3 4 5

Varčne sijalke 1 2 3 4 5

## 12. V kateri toplotni razred spadajo svetila v vašem domu?

Hladno belo svetlobo (cool white)

(Toplo belo svetlobo (warm white))

## 13. Izpostavljenost umetni svetlobi med spanjem.

Luči javne razsvetljave ne sijajo v prostor **Ne drži** **Delno drži** **Popolnoma drži**

Ponoči imam prižgane luči na hodniku, ki sijajo v spalnico **Ne drži** **Delno drži** **Popolnoma drži**

Med spanjem imam prižgano televizijo **Ne drži** **Delno drži** **Popolnoma drži**

Ob vzglavju imam mobi **Ne drži** **Delno drži** **Popolnoma drži**

Prostor je popolnoma zatemnjen **Ne drži** **Delno drži** **Popolnoma drži**

Ponoči imam prižgano nočno svetilko **Ne drži** **Delno drži** **Popolnoma drži**

## **Priloga 2: Anketni vprašalnik svetlobno onesnaženje v Mestni občini Celje**

Pozdravljeni, sem dijak 3. letnika. V raziskovalni nalogi raziskujem svetlobno onesnaženost v Mestni občini Celje.

Anketa je anonimna. Zahvaljujem se Vam, da ste pripravljeni sodelovati v njej.

### **1. Napišite, v katerem delu MOC živite?**

---

### **2. Ste že slišali za pojem svetlobno onesnaževanje?**

DA NE

### **3. Kje ste slišali za svetlobno onesnaževanje? (Odgovorite samo, če ste zgoraj odgovorili z Da). Možnih je več odgovorov.**

V medijih (TV, radio, časopis ...)

Pri pouku

Na spletu

Drugo: \_\_\_\_\_

### **4. Komu ali čemu škodi svetlobna onesnaženost?**

Astronomom

Živalim

Ljudem

Rastlinam

Drugo: \_\_\_\_\_

### **5. Ocenite strinjanje. (1 – se ne strinjam; 5 – se popolnoma strinjam)**

Svetlobno onesnaževanje je velik problem tudi v MOC **1 2 3 4 5**

V MOC so pretirano osvetljene javne površine (javne ceste, ulice, trgi ...) **1 2 3 4 5**

V MOC so pretirano osvetljene poslovne stavbe, proizvodnji objekti, nakupovalna središča, športna igrišča **1 2 3 4 5**

Staro mestno jedro je bolj svetlobno onesnaženo kakor stanovanjski deli Celja (Nova vas, Hudinja, Lava ...) **1 2 3 4 5**

Staro mestno jedro je bolj svetlobno onesnaženo kakor industrijski deli Celja **1 2 3 4 5**

V starem mestnem jedru je več neustreznih svetilk kot v stanovanjskih delih Celja **1 2 3 4 5**

Svetlobno onesnaženje vpliva na kvaliteto življenja ljudi **1 2 3 4 5**

**6. Kaj menite, katere od zgoraj opisanih svetilk prevladujejo v starem mestnem jedru Celja?**

Nezasenčene

Delno zasenčene

Popolnoma zasenčene

**7. Kaj menite, katere od zgoraj opisanih svetilk prevladujejo v stanovanjskih delih Celja?**

Nezasenčene

Delno zasenčene

Popolnoma zasenčene

**8. Ali vas motijo različni povzročitelji svetlobnega onesnaževanja? (1 – sploh me ne motijo, 5 – me zelo motijo)**

Javna razsvetljava **1 2 3 4 5**

Osvetljene zgradbe (nakupovalna središča, tovarne ...) **1 2 3 4 5**

Osvetljeni oglaševalski panoji **1 2 3 4 5**

Osvetljeni kulturno-zgodovinski spomeniki **1 2 3 4 5**



**9. Ali svetloba javne razsvetljave ponoči osvetljuje tudi vaše bivalne/spalne prostore?**

DA NE

**10 .Ocenite svetlobno onesnaženost MOC. (1 – ni onesnažena, 5 – zelo onesnažena)**

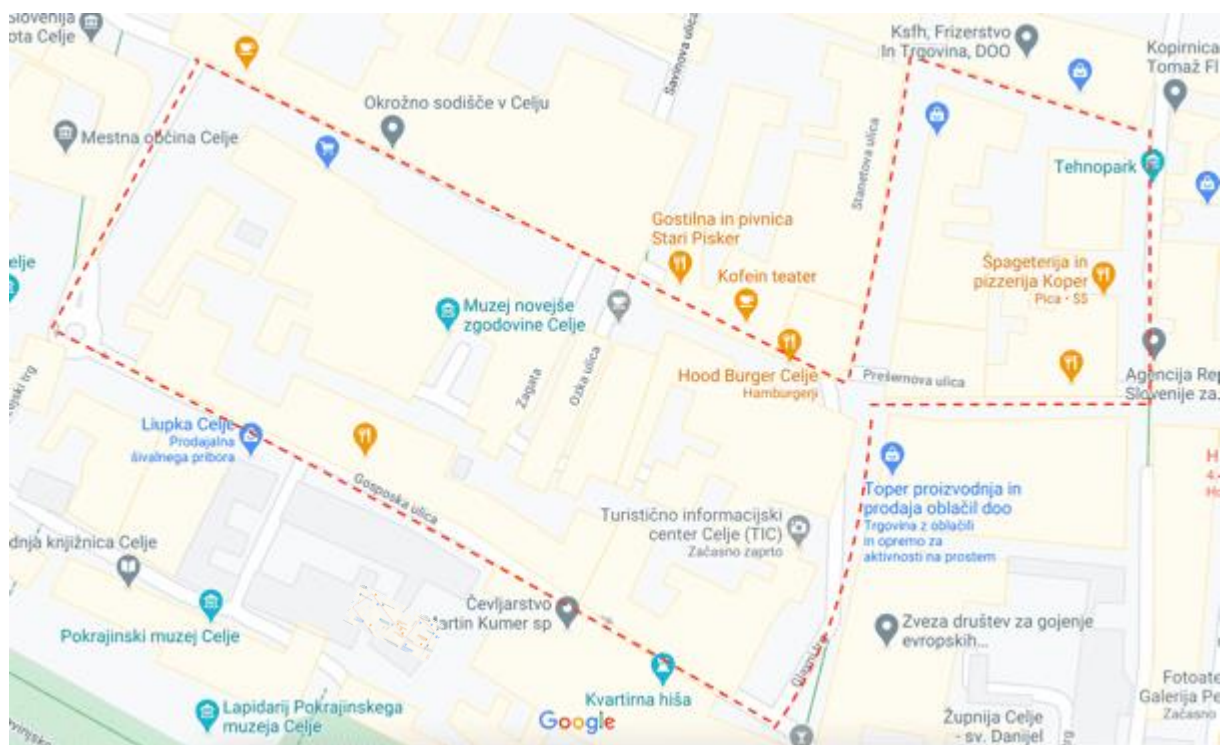
1 2 3 4 5

### **Priloga 3: Delovni list – Popis svetilk javne razsvetljave na določenem območju**

**Pripomočki:** Pisalo, pametni telefon/fotoaparar.

**Navodila:** Na terenu popišite, fotografirajte in na karti označite svetilke javne razsvetljave na določenem območju. Pri tem vsaki svetilki določite tip svetilke (nezasenčena, popolnoma zasenčena, delno zasenčena). Bodite pozorni na ostale vire umetne svetlobe in jih vpišite v tabelo 2. *Na zemljevidu označite, kje prevladujejo določeni tipi svetilk, pri tem naredite tudi legendo.*

#### **1. Območje popisa**



Vir: <https://www.google.com/maps>

## 2. Izpolnite tabeli

### *Popis javne razsvetljave*

Tip svetilke	Število
Nezasenčena	
Popolnoma zasenčena	
Delno zasenčena	

### *Drugi viri umetne svetlobe*

Lokacija	
Opis svetila	

Lokacija	
Opis svetila	

Lokacija	
Opis svetila	

Lokacija	
Opis svetila	

#### **4. Analiza:**

##### ***Določi pravilnost trditve, neustrezne trditve popravi.***

Na izbranem območju prevladujejo ekološko ustrezne svetilke DRŽI NE DRŽI

Svetloba popisanih svetilk ne more povzročati škode ljudem DRŽI NE DRŽI

Ni ostalih virov umetne svetlobe DRŽI NE DRŽI

Vse svetilke so v skladu z uredbo o mejnih vrednosti svetlobnega onesnaženja okolja DRŽI  
NEDRŽI

Največ nezasenčenih svetilk je na Prešernovi ulici DRŽI NE DRŽI

Na Trgu Celjskih knezov ni drugih virov umetne svetlobe (z izjemo svetilk javne razsvetljave)  
DRŽI NE DRŽI

Na Gosposki ulici so vse svetilke zasenčene DRŽI NE DRŽI

Najbolj živali motijo svetilke pred Tehno parkom DRŽI NE DRŽI

Opazovanje zvezd zaradi svetlobnega onesnaženja na območju ni ovirano DRŽI NE DRŽI

#### **5. Fotografije:**

##### ***Pod vsak naštet tip svetilke prilepi po eno fotografijo svetilk iz območja popisa***

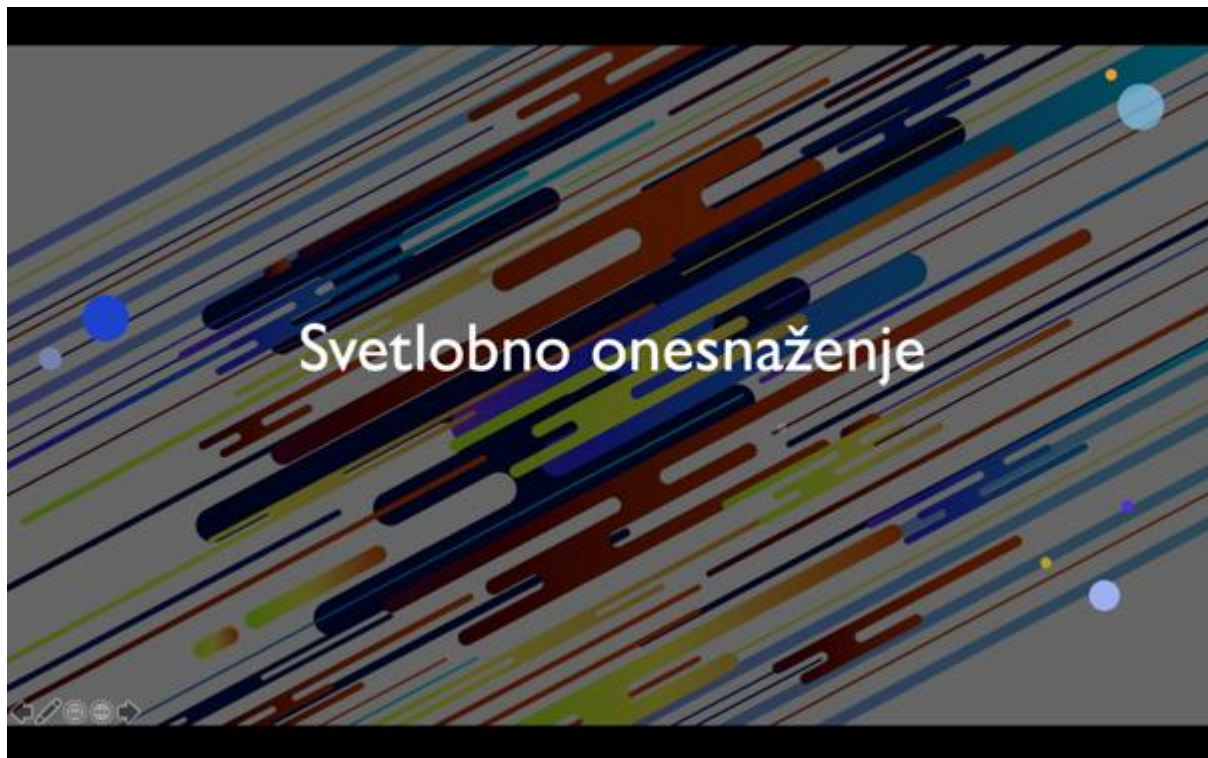
*Nezasenčena*

*Popolnoma zasenčena*

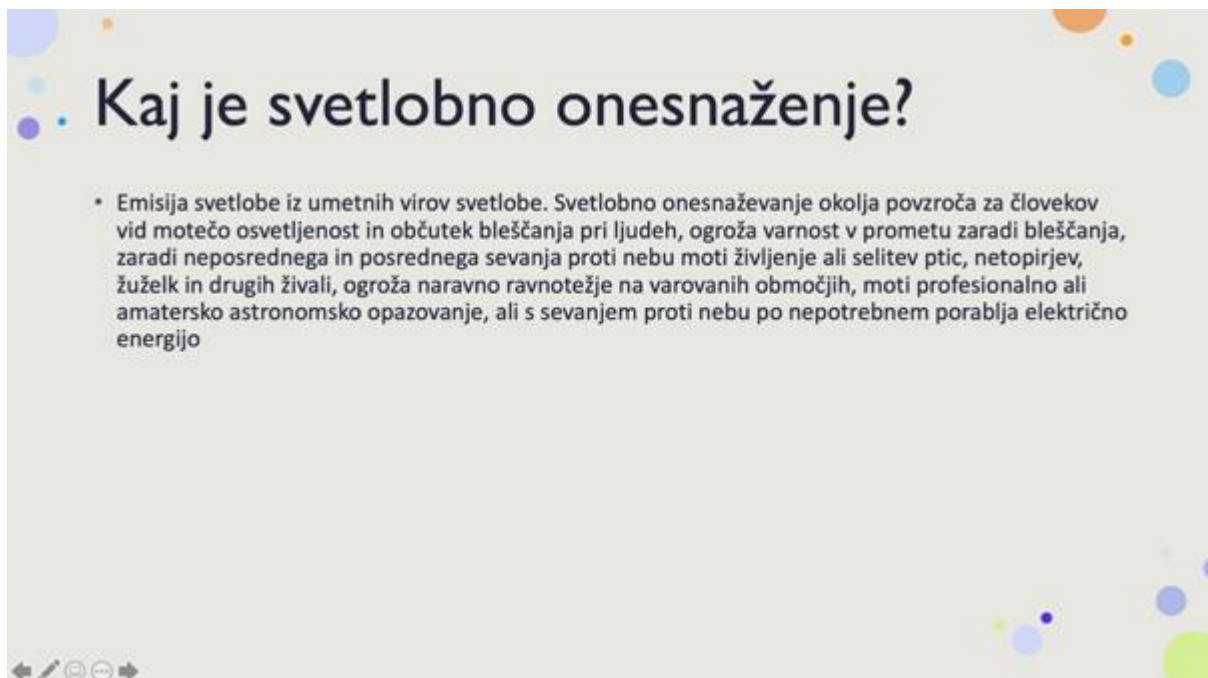
*Delno zasenčena*

## Priloga 4: PowerPoint predstavitev – Svetlobno onesnaženje

Drsnica št. 1



Drsnica št. 2



Drsnica št. 3

## Viri svetlobnega onesnaženja

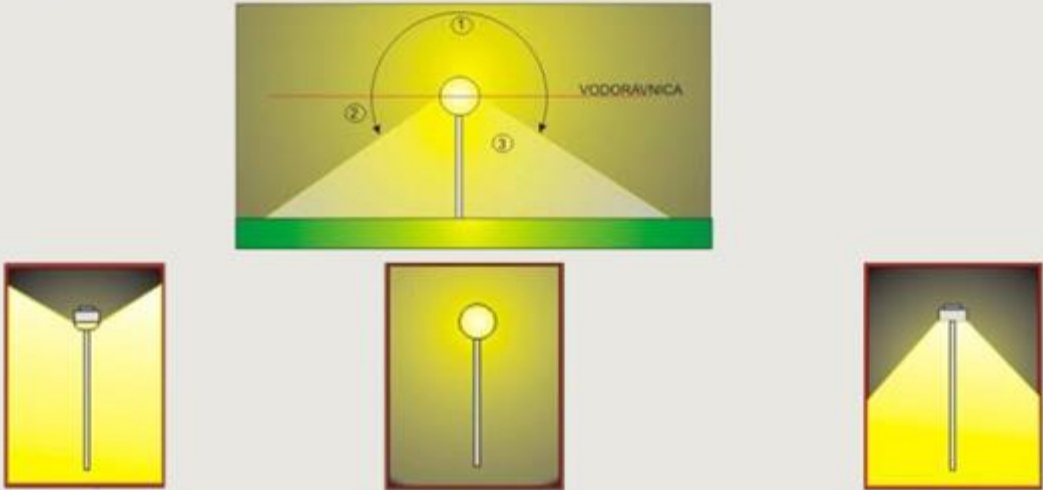
- Javna razsvetljava
- Oglaševalski panoji
- Osvetljevanje kulturne dediščine



The slide features three photographs. The top-left photo shows a city street at night with buildings illuminated in warm yellow and purple lights, and a Christmas tree. The top-right photo shows a dark landscape with a line of distant city lights on the horizon. The bottom-center photo is a close-up of a glowing street lamp against a dark background.

Drsnica št. 4

## Tipi svetilk javne razsvetljave




The slide contains a central diagram and three smaller illustrations. The diagram shows a street lamp with a horizontal line labeled 'VODORAVNICA' (horizontal line). A semi-circular arc above the lamp is labeled '1'. Two arrows pointing downwards from the lamp are labeled '2' and '3'. The diagram illustrates the beam spread and light distribution. Below the diagram are three illustrations of street lamps: the left one has a wide, shallow beam; the middle one has a narrow, vertical beam; and the right one has a beam that is wider at the bottom and narrower at the top.

Drsnica št. 5

## Posledice

- Zdravje
- Živali
- Astronomska opazovanja



Navigation icons: back, forward, search, refresh, home.

Drsnica št. 6

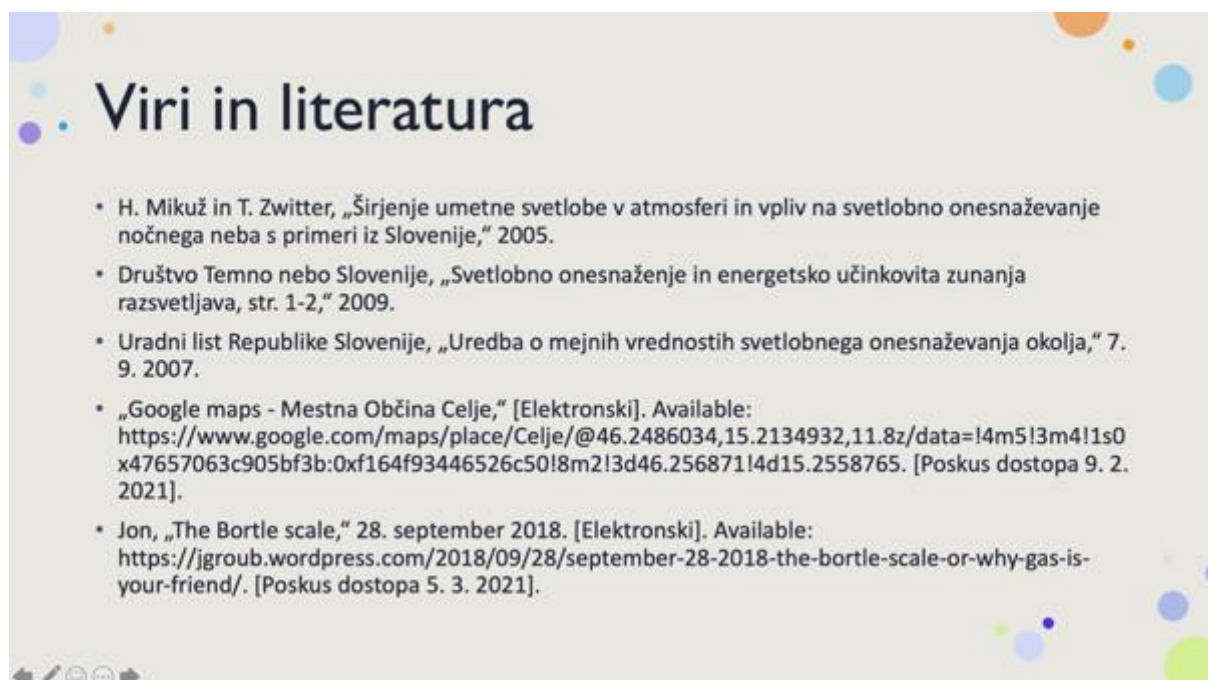
## Merjenje sija neba

- mag/arc sec<sup>2</sup>
- Manjša kot je vrednost v mag/arc sec<sup>2</sup>, bolj je področje onesnaženo, saj je magnituda manjša, povzročitelj tega pa je sipanje svetlobe.



Navigation icons: back, forward, search, refresh, home.

Drsnica št. 7



## Viri in literatura

- H. Mikuž in T. Zwitter, „Širjenje umetne svetlobe v atmosferi in vpliv na svetlobno onesnaževanje nočnega neba s primeri iz Slovenije,“ 2005.
- Društvo Temno nebo Slovenije, „Svetlobno onesnaženje in energetska učinkovita zunanja razsvetljava, str. 1-2,“ 2009.
- Uradni list Republike Slovenije, „Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja,“ 7. 9. 2007.
- „Google maps - Mestna Občina Celje,“ [Elektronski]. Available: <https://www.google.com/maps/place/Celje/@46.2486034,15.2134932,11.8z/data=!4m5!3m4!1s0x47657063c905bf3b:0xf164f93446526c50!8m2!3d46.256871!4d15.2558765>. [Poskus dostopa 9. 2. 2021].
- Jon, „The Bortle scale,“ 28. september 2018. [Elektronski]. Available: <https://jgroub.wordpress.com/2018/09/28/september-28-2018-the-bortle-scale-or-why-gas-is-your-friend/>. [Poskus dostopa 5. 3. 2021].



### **Priloga 5: Delovni list – Vprašanja po PP predstavitvi**

Svetlobno onesnaženje postaja vse večja težava na globalni ravni. Vpliva na živali, astronome, ljudi. Tudi Mestna občina Celje je precej svetlobno onesnažena. S pomočjo informaciji, ki ste jih prejeli med predstavitvijo, odgovorite na vprašanja.

#### **1. Določi pravilnost trditve, če je napačna jo popravi.**

Svetlobno onesnaženje ne vpliva na živali NE DRŽI DRŽI

Svetlobno onesnaženje moti samo amaterska astronomska opazovanja NE DRŽI DRŽI

Največji povzročitelj svetlobne onesnaženosti je javna razsvetljava NE DRŽI DRŽI

Najbolj ekološke so nezasenčene svetilke NE DRŽI DRŽI

Žuželke privlačijo visokotlačne natrijeve sijalke NE DRŽI DRŽI

Dekorativna razsvetljava ne seva svetlobe nad vodoravnico NE DRŽI DRŽI

#### **2. Odgovori.**

Črta, ki povezuje kraje z enako vrednostjo sija neba se imenuje? \_\_\_\_\_

V nekem kraju je vrednost SQM meritve 21,50 mag/arcsec<sup>2</sup>, v drugem pa 19,00 mag/arcsec<sup>2</sup>.  
Kateri kraj je bolj svetlobno onesnažen? \_\_\_\_\_

Kaj pomeni enota mag/arcsec<sup>2</sup>? \_\_\_\_\_

Kateri barvni spekter svetlobe se najbolj sipa v atmosferi? \_\_\_\_\_

Kako se imenuje uredba, s katero je bilo leta 2007 urejeno področje svetlobne onesnaženosti v republiki Sloveniji? \_\_\_\_\_

#### **3. V 5 povedih zapiši, kateri so glavni razlogi, da bi vsi morali vedeti za svetlobno onesnaženje.**

---

---

---

---

#### **4. Zapiši 4 ukrepe, s katerimi bi zmanjšal svetlobno onesnaženost v MOC.**

1. \_\_\_\_\_

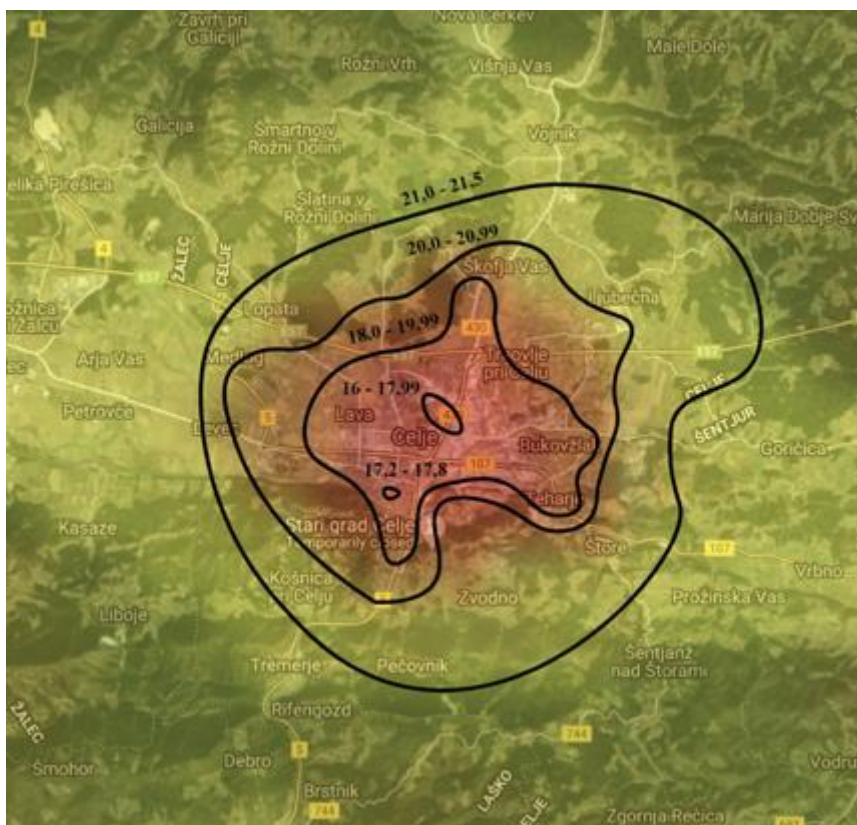
2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_

6. Spodaj je prikazana karta svetlobnega onesnaženja za širše območje Celja. S pomočjo karte odgovorite na vprašanja.



1. Katere lokacije v Celju so najbolj primerne za astronomska opazovanja? (Naštej.)  
\_\_\_\_\_
2. Kje se teoretično nahaja največ svetilk javne razsvetljave?  
\_\_\_\_\_
3. Ti živiš na Ljubečni, tvoj prijatelj na Teharju. Oba se odločita izmeriti sij neba z SQM. Približno kakšen bo tvoj rezultat in kakšen prijateljev? Kaj je SQM?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Kateri območji Celja sta najbolj onesnaženi in kakšne so vrednosti sija neba na teh območjih?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Ali lahko trdimo, da je celotna MOC močno svetlobno onesnažena? Svoj odgovor utemelji.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_