

PRIRUČNIK O SVETLOSNOM ZAGAĐENJU

definicija, uzroci i posledice





IZDAVAČ

Nevladina organizacija "Carpe Noctem"

info@carpenoctem.rs / www.carpenoctem.rs / 060/330-37-01

U SARADNJI SA PARTNERIMA



Društvo Mladih Istraživača "Branislav Bukurov"

e-mail: branislav.bukurov@gmail.com



Klub fizičara sa Prirodno-matematičkog fakulteta

e-mail: klubfizicarapmf@gmail.com



Naučno-istraživačko društvo studenata biologije i ekologije "Josif Pancić"

e-mail: nidsbejosifpancic@gmail.com

ŠTAMPA

VEKAMER-CO, Novi Sad

ISBN

978-86-901756-0-4

TIRAŽ

500



Edukativni priručnik "Svetlosno zagađenje – definicija, uzroci i posledice" izrađen je u sklopu projekta **"Ekološka supernova – popularizacija problematike svetlosnog zagađenja"** finansiranog od strane Centra za promociju nauke i Departmana za geografiju, turizam i hotelijerstvo na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu.



ЦЕНТАР
ЗА
ПРОМОЦИЈУ
НАУКЕ



Više informacija o samom projektu i projektnim aktivnostima dostupno je na internet adresi:

<https://carpenoctem.rs/o-nama/aktivnosti/ekoloska-supernova-srbija/>

Za direktan pristup internet adresi sa mobilnih uređaja skenirajte QR desno.



Priručnik nije predviđen za komercijalnu distribuciju i ne sme da se bez dozvole autora i izdavača, ni u celini ni u delovima, umnožava, preštampana niti prenosi ni u jednom obliku niti kakvim sredstvima. Sva prava na objavljivanje ovog priručnika zadržavaju autori i izdavač prema odredbama Zakona o autorskim pravima.



PREDGOVOR

O problemu svetlosnog zagađenja počelo je da se intenzivno priča tek poslednjih dvadesetak godina. Međutim, u našoj zemlji kao i regionu, ova problematika je u većini slučajeva zanemarena ili potpuno nepoznata. Izvor informacija koje građani Srbije dobijaju o ovom problemu je uglavnom internet, gde se često ne pružaju kompletna i detaljna obrazloženja, a sa druge strane uglavnom su na stranom jeziku.

Nevladina organizacija "Carpe Noctem" osnovana je sa ciljem da "popularizuje", odnosno, približi našim građanima ovu problematiku i aktivno doprinese rešavanju iste. Važno je napomenuti da tim ljudi koji je osnovao organizaciju čine profesori i studenti sa Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu, a članovi dolaze sa brojnih drugih fakulteta univerziteta u Novom Sadu i Beogradu. Stoga brojne aktivnosti organizacije nisu samo edukativne nego i naučne prirode, a sve informacije koje možete da pročitate u priručniku su preuzete iz respektabilnih naučnih časopisa i knjiga.

Priručnik pred vama će vam pružiti osnovne informacije o svetlosnom zagađenju, a onda i predloge kako rasveta može da se prilagodi životnoj sredini. Poenta priručnika nije da ukaže građanima da "treba da živimo u mraku" nego da ukaže na opasnosti koje donosi neadekvatna privatna i javna rasveta, a koja može biti mnogo kvalitetnija i manje štetna po živi svet, i međuostalom, naše zdravlje.

Vaša ekipa iz Carpe Noctem-a,

Dajana Bjelajac, Marina Pavlović, Bojan Đerčan, Milica Radaković, Miloš Krstić, Bojana Matić i Dajana Petin Kovačević.

SADRŽAJ

DEFINICIJA I OBLICI SVETLOSNOG ZAGAĐENJA	07
UZROCI SVETLOSNOG ZAGAĐENJA	11
POSLEDICE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA	16
Astronomija	17
Priroda	21
Zdravlje čoveka	25
Kultura i umetnost	28
Ekonomija	30
MERENJE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA	31
MERE ZA SMANJENJE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA	37
LITERATURA I IZVORI	40
O NAMA	41

SMERNICE ZA KORIŠĆENJE PRIRUČNIKA

Priručnik pred vama sadrži osnovne informacije o svetlosnom zagađenju, kao i najupečatljivije primere kako veštačko osvetljenje može negativno da utiče na životnu sredinu. Pored navedenih informacija, postoji veliki broj istraživanja koje nismo uspeli da uvrstimo u ovu publikaciju, ali smo ostavili internet adrese na kojima možete da pronađete najnovija naučna istraživanja napisana tekstem koji je prilagođen različitim uzrastima. Sve navedene internet adrese vode na sajt naše organizacije koji vode grupa profesora i studenata aktivno uključenih u naučna istraživanja na ovu ili slične teme. Samim tim, sve informacije su potkrepljene proverenim naučnim činjenicama, a u svakom tekstu možete pronaći izvor odakle je preuzet.

Pored internet adresa koje se nalaze na kraju svakog većeg poglavlja, na početku poglavlja pronaći ćete QR kodove koje kada skenirate idete direktno sa vaših mobilnih uređaja na iste te internet adrese. Ovi kodovi su dinamični, što znači da će uvek biti aktivni i sa najnovijim informacijama.

PIŠITE NAM:

- ★ Pozivamo vas da se uključite u edukaciju građana o svetlosnom zagađenju samostalno ili kroz našu organizaciju. Ukoliko želite sami da radite na tome, a potreban vam je materijal – pišite nam! Ukoliko želite da se uključite u našu organizaciju, takođe – pišite nam!
- ★ Ukoliko želite da radite ozbiljnije na ovu temu, da li kroz naučni rad ili pisanje projekata – tu smo. Naš tim koji se posvetio naučnim aktivnostima će vas rado uključiti ili se pridružiti vašem timu.
- ★ Ako si osnovac ili srednjoškolac, a želiš da krunišiš svoje školovanje sa maturskim radom na temu svetlosnog zagađenja – javi nam se! Dodelićemo ti mentora “iz senke” i poslati sav materijal koji ti je potreban.
- ★ Imaš drugačije mišljenje od onoga što naša organizacija predstavlja kroz priručnik – molim te obrati nam se, rado ćemo da naučimo nešto novo.
- ★ Želiš da pomogneš, nemaš mnogo vremena, ali imaš resurse ili finansije koje mogu da nam doprinesu – javi nam se, svaki vid pomoći je dobrodošao.



DEFINICIJA I OBLICI SVETLOSNOG ZAGAĐENJA



U poređenju sa drugim tipovima zagađivača životne sredine, svetlosno zagađenje je relativno nov pojam u stručnoj literaturi. Prvi naučni rad u kojem je data definicija svetlosnog zagađenja objavljen je 1973. godine u Sjedinjenim Američkim Državama, dok pažnju svetske naučne javnosti ovaj fenomen počinje da dobija tek početkom 21. veka.

Mnogi naučnici smatraju da i sam naziv “svetlosno zagađenje” nije najbolji termin za ovaj problem jer postavlja se pitanje kako svetlost može “uprljati”? I da li je svetlost to što je “isprljano”?

Stoga, ovo poglavlje u priručniku služi za bolje razumevanje pre svega naziva, a zatim i definicija svetlosnog zagađenja date iz različitih uglova – da li se misli na osvetljenje na ulicama? Ili na osvetljenje u našim domovima? A sa druge strane da pojasni da li je svaki oblik veštačkog osvetljenja štetan i na koji način se razlikuje dobra rasveta od loše.

DEFINICIJA I OBLICI SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

Uopšteno posmatrano, svetlosno zagađenje možemo najjednostavnije da opišemo kao negativnu posledicu veštačke rasvete. Međutim, postoje raznorazni problemi pri stručnijem i preciznijem definisanju ovog pojma jer pre svega – kako svetlost može da se isprlja i da li svetlost može da uprlja? Kada svetlosno zagađenje uporedimo sa nekim drugim oblicima narušavanja životne sredine, ono nije lokalizovano kao zagađenje nekog vodotoka, ili jasno definisano kao zagađenje obradivog zemljištima pesticidima i drugim agresivnim hemikalijama.

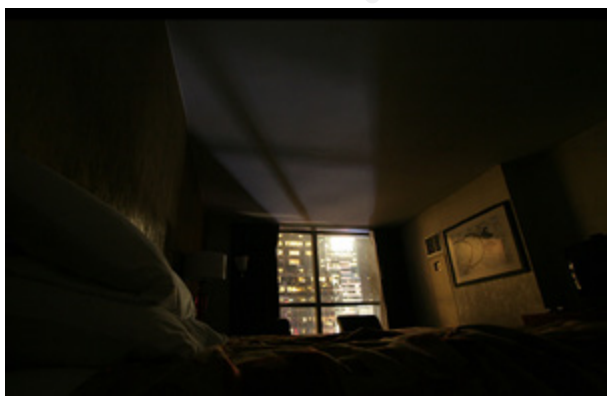
Problem se podiže na još viši nivo kada uzmemo u obzir da veštačku rasvetu koristimo na javnim površinama u prirodnoj sredini, ali i u našim domovima, koji predstavljaju veštačke i zatvorene prostore. Stoga se postavlja pitanje, šta je u stvari svetlosno zagađenje i gde je ono prisutno?



SPOLJAŠNJA SREDINA

“Svetlosno zagađenje predstavlja izmenu nivoa svetlosti u prirodnoj sredini usled antropogenih izvora veštačke svetlosti”

Fotografija uslikana sa Palomar planine (San Dijego, Kalifornija)



UNUTRAŠNJA SREDINA

“Svetlosno zagađenje predstavlja određen nivo i vrstu osvetljenja u zatvorenoj prostoriji koja ugrožava ljudsko zdravlje”

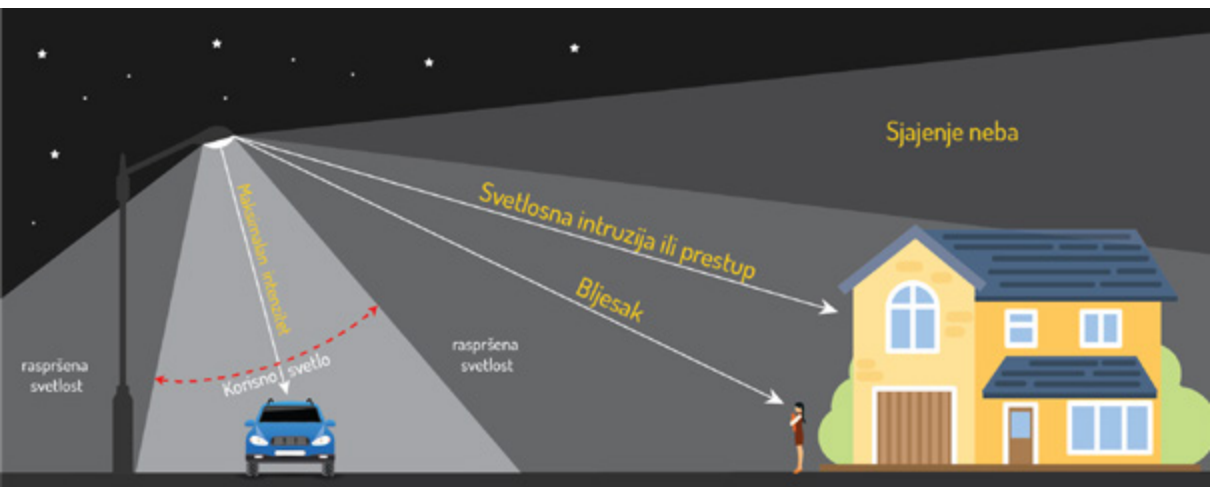
Primer prelivanja ulične rasvete u spavaću sobu

Prostije rečeno, svetlosno zagađenje u spoljašnjim prirodnim uslovima predstavlja bilo kakvu izmenu nivoa prirodne svetlosti u noćnim satima, koja dolazi od zvezda. Sa druge strane, pod svetlosnim zagađenjem u našim stanovima, kućama i drugim zgradama, smatra se ona količina, intenzitet i spektar (boja) veštačkog osvetljenja koja narušava ljudsko zdravlje.

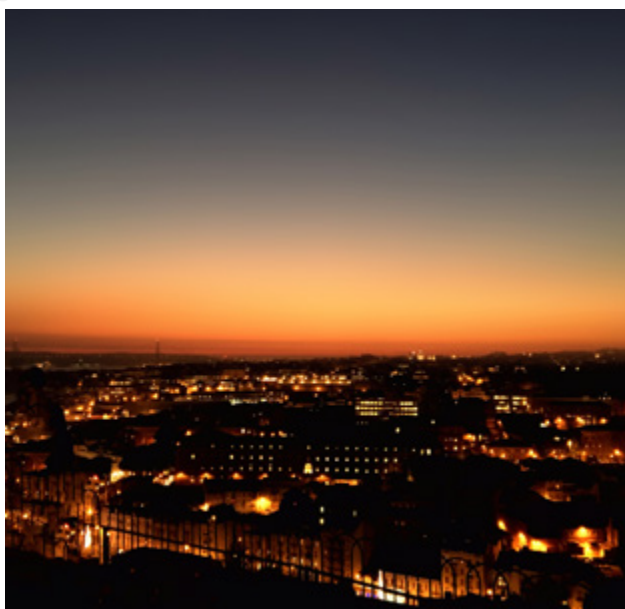
DEFINICIJA I OBLICI SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

Oblici svetlosnog zagađenja:

- 1 **Sjajenje neba** (eng. *skyglow*)
- 2 **Bljesak** (eng. *glare*)
- 3 **Svetlosna intruzija ili prestup** (eng. *light intrusion or trespass*)



Najočiglednija posledica prevelike količine veštačkog osvetljenja u životnoj sredini nazvana je „**sjajenje neba**“ (**sky glow**). Ova pojava sjajenja neba, nastaje od pogrešno usmerenih snopova uličnih svetiljki koje obasjavaju i prostor iznad samih lampi, a ne samo put ili objekat koji treba da osvetle. Najveći problem sa ovim oblikom zagađenja je što ne utiče samo na taj deo naselja u kom se pogrešno usmerene svetiljke nalaze, nego može da se prostire desetinama, pa i stotinama kilometara u okolinu.



Primer sjajenja neba (Lisabon, Portugal)

DEFINICIJA I OBLICI SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

Najbolji primer ovakvog oblika zagađenja predstavlja Los Anđeles čija svetlost može da se vidi sa daljine od 450 kilometara. Takođe, ako se setimo megalopolisa koji čine i po nekoliko milionskih gradova na relativno maloj udaljenosti, onda se problem sjajenja neba diže na još viši nivo i formiraju se oblaci svetlosti, poput megalopolisa zagađenosti na nebu.

Naredni oblik svetlosnog zagađenja predstavlja **bljesak (glare)**, koji se definiše kao previše svetao, usmeren zrak svetlosti koji svojim intenzitetom i usmerenjem zaslepljuje čoveka i zaklanja sve objekte i neposrednu okolinu svetiljke. Najjednostavniji primer predstavljaju jeftina „sigurnosna“, a jaka svetla od 500W koja se najčešće postavljaju u domaćinstvima sa velikim dvorištima. Pored toga, ovakvo osvetljenje se primenjuje veoma često u dekorativne svrhe, pri osvetljavanju kulturnih objekata, mostova, poslovnih zgrada i slično. Treba napomenuti da se pod bljeskom podrazumeva svaka svetlost koja pada pod bilo kojim uglom koji izaziva neprijatnost, smetnju ili nemogućnost posmatrača da vidi željeni objekat i neposrednu okolinu. Ovaj oblik svetlosnog zagađenja je najviše vezan za pitanja kriminala i bezbednosti.



Svetlosna intruzija ili prestup (light intrusion/trespass) predstavlja tzv. „prelivanje“ svetlosti oko ulične svetiljke koje izaziva neprijatnost u privatnim domovima i posedima. Ovakva svetlost najčešće dolazi od ulične rasvete i napadnih reklama, ali loša rasveta može biti postavljena i u privatna dvorišta, terase, garaže i slično. Stoga, svetlosna intruzija je u sve više država širom sveta prepoznata i u zakonodavstvu kao ozbiljna smetnja na koju možete da se žalite kako bi se otklonila. Zanimljivo je da najveći broj tužbi na ovakav vid

smetnje nisu podneli astronomi nego stanari kojima je svetlost ulične ili komšijske rasvete sijala direktno u spavaće sobe. Bitno je pomenuti da je osim naziva „svetlosna intruzija“, korišten i naziv „svetlosni prestup“, ali kako u najvećem broju slučajeva loša rasveta nije namerno postavljena da bi uznemiravala građane, nego najčešće iz neznanja i nemara onda je pravilnije koristiti prvi naziv.

Za više informacija o ovoj temi skenirajte QR kod na početku poglavlja ili posetite internet adresu: <https://carpenoctem.rs/svetlosno-zagadenje/>



UZROCI SVETLOSNOG ZAGAĐENJA



Svetlosno zagađenje predstavlja možda i najbrže rastući globalni problem, ali svest ljudi o njegovom postojanju je na izuzetno niskom nivou. Ono što je dobra vest, jeste da se ovaj problem može rešiti “preko noći” – jednostavnim gašenjem suvišne rasvete, a zatim postavljanjem ekološke rasvete. Još važnija činjenica je da se svetlost ne zadržava u životnoj sredini kao štetni gasovi ili pesticidi u zemljištu, ali može da ostavi dugoročne posledice po biološki ritam biljaka i životinja, pa i nas samih. Međutim, iako je ugaziti prekidač lako, nije lako iskoreniti strah od tame koji je evucijski zastupljen u ljudskoj vrsti usled brojnih poteškoća koju je noć donosila za naše najranije predstavnike na Zemlji. Stoga, može se reći da su ljudi od prve zapaljene baklje do LED sijalice kakve koristimo danas na nekoj vrsti pohoda da ukrote i osvetle noć sa sve naprednijim veštačkim izvorima svetlosti.

U ovom poglavlju biće predstavljeni pre svega društveni faktori koji utiču na povećanje svetlosnog zagađenja u životnoj sredini, a zatim primeri neadekvatne veštačke rasvete kao glavnog izvora ovog zagađivača.

UZROCI SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

Smatra se da je pre približno 400.000 godina Homo Erektus otkrio da može da ukroti vatru i na taj način uspostavio prvi oblik kontrolisanja tame, odnosno svetlosti. Bilo je potrebno još stotine hiljada godina da čovek pređe na korišćenje sveća u antičko doba, zatim uljanih lampi, a tek krajem 18. veka uspostavlja se prva ulična rasveta uz pomoć lampi na gas. Od najranijih stadijuma evolucije čoveka, pa sve do moderne istorije, tama i noć bili su sinonimi za opasnost i strah – prvo zbog noćnih zveri, hladnoće i drugih prirodnih faktora koji su ljude primorali da se skrivaju u pećinama i drugim skloništima kako bi preživeli, a zatim zbog nemirnih ratnih uslova tokom srednjeg veka koji su primorali ljude da gradove opasuju zidinama i zatvaraju ih u noćnim časovima.

Sa druge strane, ljudi su shvatili da je sveopšti napredak mnogo brži i veći sa produženjem radnih sati u kasne noćne, a da to nije moguće bez adekvatne veštačke rasvete. Samim tim, nije čudo što je upravo u jeku industrijalizacije i kapitalizma (pred kraj 19. veka) naučnik Džozef Svon (Joseph Swan) izumeo revolucionarnu inkandescentnu sijalicu. Od otkrića inkandescentne sijalice prošlo je još nekoliko decenija dok javna rasveta nije postala dostupna većini stanovništva. O tome svedoče i prvi izveštaji astronoma od druge polovine 20. veka, koji nisu bili više u mogućnosti da u svojim opservatorijama posmatraju noćno nebo usled prekomerne količine veštačkog svetla. No, više reči o tome kojim intenzitetom se razvijala ulična rasveta i na koji način se to odrazilo na kvalitet noćnog neba za astronomska posmatranja biće u narednom poglavlju.

U najranijim istraživanjima svetlosnog zagađenja, naučnici su pretpostavljali da broj stanovnika i količina javne rasvete rastu istom brzinom. Međutim, upravo su ovi naši pomenuti strahovi prema tami doprineli tome da svaki novi izum u veštačkoj rasveti prihvatimo sa dobrodošlicom i vrlo brzo počnemo u da ga koristimo u velikim količinama u našim naseljima. Logično, broj stanovnika i količina javne rasvete više nisu rasli istom brzinom, nego je količina vetačkog osvetljenja u odnosu na populaciju gotovo eksplodirala i sve više raste.

U poslednjih dvadesetak godina, sve veći broj naučnika iz različitih oblasti se bavi ovom temom i samim tim otkrili su mnogo veći broj društveni faktora koji utiču na problem svetlosnog zagađenja. Njih možemo da podelimo u nekoliko kategorija:

★ **Suburbanizacija** – odnosno naseljavanje stanovništva u obodne delove gradova, koja podstiče razvoj i gustinu puteva. Samim tim, u centralnim delovima gradova se uglavnom nalaze važne administrativne i komercijalne zgrade, kao i veliki parkinzi koje tokom dana može da koristi stanovništvo iz obodnih delova grada. Ono što predstavlja problem to je da građani uglavnom smatraju da ovakve zgrade, površine i puteve treba veoma dobro osvetliti pa čak i u kasnim noćnim satima kada tu nema aktivnosti. Najbolji primer predstavljaju tržni centri koji čak i van centralnih delova grada imaju u potpunosti osvetljene velike parking zone, kao i unutrašnjost prostorija u kojima se ne odvija nikakva aktivnost.

★ **Strah kao psihološki/socijalni faktor** – najviše podstaknut pribojavanjem građana od krađe ili nasilja tokom noćnih sati. Međutim, ovo je izuzetno kompleksna tema koja ne može biti obrađena samo iz ugla kvaliteta ulične rasvete, nego se moraju uzeti u obzir i delovi naselja o kojima se govori – da li u blizini postoji kafić, kladionica ili klub koji okuplja problematične građane; da li je u pitanju obodni deo grada koji naseljavaju problematične grupe stanovništva; u kojoj meri je policija aktivna na ulicama i održava red; na kraju krajeva kakav je kvalitet života građana koji u velikoj meri utiče na “potrebu” ljudi da se upuštaju u kriminalne radnje radi egzistencije. Zanimljiva činjenica koja ide u prilog tome da noć nije uslov da se razviju kriminalne radnje je da se stopa kriminala u toku dnevnih sati u periodu od 1960. do 1970. godine u Sjedinjenim Američkim Državama povećala na 337%, pa čak premašila i noćne sate.

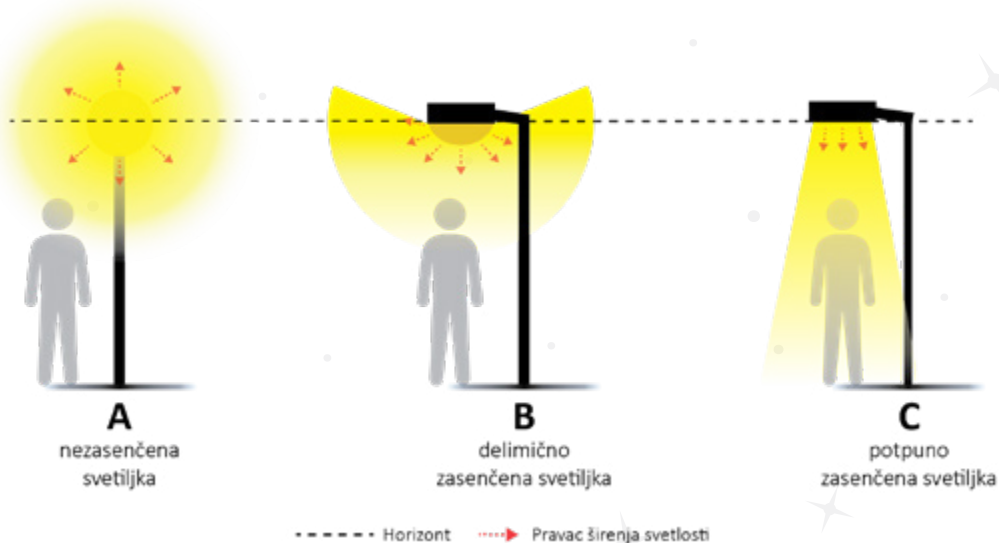
★ **Tehnološki napredak** u industriji rasvete je omogućio da se od prvih sijalica koje su emitovale nešto jaču svetlost od tradicionalnih sveća (1900K) napreduje do sijalica koje emituju preko 6500K – što je jednako temperaturi dnevne svetlosti. Osim toga, sve bolja tehnologija izrade smanjuje cenu sijalica, a povećava dužinu trajanja i na taj način njenu ekonomičnost i efikasnost.

★ **Produžetak radnih sati / rad u noćnim smenama** su posledica kako socioloških, tako i ekonomskih faktora koji sve više utiču na obim obaveza pojedinca, te se radni sati prenose i u noćne sate.

★ **Marketing i kampanja** – kao što smo ranije pomenuli, u svima nama postoji urođeni strah ili neprijatnost od potpune tame, a raznorazne marketinške kampanje upravo podstiču ovaj strah da se razvija još dublje. Najpre se to sprovodi kroz marketing koji plaćaju firme i preduzeća koja se bave javnom rasvetom, ali takođe i zabavna industrija koja na različite načine demonizuje noć i tamu. Najjednostavniji primeri se mogu uzeti kroz različite filmske ili crtane likove u kojima su negativci predstavljeni kao vladari iz mraka obučeni u tamne boje (Darth Vader, Sauron, Voldemort...), dok su pozitivni likovi predstavljeni kao svetlost u belim i svetlim dezenima (Luke Skywalker, Gandalf the White, Albus Dumbledore...). Najbolji primer, koji je ujedno i najgledanija serija na svetu u poslednjih nekoliko godina, jeste Igra Prestola gde su centralni negativci stvorenja koja donose večnu tamu i smrt, a rečenica koja prati ovo ostvarenje glasi: *“Cause the night is dark and full of terror”*.

UZROCI SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

Osim navedenih društveno-ekonomskih faktora, jednako važnu uloga ima i kvaliteta konstrukcija postavljene javne rasvete. Bez ozbira što je svetlosno zagađenje jedno od najbrže rastućih oblika zagađenja na svetu, ono se može jednostavno i lako umanjiti i sprečiti. Naime, sama konstrukcija rasvete u velikoj meri utiče na širenje svetlosti, pa samim tim i na jačinu negativnih posledica. U svetu se najčešće koriste tri oblika konstrukcije rasvete: nezasenčena (eng. non cutoff), polu-zasenčena (eng. semi-cutoff) i potpuno zasenčena (eng. full-cutoff).

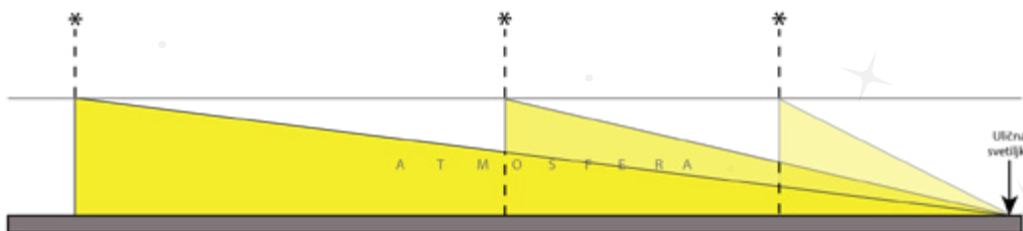


Najpre treba napomenuti da su naučnici složni u tome da se svaki zrak koji pređe liniju horizonta ne smatra produktivnom rasvetom budući da je nepotrebno osvetljivati vazduh, odnosno nebo iznad sijalice. Naravno, to važi ukoliko se veštačko osvetljenje koristi samo za svoju prvobitnu namenu, to jest, da prikaže objekat ili prostor koji se inače ne vidi u mračnim uslovima. Samim tim prvi oblik ulične svetiljke (prilog A) predstavlja najštetniji oblik rasvete jer se većina svetlosti izračava iznad linije horizonta, a najmanje na prostor ispod svetiljke koji bi trebao da osvetli. Poluzasenčena svetiljka (prilog B) je nešto manje štetna, ali i dalje nije odgovarajuće ekološko rešenje jer svetlost preliva kako iznad linije horizonta, tako i u mnogo širem prostoru oko svetiljke nego što treba da se osvetli. Najbolji rezultat daje potpuno zasenčena svetiljka (prilog C) koja takođe u određenoj meri širi svetlosno zagađenje kako samim zračenjem, tako i refleksijom od površine, ali je njen uticaj sveden na minimum.

Osim konstrukcije rasvete, veoma je važno pod kojim uglom je postavljena svetiljka. Na osnovu toga, svetiljke koje imaju oštar ugao mogu čak više da štete nego nezasenčene ukoliko se posmatra dužina rasprostiranja zrakova (dat je skiciran prikaz odnosa ugla i prostiranja zrakova na ilustraciji ispod). Zapravo, svetiljke koje su podešene do 5° iznad linije horizonta su najveći zagađivači jer se njihovi zraci prostiru i do 200 km u daljinu.

UZROCI SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

Pored toga, kako bi prividno ispoštovali ekološki normativ za javnu rasvetu, inženjeri prave svetiljke koje su potpuno zasenčene, ali podešene pod takvim uglom da obasjavaju veću površinu (odnosno svetlost se razliva) i samim tim gube funkciju.



Pored konstrukcije sijalice, ugla pod kojom je postavljena, važna je i njena visina u prostiranju zrakova. Ukoliko je svetiljka previsoka u odnosu na vegetaciju, ponegde i zgrade, onda svetlost neće imati nikakvu prepreku pri razlivanju iznad linije horizonta. Osim toga, često dolazi do „svetlosnih intruzija“, a svode se na uznemiravanje građana agresivnom rasvetom.

Za kraj, nakon što smo pojasnili konstrukciju lampi, jednako su važne spektralne karakteristike sijalica, odnosno boja svetlosti. Naime, najbolje ekološko rešenje je narandžasto-žuta svetlost čija temperatura ne prelazi 2200K i nije toliko privlačna za insekte. Najgora veštačka svetlost u noćnim satima obuhvata plavo-beli deo spektra (iznad 3000K; tzv. Ultra ljubičasti deo spektra), koji je privlačan insektima, a osim toga utiče i na fotoreceptore svih živih bića, te šalje pomešane signale metaboličkim procesima u organizmima. Smatra se da belo LED osvetljenje može da utiče 300 puta gore na ekosistem nego obična natrijumova sijalica. No, kako je ova tema usko povezana sa posledicama svetlosnog zagađenja, biće detaljnije obrađena u nastavku teksta.

Za više informacija o ovoj temi posetite internet adresu:

<https://carpenoctem.rs/svetlosno-zagadenje/uzroci/>



©National Geographic

POSLEDICE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA



Generalno uzevši, sve negativne posledice svetlosnog zagađenja mogu se razvrstati u sledeće velike kategorije:

- 1** Astronomija
- 2** Priroda
- 3** Ljudsko zdravlje
- 4** Kultura i umetnost
- 5** Ekonomija i energetske resursi

U ovom poglavlju biće iznešene osnovne činjenice o tome kako veštačko osvetljenje može da utiče na različite segmente životne sredine, ali i ljudske aktivnosti. Naučna svest o ovom zagađivaču počela je da se razvija pre samo dvadesetak godina, ali prikupljeni podaci do sada su i više nego alarmantni, a pretpostavlja se da je broj živih bića i organizama pogođenih uskraćenim noćima veći nego što se može očekivati.

Astronomija

Od prvih ljudi na Zemlji pa sve do danas, lepote prirode su oduvek davale inspiraciju ljudima - od toga da postavljaju egzistencijalna i naučna pitanja do toga da preslikavaju prelepe prizore na zidovima pećina, platnima, pa čak i nakitu. Jedan od najlepših prizora koji nas nadvisuje u noćnim satima od kako je "sveta i veka" jeste Mlečni put, naša galaksija i naša kuća u nepreglednom kosmosu. Mnogo pre nego što su drevni ljudi koristili zvezde da odluče kada će posejati i brati svoje useve, imenovali su sazvežđa koja se koriste do dana današnjeg. Ispričali su nam priče o Bogovima i herojima, o životinjama i mitskim bićima i predstavili ih zvezdama. Pored zabave, ove priče služile su drevnim pripovedačima da podučavaju mlade i stare, ali i da sačuvaju svoju kulturu i usvoje neke moralne vrednosti.

Drevno pleme Malija-Afrika, ljudi Dogona: „I spustiše se zvezdani ljudi na Zemlju, preneše nam znanje o nebesima“. Kako priča kaže, ovi drevni astronauti, nazvani Nommos, došli su sa zvezde Sirius blizu Orionovog pojasa i posetili su ljude Dogona pre stotine godina. Godine 1930. pleme je francuskim astronomima prenelo znanje da se Sirius sastoji od dve zvezde koje kruže jedna oko druge, te da je Zemlja okrugla i okružena svemirom. Godine 1970. potvrđeno je da se Sirius zaista sastoji od 2 zvezde i nazvane su Sirius A i B.

Pre 5000 godina, neki od prvih astronoma posmatrali su promene u kretanju Sunca i Meseca. Primećili su šablone u izlasku i zalasku Sunca i u obliku i poziciji Meseca svake noći, te na osnovu toga izgradili kalendare, koji su postali osnova modernih kalendara.

Gradili su svoje vere po zimskoj kratkodnevnicu i letnjoj dugodnevnicu. Drevni mornari koristili su zvezde kao vodilje dok su na moru. Rani astronomi shvatili su da se neka sazvežđa kao što je Veliki medved, vide samo na severnom delu neba. Pozicija zvezde severnjače-Polaris, pomogla je putnicima da odrede pravac u kojem treba da se kreću kako bi stigli do svog odredišta. Kao deo sazvežđa Mali medved, Polaris se nalazi iznad severnog pola, i ne menja previše svoju poziciju, što je čini neverovatnim alatom za navigaciju.

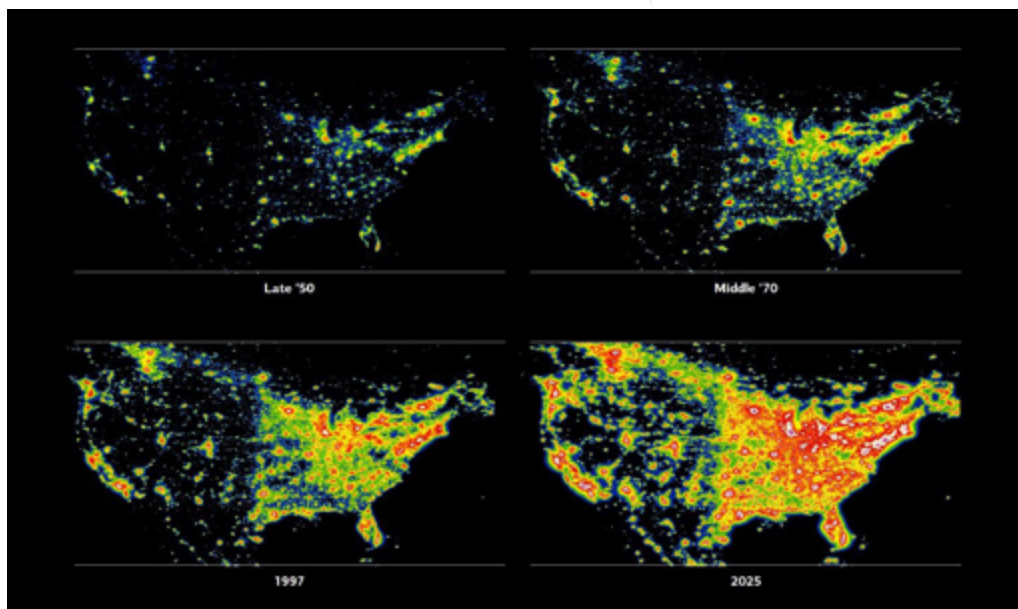
Slavni Odisej, zadovoljan vetrom, raširio je jedra i vešto se zauzeo za svoje veslo za upravljanje i držao JE na svom putu (ONA-splav koji je izgradio kako bi otplovio do nimfe Kalipso). Nikad se san na njegove očne kapke nije spustio, dok je gledao Plejade i kasno izlazećeg Lovca (prepoznatljivi oblik na nebu) i Medveda (sazvežđe danas poznato kao Veliki Medved), kome dade ime Kola, koja se okreću na fiksnom mestu u gledaju Oriona. I ONA sama nikada ne zaroni u dubinu okeana. Zbog toga mu Kalipso, svetlost među bogovima, reče da nađe svoj put preko mora držeći Medveda u levoj ruci.

POSLEDICE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

Međutim, pojedini naučnici upozoravaju da će doći do takozvanog “izumiranja iskustva” i da vrlo brzo spektakularni prizor zvezdanog neba najveći broj ljudi na Zemlji neće biti u mogućnosti da iskusi. Brzina kojom se količina veštačkog osvetljenja u životnoj sredini povećava je gotovo neverovatna. Još veći problem predstavlja činjenica da se ovaj polutant ne lokalizuje samo na granice naselja u kojem je osvetljenje prisutno, nego može da se prostire stotinama kilometara u daljinu narušavajući prizor noćnog neba čak i u zaštićenim prirodnim dobrima gde ne bi trebalo da ima rasvete.

Sada postavite pitanje i sami sebi: *Da li ste ikada videli čudesan pojas svetlosti preko noćnog neba, zvani Mlečni put?*

Astronom Richard Berry je 70-tih godina prošlog veka procenio da mnogi amaterski astronomi srednjoškolskog uzrasta nikad nisu videli prizor nezagađenog noćnog neba. Trideset godina kasnije, početkom novog milenijuma, procenjuje se da čak 40% građana Sjedinjenih Američkih Država koji žive u urbanijim sredinama uopšte nemaju mogućnost da u neposrednoj okolini svedoče prirodnom noćnom nebu, a veliki broj njih nije ni uspešno razvilo noćni vid kako za tim nije bilo potrebe u uslovima konstatne osvetljenosti. Ukoliko se uzme u obzir da su uslovi života u urbanim sredinama slični na svakom kontinentu, a koliki je procenat svetskog urbanog stanovništva, može se sa sigurnošću tvrditi da najveći deo svetske populacije nije u mogućnosti da doživi prirodnu tamu. Sasmim tim, mlado stanovništvo koje nikada nije iskusilo prirodnu tamu neće prepoznati svetlosno zagađenje kao problem životne sredine, neće imati svest o tome šta gubi, kao i koji agresor utiče negativno na ekosistem – i onda nastupa izumiranje iskustva.



Uporedni prikaz mapa svetlosnog zagađenja u SAD-u 1950/1970/1997. godine i projekcija za 2025 godinu

POSLEDICE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

Može se reći da je ovakva uznemiravajuća hipoteza potvrđena još 1994. godine kada je u Los Angelesu usled jakog zemljotresa nestalo struje u celom gradu i široj okolini. Tom prilikom su pojedini zabrinuti građani zvali policiju da prijave „zlosutni, sjajni oblak koji se nadvio nad njima“, a što je zapravo bio Mlečni put koji su tada prvi put videli u prirodnom stanju. Osim ovog psihološkog ugla posmatranja problema, može se postaviti i filozofsko pitanje - koliko će nedostatak nebeskih tela i prizora uticati na dalji razvitak antropocentričnog pogleda na svet? Poznati astronom Neil deGrasse Tyson je dao vrlo jednostavan odgovor:



When you look at the night sky, you realize how small we are within the cosmos. It's kind of resetting of your ego.

To deny yourself that state of mind, either willingly or unwittingly, is to not live to the full extent of what it is to be human.

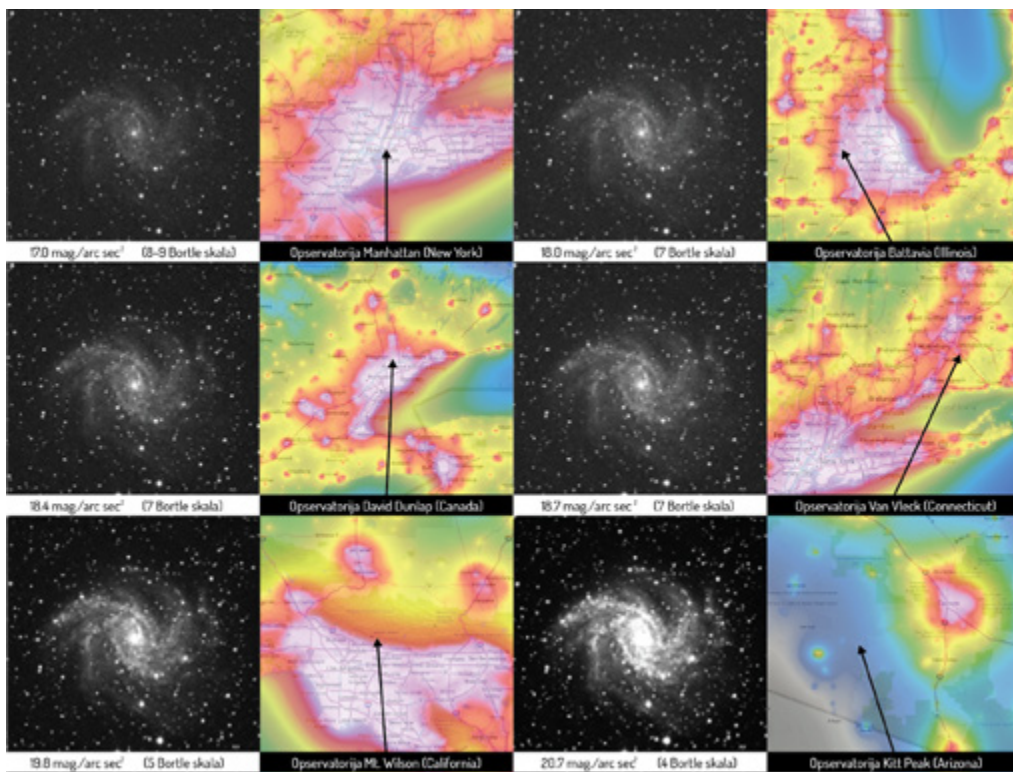


*Fotografija nastala tokom velikog nestanka struje 2003. godine, koje je pogodilo preko 55 miliona ljudi.
Autor Todd Carlson*

POSLEDICE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

Nažalost, sve češći odgovor na gore postavljeno pitanje je veliko NE. A opet, ova raznobojna, blistava maglina nad našim glavama je skoro svake noći. Pristup takvom čudesnom prizoru nam može poboljšati kvalitet života, veći je i stariji od bilo kog nacionalnog parka na Zemlji, a opet svima dostupan. Njenu veličinu najjednostavnije, a najlepše je opisao Galileo „*Video sam svoju senku pod njenim svetlom*“.

Za profesionalce i astronome amatere ovaj problem je još veći. Svaki pokušaj da se posmatra noćno nebo u blizini gradova je onemogućen, a sve veći broj opservatorija ne radi zato što su se ubrzanim procesima urbanizacije, naselja proširila gotovo do samih osmatračnica i potpuno blokiraju vidno polje teleskopa sa uličnom rasvetom. Slike ispod nam pokazuju koliko drastično svetlosno zagađenje može da utiče na vidljivost nebeskih tela. Na slikama je predstavljena spiralna galaksija zvana NGC 6946 koja se nalazi oko 10 miliona svetlosnih godina od nas. Galaksija je uslikana sa 6 različitih mesta, da bi se što bolje prikazao uticaj svetlosnog zagađenja. Kitt Peak nacionalna opservatorija koja se nalazi u pustinji Arizona, na 88km od grada Tucson. David Dunlap je opservatorija koja se nalazi odmah pored grada Toronto, Kanada. Van Vleck opservatorija, Middletown Connecticut (SAD). Mt. Wilson Los Anđeles, Kalifornija. Battavia opservatorija, Illinois Čikago.



Podaci preuzeti sa www.lightpollutionmap.info

Podaci preuzeti sa www.lightpollutionmap.info , www.bgsu.edu

Neki bi verovatno rekli „....Ah to je napredak“. Razmislite da li je ovo dobar stav. Da li samo arhitekta treba da poseti Ajfelov toranj? Da li je Veliki kanjon mesto čiji značaj uviđaju samo geolozi, ili treba svi ljudi da razmišljaju o njemu kao savršenim mestom za odlaganje našeg otpada? Zašto onda dopuštamo da noćno nebo bude toliko ispunjeno svetlosnim otpadom?

Za više informacija o ovoj temi posetite internet adresu: <https://carpenoctem.rs/svetlosno-zagadenje/posledice/astronomija/>

Priroda

U članku iz Nacionalne Geografije objavljenom 2008. godine, autor Verlyn Klinkenborg na vrlo jednostavan način objašnjava kako su ljudi „napali“ noć kao praznu teritoriju i sebe ugradili u nju:



„If humans were truly at home under the light of the moon and stars, we would go in darkness happily, the midnight world as visible to us as it is to the vast number of nocturnal species on this planet. Instead, we are diurnal creatures, with eyes adapted to living in the sun's light. This is a basic evolutionary fact, even though most of us don't think of ourselves as diurnal beings any more than we think of ourselves as primates or mammals or Earthlings. Yet it's the only way to explain what we've done to the night: We've engineered it to receive us by filling it with light.“

Osim negativnog uticaja na astronomska posmatranja, naučnici su relativno skoro počeli da otkrivaju da svetlosno zagađenje u velikoj meri ugrožava živi svet. Jedna od čestih zabluda je da veštačko osvetljenje u noćnim satima smeta samo noćnim vrstama¹. No, ako se uzme u obzir da se ciklus smene dana i noći odvija neuporedivo duže nego što postoje svi današnji organizmi, bilo bi neverovatno da su neki od njih uspeli da se prilagode isključivo dnevnim ili isključivo noćnim uslovima. Ovo zapravo govori da metabolizmom svakog organizma diktira količina svetlosti u životnoj sredini i da je za dnevne vrste organizama od jednakog značaja da imaju noćni period. Kako je ovo izuzetno široka oblast biće navedeno samo nekoliko primera koji dokazuju kako svetlosno zagađenje može da utiče na čitav ekosistem. Naime, prvi i najuočljiviji primer su insekti koje privlači veštačka svetlost. Budući da insekti obletaju oko sijalice do umora, odnosno uginuća, mora se

¹ Noćne vrste – predstavljaju organizme koji sve svoje vitalne funkcije poput ishrane i reprodukcije vrše isključivo tokom noćnih sati. Obrnuto važi za dnevne organizme.

POSLEDICE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

uzeti u obzir koja je to količina biomase koja se ovim putem gubi. Čini se zanemarljivim kada se oko jedne sijalice okupi pedesetak letećih insekata, ali ukoliko bi se uzeo u obzir broj sijalica u gradu onda ovaj račun doseže milione. Odmah potom može da se uzme u obzir i broj ptica i drugih organizama koji se hrane tim insektima, te i njihovo opravdan nestanak iz naselja. Primera radi, prema podacima britanskog ornitološkog društva (The British Trust for Ornithology) iz 2007. godine, zabeležen je pad brojnosti domaćih vrabaca od 60% u gradovima i 47% u seoskim sredinama u Ujedinjenom Kraljevstvu. Ovaj veliki pad se delimično objašnjava i svetlosnim zagađenjem koje utiče na drastično smanjenje biomase insekata kojima vrapci hrane svoje mlade. Osim nedostatka hrane, ptice su takođe pogođene veštačkim osvetljenjem u toku reproduktivnog ciklusa i pri migracijama. Pojedine ptice pevačice ulaze u reproduktivni period isključivo u kasnim noćnim satima, a kada se nalaze u sredini gde je konstantno prisutno svetlo (sa naglaskom na UV deo spektra) uopšte ne ulaze u reprodukciju jer njihovi fotoreceptori koji ih vremenski orijentišu ne primaju informaciju da je nastupila noć. S druge strane, pojedine ptice počinju da pevaju sa prvim jutarnjim zracima.

Naučnici su konstatovali da određena noćna rasveta može da bude okidač i neka vrsta imitacije jutarnjih zrakova, te one celo veče pevaju i od iscrpljenosti ne mogu da ispune ostatak bioloških potreba. Zatim, migracije su takođe precizno vremenski i prostorno određeno biološko ponašanje.



Najbolji primer predstavljaju labudovi kod kojih je jedne godine u Engleskoj primećeno da su mnogo ranije migrirali ka Sibiru. Razlog leži u tome što veštačko osvetljenje produžava uslove svetlijeg dela dana, odnosno aktivnosti u ovom delu dana. Samim tim, oni su se hranili mnogo duže nego inače i veoma brzo stekli masnoću koja im je potrebna za zimske uslove. Kako su migracije bile preuranjene, tako su pomerene i sve ostale biološke potrebe među kojima je reproduktivna najosetljivija i ukoliko uslovi nisu odgovarajući neće biti novih mladih. Osim poremećaja u biološkom satu ptica pri migracijama, veštačko osvetljenje predstavlja opasnost i kao fizička prepreka. Naime, američko društvo za zaštitu ptica (American Bird Conservancy) je još 2000. godine iznelo podatak da preko 4 miliona ptica uginu svake godine u SAD-u usled sudara sa previše osvetljenim objektima („bljesak“). Zbog toga su pojedini gradovi, poput Toronta i Čikaga reagovali preventivno i doneli zakon da se tokom migracija gase svetla u višespratnicama u noćnim satima i drugim potencijalno opasnim objektima. Projekat u Torontu je nazvan FLAP – “Fatal Light Awareness Program” i tom prilikom su volonteri prikupili preko 3000 uginulih ili ranjenih ptica od sudara sa preosvetljenim objektima u toku samo 2005. godine. Naredne godine su u Kraljevskom muzeju Ontarija izložili uginule ptice koje su pripadale u preko 80 različitih vrsta. Osim u gradovima, postoje podaci i da se veliki broj morskih ptica sudara sa velikim stacionarima za ribolov, naftnim platformama i drugim objektima koji koriste jaka i nezasićena svetla.

Možda najupečatljiviji i najproblematičniji primer kako svetlost remeti orijentaciju životinja su morske kornjače. Poluostrvo Florida predstavlja jedno od najpovoljnijih lokacija za razmnožavanje morskih kornjača. Međutim, kako bi položile jaja, kornjače zahtevaju izrazito mračne uslove kojih je na plažama sve manje. Ovakvi uslovi za gnezda su neophodni jer se tek izlegle kornjače da bi stigle do vode orijentišu pomoću reflektovane svetlosti koje proizvode nebeska tela (zodijačko svetlo). No, u slučajevima kada kornjača ipak položi jaja, tek izlegli mladi se kreću suprotno od vode, odnosno ka svetlu gradova i onda uginu od dehidratacije, ili od predatora koji ih vrebaju i u normalnim prirodnim uslovima. Svakako da je na ovakav problem reagovala grupa zaštitara iz Fort Lauderdalea (Florida), i sa volonterima u leto 2011. godine kontrolisala plaže i usmeravala kornjače ka vodi. Procenjeno je da u Floridi na godišnjem nivou uginu stotine hiljada mladih kornjača usled svetlosnog zagađenja.

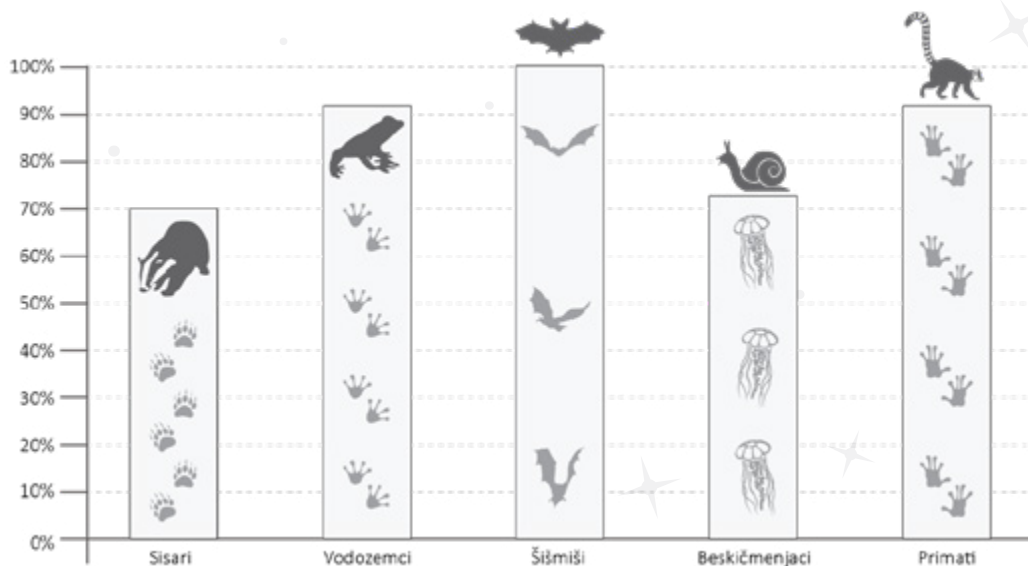


Usmeravanje legla kornjačica ka moru pomoću UV lampi

Do sada su spomenute uglavnom dnevne vrste čiji su biološki ciklusi drastično izmenjeni prekomernom veštačkom svetlošću, stoga se može zaključiti u kojoj meri su pogođene vrste čije se osnovne životne aktivnosti odvijaju u tami. Žabe i drugi vodozemci, koji su

POSLEDICE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

izuzetno osetljivi i detektuju najmanje izmene nivoa svetlosti u atmosferi, su pogođene sve većim nivoom svetlosti u naseljima. Svici su počeli neverovatnom brzinom da odumiru širom sveta jer je njihov osnovni vid komunikacije zaslepljen sa nemerljivo jačim svetlima. Svake godine se otkriva sve veći broj životinjskih vrsta koje su pogođene direktno ili indirektno svetlosnim zagađenjem i polako se uočava koliko ustvari invazivan uticaj ima na ekološku ravnotežu. Na grafikonu ispod predstavljene su životinjske grupe među kojima preko 50% vrsta pripada noćnim životinjama.



Osim životinja, veštačko osvetljenje takođe utiče negativno i na biljni svet. Primera radi, utvrđena je povezanost između ranijeg nastupanja proleća i veštačkog osvetljenja. Naime, naučnici su uzeli podatke o lokacijama 4 vrste listopadnih drveća u poslednjih 13 godina u Ujedinjenom Kraljevstvu i uporedili sa noćnim satelitskim snimcima veštačkog osvetljenja i prosečnim prolećnim temperaturama. Dobili su podatak da olistavanje drveća počinje u proseku 7,5 dana ranije na područjima sa više veštačkog osvetljenja. Samim tim, svi dalji razvojni procesi se menjaju, kao i aktivnosti životinjskih vrsta koje zavise od ovih biljaka.

Za više informacija o ovoj temi posetite internet adresu:

<https://carpenoctem.rs/svetlosno-zagadenje/posledice/priroda/>

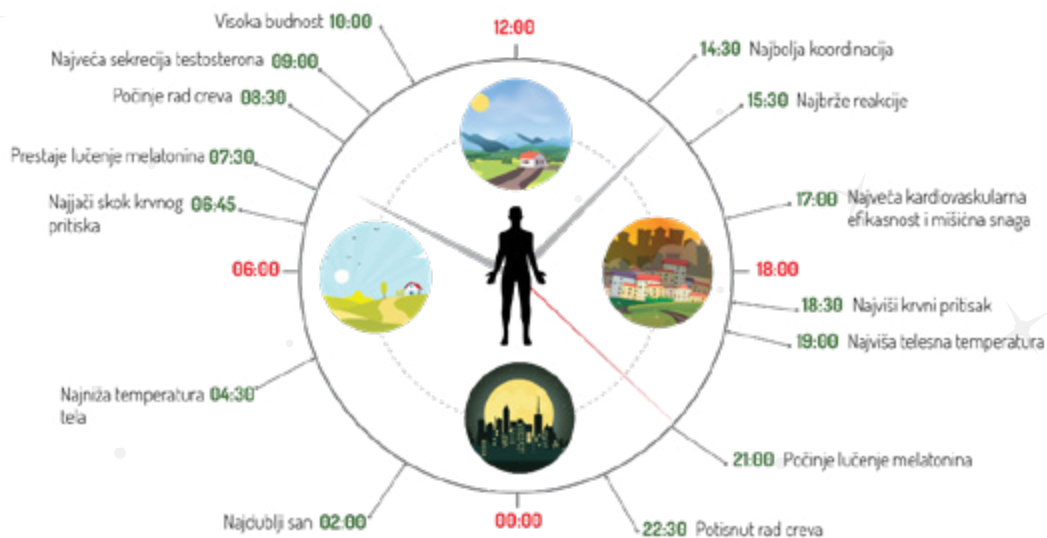
Zdravlje čoveka

Kao što smo već pominjali, usled svih benefita koje donosi veštačko osvetljenje skoro u potpunosti je odbačena ideja da bi ovakav čovečiji izum mogao da ima negativan uticaj na nas. Međutim, kao i svaki prethodno navedeni oblik živog sveta, ljudi su se takođe razvijali u uslovima ciklične smene dana i noći. Noćni period najpre predstavlja vreme za odmor ali i važne hemijske procese i funkcije organizma uz pomoću kojih čovek može da bude aktivan u toku dnevnih sati. Najčešći oblik negativnog dejstva veštačkog osvetljenja na ljudski organizam je remećenje sna i upravo za ovu smetnju su zabeležene prve prijave i žalbe vlastima. Naučnik Bob Mizon, beleži da je početkom 20. veka jedan građanin pisao Britanskom astronomskom društvu (British Astronomical Association) da već veoma dugo pati od nesanice jer se svetlost sa poseda dvoje najbližih komšija preliva u njegovu spavaću sobu. Nakon što je pisao vlastima i pokušao da komunicira sa susedima, njegove molbe su odbijene, a problem je bio dodatno pogoršan činjenicom da njegov posao zahteva rano ustajanje i ranije leganje – odnosno, kvalitetan san. Na kraju, kada više nije mogao da učini ništa povodom agresivne rasvete, a nije mogao fizički da izdrži nesanicu, morao je da se preseli u drugu kuću. Ovo je samo jedan primer gde su ljudi zbog loše rasvete morali da preduzimaju drastične mere poput selidbe na drugu lokaciju, ali pravo pitanje je kako svetlosna intruzija ili prestup utiču na ljude koji nemaju mogućnosti da se od nje sklone?

Najdrastičnija posledica svetlosnog zagađenja po ljudsko zdravlje je remećenje cirkadijalnog sata², a jedan od najozbiljnijih poremećaja bioritma u ljudskim telima je nepravilan ili potpuni izostanak lučenja hormona melatonina. Ovaj hormon je veoma važan za čišćenje organizma, podizanje imuniteta, a najpre za borbu protiv kancerogenih oboljenja – istovremeno i njihovo nastajanje. Međutim, njegovo lučenje počinje od 21 čas predveče i traje najkasnije do 23.30 časova, a za njegovu aktivaciju je potrebna prirodna tama, odnosno, izostanak sunčevih zrakova jer to fotoreceptorima u našem organizmu daje znak da nastupa period odmora. Kako je u radu je već pomenuto da plavo-belom delu spektra pripadaju sunčevi zraci, onda se može zaključiti da pri korišćenju sijalica koje pripadaju istom delu spektra naše telo u toku noćnih časova dobija informaciju da je i dalje dan. Logično, hormon neće početi da se luči ukoliko se ne stvore uslovi za to najkasnije do 23.30 časova, a ukoliko do tada ne počne da se proizvodi onda se neće ni aktivirati te večeri ili će biti proizveden u izuzetno malim količinama. U prilog ovoj tvrdnji ide sve više radova objavljenih na ovu temu, a jedan od njih daje konkretan primer i dokaze kako radnici u noćnim smenama koji su izloženi LED osvetljenju imaju veći procenat obolelih od kancera dojke ili prostate. Uzevši u obzir da su sve studije na temu

² Cirkadijalni sat označava ritmičnost psihofizičkih zbivanja u čoveku, a koja su u vezi sa ritmičnim zbivanjima u prirodi – odnosno kako se naše telo prilagođava smeni dana i noći u ovom slučaju.

POSLEDICE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA



uticaja veštačkog osvetljenja na ljudsko zdravlje skoro objavljene, može se reći da smo tek na početku razumevanja kakav uticaj ovakvo remećenje prirodnog ciklusa dana i noći ima na nas, ali i ostatak živog sveta. Osim metaboličkih procesa u organizmu, neadekvatna rasveta utiče i na povećani broj saobraćajnih nesreća. Tipičan problem koji rasveta izaziva u saobraćaju je kada vozači u gradskim sredinama prelaze iz previše osvetljenih u veoma slabo osvetljene delove grada, pri čemu vid ne može dovoljno brzo da se adaptira na tamu i vozači jednostavno ne mogu da uoče objekte ili ljude koji se nalazi ispred njih. Osim inteziteta rasvete, često se može naići zaslepljujući bljesak na raskrsnicama, reflektore na kućama koje bacaju svetlost direktno na ulicu i slično.

Pri takvoj rasveti, vozač uopšte nije u mogućnosti da vidi bilo kakav objekat ispred sebe.

POSLEDICE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

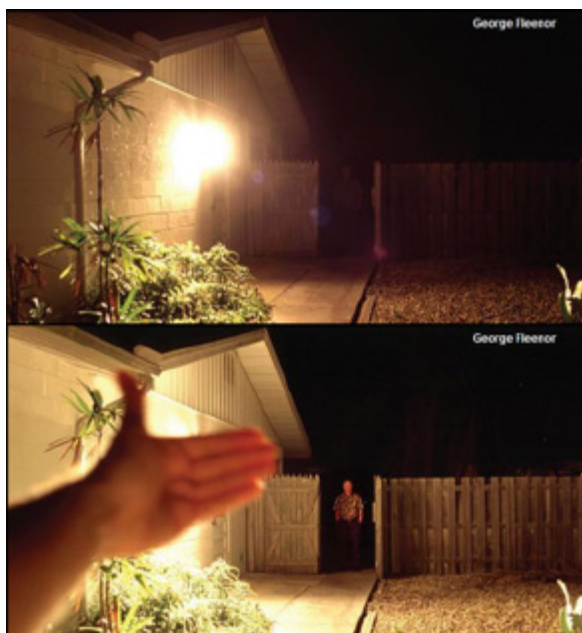
Zanimljiva činjenica je da prema podacima o broju saobraćajnih nesreća na auto-putevima u Nemačkoj i Poljskoj, Nemačka ima mnogo manji broj nastradalih nego Poljska, a paradoksalno, u prvoj zemlji su autoputevi u najvećoj meri neosvetljeni, dok su u Poljskoj osvetljeni gotovo duž cele trase.

S tim u vezi, treba napomenuti da su benzinske pumpe na auto-putevima najčešće izuzetno jarko osvetljene i prelazak iz potpune tame na blještavu svetlost nije postepen nego gotovo momentalan. Na isti način, vozač kada napušta pumpu dolazi u opasnost jer se vid ne može istog momenta prilagoditi tami.

Osim saobraćajnih nesreća, ukoliko nije pravilno konstruisana, svetlost takođe može da podstakne kriminal. Na fotografiji desno se nalazi čovek u senci od nezasećene svetiljke u parku i tek nakon što posmatrač prekrije rukom sijalicu, može da uoči čoveka koji stoji. Svakako da se većina ljudi neće kretati u kasnim noćnim satima po parkovima u gradovima, ali na isti princip funkcioniše i loše usmerena rasveta u domaćinstvima. Stoga, svetlost može da potpomogne kriminalcima i zapravo ih maskira od pogleda.

Za više informacija o ovoj temi posetite internet adresu:

<https://carpenoctem.rs/svetlosno-zagadenje/posledice/zdravlje-coveka/>



Kultura i umetnost

Uloga prirodno tamnog neba u različitim naučnim otkrićima je već delimično pojašnjena u odeljku o posledicama koje svetlosno zagađenje ima na astronomiju. Međutim, prizor Mlečnog puta i uopšte zvezdanog neba je odigrao veliku ulogu i u razvoju naše kulture i umetnosti. U ovoj sekciji biće predstavljeno samo nekoliko najupečatljivijih primera u kojima se pored lepote noćnog neba, kao jedan od glavnih pokretačkih motiva koristi i veštačko osvetljenje, kao "najsajnija" civilizacijska tekovina do sada.

Najupečatljiviji pisani dokaz za prve znake takozvanog „sjajenja neba“ kao posledice svetlosnog zagađenja, pružio je ni manje ni više nego slikar Vinsent Van Gogh, kada je iz Arlesa 1888. godine, pisao svom bratu Teu u Parizu:



Café Terrace at Night - Vincent van Gogh

"Paris will be very beautiful in autumn. The town here is nothing, at night everything is black. I think that plenty of gas, which is after all yellow and orange, heightens the blue, because at night the sky here looks to me—and it's very odd—blacker than Paris. And if I ever see Paris again, I shall try to paint some of the effects of gaslight on the boulevard."

Upravo te godine dok je bio u Arlesu (gradu koji spominje u pismu), Vinsent Van Gogh je prvi put prikazao noćno nebo u poznatom umetničkom delu *"Café Terrace at Night"*. Godinu dana kasnije, usledilo je i možda najpoznatije njegovo delo *"The Starry Night"*.

Zanimljivo je pomenuti da je u istom periodu još jedan svetski poznati slikar, Pjer Ogist Renoar, ostavio iza sebe poznato delo u kom je veliku važnost pridao gasnim lampama. Naime radi se o njegovoj slici *"Bal du moulin de la Galette"* iz 1876. godine, gde je prikazao Parižane iz radničke klase koji se socijalizuju uveče uz prisustvo svetlosti iz istih gasnih lampi koje su kasnije postale simbol buržoaske klase.



Bal du moulin de la Galette - Auguste Renoir

POSLEDICE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

Pored navedenih slikara, ulična rasveta je predstavljena i u jednom od najpoznatijih filmova prošlog i sadašnjeg veka - *Mary Poppins Returns*. U ovom filmu postoji čak i cela pesma posvećena gasnoj svetiljki koja je nekada imala pored funkcionalnog, romantični prizvuk usled prigušenih žuto-narandžastih plamenova.



Mary Poppins Returns (2018)

No, rasveta na gas je zadavala mnogobrojne opasne probleme građanima, stoga se potraga za savršenim osvetljenjem nastavila i ubrzala više nego ikada do tad. Pomenuli smo da su koraci prema prvom komercijalno upotrebljivoj sijalici sijalicama načinjeni 1870. godina, a koliko je ovaj izum bio revolucionaran, govori činjenica da se do 1885. godine samo u SAD-u prodalo preko 300.000 električnih lampi. Ono što je veoma zanimljivo, to je činjenica da je izgled sijalice postao simbol za inovacije i ideje gotovo istog momenta kada je konstruisana za komercijalnu upotrebu. Najraniji prikazi sijalice u ovom kontekstu bili su upotrebljeni još 1920-tih godina u crtanim animacijama Feliks Mačak, kao i u drugim klasičnim Diznijevim crtanim filmovima.



Crtani lik Šilja (1932. godina) sa „idejom“

Ono što je veoma lepa vest za podizanje svesti o problemu svetlosnog zagađenja je da se 2003. godine snimila epizoda svetski popularne animirane serije Simpsonovi pod nazivom 'Scuse Me While I Miss the Sky'. Problem prekomerne količine veštačke svetlosti u životnoj sredini je prikazan na humorističan način svojstven kreatorima serije, ali poruka je jasna:

Za više informacija o ovoj temi posetite internet adresu:

<https://carpenoctem.rs/svetlosno-zagadenje/posledice/kultura-umetnost/>



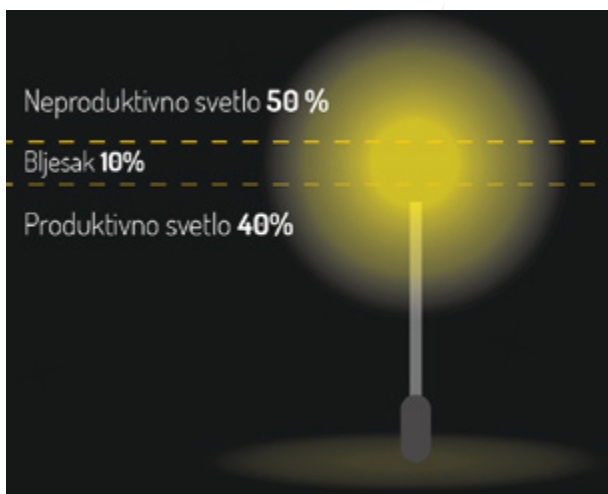
Simpsons, Scuse Me While I Miss The Sky

Ekonomija

Može se reći da se ekonomski i energetske gubici nalaze odmah na drugom mestu po pitanju veličine problema sijanja neba, jer, iako većina stanovništva ne mari toliko za prizor čistog noćnog neba, svima je u cilju da se njihov novac koristi pametno i da se potrošnja energije racionalizuje. Međutim, veoma je teško dobiti tačan podatak o količini bespotrebno utrošene energije svetlosti, a zatim i ceni i količini utrošene energije. Najranija istraživanja na ovu temu su izvršena 1993. godine od strane „Kampanje za Mračno Nebo“ kada su izračunali količinu emitovane svetlosti iznad linije horizonta za tadašnje tipične ulične svetiljke. Dobili su podatak da se približno 7,3 milijardi dolara trošilo na godišnjem nivou za neproductivnu javnu rasvetu samo na teritorije Ujedinjenog Kraljevstva. Skoro 15 godina kasnije, Andrej Mohar i njegovi saradnici iz udruženja „Tamno Nebo Slovenije“ su na Sedmom evropskom simpozijumu za očuvanje noćnog neba izneli procenu da se približno 1,7 miliona evra utroši godišnje na bespotrebnu rasvetu u Evropi. Prema izveštaju Međunarodne zajednice tamnog neba (International Dark-sky Association – IDA) Sjedinjene Američke Države troše približno 2 milijarde dolara na bespotrebnu rasvetu, što kada se pretvori u energetske sirovine iznosi 1,2 milijarde galona nafte i 8,2 miliona tona uglja.

Važno je podsetiti se da navedene energetske sirovine predstavljaju fosilne izvore energije i da su oni glavni uzročnici za formiranje gasova staklene bašte. Na taj način, svetlosno zagađenje utiče indirektno i na klimatske promene po pitanju ogromne količine neobnovljivih izvora energije koji se uzaludno troše svake noći.

Za više informacija o ovoj temi posetite internet adresu:



<https://carpenoctem.rs/svetlosno-zagadenje/posledice/ekonomija/>



MERENJE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA



Najjednostavniji mogući metod da izmerite svetlosno zagađenje predstavlja posmatranje noćnog neba i brojanje zvezda! Naime, golim okom u prirodno tamnoj sredini možete da vidite preko 6.000 zvezda, dok se ovaj broj smanjuje kako se povećava veličina i blizina naselja. U ekstremnim uslovima, u pojedinim milionskim gradovima možete da vidite još samo bled prikaz Meseca dok su zvezde davno zaboravljena prirodna lepota.

U zavisnosti od broja zvezda na nebu koje možete da vidite golim okom, moći ćete i da okvirno procenite kojoj kategoriji po kvalitetu neba pripada vaše naselje, a ukoliko želite preciznije podatke onda možete da koristite mobilne aplikacije ili čak ručne merače koji daju najpreciznije podatke. U ovom poglavlju biće predstavljene mogućnosti za merenje svetlosnog zagađenja, ali takođe i najvažnije fizičke veličine i merne jedinice koje opisuju ovaj fenomen kroz uputstvo za tumačenje pakovanja sijalica.

Pre nego što se predstave metode i merni instrumenti za dobijanje podataka o intenzitetu svetlosnog zagađenja, potrebno je najpre definisati razliku između prirodnog i veštačkog osvetljenja. Prirodno svetlo u toku dnevnih sati dolazi direktno od Sunca, dok u toku noćnog perioda svetlost u najvećoj meri dolazi od sunčevih zrakova odbijenih od drugih nebeskih tela (poput Meseca), a takođe i od svetlosti koje emituju okolne zvezde. Međutim, takozvano „nebesko ili zodiyačko svetlo“ (eng. *celestial/zodiacal light*) takođe može da doprinese difuznom zračenju u atmosferi i proizvede efekat „*sjajenja neba*“. Ovakav oblik prirodne svetlosti u toku noćnih sati pri odgovarajućim uslovima ponekad može da proizvede dovoljno svetlosti da čovek nije primoran da koristi bilo koji oblik veštačkog osvetljenja kako bi se navigirao pri kretanju. Samim tim, izazov u kreiranju odgovarajućih mernih instrumenata, kao i proceni odgovarajućih uslova za sprovođenje merenja je još veći.

S obzirom da je priručnik u vašim rukama pre svega edukativne prirode, biće predstavljene samo one metode merenja koje su lako dostupne građanima, a daju prilično dobre rezultate. Ukoliko pak želite da se upustite u ozbiljnija merenja savetujemo vam da kontaktirate autore ovog priručnika kako bi vas uputili na istraživače u našoj zemlji koji se bave ovom problematikom.

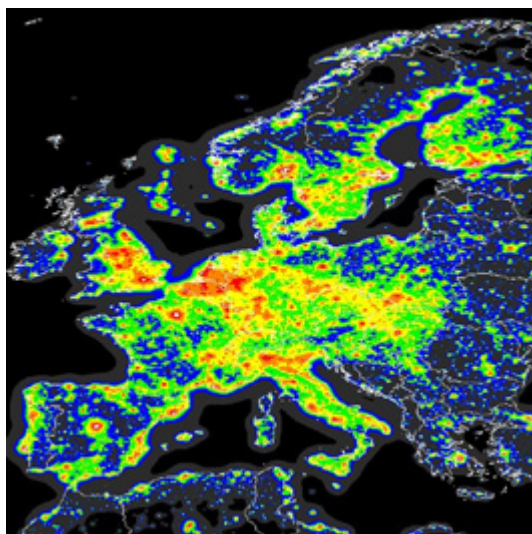
Tradicionalno osmatranje noćnog neba predstavlja evaluaciju „limitirajuće magnitude“, odnosno magnitude najbleđe zvezde na nebu vidljive golim okom. Ova tehnika se svodi na ograničenja oćnog sistema, odnosno, na veoma svetlom (zagađenom) nebu biće vidljive samo najsvetlije zvezde. Organizacija “Globe at Night” je sprovela civilno–naučni projekat pod nazivom „How many stars can we still see?“ i podstakla građanstvo da upravo ovom tehnikom sami prijavljuju koliko zvezda vide na nebu. Svakako da ovakva merenja nisu bila veoma precizna, ali je podstaklo širu javnost da učestvuje u ovakvom obliku prikupljanju podataka, pa samim tim i edukaciju o svetlosnom zagađenju. Nakon tog projekta napravljena je aplikacija za telefone pod nazivom “Loss of the Night” sa kojom građani i dalje mogu da prijavljuju svoje podatke, ali sa značajnijom preciznošću.

Merni instrumenti se najčešće koriste za merenje svetlosnog zagađenja samo u zenitu. Oni sumiraju svetlost noćnog neba, ali i zvezda u mernom polju. Primer takvog instrumenta je “The Sky Quality Meter” koji je razvila kanadska firma Unihedron kao instrument za amaterske astronome da procene kvalitet noćnog neba. Međutim, daljim unapređivanjem ovog alata dobijani su veoma precizni podaci, a osim što je relativno jednostavan za upotrebu i pristupačne cene, može da se koristi i za merenje dužih vremenskih serija. Zbog svega navedenog, SQM se danas veoma često koristi u naučne svrhe.

MERENJE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA

Nakon što izmerite intenzitet svetlosnog zagađenja možete da ga uporedite sa Bortle skalom koja opisuje različite kategorije kvaliteta noćnog neba.

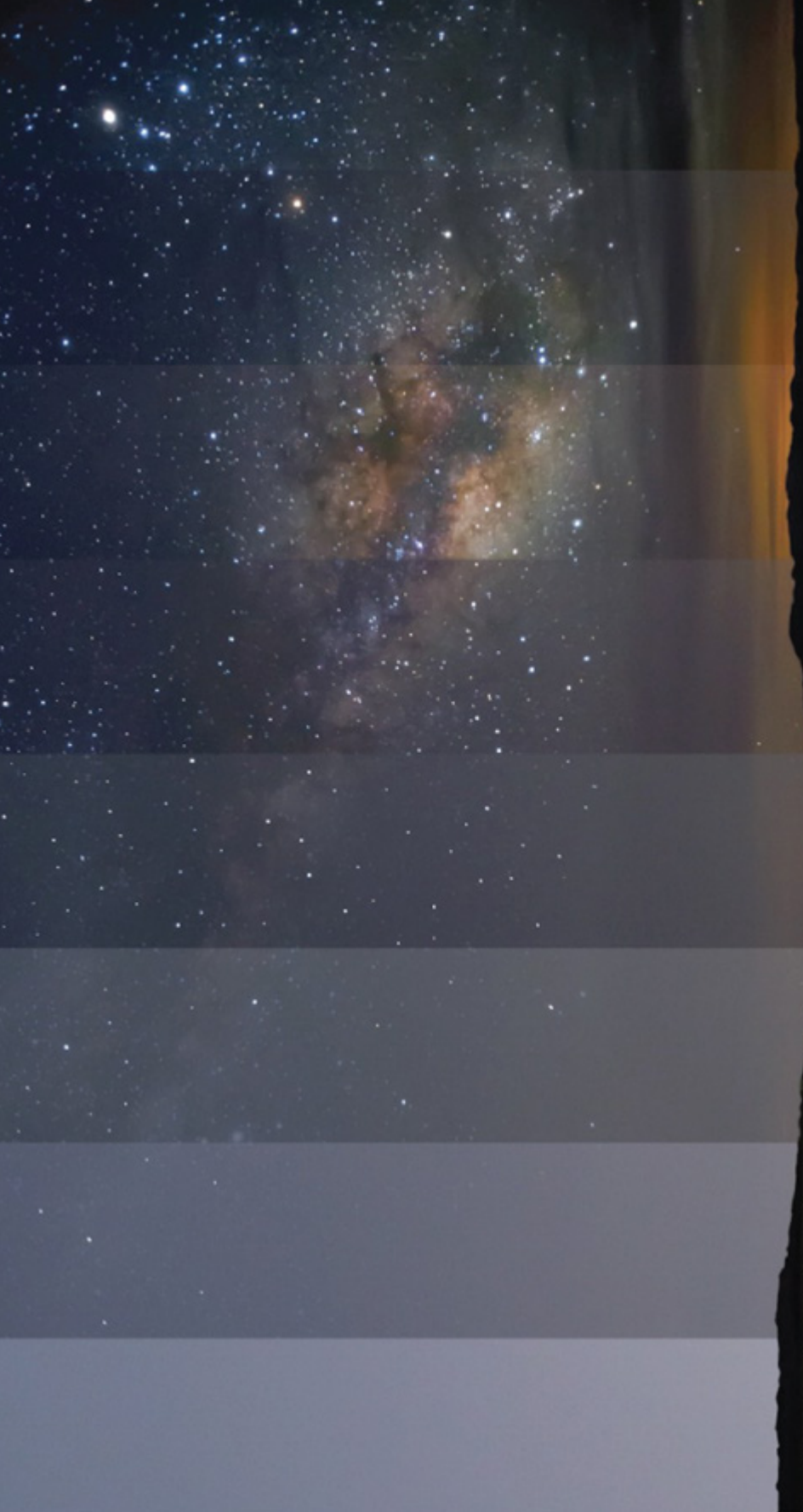
	Boja	Naziv	Magnituda neba	Lim.mag. oka
1	✦	Odlično mračno nebo	22,00–21,99	≥ 7,5
2	✦	Prosečno mračno nebo	21,99–21,89	7,0–7,49
3	✦	Nebo u seoskim područjima	21,89–21,69	6,5–6,99
4	✦	Nebo na prelazu iz seoskog u prigradsko naselje	21,69–20,49	6,0–6,49
5	✦	Nebo prigradskog naselja	20,49–19,50	5,5–5,99
6	✦	Nebo jako osvetljenog prigradskog naselja	19,50–18,94	5,0–5,49
7	✦	Nebo na prelazu iz prigradskog u gradsko naselje	18,94–18,38	4,5–4,99
8	✦	Nebo u gradu	< 18,38	4,0–4,49
9	✦	Nebo u samom centru grada		≤ 4,0



Mapa svetlosnog zagađenja Evrope izvedena iz prvog izdanja *"The World Atlas of the Artificial Night Sky Brightness"* publikovanom 2001. godine

Za novije podatke i podatke izvučene sa satelitskih snimaka posetite:

www.lightpollutionmap.info



Izvor: International Dark-sky Association / Skyglow project

8/9

Grad,
gradski centar

7

Prelaz iz
prigradskog
u gradsko naselje

6

Jako osvetljeno
prigradsko naselje

5

Prigradsko
naselje

4

Prelaz iz seoskog
u prigradsko
naselje

3

Nebo u seoskim
područjima

2

Prosečno
mračno nebo

1

Odlučno mračno
nebo

Uputstvo za tumačenje pakovanja sijalica

Svako pakovanje sijalice sadrži takozvanu “energetsku etiketu”. Ova etiketa nam govori o sledećim svojstvima sijalice:

- ★ Energetska efikasnost (označena velikim slovima alfabeta): postoji 7 kategorija, od A (najefikasnija) do G (najmanje efikasna sijalica)
- ★ Osvetljenost (u Lumenima): Daje informaciju o tome koliko svetlosti emituje sijalica
- ★ Snaga (u Vatima)
- ★ Životni vek (u satima)

Energetska etiketa uvedena je od strane Evropske Unije, kako bi se klasifikovali električni aparati u našim domovima. Danas se ove etikete koriste u mnogim poljima: za električne sijalice, televizore, automobile i slično. Cilj ove etikete jeste da nam olakša izbor prilikom kupovine električnih uređaja i aparata, kako bi trošili manje energije i koštali manje tokom njihovog životnog veka.

INFORMACIJE KOJE MOŽETE DOBITI SA ETIKETE NA SIJALICI:

Najvidljivija informacija jeste energetska klasa sijalice. Najbolje sijalice pripadaju klasi A, a najgore klasi G. Najjednostavnije, sijalice koje pripadaju klasi A, koriste mnogo manje električne energije da bi dale istu osvetljenost kao one klase G. Električne sijalice se dele na tri kategorije:

- 1 Kompaktne fluorescentne sijalice klase A ili B
- 2 Halogene sijalice klase D
- 3 Sijalice sa žarnom niti, koje pripadaju klasama E ili F

Ispod energetske kategorije nalaze se tri veličine u sledećim jedinicama:

- ★ **U Lumenima (lm):** Ova veličina nam opisuje koliko se svetlosti emituje sa date sijalice. Što je ova vrednost veća, sijalica emituje više svetlosti, koristeći istu količinu električne struje. To znači da kada birate sijalicu ne treba da gledate od koliko je vati (W) nego Lumena. Radi poređenja, sijalica sa žarnom niti od 110W emituje 1200-1400lm, dok ona od 25W emituje 220-230lm.

II **U vatima (W):** Ovde možemo dobiti informaciju koliko električne energije troši sijalica. Što je sijalica jača, više električne energije koristi.

III **U satima:** govori o životnom veku jedne sijalice. Na etiketama je uglavnom naznačeno trajanje od 1000 sati, što bi trebalo da bude dovoljno za godinu dana korišćena.

Kao dodatak, svaka etiketa na sijalici ima još nekoliko informacija koje mogu biti od pomoći kada sebi želite da izaberete najbolju sijalicu:

★ U milimetrima (mm): Daje informaciju o veličini same sijalice, kako biste bili sigurni da je prikladna za vaš uređaj.

★ U kelvinima (K), odnosno "Boja sijalice": Najvažnija karakteristika sijalice jeste boja svetlosti koju vam daje. Niske temperature (manje od 4000K) znače da ćete dobiti toplo (žuto) svetlo, a visoke (preko 5300K) daju hladno (belo ili plavo) svetlo.

Iako energetska etiketa na sijalicama daje informaciju o energetskej efikasnosti, retko na ovim pakovanjima možemo naći informaciju o uticaju na okolinu. Plavi ili zeleni cvet sa laticama u obliku zvezde, označava da je sijalica dobra za okolinu.

U poslednje vreme, sve više pakovanja LED sijalica sadrži upozorenje koliko izlaganje belom LED svetlu može biti opasno. Studije pokazuju da izlaganje bilo kakvom svetlu noću može dovesti do velikih problema sa spavanjem. Sijalice sa toplim bojama (oko 2700K) su uglavnom bolji izbor za vaše domove, od hladnih sijalica (preko 4000K) koje emituju veoma veliku količinu belog LED svetla.



MERE ZA SMANJENJE SVETLOSNOG ZAGAĐENJA



Svetlosno zagađenje predstavlja globalni problem koji raste neverovatnom brzinom. Uz sve bolje tehnike proizvodnje veštačkog osvetljenja, cena sijalica i rasvetnih tela je sve niža, i samim tim dostupnija svima. Od prvih baklji do prvih pokušaja da se napravi LED sijalica prošlo je gotovo 400.000 godina tokom kojih smo mogli da uživamo u prizoru Mlečnog puta gotovo iznad svakog tačke na Zemlji. Međutim, od kako je počela era moderne rasvete 60-ih godina prošlog veka, ovaj neizostavni deo naše životne sredine počinje da blede i potpuno se gubi u naseljenim delovima naše planete.

U priručniku je pomenuto da bez obzira na veličinu i agresivnost ove pojave, svetlosno zagađenje se može prilično jednostavno rešiti – gašenjem suvišne rasvete i postavljanjem ekološkog veštačkog osvetljenja. Ekološko osvetljenje u kontekstu svetlosnog zagađenja, ne znači samo da je izvor napajanja iz nekog obnovljivog energetskeg resursa, nego i da je sama konstrukcija rasvete, kao i intenzitet prilagođen životnoj sredini.

Međunarodna zajednica tamnog neba je izdvojila 5 osnovnih principa kojima se treba voditi kako bi spoljašnja rasveta bila prilagođena ekološkim standardima:

1. SVRSISHODNA RASVETA - Svako osvetljenje treba da ima jasnu namenu

Pre instaliranja ili zamene osvetljenja, utvrdite da li vam je ono zaista potrebno. Razmotrite kako će upotreba svetlosti uticati na područje, uključujući divlje životinje i životnu sredinu. Razmislite o upotrebi reflektujućih boja ili samosvetlećih markera za znakove, ivičnjake i staze kako biste smanjili potrebu za trajno instaliranim spoljnim osvetljenjem.

2. USMERENA RASVETA - Svetlost treba usmeriti samo tamo gde je potrebno

Koristite zasenčenu rasvetu koja je usmerena samo ka objektu ili podlozi koja treba da se osvetli, tako da se svetlost ne preliva van linije horizonta. Vratite se na poglavlje "Uzroci svetlosnog zagađenja" i saznajte više o konstrukciji rasvete.

3. OSVETLJENJE NISKO INTENZITETA - Svetlost ne sme biti svetlija nego što je potrebno

Koristite najniži nivo osvetljenja sa kojim možete da funkcionišete normalno. Imajte na umu refleksiju svetlosti od površine koja ponekad može odbiti više svetlosti ka noćnom nebu nego što se može pretpostaviti.

4. KONTROLISANO - Svetlost treba upotrebljavati samo kada je korisna

Koristite tajmere ili detektore pokreta kako biste bili sigurni da je svetlost dostupna kad je potrebno, prigušena kad je to moguće i isključena kada nije potrebna.

5. BOJA - Koristite svetla u toplijim bojama gde god je to moguće

Ograničite korišćenje svetlosti kraćih talasnih dužina (plavo-ljubičaste preko 3000K) na minimum. Kad god ste u prilici koristite tople boje, po mogućnosti boju ćilibara do 2300K. Ukoliko morate koristiti bela LED osvetljenja, postavite samo tamo gde vam treba, kada vam zatreba, u potrebnoj količini, i ne više.

Za kraj, želimo da vas pozovemo da prijavite lošu rasvetu, blještave reklame ili bilo koji drugi oblik svetlosnog zagađenja koji vam pričinjava nelagodu. To možete da učinite tako što ćete skenirati QR kod sa mobilnim uređajem ili tako što ćete posetiti stranicu na našem sajtu: <https://carpenoctem.rs/svetlosno-zagadenje/redukcija/prijavi-losu-rasvetu/>



NAUČI I UKLJUČI SE I TI

Veoma veliki procenat stanovništva na Zemlji uopšte nije svestan veličine problema svetlosnog zagađenja. Samo širenje znanja o značajnosti, uzrocima i posledicama ovog problema može drastično da utiče na smanjenje istog. Mi te pozivamo da se uključiš i radiš sa nama, bez obzira u kom delu Srbije bio/la! Informacije možeš pronaći na našem sajtu ili nas kontaktirati putem mail-a / telefona datih u priručniku.

LITERATURA I IZVORI

Koriščena literatura:

- ★ Anisimov, V. N. (2006). Light pollution, reproductive function and cancer risk. *Neuro Endocrinology Letters*, 27(1-2), 35-52. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16648818>
- ★ Berry, R. L. (1976). Light pollution in Southern Ontario. *Journal of Royal Astronomical Society of Canada*, 70(3), 97-115.
- ★ Brox, J. (2009). *Brilliant: the evolution of artificial light*. Houghton Mifflin Harcourt. Boston
- ★ Cinzano, P., Falchi, P. F., & Elvidge, C. D. (2001). The first World Atlas of the artificial night sky brightness. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 328, 689-707.
- ★ Cromie, W. (1999). Human Biological Clock Set Back an Hour. *Harvard Gazette*.
- ★ Davis, S., Mirick, D. K., & Stevens, R. G. (2001). Night Shift Work, Light at Night, and Risk of Breast Cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, 93(20), 1557-1562.
- ★ Fonken, L. K., Nelson, R. J. (2014). The effects of light at night on circadian clocks and metabolism. *Endocrine Reviews*, 35(4), 648-670. <https://doi.org/10.1210/er.2013-1051>
- ★ Hollan, J. (2009). What is light pollution, and how do we quantify it? Workshop Paper at Darksky 2007 Conference, (December 2006), 1-12.
- ★ Mikuž, H., Zwitter, T. (2005). Širjenje umetne svetlobe v atmosferi in vpliv na onesnaženje nočnega neba s primeri iz Slovenije, Zbornik: Svetloba in okolje, Ljubljana 55-66
- ★ Mizon, B., 2012. *Light pollution: responses and remedies*. Springer Science & Business Media.
- ★ Narisada, K., & Schreuder, D. (2013). *Light pollution handbook* (Vol. 322). Springer Science & Business Media.
- ★ Riegel, K. W. (1973). Light Pollution: Outdoor lighting is a growing threat to astronomy. *Science*, 179(4080), 1285-1291.

Koriščeni internet izvori:

- ★ www.flickr.com
- ★ www.pexels.com
- ★ www.palomarskies.blogspot.com
- ★ www.nullylighting.co.uk
- ★ www.diyphotography.net
- ★ www.quora.com
- ★ www.spectrum.ieee.org
- ★ www.darksky.org
- ★ www.skyglowproject.com
- ★ www.illinoislighting.org
- ★ www.mnn.com
- ★ www.engadget.com
- ★ www.freepik.com



O NAMA

NVO “Carpe Noctem” predstavlja nevladino i neprofitno udruženje osnovano radi ostvarivanja ciljeva iz oblasti zaštite životne sredine sa posebnim akcentom na problematiku svetlosnog zagađenja. Udruženje su osnovali profesori i studenti Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu, a mnogobrojne članove čine građani širom Srbije koji smatraju da je očuvanje prirodno tamnog noćnog neba od suštinskog značaja za kvalitet životne sredine i ljudskog zdravlja.

Više informacija o samom udruženju, mogućnostima učlanjenja, i tekućim i planiranim aktivnostima dostupno je na internet adresi:

www.carpenoctem.rs/o-nama/

Za direktan pristup internet adresi sa mobilnih uređaja skenirajte QR kod desno.





NEKE OD NAŠIH AKTIVNOSTI



Astro šetnja



Noćna vožnja biciklima



Zvezdani triatlon



Zvezdani triatlon

CIP - Каталогизација у публикацији

Библиотеке Матице српске, Нови Сад

504.61:628.97(035)

Priručnik o svetlosnom zagađenju : definicija, uzroci i posledice. -Beočin :
Nevladina organizacija "Carpe Noctem", 2022 (Novi sad : Vekamer-co). - 42 str.
: ilustr. ; 25 cm

Tiraž 500. - Bibliografija.

ISBN 978-86-901756-0-4

а) Животна средина -- Светлосно загађење -- Приручници

COBISS.SR-ID 58817801



Come to the dark skies, we have stars!

www.carpenoctem.rs

2022