

## SVETLOBNA ONESNAŽENOST NA OBMOČJU MARIBORA

**Igor Žiberna**

Dr., prof. geografije in zgodovine, docent  
Oddelek za geografijo  
Filozofska fakulteta  
Koroška cesta 160, SI - 2000 Maribor, Slovenija  
e-mail: igor.ziberna@uni-mb.si

UDK: 504.03

COBISS: 1.01

### ***Izvleček***

#### **Svetlobna onesnaženost na območju Maribora**

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. V članku so predstavljeni rezultati meritev svetlobnega onesnaženja s Sky Quality Metrom na območju mesta Maribor. Predstavljeni so tudi rezultati analiz rož svetlobnega onesnaženja in porabljenih sredstev za javno razsvetljavo na območju Mestne občine Maribor.

#### ***Ključne besede***

svetlobna onesnaženost, Maribor, varstvo okolja

### ***Abstract***

#### **Light pollution in Maribor**

Light pollution represents a new form of environmental pollution which is the result of excessive use of artificial lighting at night. The light pollution is the emission of light from the light sources that increases the natural illumination of the environment. Light pollution causes to human vision distraction illumination and a feeling of glare, it threatens the safety in traffic due to the glare, endangers the natural balance, disrupts the professional or hobby an astronomical observation and unnecessarily consumes power. In article are presented results of measurements of the light pollution, with the Sky Quality Metres in the area of the city of Maribor. Presented are also the results of the analyses of the light pollution roses and resources consumed for public lighting in the area of the municipality of Maribor.

#### ***Key Words***

Light pollution, Maribor, Environmental protection

*Uredništvo je članek prejelo 12.12.2016*

## 1. Uvod

Človek je od začetka uporabe ognja le tega uporabljal tudi za razsvetljevanje v nočnem času. V zgodovini se je tehnologija osvetljevanja spreminjala sprva zelo počasi. V obdobju med sumersko civilizacijo in začetkom 19. stoletja se je tehnologija nočnega razsvetljevanja ni bistveno spremenila. V prevladi so bile oljenke, ki so jih v 19. stoletju počasi začele zamenjevati najprej plinske svetilke, ob koncu 19. stoletja pa električne. Slednje so se v 20. stoletju pojavljale v različnih inačicah (Mizon 2012, 34-35). V zadnjem času visokotlačne natrijeve svetilke vse bolj nadomeščajo t.i. LED svetilke. Z napredkom tehnologije razsvetljevanja, s spreminjanjem bivalnih navad in s širjenjem mest se je – zlasti po 2. svetovni vojni – vse bolj širila tudi množičnost uporabe svetilk. Zlasti v mestih so na težave zaradi množične uporabe svetilk med prvimi začeli opozarjati ljubiteljski in profesionalni astronomi, kasneje ekologi, danes pa na negativne učinke množične uporabe svetilk v nočnem času na zdravje človeka opozarja tudi medicina. Izpostavljenost umetni svetlobi namreč prekine tvorbo hormona melatonina, zaradi česar so take osebe močnejše izpostavljene nevarnostim različnih oblik raka (Falchi, Cinzano, Elvidge, Keith, Haim 2011; Pauley 2004). Pretirana uporaba svetilk v nočnem času predstavlja tudi pomemben vir potrošnje energije. V Sloveniji za javno razsvetljavo v povprečju porabimo 83 kWh tokovine na prebivalca na leto, kar je približno dvakrat več kot je poraba v Nemčiji ali na Nizozemskem (Svetlobno onesnaženje... 2010). Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja zahteva, da se letna poraba električne energije za javno razsvetljavo na prebivalca občine zmanjša pod 44,5 kWh (Uredba... 2007). Seveda pa svetlobno onesnaževanje vpliva tudi na ekosisteme, predvsem na nočne živali (žuželke, netopirje itd.) (Bruce-White, Shardlow 2011; Huemer, Kühtreiber, Tarmann 2010).

Svetilke javne razsvetljave bi glede na ekološko ustreznost lahko delil v tri tipe: nezastirte, polzastirte in zastirte. Prva dva tipa svetilk sta ekološko neustrezna, saj svetlobo oddajata tik nad vodoravnico, kar je z vidika svetlobnega onesnaževanja najbolj problematično. Svetloba, ki potuje tik nad vodoravnico namreč potuje najdlje skozi troposfero in tako pušča največje prostorske učinke. Modeliranje le-tega je pokazalo, da svetloba, ki jo oddajajo svetila le 1° nad vodoravnico 5 km debel nižji sloj troposfere zapustijo na razdalji 165 km, celoten, okoli 10 km debel sloj troposfere pa na razdalji 263 km (Mikuž, Zwitter 2007). Večja mesta zaradi tega ne predstavljajo le lokalne ampak že regionalne vire svetlobnega onesnaževanja.

Z vidika svetlobnega onesnaževanja je pomemben tudi spekter sijalk v svetilkah. Po Rayleghevem zakonu je sipanje svetlobe v obratnem razmerju s četrto potenco valovne dolžine (Petkovšek, Hočevnar 1995). Modra svetloba se zaradi tega v atmosferi siplje šestnajstkrat intenzivneje kot rdeča svetloba. Sijalke, ki imajo višek sevanja v modrem delu spektra (npr. led sijalke) zato povzročajo večje prostorske učinke svetlobnega onesnaževanja kot tiste, ki imajo višek sevanja v oranžnem delu sevanja (npr. visokotlačne natrijeve sijalke). Z povečano uporabo LED sijalk lahko pričakujemo sicer manjšo porabo energije, zato pa večje prostorske učinke, ki bodo posledica intenzivnejšega sipanja. V splošnem bi se pri razmišljanju o nočni razsvetljavi morali vselej vprašati kaj, kdaj in s kakšno jakostjo osvetljevati.

Svetlobno onesnaženje bi lahko opredelili kot emisijo svetlobe iz virov svetlobe, ki poveča naravno osvetljenost okolja. 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, ali s sevanjem proti nebu po nepotrebnem porablja električno energijo. Svetlobno onesnaženje se manifestira kot sij neba. Pri tem gre za razsvetljenost nočnega neba, ki nastane zaradi sipanja svetlobe na sestavinah atmosfere in jo povzročajo svetilke, če zaradi neustrezne konstrukcije ali napačne montaže oddajajo svetlobo nad vodoravnico (Uredba... 2007).

Slovenija sodi med države, ki so sorazmerno zgodaj sprejele pravno podlago, ki omejuje svetlobno onesnaževanje (Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja 2007), vendar se stanje ne izboljšuje s pričakovano dinamiko, marsikje se je stopnja svetlobnega onesnaženja celo poslabšala.

## 2. Metodologija

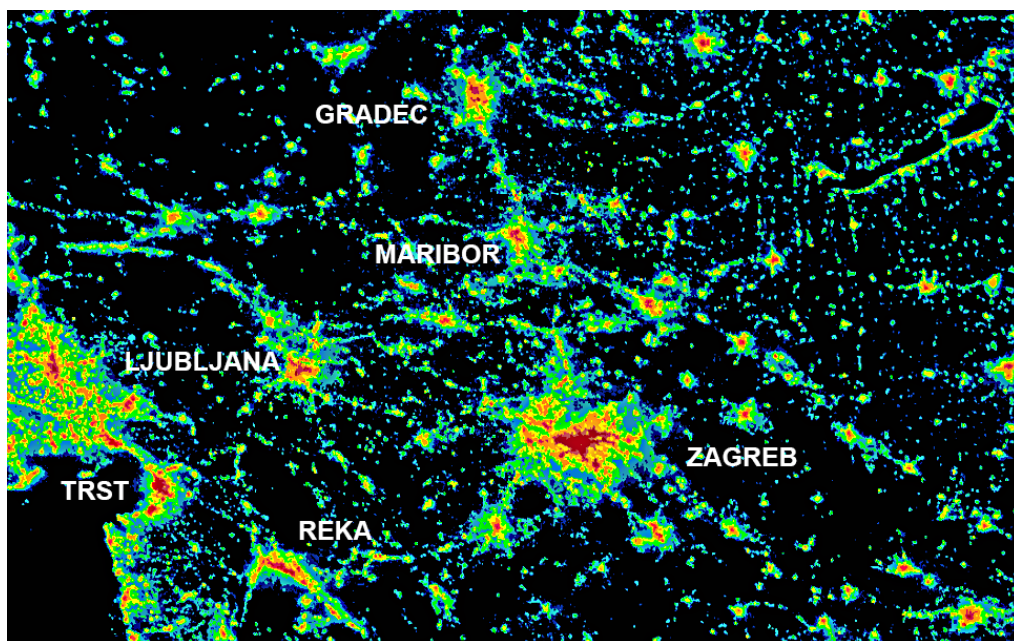
Merjenje sija neba smo opravljali na območju mesta Maribor in v njegovi bližnji okolici. Z meritvami smo želeli prikazati razlike v svetlobni onesnaženosti znotraj mesta in razlike med mestom in bližnjo okolico. Meritve sija neba smo opravljali z merilcem Sky Quality Meter (SQM) proizvajalca Unihedron, ki v svetu predstavlja standardiziran način merjenja sija neba za potrebe analize stopnje svetlobnega onesnaženja. Vrednosti meritev se izražajo v magnitudah na kvadratno ločno sekundo ( $\text{mag}^2/\text{arc sec}$ ). Vrednost pomeni sij točke na nebu, ki je velika  $1'' \times 1''$ , v magnitudah. Za urbana, svetlobno močno onesnažena območja so značilne vrednosti reda velikosti med 16 in 18  $\text{mag}^2/\text{arc sec}$ , medtem ko so za temnejše lokacije značilne vrednosti 22  $\text{mag}^2/\text{arc sec}$  in več. Meritve opravljamo ob jasnem vremenu in brez Lune na nebu. naše meritve smo opravili v avgustu leta 2012. Osnovne meritve izvajamo v smeri zenita. Rezultate meritev na posameznih merilnih mestih smo nato vnesli v GIS aplikacijo in izdelali karto polja svetlobnega onesnaženja s pomočjo interpolacije. V našem primeru smo osnovne meritve dopolnili z meritvami v okolici mesta v osmih smereh neba in pod kotom  $45^\circ$  nad matematičnim obzorjem. Na ta način smo izdelali rože svetlobnega onesnaženja (polarne grafikone, ki kažejo sij neba iz posameznih smeri).

Razen meritev z SQM smo za določene lokacije v okolici mesta izdelali vsenebne (all-sky) posnetke, s čemer smo želeli prikazati razlike v siju neba v smeri mesta in na nasprotni strani. Vsako mesto v nočnem času oblikuje t.i. svetlobno kupolo, ki je intenzivnejša in višja v svetlobo bolj onesnaženih območjih. Pri izdelavi posnetkov smo zaradi primerljivosti povsod uporabljali iste nastavitve (ekspozicija 180 sekund pri ISO vrednosti 1600 in popolnoma odprti zaslonki).

Za območje Mestne občine Maribor smo analizirali tudi porabo proračunskih sredstev za javno razsvetljavo med leti 2006 in 2016.

## 3. Svetlobna onesnaženost na območju Maribora

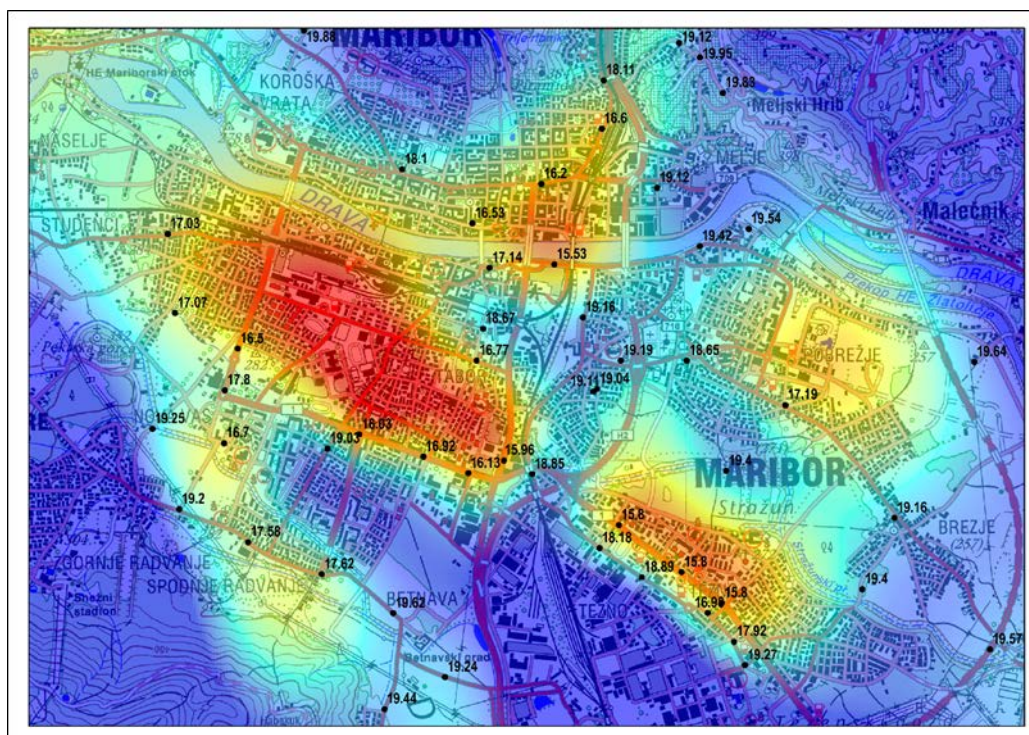
Maribor kot drugo največje slovensko mesto z 95 589 prebivalcev (Internet 2) sodi poleg Ljubljane med večje vire svetlobnega onesnaženja na območju Slovenije. Kot regionalni vir svetlobnega onesnaženja je vidno zapisan na nočnem satelitskem posnetku Slovenije in bližnje okolice (Slika 1). Zaradi še vedno prevladujoče neekološke razsvetljave, predvsem zaradi nezastrih in polzastrih svetilk ustvarja opazno svetlobno kupolo v tem delu Evrope.



Slika 1: Viri svetlobnega onesnaženja na nočnem satelitskem posnetku Slovenije in širše okolice leta 2016.

Vir: Internet 1.

Meritve sija neba na območju Maribora smo izvajali avgusta 2012 in sicer na 48 merilnih mestih. Vrednosti meritev so se gibale med  $15,53 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$  (Pobreška cesta v bližini nakupovalnega središča Europark) in  $20,07 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$  (Mariborske gorice med Meljskim hribom, Stolnim vrhom in Košaškim Dolom). Povprečna vrednost vseh meritev je znašala  $17,96 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$ , kljub temu, da smo meritve izvajali tudi v zaledju mesta. Karta sija neba (Slika 2) kaže na določeno povezavo med intenzivnostjo sija neba in potekom glavnih mestnih vpadnic in cest. Najvišjo stopnjo svetlobe onesnaženosti beležimo na območju Tabora, Tezna (ob Ptujski cesti), Pobrežja (ob nakupovalnem središču Europark in ob Puhovi cesti ter v bližini nakupovalnega središča ob Ulici Veljka Vlahoviča), na območju mestnega središča med železniškim in Starim mostom ter v smeri Šentiljske ceste. Na omenjenih območjih je sij neba povsod pod  $18 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$  (na karti so ta območja obarvana z rdečimi in oranžnimi odtenki). V težišču mesta na območju križišča železniških krakov proti Koroški, Ptuj in Šentilju, na območju Pobrežja med Hitro cesto in Nasipno ulico ter na območju med Cesto XIV. divizije in Stražunom (gre za območja s prevladujočo individualnimi stanovanjskimi hišami) je stanje nekoliko ugodnejše, saj je sij neba med 19 in  $20 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$ , kljub temu da na tem območju še vedno prevladujejo nezastrite visokotlačne živosrebrne sijalke. Njihova svetloba ima modrikasto – zelen odtenek. Velik del energije oddajo v ultravijoličnem delu spektra, zaradi česar posebno privlačijo žuželke – bolj kot fluorescenčne in mnogo bolj kot natrijeve sijalke (Legiša 2010, 7). Z oddaljevanjem od središča mesta in z zmanjševanjem gostote cestnega omrežja se spreminja tudi svetlobna onesnaženost. Na robu Mariborskih goric ter v smeri Brezja, Miklavža in Paker ter na Urbanskem platoju se vrednosti sija neba dvigajo nad  $19 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$  (na karti so ta območja prikazana z modrimi odtenki).

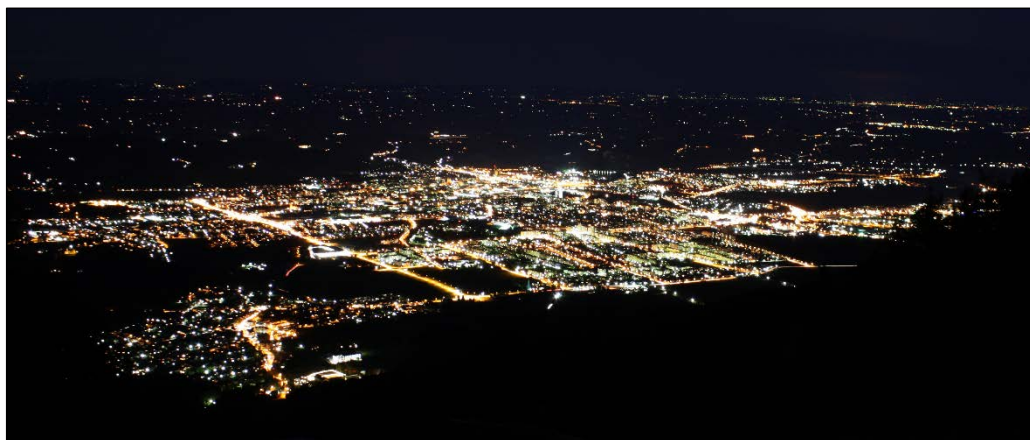


Slika 2: Sij neba na območju Maribora (v mag<sup>2</sup>/arc sec).

Vir: Lastne meritve.

Pogled na razsvetljen Maribor ponoči nam ponuja zanimive informacije. Vtis je, da med sijalkami še vedno prevladujejo polzastrite ali zastrite visokotlačne natrijeve sijalke, ki so s spektralnega vidika ugodnejše kot visokotlačne živosrebrne sijalke in LED sijalke, ki se pri nas v zadnjem času uporabljajo v vse večji meri. To nam dokazuje tudi Slika 3, na kateri je mogoče opaziti prevladujočo značilno oranžno barvo sijalk ob večjih cestah, medtem ko je na manjših ulicah pogosto mogoče zaznati zelenkasto-modrikast pridih, ki je značilen predvsem za visokotlačne živosrebrne sijalke.

Velika gostota svetilk v urbanih območjih zaradi sipanja svetlobe v atmosferi oblikuje nad mesti pojav svetlobnih kupol. Z meritvami v osmih smereh neba na izbranih točkah v okolici Maribora in z izdelavo vsenebnih posnetkov smo želeli obstoj svetlobne kupole potrditi in kvantitativno ovrednotiti. Rože svetlobnega onesaženja, ki smo jih izdelali na osnovi meritev v osmih smereh neba kažejo na razlike v siju neba v smeri mesta in v nasprotni smeri (Slika 4, Preglednica 1). Rože svetlobnega onesaženja izdelane za sedem lokacij v okolici kažejo na izrazito deformirane oblike in večje svetlobno onesaženje, izmerjeno v smeri mesta.



Slika 3: Maribor ponoči z Mariborskega Pohorja.

Foto: Žiberna, 2012.

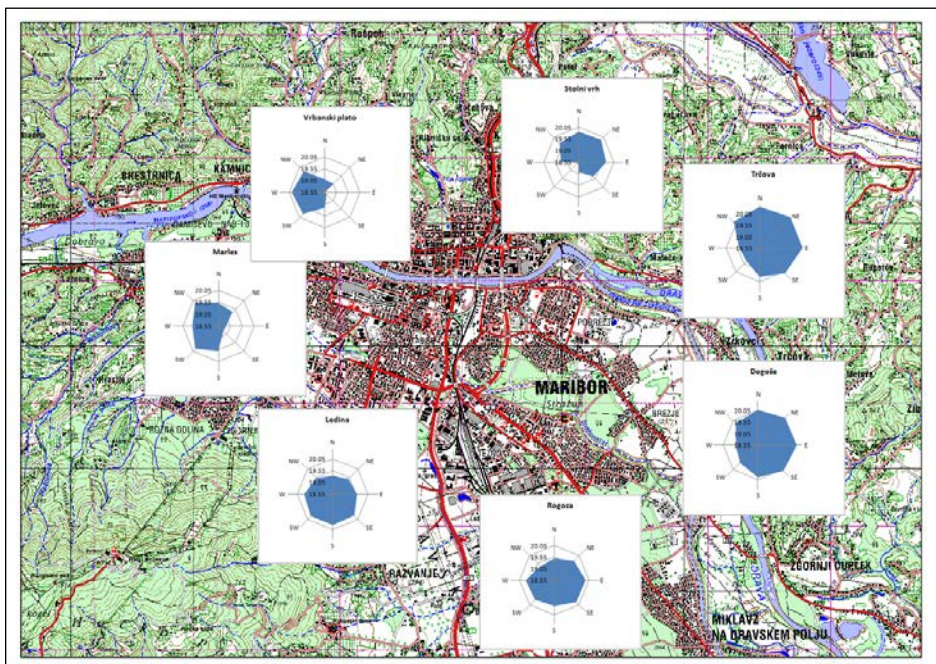
Preglednica 1: Sij neba v različnih smereh na izbranih lokacijah v okolici Maribora (v  $\text{mag}^2/\text{arc sec}$ ).

Lokacija	Zenit	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Stolni vrh	19.77	19.87	19.91	19.73	19.43	18.98	18.60	19.31	19.71
Trčova	20.44	20.36	20.46	20.44	20.13	19.83	19.37	19.45	20.17
Dogoše	20.20	20.07	20.21	20.22	20.11	19.94	19.64	19.50	19.90
Rogoza	19.92	19.49	19.74	19.90	19.90	19.68	19.74	19.78	19.39
Ledina	19.75	19.34	19.47	19.57	19.83	19.86	19.87	19.77	19.53
Marles	19.65	19.52	19.39	18.88	18.85	19.61	19.92	19.64	19.93
Vrbanski plato	18.93	19.10	19.03	18.55	18.65	19.21	19.86	19.95	19.81

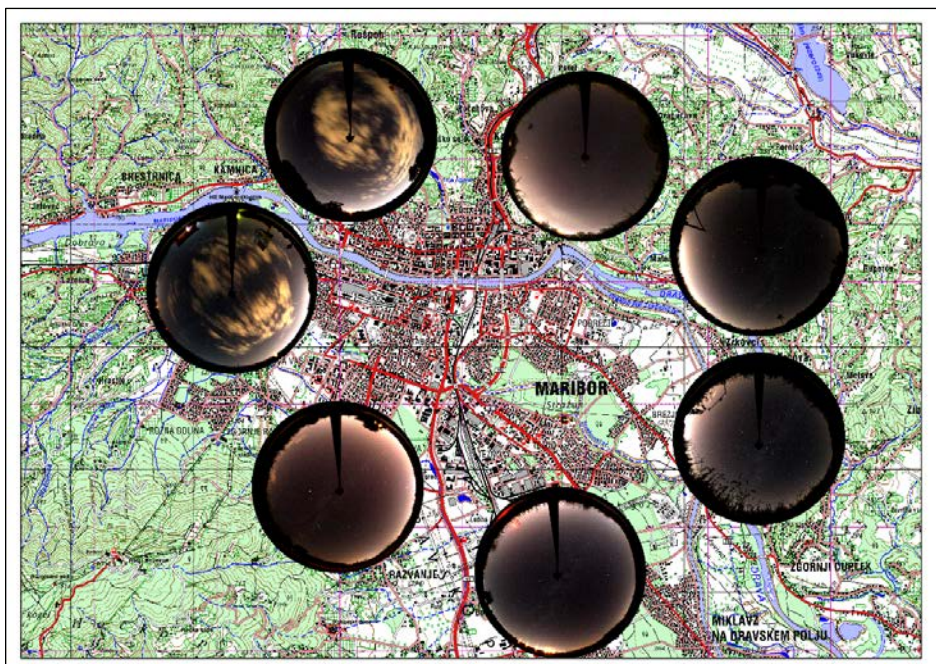
Vir: Lastne meritve, 2012.

Najvišjo vrednost ( $20,46 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$ , torej najtemnejše nebo) je mogoče zaznati na lokaciji Trčova v smeri proti severovzhodu, torej proti osrčju Slovenskih goric, kjer – razen Lenarta v Slovenskih goricah – ni večjih virov svetlobnega onesnaženja. Najnižje vrednosti ( $18,55 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$ , torej najsvetlejšo nebo) smo izmerili na lokaciji Vrbanski plato v smeri proti vzhodu, torej proti središču mesta). Največje razlike v sijju neba je bilo mogoče zaznati na lokaciji Stolni Vrh, kjer znaša razlika v sijju neba proti mestu ( $18,60 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$ ) in v nasprotni smeri ( $19,91 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$ ) kar  $1,30 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$ .

Prisotnost izrazite svetlobne kupole nad mestom dokazujejo tudi vsenebni posnetki, izdelani na istih sedmih lokacijah v okolici mesta (Slika 5). Obzorje je bistveno bolj svetlobno onesnaženo v smeri mesta, višina svetlobne kupole pa na večini lokacij presega kot  $45^\circ$  nad obzorjem. Zanimivo je, da se na lokaciji Rogoza pojavljajo opazne svetlobne kupole sosednjih naselij, predvsem svetlobna kupola Spodnjih Hoč, na lokaciji Dogošje pa svetlobna kupola Spodnjega in Zgornjega Dupleka. Še najtemnejši deli obzorja se pojavljajo na lokaciji Ledina v smeri proti jugozahodu (proti Pohorju) in na lokaciji Trčova v smeri proti severovzhodu (osrčju Slovenskih goric).

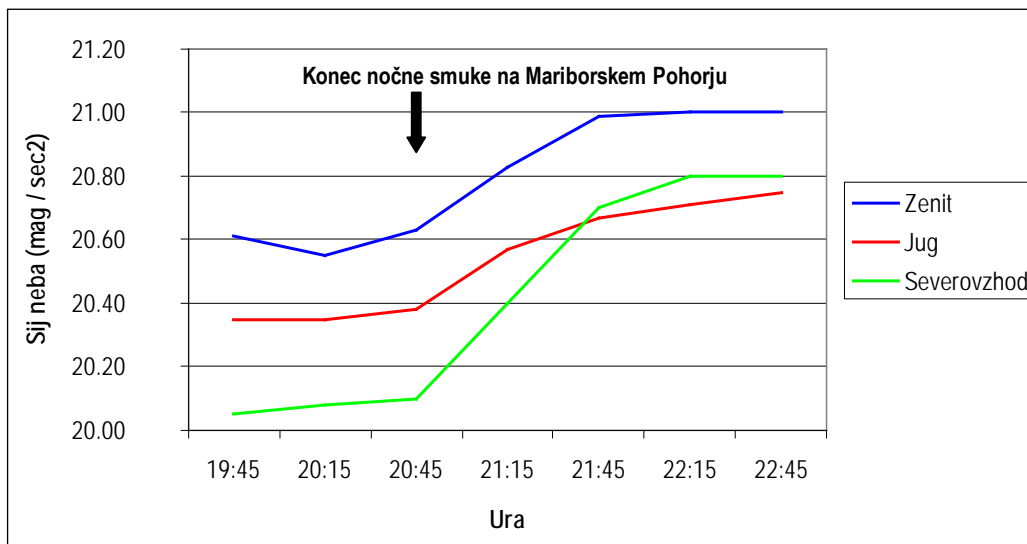


Slika 4: Rože svetlobnega onesnaženja na izbranih lokacijah v okolici Maribora.  
Vir: Lastne meritve, 2012.



Slika 5: Vsenebni ponetki na izbranih lokacijah v okolici Maribora.  
Vir: Lastni vsenebni posnetki, 2012.

V zimskem času se stopnja svetlobnega onesnaženja v okolici mesta poveča, čemur botruje nočna smuka na Mariborskem Pohorju, kadar je za to sploh dovolj snega. Čas, ko so pozimi smučišča osvetljena se zaradi finančnih težav upravljalca smučišč v zadnjih letih sicer zelo spreminja, načelno pa naprave v času nočne smuke obratujejo med 17. in 21. uro, ko luči ob smučiščih prično postopoma ugašati. Da bi prikazali vpliv nočne smuke na sij neba smo 5. februarja 2007 v Frajhajmu na Pohorju (nadmorska višina 1070 m), južno od počitniškega doma Zarja merili sij neba v zenit, proti severovzhodu (v smeri, v kateri se nahajajo smučišča na Mariborskem Pohorju) in proti jugu in to z intervalom 30 minut (Slika 6). Najmanj svetlobno onesnaženo nebo je bilo v zenitu, kjer so se v času obratovanja nočne smuke vrednosti sija neba gibale okoli  $20,60 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$  in se po koncu nočne smuke dvignile na  $21,0 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$ . Najbolj svetlobno onesnaženo nebo je bilo pričakovano v smeri smučišč, kjer so vrednosti sija neba v času obratovanja nočne smuke znašale dobrih  $20,00 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$  in se po koncu nočne smuke dvignile na  $20,80 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$ , torej skoraj za  $1 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$ . Večje izboljšanje je preprečevala svetlobna kupola Maribora, ki je na tej lokaciji, kljub temu da se mesto ne vidi neposredno, dobro opazna. Izboljšanje stanja svetlobne onesnaženosti je vidno celo v južni smeri, kjer pa so bili tudi po koncu nočne smuke vidni vplivi svetlobnih kupol Slovenske Bistrice in Slovenskih Konjic, zato se vrednost sija neba ni dvignila nad  $20,80 \text{ mag}^2/\text{arc sec}$ . Vse meritve so bile opravljene ob jasnem vremenu. V primeru, ko se nad Mariborskim Pohorjem v času nočne smuke nahajajo srednji oblaki, je zaradi odboja umetne svetlobe stanje svetlobnega onesnaženja porazno. Omenimo naj, da se lokacija meritev že nahaja znotraj območja Natura 2000.



Slika 6: Sij neba v Frajhajmu na Pohorju 5.2.2007 med 19:45 in 22:45.  
Vir: Lastne meritve, 2007.





Slika 7: Nočna smuka na Mariborskem Pohorju predstavlja dodaten vir svetlobnega onesnaževanja v okolici Maribora. Na skrajni desni strani posnetka so vidna osvetljena smučišča na Veliki Kopi na Pohorju.

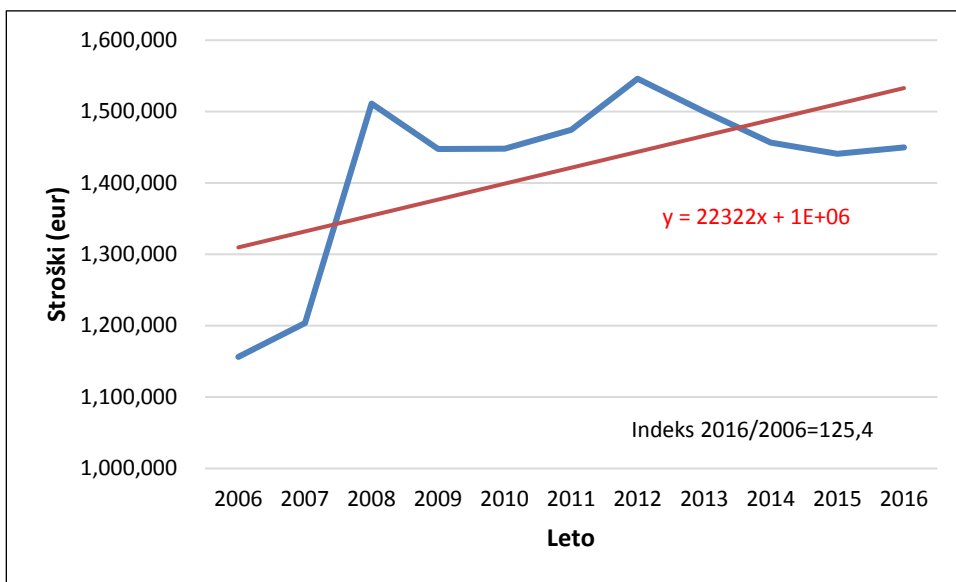
Foto: Žiberna, 2013.

V prednovoletnem času se zaradi novoletne krasitve mesta poveča količina dekorativnih svetil, ki praviloma niso ekološke, t.j. oddajajo svetlobo nad vodoravnico. Še več: v času novoletne krasitve mesta že v začetku decembra prižgejo luči na južnem pobočju Piramide, ki nato v večernem in nočnem času svetijo vse do začetka januarja, torej okoli mesec dni.



Slika 8: Grič Piramida severno od mesta je v obdobju med začetkom decembra in začetkom januarja v nočnem času »okrašen« z množico neekoloških sijalk, ki sevajo svetlobo nad vodoravnico.

Foto: Žiberna, 2011.



Slika 9: Stroški za porabljeno energijo za javno razsvetljavo na območju Mestne občine Maribor v obdobju 2006-2016 (v evrih).

Vir: Zaključni računi Mestne občine Maribor (Internet 3).

Stroški porabljene energije za javno razsvetljavo v proračunu Mestne občine Maribor so od leta 2006 sicer nihali, po letu 2008 (začetek gospodarske krize) in 2012 (varčevalni ukrepi vlade in nemirne lokalno-politične razmere) sicer za krajši čas padli, v splošnem pa se ti višajo s trendom 22 322 eur na leto (Slika 9). Indeks porabljenih sredstev za plačilo energije za javno razsvetlja v obdobju 2006-2016 znaša 125,4 (Internet 3). Podatek je zanimiv, saj se niti število prebivalcev niti dolžina javnih cest v omenjenem obdobju na območju Mestne občine Maribor ni povečevala s tako dinamiko: število prebivalcev je v tem obdobju naraslo za 1,1 %, dolžina javnih cest pa stagnira (Internet 4).

#### 4. Zaključek

Mesto Maribor sodi med večje vire svetlobnega onesnaženja na območju Slovenije. Znotraj mesta glavne vire svetlobnega onesnaženja predstavljajo nezastrite in polzastrite svetilke cestne razsvetljave, zato se svetlobno bolj onesnažena območja pojavljajo vzdolž večjih prometnic in na parkiriščih v okolici nakupovalnih središč. Na območjih z individualno stanovanjsko gradnjo zlasti na Pobrežju, Teznu in delu Tabora je stopnja svetlobnega onesnaženja nekoliko nižja, kljub še vedno prisotni uporabi nezastrtih svetilk z visokotlačnimi živosrebrnimi sijalkami, ki imajo višek sevanja v modrem delu spektra. Mesto oblikuje izrazito svetlobno kupolo, ki ima regionalni značaj. V okolici mesta zimska nočna smuka na Mariborskem Pohorju predstavlja dodaten vir svetlobnega onesnaževanja. Kljub stagnaciji števila prebivalstva in dolžine javnih cest na območju Mestne občine Maribor se je višina porabljenih sredstev za plačilo energije za javno razsvetljavo v obdobju 2006-2016 povečala za 25 %. S postopno zamenjavo obstoječih pretežno visokotlačnih natrijevih sijalk z LED sijalkami lahko pričakujemo neugodne prostorske učinke svetlobnega onesnaženja, ki izhajajo iz intenzivnejšega sipanja modre svetlobe, ki jih oddajajo le-te.

## Literatura

- Bruce-White, C., Shardlow, M. 2011: Review of the impact of artificial light on invertebrates. Buglife, Peterborough. (www.buglife.org.uk/News/newsarchive/News+Archive+2011/).
- Falchi, F., Cinzano, P., Elvidge, C.D., Keith, D.M., Haim, A. 2011: Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility. Journal of Environmental Management. Volume 92, Issue 10. Elsevier.
- Legiša, P. 2010: Svetlobno onesnaženje=zapravljanje energije. (<http://temnonebo.splet.arnes.si/files/2011/02/legisa.pdf>). (15.11.2016)
- Huemer, P., Kühtreiber, H., Tarmann, G. 2010: Anlockwirkung moderner Leuchtmittel auf nachtaktive Insekten. (www.hellenot.org).
- Mikuž, H., Zwitter, T. 2007: Širjenje umetne svetlobe v atmosferi in vplivi na svetlobno onesnaženje nočnega neba s primeri iz Slovenije. (<http://temnonebo.splet.arnes.si/files/2011/02/razsvetljava2005-hmtz.pdf>).
- Mizon, B. 2012: Light Pollution. Responses and remedies. Springer. London.
- Pauley, S.M. 2011: Lighting for the human circadian clock: recent research indicates that lighting has become a public health issue. Medical Hypotheses. Volume 63, Issue 4. Elsevier.
- Petkovšek, Z., Hočvar, A. 1995: Meteorologija. Biotehnična fakulteta. Ljubljana. Save+bugs+from+light+pollution).
- Svetlobno onesnaženje in učinkovita zunanja razsvetljava. Društvo Temno nebo Slovenije. Ljubljana. 2010.
- Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja. Uradni list 81/2007. 7.9.2007. Ljubljana.
- Internet 1: [https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=4&lat=4760028&lon=2068644&layer\\_s=B0TFFFFF](https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=4&lat=4760028&lon=2068644&layer_s=B0TFFFFF) (15.9.2016).
- Internet 2: [http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=05C5002S&ti=&path=../Database/Dem\\_soc/05\\_prebivalstvo/10\\_stevilo\\_preb/25\\_05C50\\_prebivalstvo\\_naselja/&lang=2](http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=05C5002S&ti=&path=../Database/Dem_soc/05_prebivalstvo/10_stevilo_preb/25_05C50_prebivalstvo_naselja/&lang=2) (15.9.2016).
- Internet 3: <http://www.maribor.si/podrocje.aspx?id=144> (15.9.2016).
- Internet 4: [http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=2221302S&ti=Dol%9Eine+cest+po+kategoriji%2C+ob%E8ine%2C+Slovenija%2C+letno&path=../Database/Ekonomsko/22\\_transport/02\\_22212\\_cestni\\_transport/01\\_22213\\_infrastruktura/&lang=2](http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=2221302S&ti=Dol%9Eine+cest+po+kategoriji%2C+ob%E8ine%2C+Slovenija%2C+letno&path=../Database/Ekonomsko/22_transport/02_22212_cestni_transport/01_22213_infrastruktura/&lang=2) (15.9.2016).

## **LIGHT POLLUTION IN MARIBOR**

### ***Summary***

The city of Maribor is one of the major sources of light pollution on the territory of Slovenia. Within the city, the main sources of light pollution are non-ecological lamps, road lighting, so more polluted areas occur along the main roads and parking lots around shopping centres. In areas with individual housing, in particular on the Pobrežju, Teznu and part of the Tabor, the level of light pollution is slightly lower, despite the still present use of non-ecological lamps. The city shall develop a distinctly light dome, which has a regional character. Winter skiing resorts on the Mariborsko Pohorje represents an additional source of light pollution. Despite the stagnation in the number of population and the length of public roads in the municipality of Maribor the amount of funds spent for payment of energy consumption for public lighting during the period 2006-2016 increased by 25 %. With the gradual replacement of the existing predominantly high pressure sodium lamps with LED lamps we can expect adverse spatial effects of light pollution, resulting in more scattering of the blue light emitted by these.