

Svetlobno onesnaženje kot izobraževalna vsebina

Light Pollution as Learning Content



dr. Eva Konečnik Kotnik

Oddelek za geografijo
Filozofske fakultete
Univerze v Mariboru



dr. Igor Žibera

Oddelek za geografijo
Filozofske fakultete
Univerze v Mariboru
COBISS: 1.02

Izvleček

Zaradi potrebe po varnosti in preglednosti v nočnem času razsvetljujemo javne in zasebne objekte ter površine. Vsota virov umetne svetlobe različnih barvnih spektrov in jakosti lahko povzroči svetlobno onesnaženje, ki negativno vpliva na telesno in duševno zdravje ljudi, na biološke navade živali in rastlin (s čimer nadalje vpliva na zmanjšanje biotske raznovrstnosti), na slabšo vidnost nočnega neba, ob tem pa gre pogosto tudi za negospodarno zapravljanje energije. Svetlobno onesnaženje je okoljski problem s hitro dinamiko rasti, zato je pomembno, da se z njim seznani širša javnost. Ta vsebina v izobraževalnem sistemu še ni dovolj prepoznana, a ima vzgojno-izobraževalni potencial. Nenazadnje lahko vsak posameznik z lastno odgovorno rabo umetne svetlobe prispeva k zmanjšanju svetlobnega onesnaženja. S prispevkom želimo izpostaviti smisel in možnosti vključevanja tematike svetlobnega onesnaženja v pouk, zato smo predstavili temeljne informacije o svetlobnem onesnaževanju, tako z vidika stroke kot z vidika povezanosti tematike s kurikularnimi dokumenti. Opisani so konkretni primeri potencialnega vključevanja te vsebine v pouk na razredni in predmetni stopnji ter na srednješolski ravni.

Ključne besede: svetlobno onesnaženje, pouk geografije, terensko delo

Abstract

In order to ensure safety and nighttime visibility, public and private buildings and areas are illuminated. The overall presence of artificial light sources with different colour spectrums and intensity can cause light pollution which negatively affects people's physical and mental wellbeing, ecosystems with animal and plant life (resulting in reduced biotic diversity), interferes with the visibility of night sky and often also entails uneconomic waste of energy. Light pollution is a fast growing environmental problem, which is why raising general public awareness is important. While this area has not yet been sufficiently recognised in the educational system, it certainly offers learning potential. After all, each individual can help reduce light pollution with their own responsible use of artificial light. The purpose of the article is to emphasise the importance and possibility of including the topic of light pollution in education by providing the basic information on light pollution both from the perspective of the profession and connectedness of the topic with the curricular documents. It describes specific examples of potentially including this content in primary and secondary school classes at all levels.

Keywords: light pollution, geography class, fieldwork

Uvod

Namen prispevka

V prispevku bomo predstavili osnovne informacije o svetlobnem onesnaženju, to je opredelili pojem, izpostavili ključne vzroke in posledice svetlobnega onesnaženja z nekaterimi podatki o njegovem stanju, ter ukrepe proti svetlobnemu onesnaženju. Razmišljali bomo o didaktičnih sidriščih te tematike oz. o njenih vzgojno-izobraževalnih potencialih ter izvedbenih možnostih vključevanja te vsebine v proces geografskega izobraževanja. Na tem področju se bomo navezali tudi na kurikularna gradiva. Predstavili bomo nekaj konkretnih primerov vključevanja aktualne vsebine v pouk ter izpostavili literaturo in vire, ki jih lahko pri tem uporabimo.

Svetloba, tema in svetlobno onesnaženje

Svetloba nam je samoumevna. Omogoča preživetje človeku, živalim, rastlinam. Ločimo naravno in umetno svetlobo. Naravna svetloba podpira naše zdravje. Gre za veliko več kot le za vizualno svetlobo, gre za vir življenjske moči. Na človeka poleg vidne svetlobe enako pomembno vplivajo tudi tiste valovne dolžine, ki jih oko ne zazna, npr. toplotno ali infrardeče sevanje (Naravna svetloba ..., 2018).

Z iznajdbo umetne svetlobe si je človek bistveno izboljšal kakovost življenja, zlasti v nočnem času. Umetno svetlobo si predstavljamo različno. Pomislimo na različna svetila doma, v šoli in v službi, v lokalih, dvoranah, ulično in cestno razsvetljavo, reklamne panoje, osvetljavo trgovskih objektov, objektov kulturne dediščine in podobno, viri umetne svetlobe pa so tudi tehnične naprave, kot so računalniki, mobilni telefoni, televizija in druge (Petrič Rogelj, 2018). Človek je različne načine osvetljevanja prostorov v nočnem času uporabljal že od prazgodovine. V obdobju med sumersko civilizacijo in začetkom 19. stoletja se 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. O intenzivnejšem osvetljevanju lahko govorimo šele od uporabe električnih sijalk, ki so se v 20. stoletju pojavljale v različnih izvedbah (Mizon, 2012, str. 34–35 v Žibera, Ivajnsič, 2018). Z napredkom tehnologije razsvetljevanja, s spreminjanjem bivalnih navad in s širjenjem mest se je, zlasti po drugi svetovni vojni, vse bolj večala tudi množičnost uporabe svetilk. Prav 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 (Falchi idr., 2011; Pauley, 2011 v Žibera, Ivajnsič, 2018).

Ob samoumevnosti potrebe po svetlobi namreč primanjkuje zavedanje, da živa bitja nujno potrebujemo tudi temo, ki smo je deležni čedalje manj. Raziskave o notranji biološki uri kažejo, da ta uravnava vedenje, hormone, spanje, telesno temperaturo in presnovo. Ponoči jo zmoti tudi prižiganje luči ali zrenje v zaslon telefona. Za notranjo biološko uro, ki nas usklajuje z okoljem, je pomemben normalen ritem svetlobe in teme (Petrič Rogelj, 2018). Izpostavljenost umetni svetlobi v nočnem času zmanjša ali celo prekine tvorbo antikancerogenega hormona melatonina, ki se v človeškem telesu proizvaja med spanjem pri popolni temi (Pauley, 2011, str. 588–591). Umetna svetloba zmoti žuželke pri orientaciji v prostoru (Trilar, 2001), povzroči zakasnelo izletavanje oz. izhajanje nočnih živali iz zatočišč (Bolta Skaberne idr., 2014), s čimer vpliva na zmanjševanje biotske raznovrstnosti. Poleg bioloških ima (pretirana ali nepravilno rabljena) umetna svetloba še nekatere druge negativne posledice, ki jih bomo predstavili v nadaljevanju prispevka.

Vsota vseh virov umetne svetlobe, ki so velikokrat neučinkoviti, presvetli, nepravilno nameščeni ali celo nepotrebni (Light pollution, b. d.), povzroči pretirano osvetljenost (tudi pomanjkanje teme) in s tem svetlobno onesnaženje. To 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* (nastane zaradi sipanja svetlobe v očesu in povzroči zmanjšanje sposobnosti človekovega vida), *kot sij neba ali žarenje neba v smeri mest* (razsvetljenost nočnega neba, ki nastane zaradi sipanja umetne svetlobe v atmosferi) (Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja, 2007) in kot *osvetljevanje preko mej zemljišča ali svetlobno nadlegovanje* (Osvetljevanje objektov za oglaševanje, 2011, str. 14–16), ko del vira umetne svetlobe osvetljuje tudi območje, ki bi moralo biti temno, na primer ulična svetilka razsvetljuje sobo v bližnjem stanovanju (Svetlobno onesnaženje, b. d. v Bezgovšek, 2019).

Analize satelitskih posnetkov v dnevno-nočnem kanalu kažejo, da 83 % svetovnega in 99 % evropskega prebivalstva živi v svetlobno onesnaženem nočnem okolju. Zaradi svetlobno

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.

onesnaženega nočnega neba je za pogled na našo Galaksijo (Rimsko cesto) prikrajšanih tretjina svetovnega prebivalstva, 60 % Evropejcev in 80 % prebivalcev Severne Amerike. Najbolj onesnažene države so Singapur (100 % prebivalcev živi v svetlobno onesnaženih nočnih pogojih), Kuvajt (98 %), Katar (97 %), Združeni arabski emirati (93 %), Savdska Arabija (83 %), Južna Koreja (66 %), Izrael (61 %), Argentina (58 %) itd. Svetlobno najmanj onesnažena območja so Grenlandija (0,12 %), Centralnoafriška republika (0,29 %), Somalija (1,2 %) in Mavretanija (1,4 %) (Falchi idr., 2016). Če razumemo, da svetlobna onesnaženost zmanjšuje kakovost bivanja, potem lahko te podatke razumemo tudi kot pokazatelje dejstva, da ekonomska uspešnost neke države še ne zagotavlja kakovostnega bivalnega okolja (Žiberna, Ivajnšič, 2018).

Vzroki svetlobnega onesnaženja

Globlji razlogi za pretirano osvetljevanje segajo na področja človekove potrebe po varnosti, pa tudi na področja potreb po izkazovanju moči, takem ali drugačnem izpostavljanju, samodokazovanju, samopromociji ter v tej povezavi po pridobivanju premoženja. Če ob tem ni posvečene dovolj pozornosti in znanja izbiri svetlobnih virov in njihovi pravilni namestitvi, se problematika svetlobnega onesnaženja še bolj zaostri. Problem pri nočnem razsvetljevanju namreč ni le jakost sijalk, pač pa tudi njihov spekter in postavitev. Tako prihaja do neposrednih vzrokov svetlobnega onesnaženja, ki so navedeni v nadaljevanju (prirejeno po Remškar, 2016).

- **Množična uporaba nezasenčenih svetilk** (takšne svetilke pošiljajo precejšen del svetlobe v nebo; zasenčene jih pošiljajo le na tista območja, kjer je osvetlitev potrebna).



Slika 1: Nezasenčena svetilka.
Foto: Bezgovšek, 2019



Slika 2: Delno zasenčena svetilka.
Foto: Bezgovšek, 2019



Slika 3: Popolnoma zasenčena svetilka.
Foto: Bezgovšek, 2019

- **Nepravilna nameščenost svetilk**

Starejše generacije svetilk so za pravilno osvetlitev površin potrebovale 7°–10° nagib, novejša, popolnoma zasenčene svetilke nagiba ne potrebujejo, kljub temu jih pogosto nameščajo na stare drogove z nagibom oziroma jih na nov drog namestijo pod manjšim kotom, ker menijo, da bodo osvetljevale širšo okolico. Tudi ekološko sprejemljiva svetilka, katere nagib ni 0°, sveti nad vodoravnico in žal onesnažuje okolje (Mohar, 2005, str. 76).



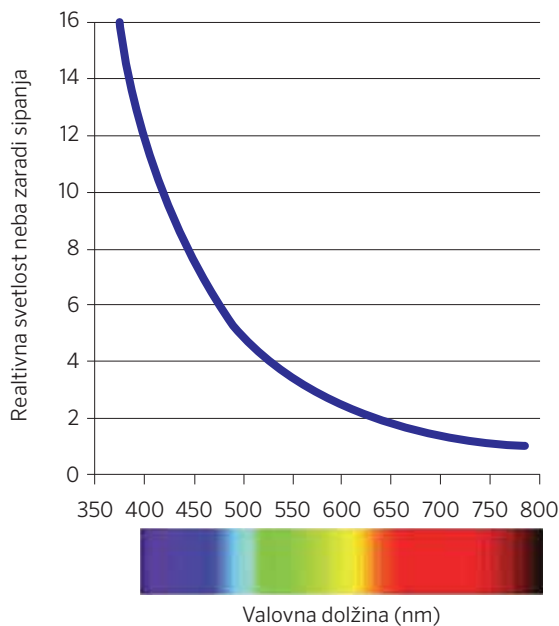
Slika 4: Primeri nepravilno nameščenih svetilk javne ulične razsvetljave v Sloveniji.
Foto: Bezgovšek, 2019

- **Raba neustreznih ali manj ustreznih sijalk**

Rayleighov zakon (Slika 5) opredeljuje sipanje svetlobe različnih valovnih dolžin v ozračju. To je obratno sorazmerno s četrto potenco valovne dolžine svetlobe. Vijoličasta svetloba se v čistem ozračju siplje 16-krat močneje kot rdeča svetloba in hkrati povzroči 16-krat več svetlobnega onesnaženja (Mohar, Zgajmajster, Verovnik in Bolta Skaberne, 2014, str. 8).

Svetila z večjim deležem modre svetlobe povzročajo več svetlobnega onesnaženja. LED sijalke, ki se v zadnjem času širijo tudi pri nas, so energijsko sicer učinkovitejše, vendar pa zaradi sija predvsem v modrem delu spektra puščajo mnogo večje prostorske učinke in so okoljsko zelo problematične.

Analize satelitskih posnetkov v dnevno-nočnem kanalu kažejo, da 83 % svetovnega in 99 % evropskega prebivalstva živi v svetlobno onesnaženem nočnem okolju.



Slika 5: Rayleighov zakon sipanja svetlobe.

Vir: Mohar idr., 2014, str. 8

Povzročajo od 250 do 600 % več svetlobnega onesnaženja kot rumene visokotlačne natrijeve sijalke (Svetlobno onesnaženje in energetska učinkovita zunanja razsvetljava, 2009, str. 22).

- **Pretiravanje z razsvetljavo oz. z močjo osvetlitve** (prekomerno osvetljevanje naselij, javnih površin, cest, trgovskih centrov, cerkva in drugih kulturnih spomenikov ipd.).
- **Vsesplošno osvetljevanje** (v zadnjem času se povečuje osvetljevanje tudi na podeželju).
- **Osvetljeni objekti za oglaševanje.**

Gre za objekte, ki oglašujejo izdelek, storitev, pridobitno ali nepridobitno organizacijo, lahko so samostojni ali pritrjeni na zgradbo; mednje sodijo znaki, reklamni panoji, kozolci z nosilci slike, LED prikazovalniki, svetlobni prikazovalniki, vitrine in vse, kar je namenjeno



Slika 6: Močno osvetljeni LED prikazovalnik.

Foto: Bezgovšek, 2019

oglaševanju (Osvetljevanje objektov za oglaševanje, 2011, str. 3). Opazimo jih lahko na vsakem koraku, ob cestah, križiščih, krožiščih in trgovskih središčih. Velikokrat opazovalcu zakrijejo pogled na raznoliko slovensko krajino (Osvetljevanje objektov za oglaševanje, 2011, str. 6–9). V nočnem času so vir močne svetlobe, povzročajo bleščanje, preusmerjajo pozornost udeležencev v prometu in tako povzročajo svetlobno onesnaženje (Mohar, 2005, str. 77 v Bezgovšek, 2019).

- **Nočno osvetljevanje lokalov s** premikajočimi reflektorji oz. laserji z močnimi slapovi svetlobe.
- **Osvetljevanje objektov kulturne dediščine in dekorativna razsvetljava** (ekološko sporna dekorativna razsvetljava je vezana na osvetljevanje stavb s svetilkami, ki so nameščene tik ob steni in na talne svetilke).



Slika 7: Primera nepravilne dekorativne razsvetljave v Sloveniji.

Foto: Bezgovšek, 2019

- **Odsotnost ukrepov oz. neizvajanje varstva okolja** na področju zunanje razsvetljave.

Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja zahteva, da se letna poraba električne energije za javno razsvetlavo na prebivalca občine zmanjša pod 44,5 kWh (Uredba ..., 2007).

Posledice svetlobnega onesnaženja

Posledice svetlobnega onesnaženja se kažejo na petih področjih.

- **Zdravstvene posledice za človeka**

Na življenje pomembno vpliva naravni 24-urni ritem menjave dneva in noči, to je cirkadiani ritem. Ta človeškemu organizmu omogoča, da je podnevi aktiven, ponoči pa v stanju obnavljanja. Sodeluje pri uravnavanju telesne temperature, krvnega tlaka, izločanju hormonov in drugih pomembnih fizioloških procesih (Španinger in Fink, 2007, str. 3). Vpliva na tvorbo hormona melatonina, ki zavira nastajanje rakavih sprememb. Melatonin se proizvaja ponoči pri popolni temi, najvišje vrednosti doseže med 2. in

LED sijalke so energijsko sicer učinkovitejše, vendar pa zaradi sija predvsem v modrem delu spektra puščajo mnogo večje prostorske učinke in so okoljsko zelo problematične. Povzročajo od 250 do 600 % več svetlobnega onesnaženja kot rumene visokotlačne natrijeve sijalke.

4. uro zjutraj (Pauley, 2004, str. 588, 589, 591). Izpostavljenost umetni svetlobi v nočnem času povzroči motnje v cirkadialnem ritmu. Prav tako se zmanjša ali celo prekine tvorba melatonina. Številne raziskave v zadnjih letih so pokazale povezanost zaviranja tvorbe melatonina in razvoja rakavih obolenj (Španinger in Fink, 2007, str. 5–7). Svetloba nižjih valovnih dolžin je nevarnejša za zdravje ljudi. Celo zelo nizka raven osvetlitve z modro svetlobo bolj zavira tvorbo melatonina kot svetloba katere druge barve (Pauley, 2004, str. 592). Barvni spekter svetilk vpliva tudi na intenziteto bleščanja. Več bleščanja povzročajo svetilke z večjim deležem modre svetlobe, ki se v očesu bolj siplje. Zaradi procesov staranja je bleščanje intenzivnejše pri starejši populaciji (Svetlobno onesnaženje in energetska učinkovitost zunanja razsvetljava, 2009, str. 20), bleščanje pa predstavlja tudi nevarnost v prometu.

• **Posledice za živali**

Umetni svetlobni viri zmotijo cirkadialni ritem dnevno in nočno aktivnim živalskim vrstam. Zmanjšajo kakovost in obseg njihovih habitatov, zmotijo jih pri orientaciji v prostoru, prehranskih navadah ter drugih fizioloških in vedenjskih procesih (Mohar idr., 2014, str. 9). Žuželke uporabljajo vir svetlobe za orientacijo v prostoru in občutek za čas. Zaradi vpliva umetne svetlobe so moteni tudi drugi njihovi biološki rituali – prehranjevanje in razmnoževanje. Dolgoročno se to kaže v zmanjšanju vrstne pestrosti in posledično biotske raznovrstnosti (Trilar, 2001, str. 118–121; Svetlobno onesnaženje in energetska učinkovitost zunanja razsvetljava, 2009, str. 4–5). Rezultati potrjujejo, da je za žuželke veliko manj moteča rumena svetloba (Bolta Skaberne, Zagmajster in Verovnik, 2014, str. 4, 6–8). Z osvetljevanjem, še posebno od spodaj navzgor (npr. cerkve), se spreminja in uničuje habitat netopirjev. Umetna svetloba jih vznemirja, prejmejo napačne informacije o naravni intenziteti svetlobe, zato izletavajo kasneje in zamudijo idealni čas za njihovo prehranjevanje (Bolta Skaberne idr., 2014, str. 4, 6, 8). Ptice se ponoči orientirajo s pomočjo svetlobe lune in zvezd. Zaradi osvetljenega nočnega neba nad mesti skrenejo s svoje poti. Umetna svetloba zmoti termin selitve ptic, posledično zamudijo idealne razmere za gnezdenje in prehranjevanje (Light Pollution Effects on Wildlife and Ecosystems, b. d.). Svetlobno onesnaženje obalnih območij je lahko usodno tudi za mladiče morskih želv. Ko se izvalijo na obali, se usmerijo proti morju, ki je ponoči naravno najsvetlejši del obzorja. Zaradi osvetljenosti obzorja nad kopnim zgrešijo smer. Na primer na Floridi jih vsako leto na ta način pogine več kot milijon (Light Pollution Effects on Wildlife and Ecosystems, b. d.).

• **Posledice za rastline**

Znanih je nekaj posledic vpliva svetlobnega onesnaženja na rastline. Zelene rastline potrebujejo svetlobo za fotosintezo. Pri tem izrabljajo energijo svetlobe, da pridelajo hrano. Umetna svetloba lahko povzroči, da rastlina pozimi zmrzne. Drevo v hladnem delu leta odvrže liste. Če je del drevesa izpostavljen svetlobi in toploti umetne svetilke, se na tem delu vrši fotosinteza in listi ne odpadejo. Ob hudem mrazu pa zamrzne voda v drevesnih žilah, ki jo osvetljeni listi potrebujejo za fotosintezo, in drevo zmrzne (Remškar, 2016). Nočno osvetljevanje stavb pospešuje tudi rast plesni na fasadah. Ponoči je zaradi nižjih temperatur relativna vlaga višja kot podnevi, plesni pa za rast potrebujejo prav ta dva pogoja, visoko vlago in svetlobo (Zwitter, 2018).

• **Ekonomske posledice**

Osvetljevanje površin, kadar jih nihče ne potrebuje, premočna osvetlitev ali oddajanje svetlobnih emisij nad vodoravnico je nepotrebno zapravljanje električne energije. Predvsem zaradi uporabe nezasenčenih svetilk v ZDA po oceni na leto proizvedejo 30 % nepotrebne razsvetljave. Zanj porabijo 3,3 milijarde dolarjev električne energije, ki v ozračje sprosti 21 ton ogljikovega dioksida (Light Pollution Wastes Energy and Money, b. d.). Po izračunih društva Temno nebo Slovenije je naša država v letu 2006 zaradi okoljsko neprimerne javne razsvetljave porabila 10 milijonov evrov električne energije (Svetlobno onesnaženje in energetska učinkovitost zunanja razsvetljava, 2009, str. 1). V zadnjih letih so mnoga mesta (npr. Los Angeles, New York) spremenila politiko javne razsvetljave. Visokotlačne natrijeve sijalke so zamenjali z varčnimi LED svetili, da bi prihranili pri porabi električne energije. Pri tem niso pomislili na njihov ekološki vpliv (Betz, 2015, str. 48 v Bezgovšek, 2019).

• **Posledice za astronomska opazovanja**

Zaradi svetlobne onesnaženosti so danes v urbanih in suburbanih okoljih okrnjene tudi kulturne ekosistemske storitve (Hölker idr., 2010), kamor med drugim sodi kvaliteta temnega neba. Svetlobno neonesnaženo nočno nebo lahko uvrščamo med naravno dediščino, ki jo je potrebno (za)ščititi (Žiberna, Ivajnsič, 2018). Svetloba, ki jo neustrezna zunanja razsvetljava oddaja nad vodoravnico, namreč ne pozna meja. Svetlobno onesnaženje tako ogroža amaterska in profesionalna astronomska opazovanja (Mikuž in Zwitter, 2005). Problematičen je tudi spekter svetlobe.

Izpostavljenost umetni svetlobi v nočnem času povzroči motnje v cirkadialnem ritmu, zmanjša ali celo prekine se tvorba melatonina. Številne raziskave v zadnjih letih so pokazale povezanost zaviranja tvorbe melatonina in razvoja rakavih obolenj.

Za astronomska opazovanja sta veliko manj moteči oranžna ali rdeča svetloba (Betz, 2015, str. 48–49).

Ukrepi proti svetlobnemu onesnaženju

V Sloveniji je bilo že narejenih nekaj zakonodajnih korakov, ki podpirajo zmanjševanje svetlobne onesnaženosti. *Zakon o ohranjanju narave* (Ur. l. RS, št. 96/04) določa, da je prepovedano slabšati življenjske razmere rastlin in živali do take mere, da je vrsta ogrožena. Pri posegih v naravo je potrebno uporabljati načine, metode in tehnične pripomočke, ki prispevajo k ohranjanju ugodnega stanja vrste. Z *Uredbo o ekološko pomembnih območjih* (Ur. l. RS, št. 48/04) varujemo habitate prosto živečih rastlinskih in živalskih vrst, ki pomembno prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti. *Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah* (Ur. l. RS, št. 46) podrobneje določa varovanje živali. *Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000)* (Ur. l. RS, št. 49/04) varuje vrste in habitatne tipe, katerih ohranjanje je tudi v interesu Evropske unije.

Neposredno na svetlobno onesnaževanje se nanašata ***Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja*** (Ur. l. RS, št. 81/07, 109/07, 62/10 in 46/13, 2007) ter ***Uredba o spremembah in dopolnitvi Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja*** (Ur. l. RS, št. 109/07, 2007), ki sta bili sprejeti z namenom varstva narave, ljudi in astronomskih opazovanj pred škodljivimi posledicami svetlobnega onesnaženja ter z namenom bolj učinkovite rabe električne energije. Opređeljujeta načine in merila zunanjega osvetljevanja različnih objektov in površin. Podajata določila za monitoring svetlobnega onesnaženja, inšpektorski nadzor in morebitne kršitelje. V povezavi z uredbo in njenimi dopolnitvami se je pokazalo kot bolj problematično spremljanje in uresničevanje ciljev uredbe (Učinkovitost preprečevanja svetlobnega onesnaževanja okolja, 2017), saj marsikje osvetljevanje še vedno ni urejeno skladno z zakonodajnimi predpisi. V času, ko je bila sprejeta uredba, se LED sijalke pri nas še niso pojavljale, zato bi bilo potrebno dopolniti uredbo tudi v smislu omejevanja uporabe LED sijalk z neprimerno jakostjo in spektrom.

Ob zakonodajnih podlagah so pri realizaciji ukrepov proti svetlobnemu onesnaževanju pomembne različne civilne oz. društvene iniciative. Tako je leta 2007 na Kanarskih otokih

potekala prva mednarodna konferenca za zaščito nočnega neba in pravico do opazovanja zvezd, ki so se je udeležile številne mednarodne institucije in organizacije, med njimi Unesco, Mednarodna astronomska zveza in Svetovna turistična organizacija. V okviru konference so zapisali deklaracijo *Starlight*. Gre za sklop priporočil o ohranjanju in zaščiti nočnega neba. Deklaracija med drugim spodbuja obveščanje širše javnosti o tematiki in izvajanje meritev kakovosti nočnega neba z Zemlje in iz vesolja (Mizon, 2012, str. 215–218). Ena izmed vodilnih organizacij v mednarodnem okolju, ki se bori proti svetlobnemu onesnaženju po svetu, je Mednarodno združenje Dark Sky (ang. *International Dark Sky association* oziroma IDA). Ta izobražuje javnost o problemu svetlobnega onesnaženja, promovira okoljsko sprejemljivo zunanjo razsvetljavo in izvaja aktivnosti za zmanjšanje osvetljenosti (About IDA, b. d.). Vsako leto organizirajo mednarodni teden temnega neba, v okviru katerega potekajo različne aktivnosti in izobraževanja (International Dark Sky Week 2018, 2018). V Sloveniji je aktivno društvo Temno nebo Slovenije. S projekti, predavanji in publikacijami opozarjajo strokovno in širšo javnost na problem in posledice svetlobnega onesnaževanja. Svetujejo pri nameščanju kakovostne razsvetljave. Izvajajo monitoring svetlobnega onesnaženja. Sodelovali so tudi pri pobudi sprejetja Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Društvo Temno nebo Slovenije, b. d.) (po Bezgovšek, 2019).

Ozaveščanje o problematiki svetlobnega onesnaženja v geografskem izobraževalnem procesu

Svetlobno onesnaženje je vsebina, ki ima očitna vzgojno-izobraževalna sidrišča. Prvo sidrišče je **možnost realnega opazovanja in neposrednega spoznavanja pojava**. Svetlobno onesnaženost je mogoče prepoznavati v realnem okolju na terenskem delu, ki je v geografskem izobraževanju izjemnega izkustvenega pomena. Določene vsebine (npr. opazovanje in prepoznavanje ustreznosti postavitve in tipa svetil) lahko izvajamo v svetlem delu dneva, druge ob mraku ali ko je tema (npr. jakost osvetljevanja, razsežnosti svetlobnih vplivov), vendar je tudi ta del terenskega dela potencialno izvedljiv v procesu izobraževanja, zlasti v zimskem času, ko mrak in tema nastopita prej, in če ne drugače, z manjšimi skupinami učencev/dijakov (npr. preko interesnih dejavnosti, dela z nadarjenimi) oz. preko domačega dela. Za nočno opazovanje

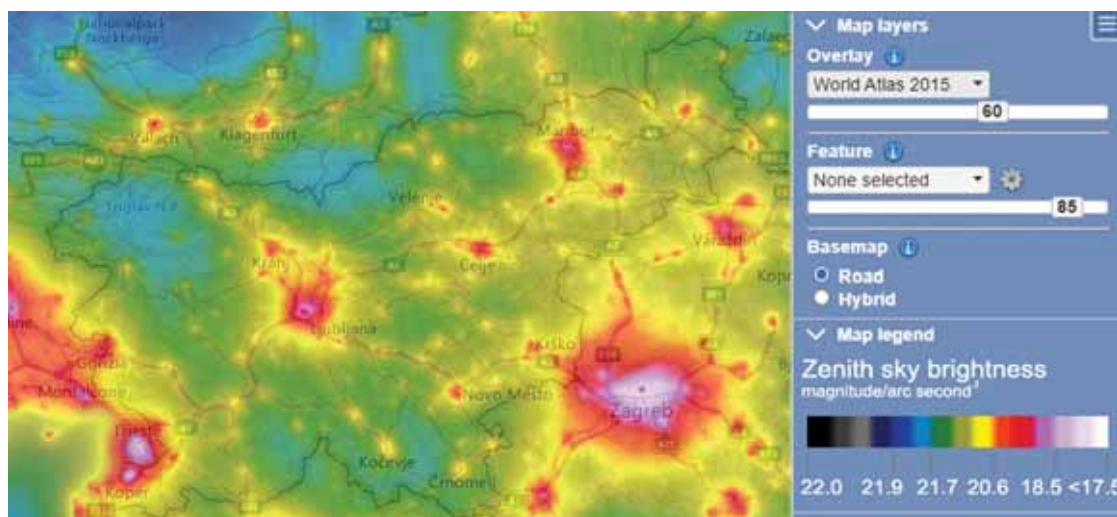
Predvsem zaradi uporabe nezasečenih svetilk v ZDA po oceni na leto proizvedejo 30 % nepotrebne razsvetljave. Zanje porabijo 3,3 milijarde dolarjev električne energije, ki v ozračje sprosti 21 ton ogljikovega dioksida.

so organizacijsko primernejši seveda dnevi v šoli v naravi, tabori ali druge podobne oblike vzgojno-izobraževalnega dela. Tako opazovanje je vsekakor zanesljiv **odmik od rutine**, ki lahko ima posebno motivacijsko moč. Problematiko z neposrednim terenskim delom navežemo na **načelo prostorske in osebne (mentalne, emocionalne) bližine**, ki je izkustveno zelo učinkovito in eno temeljnih pri pouku geografije: svetlobno onesnaženje lahko opazujemo v domačem naselju in še več – zelo osebno, v načinu bivanja in (materialne) organizacije lastnega gospodinjstva. Ob terenskem opazovanju so za osnovno spoznavanje problematike **na voljo viri**, s katerimi je mogoče le-to primerno dopolniti v času rednega šolskega urnika oz. če nimamo možnosti nočnega opazovanja. Naj omenimo zgolj prosto dostopni interaktivni zemljevid svetlobne onesnaženosti (Light pollution map), satelitske posnetke (satelit Suomi) in številne strokovne in poljudne pisne vire, ki jih lahko kar nekaj najdemo tudi med literaturo in viri tega prispevka.

didaktično sidrišče» terja temeljno pozornost v izobraževalnem procesu. Naše aktivnosti imajo neposreden odmev v posledicah naših dejanj, kar je prav tako možno zelo pregledno spoznavati, opazovati in raziskovati pri problematiki svetlobnega onesnaženja.

Najbolje je, če se spoznavanje in razmisleki, razmišljanja in vrednotenja izbranih tem odrazijo v tem, da pride do **konkretne spremembe v odnosu in v ravnanju**, pri posamezniku in v družbi. V možnosti opazovanja in/ali uvajanja sprememb (od zakonodajnih ukrepov do njihove manifestacije v prostoru, od osebnega odnosa do materializiranih sprememb v družinskem življenju in lokalni skupnosti) vidimo naslednje didaktično sidrišče tematike svetlobnega onesnaženja.

Kot pomembna nit se skozi vsa navedena sidrišča vlečejo **možnosti raznolikega raziskovalnega pristopanja** učencev/dijakov



Slika 7: Svetlobna onesnaženost v Sloveniji – izsek iz interaktivnega zemljevida Light pollution map. Vir: Light pollution map, b.d.

Drugo didaktično sidrišče je **možnost razvijanja geografskega mišljenja**, ki je pri problematiki svetlobnega onesnaženja zelo očitna in transparentna, saj lahko razčlenjujemo različne stopnje vzročne odvisnosti – od neposrednih (vrsta svetila, namestitve svetila, jakost svetila, izvori svetlobnih kupol ...) do tistih globljih in pogosto manj očitnih (potreba po varnosti, promociji, izpostavljanju, ugledu in zaslužkarstvu), s čimer se **neposredno povežemo s področjem vrednot** – družbenih in osebnih, kar je že novo didaktično sidrišče. Ni mogoče zaobiti dejstva, da je naš osebni odnos do prostora, pojavov, procesov, pravzaprav česarkoli, resnično gibalno naše aktivnosti (Gold 1980, Špes 1998), zaradi česar »vrednostno

(od individualnega do projektnega učnega dela). Nekaj pristopov bomo navedli v nadaljevanju ter v naslednjem prispevku.

Vloga učnih načrtov

Pri izvajanju izobraževalnega procesa imajo pomembno vlogo učni načrti, ki lahko načeloma podpirajo ali tudi zavirajo izbiro določenih učnih vsebin. Na podlagi pregleda učnih načrtov lahko ugotovimo, da zaradi ciljne naravnosti omogočajo obravnavo vsebine svetlobnega onesnaženja. Temelji te vsebine se lahko postavijo že na razredni stopnji, četudi jih ne bomo postavljali geografi. Pri predmetih spoznavanje okolja v prvi triadi, naravoslovje in tehnika ter družba v četrtem in petem razredu je delež ciljev, ki so v neposredni

ali posredni interakciji z aktualno tematiko, med 3 in 8 % vseh učnih ciljev teh predmetov (Mirnik, 2019). Učni načrt za pouk geografije v osnovni šoli (2011) je v splošnih ciljeh v okviru razvijanja poznavanja in razumevanja, spretnosti in vrednot odprt za realizacijo ciljev z različnimi aktualnimi vsebinami, čeprav jih ne omenja eksplicitno. Enako velja za etape cilje vseh razredov. To odprtost potrjujejo tudi standardi geografskega znanja ob koncu tretjega vzgojno-izobraževalnega obdobja in predmetna didaktična priporočila. Operativni cilji so sicer tudi vsebinsko zelo konkretizirani in svetlobnega onesnaževanja ne omenjajo eksplicitno, a vseeno omogočajo vključevanje te tematike bodisi v navezavi na ohranjanje naravne dediščine, splošna okoljska vprašanja ali okoljska vprašanja različnih regij, posegov v prostor oz. splošnih posledic človekovega delovanja v prostoru. Podobno velja za strukturo in cilje gimnazijskih geografskih učnih načrtov. Tudi geografski katalogi znanj v strokovnem in poklicno-tehniškem izobraževanju v Sloveniji imajo jasno opredeljene operativne cilje, ki aktualne teme praviloma ne omenjajo, drugače je npr. v strokovnem modulu varstvo okolja (b. d.) v programu okoljevarstveni tehnik. V izbirnem gimnazijskem predmetu študij okolja (2012) je tematika svetlobnega onesnaženja neposredno omenjena tudi v operativnih ciljeh, kar sicer ne velja za osnovnošolski geografski izbirni predmet raziskovanje domačega kraja in varstvo njegovega okolja (2004), ki pa kljub temu posredno odpira dovolj široke možnosti vključevanja obravnavane teme.

Kako lahko obravnavamo svetlobno onesnaženje pri pouku geografije?

Načinov obravnavanja svetlobne onesnaženosti v izobraževalni vertikali je veliko, od najpreprostejših do kompleksnih. V nadaljevanju kratko povzemamo nekaj idej, ki so bile razvite s študenti predšolske vzgoje, razredne stopnje ter študenti geografije (za osnovnošolsko in gimnazijsko raven), ki so sodelovali v projektu ŠIPK (*Javni razpis »Projektno delo z gospodarskim in neprofitnim sektorjem – študentski inovativni projekti za družbeno korist*) z naslovom Svetlobno onesnaževanje območja Pohorja z didaktičnimi aplikacijami, v letu 2018.

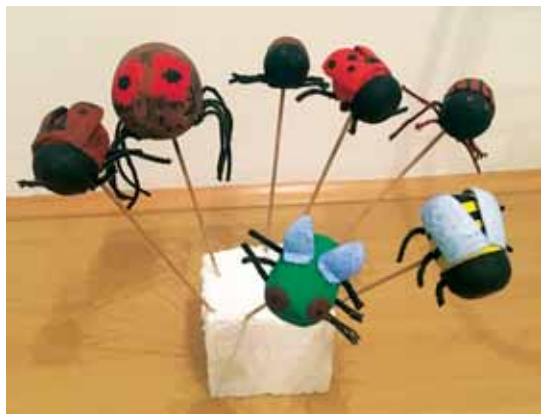
V projektu smo se osredotočili na območje Pohorja, varovano kot območje Natura 2000, ki pa je svetlobnemu onesnaževanju izpostavljeno predvsem zaradi večjih virov umetne svetlobe iz naselij v okolici Pohorja in na Pohorju, v zimskem času osvetljenih smučišč (Mariborsko

Pohorje, Rogla, Kope) in nestrokovno osvetljenih cerkva. Z meritvami po metodi, ki je v svetu standardizirana, smo na izbranih območjih na Pohorju (smučišči Mariborsko Pohorje in Rogla, naselji Lovrenc na Pohorju in Ribnica na Pohorju, izbrane ponoči osvetljene cerkve na Pohorju) analizirali sij neba in ga kartografsko prikazali. Na območjih z nočno smuko smo izvedli meritve v času delovanja osvetljenih smučišč in po tem, predvsem zaradi primerjave stanja. Z vsenebnimi posnetki, ki zajamejo vseh 360° neba, smo analizirali obstoj, velikost in intenziteto lokalnih svetlobnih kupol. Svetlobne kupole na Pohorju smo analizirali tudi s panoramskimi posnetki z razglednih točk (Mariborsko Pohorje, Rogla, naselje Lovrenc na Pohorju). Za občine na območju Pohorja smo analizirali tudi porabljena proračunska sredstva za javno razsvetljavo za zadnjih deset let in tako ugotovili trend porabe javnih sredstev za razsvetljavo. Metodologija je uporabna v podobnih raziskavah na območju Slovenije in širše, kar bi bilo pomembno z vidika primerjave stanja na varovanih in ostalih območjih. Natančneje jo bomo predstavili v prispevku z naslovom Svetlobna onesnaženost v Evropi in Sloveniji.

Ob navedenih analizah je bil projekt aplikativno usmerjen na področje vzgoje in izobraževanja po celotni splošnoizobraževalni vertikali – to je od predšolske vzgoje, preko razredne in predmetne stopnje do srednješolskega izobraževanja. Za vsako izobraževalno raven smo pripravili najmanj tri atraktivne in za učeče se aktivne dejavnosti oziroma t. i. didaktične aplikacije, znotraj katerih smo se vsebinsko osredotočali na stanje, vzroke in posledice svetlobne onesnaženosti, didaktično prilagojeno posamezni izobraževalni ravni. Didaktične aplikacije so zajemale predloge učnih ciljev, ki jih je mogoče z aplikacijami doseči, didaktična navodila za izvedbo učno-vzgojnih dejavnosti ter vse pripadajoče didaktične materiale (igralne predloge, lutke, besedila, delovne liste ipd.). Vsaka didaktična aplikacija je imela dodano strokovno vsebinsko podlago, zaradi česar se lahko obravnava kot samostojna enota, neposredno pripravljena za delo v razredu. Vzgojno-izobraževalni modeli/aplikacije so prenosljivi v različna življenjska okolja in zato niso zgolj lokalnega pomena. Bistvena je njihova vrednostna oz. vzgojna razsežnost v povezavi z obravnavanim okoljskim problemom.

Na ravni predšolske vzgoje smo ustvarili:

- pobarvanko Svetlobno onesnaževanje,
- namizno igro ugasni luč ter
- lutkovno predstavo Dogodivščina žužka Robija v neki vasi na Pohorju.



Slika 8: Lastnoročno izdelane lutke za predstavo Dogodivščina žuška Robija v neki vasi na Pohorju
Izdelali: Leonida Lipovšek, Tina Kolarič

Na ravni razredne stopnje osnovne šole smo razvili:

- dramsko igro V svetlem gozdu,
- namizno igro nočno nebo nad Pohorjem ter
- igro vlog na temo svetlobnega onesnaževanja.

Ideje, zlasti na področju pravljič in dramskih iger, so se nadgrajevale in širile ter nazadnje zaključile z magistrskim delom Nike Mirnik (2019), ki je izdala tudi ilustrirano slikanico V svetlem gozdu.



Slika 9: S slikanico V svetlem gozdu v prvem razredu
Vir: Mirnik, 2019

Na predmetni stopnji osnovne šole smo ustvarili:

- načrt debate Kako bi ohranili zvezdno nebo,
- model Nočno nebo nad Pohorjem,
- namizno igro prižgimo zvezde ter
- načrt za projektno delo v devetem razredu: Svetlobno onesnaževanje.

Učne priprave za projektno delo v osnovni šoli so bile vezane na skupinsko obliko dela. Tako so predvidevale, da naj bi se skupina A (ob primerni literaturi in virih) ukvarjala z definiranjem pojma svetlobno onesnaževanje in ugotavljanjem kriterijev, kako ga lahko opazimo in prepoznamo, ter z analiziranjem stanja svetlobnega onesnaženja v Sloveniji, Evropi in svetu. Skupina B naj bi pojasnila



Slika 10: Pripomočki za namizno igro prižgimo zvezde
Izdelala: Anja Regoršek

vzroke svetlobnega onesnaženja, prepoznavala vlogo različnih tipov svetilk pri povzročanju svetlobnega onesnaženja pa tudi pri splošnem vplivu na prostor in na porabo energije. Poiskala naj bi primere dobre in slabe prakse osvetljevanja z različnimi svetilkami tako na medmrežju kot v okolici šole. Skupina C naj bi na primerih analizirala posledice svetlobnega onesnaženja za človeka, živali in rastline, skupina D pa naj bi se posvetila ukrepom za zmanjševanje svetlobne onesnaženosti. Med drugim naj bi pripravila akcijski načrt za zmanjšanje svetlobne onesnaženosti v lokalni skupnosti ter razmišljala, kaj bi lokalna skupnost pridobila od manjše svetlobne onesnaženosti. Ob navedenem naj bi učenci opravili terensko delo z merilnim pripomočkom za ugotavljanje svetlobne onesnaženosti, to je Sky Quality metrom – SQM. Meritve naj bi izvedli v centru naselja ter v njegovi okolici, vrednosti primerjali med seboj ter jih pojasnili.



Slika 11: Merilni pripomoček za ugotavljanje svetlobne onesnaženosti, Sky Quality meter ali SQM
Vir: <https://www.amazon.in/Unihedron-Quality-Meter-Lens-SQM-L/dp/B005CQL9RU>

Za srednješolsko izobraževanje je nastala ideja projektnega dela na podlagi sodelovalnega skupinskega dela, ki se je nadgrajevala in razširila v magistrsko delo Teje Bezgovšek z naslovom Svetlobno onesnaževanje – projektni pristop v srednješolskem izobraževanju (2019). To delo natančneje razčlenjuje bazično metodologijo projektnega raziskovanja tematike za dijake in učitelje. Sestoji iz dveh sklopov, in sicer *Uvoda in teoretičnih izhodišč svetlobnega onesnaženja* ter *Terenskega raziskovalnega dela*, v okviru

katerega je bilo predvideno, da dijaki na izbranem lokalnem območju samostojno izvedejo različne meritve svetlobnega onesnaženja, jih nato uredijo, prikažejo, analizirajo, rezultate in svoje delo predstavijo ter nazadnje evalvirajo celoten projektni učni dan. V okviru meritev je bila predvidena izdelava vsenebnih posnetkov, meritve sija neba, meritve sija neba v zenit, popis značilnosti zunanje razsvetljave. V okviru analize in interpretacije rezultatov je bilo predvideno, da dijaki s programom Excel iz zbranih meritev izdelajo rože svetlobnega onesnaženja, jih analizirajo in primerjajo, z ustreznimi računalniškimi orodji uredijo vsenebne posnetke, jih analizirajo in primerjajo, s pomočjo geografskih informacijskih sistemov iz zbranih meritev izdelajo karto svetlobnega onesnaženja obravnavanega območja, jo analizirajo ter analizirajo še značilnosti ulične razsvetljave obravnavanega območja. Predvidena je uporaba prostodostopnih programov QGIS in GIMP.

Za celoten projektni dan so bili izdelani delovni listi z nalogami in navodili za samostojno skupinsko delo dijakov ter didaktična priporočila in navodila za učitelje o pripravi ter izvedbi posameznih dejavnosti v učnih pripravah (Bezgovšek, 2019).

Sklep

V prispevku smo obravnavali osnove svetlobnega onesnaženja, ki ga lahko povzroči vsota virov umetne svetlobe različnih barvnih spektrov in jakosti. Ker svetlobno onesnaženje negativno vpliva na telesno in duševno zdravje ljudi, na biološke navade živali in rastlin ter s tem na zmanjšanje biotske raznovrstnosti, na slabšo vidljivost nočnega neba ter na negospodarno porabljanje energije, je hitro rastoči okoljski problem, na katerega je potrebno opozarjati javnost. Nedvomno sodi tudi v proces vzgoje in izobraževanja, kjer je za zdaj v kurikularnih gradivih le redko eksplicitno omenjen, vendar ciljna zasnova geografskih učnih načrtov omogoča vključevanje.

Vsebinsko svetlobnega onesnaženja ima raznolik vzgojno-izobraževalni potencial, ki smo ga razčlenili v prispevku. Identifikacija in razvijanje tematike svetlobnega onesnaževanja v vzgojno-izobraževalnem sistemu lahko ima osebno vrednostni, ekološki, ekonomski in politični učinek tako v lokalnem kot tudi v širšem okolju. Nenazadnje lahko vsak posameznik z lastno odgovorno rabo umetne svetlobe prispeva k zmanjšanju svetlobnega onesnaženja.

Da bi približali relativno slabo prepoznano vsebino svetlobnega onesnaženja, smo v prispevku predstavili temeljne informacije o svetlobnem onesnaževanju (definicija, vzroki, posledice, ukrepi). Predstavili smo tudi nekaj primerov vključevanja te vsebine v pouk na razredni in predmetni stopnji ter na srednješolski ravni. Želimo si, da bi služili kot vzgib za nove delovne ideje pri pouku geografije, pri čemer želimo spomniti tudi, da je pretežni del predstavljenih didaktičnih aplikacij mogoče natančneje pregledati s pomočjo seznama literature in virov tega prispevka.

Viri in literatura

1. About IDA (b. d.). <http://www.darksky.org/about/> (9. 2. 2021).
2. Amazon. Sky Quality meter. <https://www.amazon.in/Unihedron-Quality-Meter-Lens-SQM-L/dp/B005CQL9RU> (9. 2. 2021).
3. Betz, E. (2015): A new fight for the night. *Astronomy*, 43 (6). 46–51.
4. Bezgovšek, T. (2019). *Svetlobno onesnaženje – projektni pristop v srednješkolskem izobraževanju*. (Magistrsko delo). Univerza v Mariboru. Filozofska fakulteta.
5. Bolta Skaberne, B., Zagmajster, M., Verovnik, R. (2014). *Življenje ponoči: Layman's report (Raziskovalno poročilo)*. Društvo Temno nebo Slovenije.
6. Društvo Temno nebo Slovenije (b. d.). <http://www.temnonebo.com/> (9. 2. 2021).
7. 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.
8. Gold, R. J. (1980). *An Introduction to Behavior Geography*. Oxford University Press.
9. Hölker, F., Wolter, C., Perken, E.K., Tockner, K. (2010). *Light pollution as a biodiversity threat*. *Trends in Ecology & Evolution*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.09.007>
10. International Dark Sky Week 2018. (2018). <http://www.darksky.org/dark-sky-week-2018-2/> (8. 2. 2021).
11. Katalog znanja modul Varstvo okolja. Srednje strokovno izobraževanje (SSI) okoljevarstveni tehnik (b. d.). <http://www.cpi.si/srednje-strokovno-izobrazevanje.aspx> (10. 2. 2021).
12. Light pollution. (b. d.). <http://darksky.org/light-pollution/> (9. 2. 2021).
13. Light pollution effects on wildlife and ecosystems (b. d.). <http://www.darksky.org/light-pollution/wildlife/> (9. 2. 2021).

14. Light pollution map (b. d.). <https://www.lightpollutionmap.info/> (8. 2. 2021).
15. Light Pollution Wastes Energy and Money (b. d.). <http://darksky.org/light-pollution/energy-waste/> (2. 2. 2021).
16. Mikuž, H. in Zwitter, T. (2005). Širjenje umetne svetlobe v atmosferi in vpliv na svetlobno onesnaževanje nočnega neba s primeri iz Slovenije. V Orgulan, A. (Ur.): *Štirinajsto mednarodno posvetovanje Razsvetljava 2005* (str. 55–66). Slovensko društvo za razsvetljavo.
17. Mizon, B. (2012). *Light Pollution. Responses and remedies*. Springer.
18. Mohar, A. (2005). Svetlobno onesnaženje, bleščanje in primerjalne meritve. V Orgulan, A. (Ur.): *Štirinajsto mednarodno posvetovanje Razsvetljava 2005* (str. 67–84). Slovensko društvo za razsvetljavo.
19. Mohar, A., Zagmajster, M., Verovnik, R., Bolta Skaberne, B. (2014). *Naravi prijaznejša razsvetljava objektov kulturne dediščine (cerkva) – Priporočila*. Društvo Temno nebo Slovenije.
20. Mirnik, N. (2019). *Svetlobno onesnaženje – didaktične aplikacije za razredni pouk* (magistrsko delo). Univerza v Mariboru. Pedagoška fakulteta.
21. Naravna svetloba je vitalnega pomena za človekovo zdravje in dobro počutje. (2018). *Dnevnik*, 8. 11. 2018. <https://www.dnevnik.si/1042845837>.
22. *Osvetljevanje objektov za oglaševanje* (2011). Društvo Temno nebo Slovenije.
23. Petrič Rogelj, S. (2018). Umetna svetloba telefonov in obcestnih luči moti notranjo biološko uro, kvari spanec in škodi zdravju. *Delo*, 21. 6. 2018. <https://www.delo.si/novice/znanoteh/ko-gres-na-stranisce-ne-prizigaj-luci-62315.html>.
24. 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.
25. Remškar, Ž. (2016). *Vzroki svetlobne onesnaženosti*. <https://svetlobnoonesnazevanje.wordpress.com/2016/02/23/vzroki-svetlobne-onesnazenosti-2/> (9. 2. 2021).
26. *Svetlobno onesnaženje* (b. d.). <http://temnonebo.com/svetlovno-onesnazenje/> (9. 2. 2021). Društvo Temno nebo Slovenije.
27. *Svetlobno onesnaženje in energetsko učinkovita zunanja razsvetljava* (2009). <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-3GOJM3TX> (9. 2. 2021).
28. Španinger, K. in Fink, M. (2007). Cirkadni ritem in kronomedicina. *Farmacevtski vestnik*, 58 (1). 3–7.
29. Špes, M. (1998). *Degradacija okolja kot dejavnik diferenciacije urbane pokrajine*, *Geographica Slovenica* 30.
30. Trilar, T. (2001). Vpliv svetlobnega onesnaženja na žuželke. V Pezelj, J. (ur.): *Svetlobno onesnaženje: javna predstavitev mnenj* (str. 117–124). Državni zbor Republike Slovenije.
31. *Učinkovitost preprečevanja svetlobnega onesnaževanja okolja* (revizijsko poročilo). (2017). Računsko sodišče Republike Slovenije.
32. Učni načrt. Program osnovna šola. Geografija. (2011). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucninacrti/obvezni/UN_geografija.pdf
33. Učni načrt. Življenje človeka na Zemlji. Raziskovanje domačega kraja in varstvo njegovega okolja (2004). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/1-letni-vezani-na-razred/9-razred/Geografija_izbirni.pdf
34. Učni načrt. Splošna gimnazija, strokovna gimnazija. Študij okolja. Izbirni predmet. (2012). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2013/programi/media/pdf/un_gimnazija/2012/un_ip_studij_okolja.pdf
35. *Uredba o ekološko pomembnih območjih*. (2004). Ur. l. RS, št. 48/04. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED629>
36. *Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja*. (2007). Uradni list Republike Slovenije, 81.
37. *Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000)*. (2004). (Ur. l. RS, št. 49/04). <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED283>
38. *Uredba o spremembah in dopolnitvi Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja*. (2007). Ur. l. RS, št. 109/07. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED4774>
39. *Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah*. (2004). (Ur. l. RS, št. 46). <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED2386>
40. *Zakon o ohranjanju narave*. (1999). Ur. l. RS, št. 96/04. <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1600>
41. Zwitter, T. (2001). Tehnični vidiki zunanega osvetljevanja. V Pezelj, J. (Ur.): *Svetlobno onesnaženje: javna predstavitev mnenj* (str. 63–76). Državni zbor Republike Slovenije.
42. Zwitter, T. (2018). *Zaščita kulturnih spomenikov pred svetlobnim onesnaženjem*. Prevzeto 4. 2. 2019 iz Republika Slovenija, Arhiv Republike Slovenije. http://www.arhiv.gov.si/fileadmin/arhiv.gov.si/pageuploads/KONSERVACIJA/publikacije/Svetloa_bin_kult_dediscina.pdf
43. Žiberna, I. in Ivanjšič, D. (2018). Daljinsko zaznavanje svetlobne onesnaženosti v Sloveniji. *Revija za geografijo*, 13 (1), 113–132.