

Naslov članka/Article:

## Svetlobna onesnaženost na izbranih zavarovanih območjih v Sloveniji v letih 2013 in 2021

Light Pollution in Slovenian Protected Areas Between  
2013 and 2021

Avtor/Author:

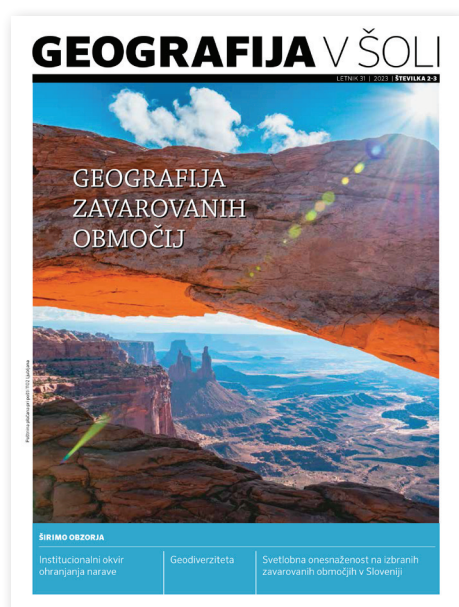
dr. Igor Žiberna, dr. Eva Konečnik Kotnik

<https://doi.org/10.59132/geo/2023/2-3/38-47>

CC licenca



Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav



### Geografija v šoli št. 2-3/2023, letnik 31

ISSN 1318-4717

Izdal in založil: Zavod Republike Slovenije za šolstvo

Kraj in leto izdaje: Ljubljana, 2022

Spletna stran revije:

<https://www.zrss.si/strokovne-revije/geografija-v-soli/>



**Dr. Igor Žiberna**

Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo  
igor.ziberna@um.si

# Svetlobna onesnaženost na izbranih zavarovanih območjih v Sloveniji v letih 2013 in 2021

## Light Pollution in Slovenian Protected Areas Between 2013 and 2021



**Dr. Eva Konečnik Kotnik**

Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo  
eva.konecnik@um.si

### Izvleček

V članku obravnavamo stanje svetlobne onesnaženosti na izbranih zavarovanih območjih v Sloveniji (Triglavski narodni park, Krajinski park Goričko, Notranjski regijski park, Kozjanski park, območja Natura 2000) med letoma 2013 in 2021. V analizi smo uporabili podatke, pridobljene z daljinskim zaznavanjem v dnevno-nočnem kanalu na satelitu Suomi. Zaradi neoviranega širjenja svetlobe v troposferi se stanje svetlobne onesnaženosti slabša tudi na zavarovanih območjih, predvsem tam, kjer se v njihovi bližini pojavljajo večji viri svetlobnega onesnaževanja. Območja s temnim nebom so se v vseh obravnavanih zavarovanih območjih v obdobju 2013–2021 močno zmanjšala. Če bi želeli zaščititi temno nebo na zavarovanih območjih, bi morali začeti omejevati svetlobno onesnaževanje v širšem pasu okoli njih.

**Ključne besede:** svetlobna onesnaženost, radianca, temna območja, zavarovana območja narave, Natura 2000, Slovenija

### Abstract

The article looks at the state of light pollution in Slovenia's protected areas between 2013 and 2021 (Triglav National Park, Goriko Landscape Park, Notranjska Regional Park, Kozjansko Park, and Natura 2000 sites) using data from the Suomi satellite's remote sensing in the day-night channel for the analysis. The rectilinear propagation of light in the troposphere is also worsening the situation in protected regions, particularly due to major sources of light pollution nearby. Over the timeframe 2013–2021, dark sky regions declined dramatically in all protected areas studied.

To conserve dark skies in protected areas, we need to start reducing light pollution in a broader band around them.

**Keywords:** light pollution, radianca, dark areas, protected areas, Natura 2000, Slovenia

## 1 Uvod

Vsota vseh virov umetne svetlobe, ki so pogosto presvetli, neučinkoviti, nepravilno nameščeni ali celo nepotrebni (Light pollution, b. d.), lahko povzroči pretirano osvetljenost, kar imenujemo svetlobno onesnaženje. Je stranski produkt industrijske in poindustrijske civilizacije, ki razsvetljuje prometno infrastrukturo (ceste, železnice, letališča, pristanišča ...), objekte (proizvodne, poslovne, oglaševalske ...), javne površine (parke, parkirišča, igrišča, smučišča ...), kulturne spomenike in osebno

lastnino. Svetlobno onesnaženje opazimo kot bleščanje, kot sij neba ali žarenje neba v smeri močnih virov svetlobe in kot osvetljevanje preko mej zemljišča, kar lahko preide celo v svetlobno nadlegovanje (Osvetljevanje objektov za oglaševanje, 2011, str. 14–16).

Negativne posledice svetlobnega onesnaženja so številne: izpostavljenost človeka umetni svetlobi v nočnem času prekine tvorbo antikancerogenega hormona melatoninina (Pauley, 2004; Falchi idr., 2011), nočna umetna svetloba negativno vpliva na gibalne in prehranjevalne navade

živali (zlasti nočnih – netopirji, žuželke ...), na fotosintezo pri rastlinah (Huemer, Kühtreiber, Tarmann, 2010; Bruce-White, Shardlow, 2011; Caraveo, 2021, str. 68–72), s čimer ima svetlobno onesnaženje ekosistemski učinek. Ob tem predstavlja pretirana uporaba svetilk v nočnem času visoko trošenje energije (Svetlobno onesnaženje, 2010, str. 10), v tem prispevku pa želimo posebej izpostaviti še dejstvo, da lahko svetlobna onesnaženost vpliva tudi na kulturne ekosistemske storitve (Hölker idr., 2010), kamor med drugim spada kakovost temnega neba (ni nenavadno, da so začeli prvi opozarjati na problematiko svetlobne onesnaženosti prav astronomi). Danes bi lahko svetlobno neonesnaženo nočno nebo uvrstili med naravno dediščino, ki jo je potrebno varovati, saj je zaradi svetlobno onesnaženega nočnega neba za pogled na našo Galaksijo (Rimsko cesto) prikrajšana tretjina svetovnega prebivalstva, 60 % Evropejcev in 80 % prebivalcev Severne Amerike (Falchi idr., 2016).

V prispevku izpostavljamo, koliko je svetlobno onesnaženo nočno nebo na zavarovanih območjih v Sloveniji, kjer bi pričakovali, da je kakovost temnega neba lahko dosegljiva. Zavarovana območja so namreč zaokrožena območja narave, kjer morajo biti dejavnosti in posegi človeka v okolju skladni z naravnimi danostmi. Primarni cilj je ohranjanje narave in njenih procesov pred interesi, kot so raba tal, poselitev, gradnja, infrastruktura (Zavod Republike Slovenije za varstvo narave). V analizo smo vključili Triglavski narodni park, Krajinski park Goričko, Notranjski regijski park, Kozjanski park ter območja Natura 2000. Ker bi kot naravno dediščino morali razumeti tudi svetlobno neonesnaženo nočno nebo, smo posebno pozornost namenili analizi sprememb temnih območij na izbranih zavarovanih območjih v obdobju med letoma 2013 in 2021.

## 2 Metodologija

Uporaba podatkov daljinskega zaznavanja je v znanostih, ki preučujejo procese na zemeljskem površju, že nekaj desetletij zelo priljubljena. Ameriška agencija za oceane in atmosfero (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) je oktobra leta 2011 v Zemljino orbito izstrelila satelit Suomi NPP, ki snema zemeljsko površje tudi v dnevno-nočnem kanalu (Day/Night band ali DNB). Prostorska resolucija slikovne točke (piksela) v nadiru (točki na površini Zemlje, ki se nahaja točno pod satelitom) je okoli 750 x 750 m (Jensen, 2018). Podatki so dostopni na spletni

strani Ameriške agencije za oceane in atmosfero (Earth Observation Group). Vrednosti radiance (svetlobnega sevanja) so izražene v nanovatih na steradian na kvadratni centimeter ( $nW/(sr\ cm^2)$ ). Slabost tipala je neobčutljivost na skrajni modri del svetlobe v vidnem delu spektra, v katerem pa seva večina novejših, t. i. »belih« LED sijalk, ki v zadnjih letih počasi zamenjujejo visoko in nizkotlačne natrijeve sijalke (Žiberna, Ivajnsič, 2018).

Kriterij za izbor zavarovanih območij v naši analizi je bila njihova površina in geografska lega. V analizo smo uvrstili štiri zavarovana območja z največjo površino (Triglavski narodni park s 83.982 ha, Krajinski park Goričko s 46.268 ha, Notranjski regijski park z 22.282 ha in Kozjanski park z 20.650 ha), ki ležijo v različnih geografskih območjih Slovenije. Podatki o zavarovanih območjih in območjih Nature 2000 so v vektorskem formatu (shp) na voljo na spletu (European Environmental Agency; Geoportal ARSO).

Za obravnavana območja smo analizirali stanje radiance oz. sevanja umetnih svetlobnih virov v letih 2013 in 2021 in površine temnih območij v obeh letih. Kriterij za določanje temnih območij (ko je radianca nižja od  $0,25\ nW/(sr\ cm^2)$ ) smo povzeli po nekaterih tujih študijah (Night Blight, 2016). Pri tem je potrebno izpostaviti, da je ta meja določena precej arbitrarno in ne upošteva celovitega razpona vplivov svetlobne onesnaženosti na vse žive organizme.

## 3 Svetlobna onesnaženost na izbranih zavarovanih območjih v Sloveniji

### 3.1 Pregled novejšega stanja svetlobne onesnaženosti v Evropi in Sloveniji

Da bi bolje razumeli stanje svetlobne onesnaženosti na zavarovanih območjih v Sloveniji, naj na začetku podamo nekaj ključnih značilnosti o svetlobni onesnaženosti v Evropi in Sloveniji leta 2021. Najvišja povprečna radianca je bila v majhnih »mestnih« državah, kjer je stopnja urbanizacije zelo visoka. Na prvem mestu je Monaco ( $67,50\ nW/(sr\ cm^2)$ ), sledijo pa Vatikan ( $46,50\ nW/(sr\ cm^2)$ ), Malta ( $13,55\ nW/(sr\ cm^2)$ ) in San Marino ( $7,43\ nW/(sr\ cm^2)$ ). Najvišjo maksimalno radianco je satelit Suomi leta 2021 zaznal na Finskem ( $10230,46\ nW/(sr\ cm^2)$ ), kar je posledica močno osvetljenih rastlinjakov za pridelavo zelenjave v mestu Närpes (Royal Philips N.V., 2014). Sledile so Ukrajina ( $7284,56\ nW/(sr\ cm^2)$ ), Nizozemska

**Danes bi lahko svetlobno neonesnaženo nočno nebo uvrstili med naravno dediščino, ki jo je potrebno varovati, saj je zaradi svetlobno onesnaženega nočnega neba za pogled na našo Galaksijo (Rimsko cesto) prikrajšana tretjina svetovnega prebivalstva, 60 % Evropejcev in 80 % prebivalcev Severne Amerike.**

**Delež temnih območij se je leta 2021 v primerjavi z letom 2013 najbolj znižal v goriški statistični regiji (za 60,0 OT), v koroški statistični regiji (za 54,8 OT) in v gorenjski statistični regiji (za 51,4 OT).**

(6932,90 nW/(sr cm<sup>2</sup>)), Estonija (1705,04 nW/(sr cm<sup>2</sup>)), Poljska in Francija.

Povprečna radianca v Sloveniji je znašala 0,77 nW/(sr cm<sup>2</sup>), kar je Slovenijo med 47 evropskimi državami uvrščalo na 31. mesto. Maksimalna radianca v Sloveniji je tega leta znašala 108,78 nW/(sr cm<sup>2</sup>), najnižja pa 0,20 nW/(sr cm<sup>2</sup>). Najsvetlejša slikovna točka (piksel) se je nahajala na območju Luke Koper, najtemnejša pa na območju Kočevskega roga. Omenimo naj, da se po najsvetlejši slikovni točki Slovenija v Evropi uvršča na 36. mesto, po najtemnejši slikovni točki pa kar na 12. mesto. Problem svetlobne onesnaženosti v Sloveniji torej ni toliko visoka radianca, pač pa dejstvo, da se viša minimalna radianca in da posledično izginjajo temna območja. Povprečna radianca je bila leta 2021 najvišja v osrednjeslovenski statistični regiji (1,22 nW/(sr cm<sup>2</sup>)) in podravske statistični regiji (1,13 nW/(sr cm<sup>2</sup>)), najnižja pa v primorsko-notranjski statistični regiji (0,44 nW/(sr cm<sup>2</sup>)) in goriški statistični regiji (0,47 nW/(sr cm<sup>2</sup>)).

Najvišji delež temnih območij (z radianco pod 0,25 nW/(sr cm<sup>2</sup>)) med evropskimi državami je leta 2021 imela Latvija, in sicer 73,2 % (leta 2013 kar 90,4 %), sledile so Belorusija (69,0 %), Finska (61,9 %), Estonija (61,4 %) in Švedska (60,7 %). Slovenija je imela leta 2013 49,4 % temnih območij, do leta 2021 pa se je ta delež znižal na le 7,2 %. S to vrednostjo se je naša država leta 2021 nahajala v drugi polovici evropske lestvice. Brez temnih območij so bile »mestne države« in majhne države: Vatikan, San Marino, Malta, Monako, Luksemburg, Lihtenštajn, Andora, Ciper in Severni Ciper. Države Kosovo, Belgija, Portugalska in Italija so imele pod odstotek temnih območij, Švica pa 1,5 %. Delež temnih območij se je med letoma 2013 in 2021 najbolj zmanjšal v Črni gori (za 67,3 odstotnih točk ali OT), Albaniji (za 63,2 OT), Makedoniji (za 62,4 OT), Bolgariji (za 60,8 OT), Španiji (za 58,5 OT), na Madžarskem (za 55,9 OT) in v Bosni in Hercegovini (za 55,1 OT). Gre torej pretežno za države zahodnega Balkana s sicer nižjim bruto družbenim proizvodom. Delež temnih območij se je povečal le na Finskem (za 8,9 OT) in na Švedskem (za 5,0 OT). V Sloveniji se je ta delež znižal za 42,2 OT, v sosednji Avstriji za 45,7 OT, na Hrvaškem za 42,9 OT, v Italiji pa za 23,2 OT, vendar je pri slednji potrebno opozoriti, da je ta že leta 2013 imela le 23,7 % temnih območij, do danes pa so temna območja skoraj izginila.

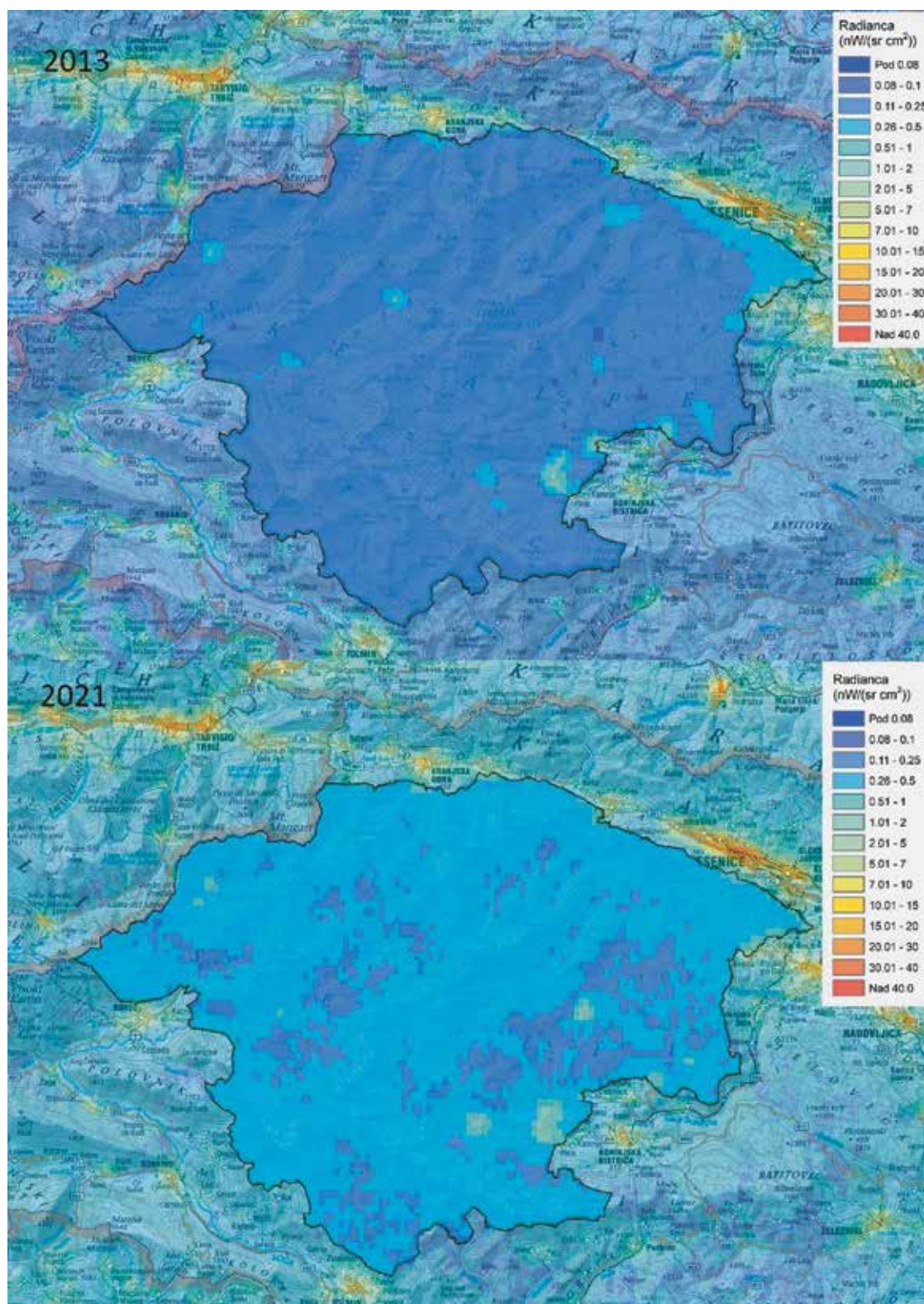
Razporeditev temnih območij po statističnih regijah v Sloveniji je bila leta 2021 zelo različna. Najvišji delež je beležila primorsko-notranjska statistična regija, in sicer 19,0 % (leta 2013 je bil ta delež 69,6 %), sledili sta koroška statistična

regija (16,6 %; leta 2013 71,3 %) in gorenjska statistična regija (11,5 %; leta 2013 62,9 %). Leta 2021 obalno-kraška statistična regija ni imela več temnih lokacij (leta 2013 je bil ta delež še 30,4 %), v posavski statistični regiji je znašal delež temnih lokacij 0,7 %, v osrednjeslovenski statistični regiji pa 1,0 % (leta 2013 30,0 %). Delež temnih območij se je najbolj znižal v goriški statistični regiji (za 60,0 OT), v koroški statistični regiji (za 54,8 OT) in v gorenjski statistični regiji (za 51,4 OT).

### 3.2 Svetlobna onesnaženost v Triglavskem narodnem parku, Krajinskem parku Goričko, Notranjskem regijskem parku in Kozjanskem parku

Analiza stanja svetlobne onesnaženosti na izbranih zavarovanih območjih v Sloveniji je prav tako zelo neugodna. Na območju Triglavskega narodnega parka (TNP) je povprečna radianca leta 2021 znašala 0,29 nW/(sr cm<sup>2</sup>) in je bila torej višja od mejne vrednosti, ki označuje temna območja (leta 2013 je bila povprečna radianca na območju TNP 0,17 nW/(sr cm<sup>2</sup>)). Najtemnejša slikovna točka se je leta 2021 nahajala Pri Rupah med Blejsko kočjo na Lipanci in planino Javornik (0,22 nW/(sr cm<sup>2</sup>)), najsvetlejša pa v Gorjah (2,56 nW/(sr cm<sup>2</sup>)). Leta 2021 so po višji radianci v TNP izstopali predvsem Stara Fužina, Ukanc in Športni center Triglav Pokljuka na Rudnem polju (Slika 1). Delež temnih območij se je v TNP od leta 2013, ko je znašal 94,5 %, do leta 2021 znižal na 17,3 % (ali za 77,2 OT). Temna območja se še vedno nahajajo na območju Pokljuke, nad Trento in severno od Bohinjskega jezera, vsa ostala temna območja pa so močno razdrobljena. Kljub omejitvam glede človekovih posegov v prostor v TNP pa svetloba, ki se od virov skozi troposfero širi v vse smeri (Mikuž Zwitter, 2005), seveda prestopa tudi meje TNP. Pomembni viri svetlobnega onesnaženja v neposredni bližini TNP so mesta v Ljubljanski kotlini, v dolini Save Dolinke (Jesenice in Kranjska Gora), v dolini Soče (Bovec, Kobarid in Tolmin), v širši okolici pa tudi južni del Furlanije v Italiji ter Celovec in Beljak v Avstriji.

Povprečna radianca v Krajinskem parku Goričko je leta 2021 znašala 0,33 nW/(sr cm<sup>2</sup>), leta 2013 pa je bila 0,26 nW/(sr cm<sup>2</sup>)). Najtemnejša slikovna točka je znašala 0,22 nW/(sr cm<sup>2</sup>) in se je nahajala na območju Male Gošče zahodno od Lončarovcev, najsvetlejša slikovna točka pa je imela vrednost 10,99 nW/(sr cm<sup>2</sup>) in je bila v naselju Hodoš, kjer radianco viša tamkajšnja ponoči osvetljena infrastruktura železniške postaje tik pred mejo z Madžarsko. Med območji

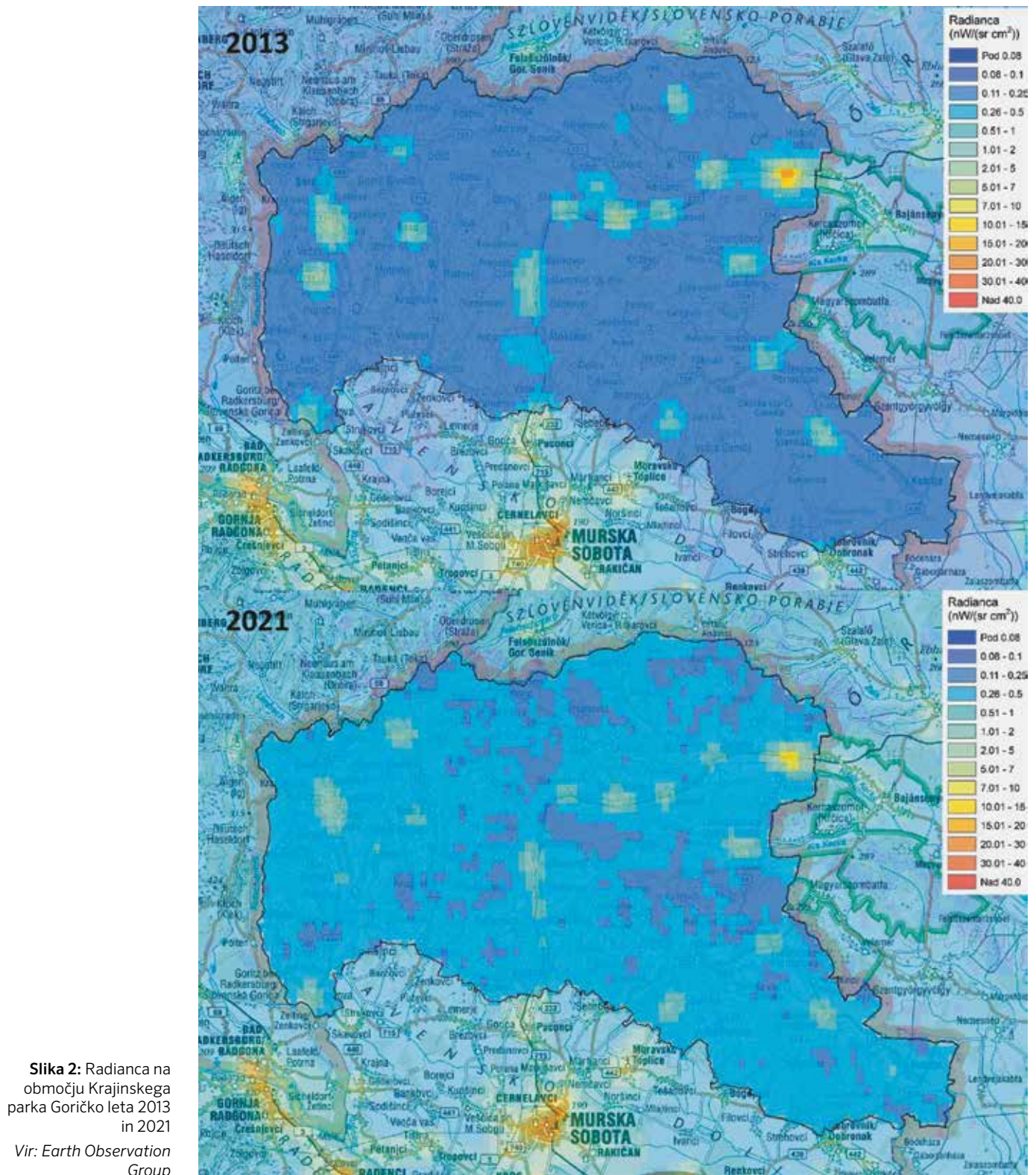


**Slika 1:** Radianca na območju Triglavskega narodnega parka leta 2013 in 2021

Vir: Earth Observation Group

z višjo radianco v krajinskem parku izstopajo naselja ob cesti med Vanečo in Hodošem ter naselja v zahodnem Goričkem (Rogašovci, Kuzma, Grad, Cankova in Pertoča) (Slika 2). Z izjemo Murske Sobotne, Gornje Radgone/Radgone in Monoštra v širši okolici krajinskega parka ni večjih virov svetlobnega onesnaževanja. Delež temnih območij je leta 2013 v krajinskem

parku pokrival 86,5 % površja, do leta 2021 pa se je znižal na 17,3 % ali za dobrih 69 OT. Tudi na območju Krajinskega parka Goričko so se površine temnih območij močno razdrobile, v nekoliko bolj sklenjenih ploskvah pa se še vedno nahajajo v pasu med Berkovci pri Prosenjakovcih in Križevci, vzhodno od Mačkovcev, vzhodno od Srebrnega brega in južno od Ženavej.



**Slika 2:** Radianca na območju Krajinskega parka Goričko leta 2013 in 2021

Vir: Earth Observation Group

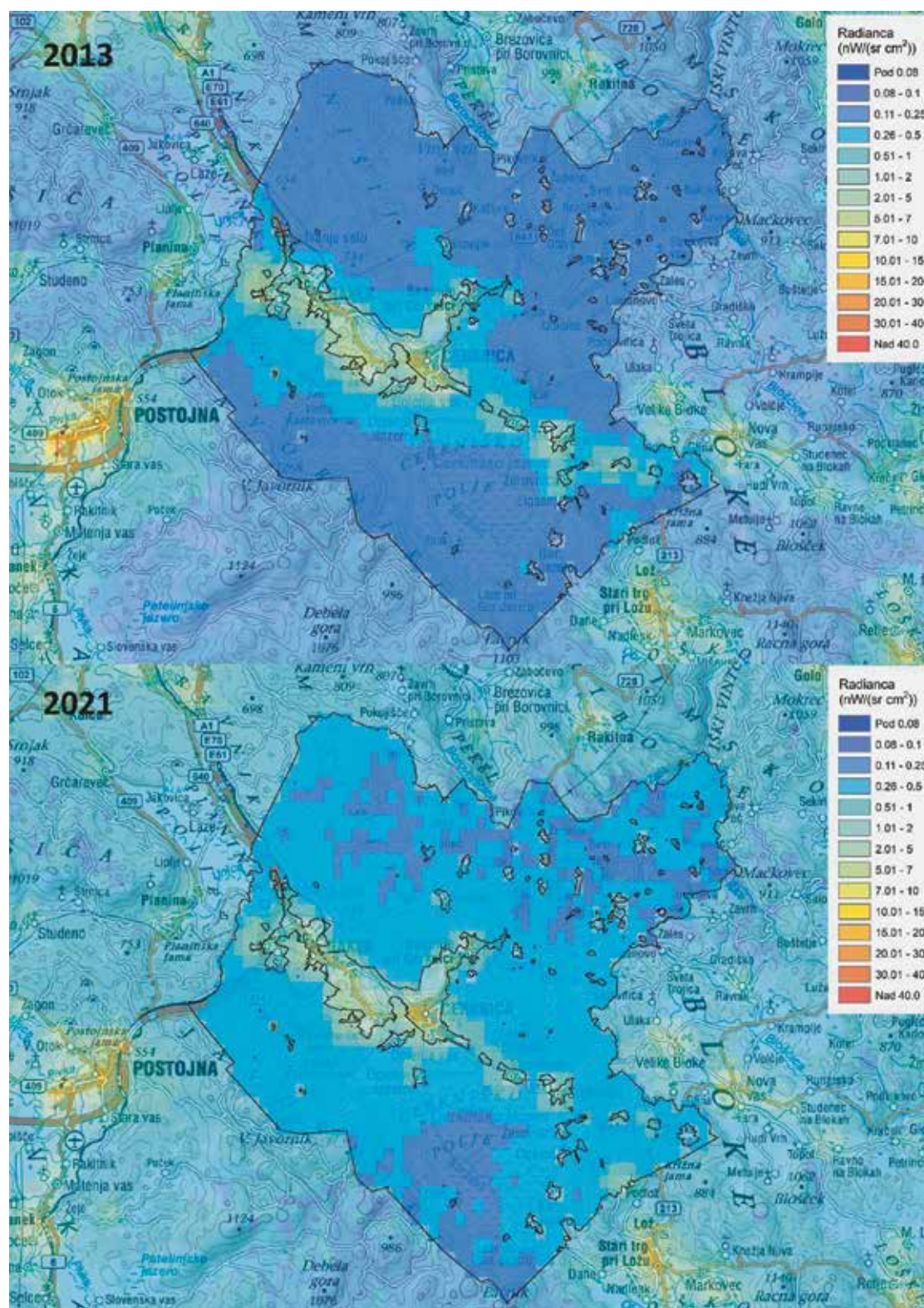
Notranjski regijski park leži na širšem območju Cerknškega polja in se od tod širi proti severu na območje med Menišjo in povirjem Iške, proti jugu pa na vznožje Javornikov. Svetlobno najbolj onesažen je osrednji del, kjer se nahaja večina naselij (Rakek, Cerknica, Begunje pri Cerknici, Grahovo), ki so sicer izvzeta iz regijskega parka, se pa njihov vpliv odraža na robu krajinskega

parka, ki leži ob omenjenih naseljih (Slika 3). Povprečna radianca je leta 2013 znašala  $0,28\ nW/(sr\ cm^2)$  in se je do leta 2021 zvišala na  $0,34\ nW/(sr\ cm^2)$ . Najsvetlejša slikovna točka je tega leta znašala  $4,24\ nW/(sr\ cm^2)$  in se je nahajala v Zelšah v severozahodnem delu Cerknškega polja, najtemnejša slikovna točka pa je znašala  $0,22\ nW/(sr\ cm^2)$  in je bila na južnem pobočju

Koščakovega griča v povirju Cerknjiščiце. Temna območja so v Notranjskem regijskem parku leta 2013 obsegala 74,3 % površja, do leta 2021 pa so se zmanjšala na 19,5 % površja. V bolj sklenjenem obsegu so se nahajala v južnem delu Cerknjiškega polja ob Strženu, torej tam, kjer je polje velik del leta ojezerjeno in kjer ni naselij ali druge osvetljene infrastrukture. Temna

območja se v zelo razdrobljeni obliki nahajajo tudi med Menišijo in Mačkvcem. Morda je prav na območju Notranjskega regijskega parka vpliv umetne svetlobe, ki izhaja iz naselij in cestnih povezav med njimi, najbolj izrazit.

V Kozjanskem parku se je povprečna radianca od leta 2013, ko je znašala 0,40 nW/(sr cm<sup>2</sup>), do leta 2021 dvignila na 0,41 nW/(sr cm<sup>2</sup>), kar je daleč

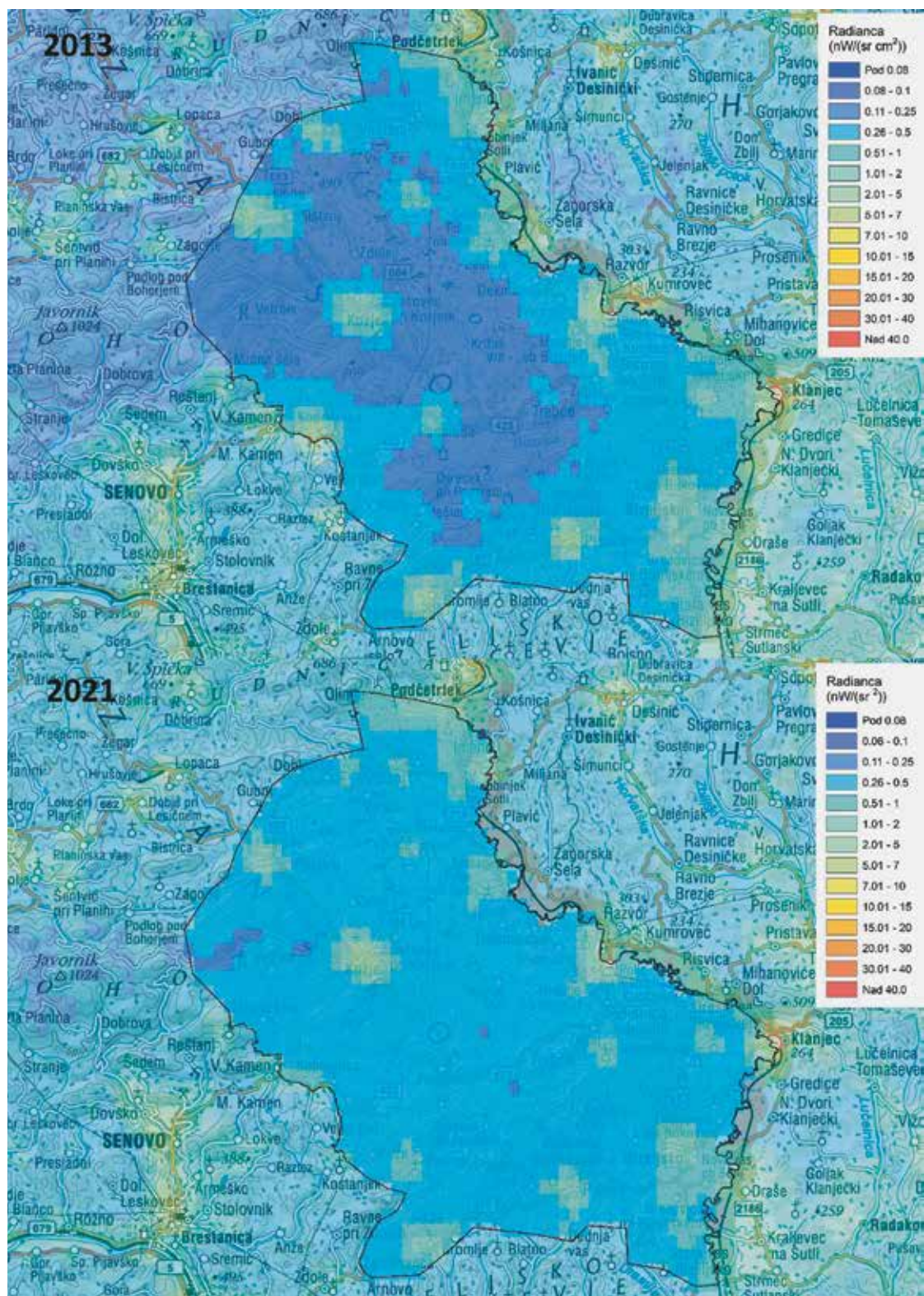


**Slika 3:** Radianca na območju Notranjskega regijskega parka leta 2013 in 2021

Vir: Earth Observation Group

najmanjša sprememba med vsemi obravnavanimi zavarovanimi območji. Najtemnejša slikovna točka ( $0,24 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ) se je nahajala v Bistrem grabnu pod Staro Glažuto zahodno od Kozjega, najsvetlejša ( $2,83 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ) pa ob Sotli na območju mednarodnega mejnega prehoda Orešje. V obeh obdobjih so po svetlobni onesnaženosti izstopala naselja Kozje, južni rob

Podčetrška, Pilštanj, Bizeljsko, Pišece, Sromlje, v dolini Sotle pa tudi območja mejnih prehodov (Imeno, Sedlarjevo, Bistrica ob Sotli, Orešje, Stara vas - Bizeljsko in Nova vas ob Sotli) (Slika 4). Na videz ugodne spremembe povprečne radiance v Kozjanskem parku pa nič ne povedo o spremembah strukture radiance na tem območju. Površina območij z nizko radianco se je zelo



**Slika 4:** Radianca na območju Kozjanskega parka leta 2013 in 2021  
Vir: Earth Observation Group



zmanjšala. Če so temna območja v Kozjanskem parku leta 2013 obsegala 38,9 % površja, so se ta do leta 2021 zmanjšala na le 1,1 %, kar je daleč najnižji delež temnih območij med vsemi obravnavanimi zavarovanimi območji. Leta 2021 so se ta nahajala le v dveh manjših zaplatah zahodno od Kozjega.

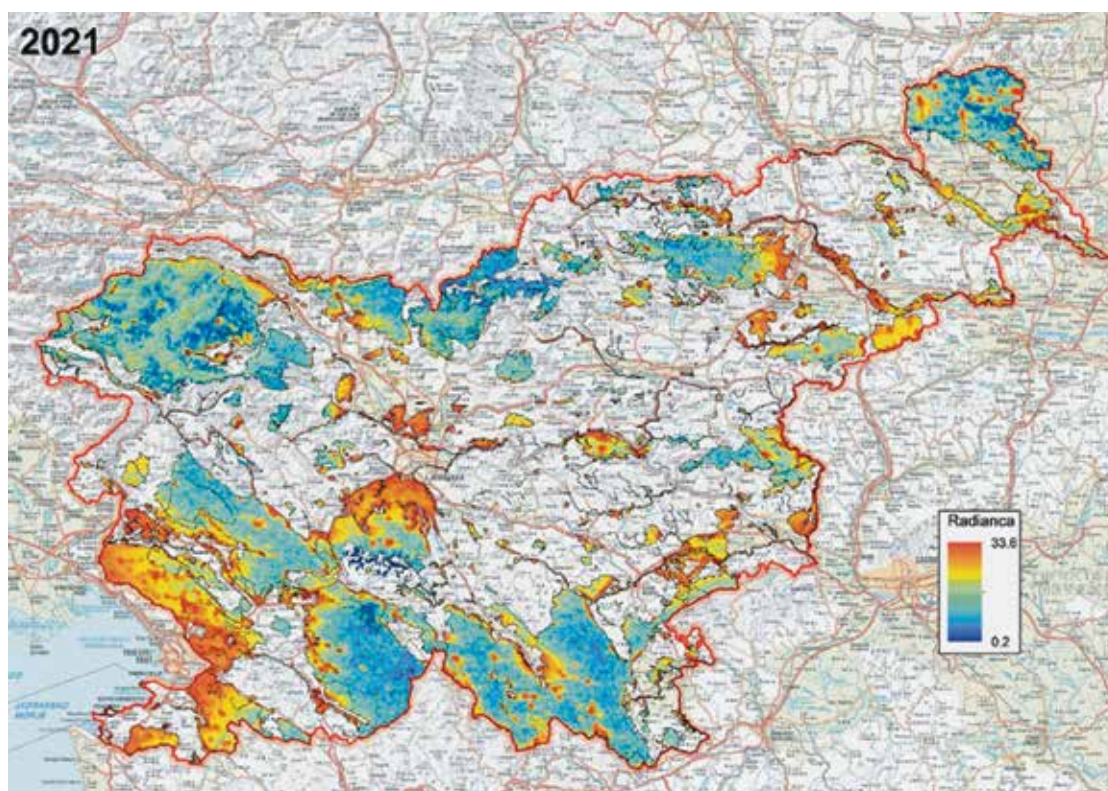
Pričakovali bi, da bi površina zavarovanega območja vplivala na stopnjo svetlobne onesnaženosti po logiki: večja površina pomeni manjši vpliv virov svetlobnega onesnaženja, ki se nahajajo izven zavarovanega območja. To drži le za povprečno radianco zavarovanega območja. Determinacijski koeficient med površino zavarovanega območja in povprečno radianco za štiri obravnavana zavarovana območja znaša 0,7021, kar pomeni, da 70,21 % razlik v radianci lahko razložimo z razlikami v površini teh zavarovanih območij. Če pa analiziramo vpliv površine na maksimalno radianco, se pravilo povsem izniči: determinacijski koeficient znaša le 0,0020. Maksimalna radianca je torej odvisna od virov znotraj zavarovanega območja. Tako je v Krajinskem parku Goričko maksimalna radianca 10,90 nW/(sr cm<sup>2</sup>), v za več kot polovico manjšem Kozjanskem parku pa »le« 2,83. Kot smo že omenili, je visoka radianca v Krajinskem parku Goričko posledica dejstva, da se v Hodošu (ki ni izvzet iz krajinskega parka)

nahaja pomembna železniška postaja pred mejo z Madžarsko.

### 3.3 Svetlobna onesnaženost na območjih Nature 2000 v Sloveniji

Natura 2000 je evropsko omrežje posebnih varstvenih območij, razglašeni v državah članicah Evropske unije z osnovnim ciljem ohraniti biotsko raznovrstnost za bodoče rodove. Posebna varstvena območja so tako namenjena ohranjanju živalskih in rastlinskih vrst ter habitatov, ki so redki ali na evropski ravni ogroženi zaradi dejavnosti človeka. Skupna površina območij Nature 2000 je 7.684 km<sup>2</sup>, od tega 7.678 km<sup>2</sup> na kopnem in 6 km<sup>2</sup> na morju. Območje Nature 2000 torej pokriva 37 % celotnega površja Slovenije (Marolt, 2015). Kljub jasno določenim omejitvenim ukrepom na območjih Nature 2000, določenim v 7., 8. in 12. členu Uredbe o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (Uredba o posebnih varstvenih območjih, 2004), pa se nekateri okoljski vplivi (hrup, svetloba) brez omejitev širijo tudi vanje – čeprav torej območja Nature 2000 nimajo pomembnih virov svetlobnega onesnaževanja, so ta zaradi vplivov z območij izven Nature 2000 vseeno onesnažena.

**Svetlobno najbolj onesnažena območja Nature 2000 ležijo v neposredni bližini gosteje urbaniziranih območij: Ljubljansko barje, Rašica in Šmarna gora v okolici Ljubljane, dolina Vipave (okolica Nove Gorice in Ajdovščine), Kras (v zaledju Trsta in Kopra), slovenska Istra in Sečoveljske soline, Kum (kjer se zaznajo vplivi Trbovelj), Pohorje (vplivi Maribora in suburbaniziranega Dravskega polja), Drava (vplivi naselij na Dravskem in Ptujskem polju).**



**Slika 5:** Radianca na območju Nature 2000 leta 2021  
Vir: Earth Observation Group

**Delež temnih območij na območjih Nature 2000 v Sloveniji je leta 2013 znašal 67,5 %, do leta 2021 pa se je zmanjšal na le 14,0 %.**

Povprečna radianca na območjih Nature 2000 znaša  $0,71 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ , kar je le nekaj manj od povprečja za območje celotne Slovenije ( $0,79 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ). Kar 142 slovenskih občin (ali 66,6 %) ima nižjo radianco od povprečne radiance na območju Nature 2000. Maksimalna radianca na območju Nature 2000 znaša  $28,93 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$  (na območju celotne Slovenije je ta  $116,38 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ). Najsvetlejša slikovna točka na območjih Nature 2000 se nahaja na območju Krajinskega parka Drava na samem robu občinskega središča Ptuj. Svetlobno najbolj onesnažena območja Nature 2000 ležijo v neposredni bližini gosteje urbaniziranih območij. Najizrazitejši primeri so Ljubljansko barje, Rašica in Šmarna gora v okolici Ljubljane, dolina Vipave (okolica Nove Gorice in Ajdovščine), Kras (v zaledju Trsta in Kopra), slovenska Istra in Sečoveljske soline, Kum (kjer se zaznajo vplivi Trbovelj), Pohorje (vplivi Maribora in

suburbaniziranega Dravskega polja), Drava (vplivi naselij na Dravskem in Ptujskem polju) (Slika 5). Najvišja povprečna radianca je na območjih Škocjanskega zatoka ( $13,39 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ), Slovenskih Konjic ( $7,86 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ) in Voglajne ob izlivu v Savinjo ( $6,69 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ). Območja z najnižjo radianco znotraj Nature 2000 se nahajajo v Julijskih Alpah, Kamniško-Savinjskih Alpah, na visokih kraških planotah, na območju Sneznika, Kočevskega, zahodnega Pohorja in deloma Goričkega.

Delež temnih območij na območjih Nature 2000 v Sloveniji je leta 2013 znašal 67,5 %, do leta 2021 pa se je zmanjšal na le 14,0 % (Slika 6). V Sloveniji je imelo leta 2021 kar 29 občin višji delež temnih območij.

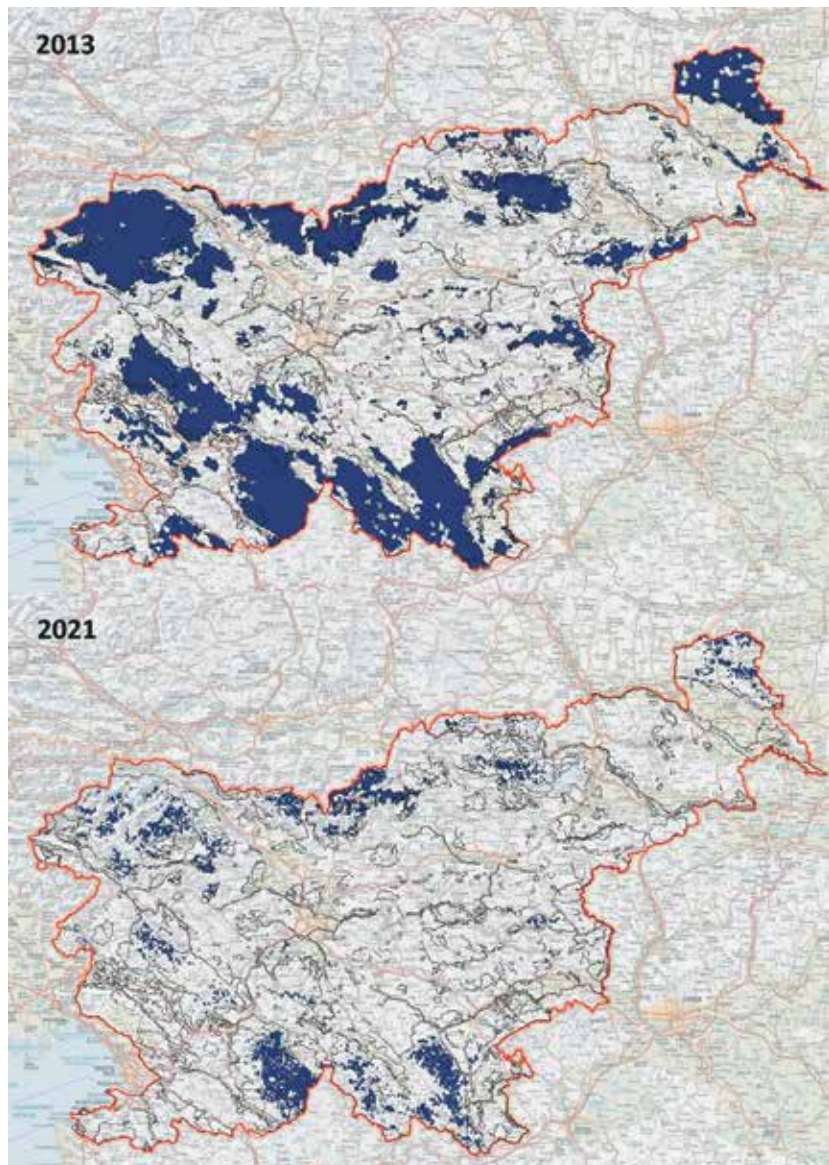
## 4 Sklep

Slovenija je ena od redkih držav, ki je sprejela zakonske uredbe o omejevanju svetlobnega onesnaževanja (Uredba, 2007). Čeprav je stanje svetlobne onesnaženosti v Sloveniji, v primerjavi s prenekaterimi drugimi evropskimi državami, boljše (po višini povprečne radiance smo se leta 2021 uvrščali na 31. mesto med 47 evropskimi državami), je vendarle potrebno ugotoviti, da se s časom ne izboljšuje, prej nasprotno. V naši analizi se je pokazalo, da je problem zlasti izginjanje temnih območij (to so območja, kjer je radianca nižja od  $0,25 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ). Tako je imela Slovenija leta 2013 49,4 % temnih območij, do leta 2021 pa se je ta delež znižal na le 7,2 %. S to vrednostjo se je Slovenija leta 2021 nahajala v drugi polovici evropske lestvice.

Razporeditev temnih območij je bila leta 2021 v Sloveniji zelo različna. Najvišji delež smo zabeležili v primorsko-notranjski (19 %), koroški (16,6 %) in gorenjski statistični regiji (11,5 %). V vseh naštetih regijah je bil delež temnih območij v letu 2013 preko 60 %. Leta 2021 obalno-kraška statistična regija ni imela več temnih območij, v posavski in osrednjeslovenski statistični regiji pa je bil delež temnih območij zanemarljiv. Glavni viri svetlobnega onesnaženja v Sloveniji so ponoči osvetljena javna infrastruktura v urbaniziranih in suburbaniziranih območjih ter nekatere gospodarske dejavnosti (med največjimi viri svetlobnega onesnaženja je npr. Luka Koper).

**Slika 6:** Temna območja na območju Nature 2000 leta 2013 in 2021

Vir: Earth Observation Group



S kvantitativnimi analizami ter kartografskimi prikazi smo pokazali, da se širjenje svetlobe (podobno kot širjenje hrupa in onesnaženosti zraka) žal ne zaustavi na meji zavarovanih območij, pač pa prodira tudi vanje. Še posebej problematično je seveda stanje tistih zavarovanih območij, ki se nahajajo v bližini večjih urbaniziranih območij. Analiza svetlobnega onesnaženja območij Nature 2000 je pokazala, da je povprečna radianca na teh območjih le nekoliko nižja od povprečja za območje celotne Slovenije (0,79 nW/(sr cm<sup>2</sup>)). Območja z najnižjo radianco znotraj Nature 2000 se nahajajo v Julijskih Alpah, Kamniško-Savinjskih Alpah, na visokih kraških planotah, na območju Snežnika, Kočevskega, zahodnega Pohorja in deloma Goričkega. Tudi na območjih Nature 2000 se je delež temnih območij zmanjšal – od 67,5 % leta 2013 na 14 % leta 2021.

Če želimo resnično ščititi zavarovana območja, je v ta namen potrebno oblikovati posebne prehodne cone v določenem pasu izven zavarovanih območij. To še posebej velja za onesnaževanje s hrupom, svetlobo in onesnaževanje v zraku. Še tako stroga zakonodaja, ki se omejuje le na zavarovana območja, ni dovolj za celostno varovanje njihovega okolja.

Kje v Sloveniji bomo v prihodnje še lahko opazovali Rimsko cesto?

## Viri in literatura

Bruce-White, C., in Shardlow, M. (2011). *Review of the impact of artificial light on invertebrates*.

Caraveo, P. (2021). *Saving the Starry Night. Light Pollution and Its Effects on Science, Culture and Nature*. Springer.

Društvo Temno nebo Slovenije (2010). *Svetlobno onesnaženje in energetska učinkovita zunanja razsvetljava*. Priročnik za občine, podjetja in ustanove.

Earth Observation group (b.d.) *See the World at Night*. <https://eogdata.mines.edu/products/vnl/>

European Environmental Agency (b.d.). *Natura 2000 data and maps*. [https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/data/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/data/index_en.htm)

Falchi, F., Cinzano, P., Elvidge, C.D., Keith, D. M., in 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.

Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C., Elvidge, C., Baugh, K., Portnov, B., Rybnikova, N., in Furgon, R. (2016). The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances* 2(6).

Huemer, P., Kühtreiber, H., in Tarmann, G. (2010). *Anlockwirkung moderner Leuchtmittel auf nachtaktive Insekten*. ([www.hellenot.org](http://www.hellenot.org)).

Hölker, F., Wolter, C., Perken, E. K., in Tockner, K. (2010). *Light pollution as a biodiversity threat*. *Trends in Ecology & Evolution*. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.09.007>

Jensen, J.R. (2018). *Introductory Digital Image Processing. A Remote Sensing Perspective*. 4<sup>th</sup> Edition. Pearson. Hoboken.

Light pollution. (b. d.). <http://darksky.org/light-pollution/>

Marolt, M. N. (2015). *Natura 2000 v Sloveniji*. Zavod za varstvo narave RS.

Night Blight: Mapping England's light pollution and dark skies. Campaign to Protect Rural England. 2016.

Osvetljevanje objektov za oglaševanje (2011). Ljubljana. Društvo Temno nebo Slovenije.

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.

Royal Philips, N.V. (2014). A high yield of top-quality tomatoes. <https://hortamericas.com/wp-content/uploads/2015/07/Philips-Martin-Sigg-Finland-case-study.pdf>

Svetlobno onesnaženje in energetska učinkovita zunanja razsvetljava (2009). <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-3GOJM3TX>

Mikuž, H., in Zwitter, T. (2005). Širjenje umetne svetlobe v atmosferi in vplivi na svetlobno onesnaženje nočnega neba s primeri iz Slovenije. *Zbornik slovenskega društva za razsvetljavo SDR*.

Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). *Uradni list RS*, št. 49/04.

Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja. *Uradni list RS*, št. 81/07.

Zavod Republike Slovenije za varstvo narave (b.d.). Zavarovana območja. <https://zrsvn-varstvonarave.si/kaj-varujemo/zavarovana-obmocja/>

Žiberna, I., in Ivajnsič, D. (2018). Daljinsko zaznavanje svetlobne onesnaženosti v Sloveniji. *Revija za geografijo*. 13(1), 2018. Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Mariboru.