



## АНАЛИЗА СВЕТЛОСНОГ ЗАГАЂЕЊА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА КРАГУЈЕВЦА И ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА ЊЕГОВО СМАЊЕЊЕ

### ANALYSIS OF LIGHT POLLUTION ON TERRITORY OF THE CITY OF KRAGUJEVAC AND PROPOSAL OF MEASURES FOR ITS REDUCTION

Олга Јевтић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област: АРХИТЕКТУРА

**Кратак садржај** – Овај рад бави се анализом светлосног загађења на територији града Крагујевца. Анализа проблематике обухвата четири фазе. Прва фаза је прикупљање података путем онлајн анкете и упознавање са мишљењем грађана. Друга фаза је преглед фотографија визуелним запажањем. Трећа фаза је разговор са стручњацима релевантним за истраживање и четврта фаза је предлог мера за смањење светлосног загађења.

**Кључне речи:** Светлосно загађење, улична расвета, животна средина, вештачко осветљење

**Abstract** – This paper covers light pollution analysis on the territory of the city of Kragujevac. The analysis of the problem includes four phases. The first phase is the collection of data through an online survey, collecting the opinion of the citizens. The second phase is the review of photos by visual observation. The third phase is a deep interview with experts relevant to the research and the fourth phase is a proposal for measures to reduce light pollution.

**Keywords:** Light pollution, street light, environment, artificial lighting

#### 1. УВОД

Урбанизација градова довела је до све веће потребе за ширењем осветљења нових просторних целина. Недовољна осветљеност у граду данас се може тумачити као симбол небезбедности и тиме довести до стварања нелагоде код самог пролазника или корисника простора. Питање које се поставља је *Зашто се светлосно загађење сматра загађењем и на који начин оно загађује урбану средину?* Циљ истраживања је да информисе кориснике простора о тренутном стању осветљења у граду Крагујевцу, уз преглед локација са присутним изворима загађења, као и да укаже на потенцијална решења за смањење светлосног загађења. Истраживање је организовано у фазама, које су обухватиле спровођење анкете међу грађанима са тумачењем резултата, визуелну анализу, као и разговоре са стручњацима релевантним за област, у форми дубоких интервјуа.

#### НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Милица Врачарић, ред. проф.

#### 2. ШТА ЈЕ СВЕТЛОСНО ЗАГАЂЕЊЕ?

Светлосно загађење ефекат је неефикасног, прекомерног и погрешно оријентисаног вештачког спољашњег осветљења. Највећи извор светлосног загађења долази од уличне расвете, а узрочници су и комерцијална светла, светло из урбаних средина, светла у дворишту, расвета саобраћајница, декоративна светла и многи други [1]. Први научни рад на тему светлосног загађења објављен је 1973. године под насловом *Light pollution – outdoor lighting is a growing threat to astronomy* у часопису *Science* од стране Курт Ригела, који дефинише светлосно загађење као нежељено небеско светло произведено од стране човека, услед раста популације и повећања јавне расвете по глави становника [2].

##### 2.1. Класификација облика светлосног загађења

Светлосно загађење представља светски признат проблем. *Међународна асоцијација за тамно небо* (енг. *International Dark-sky Association*) је водећа организација која се бори против светлосног загађења широм света. Она 1988. године уводи квалификацију облика светлосног загађења [3]:

*Бљесак* представља директно видљиву светлост где у контрасту са окружењем доводи до проблема људског вида, узрокујући непрепознатљивост објеката. Дефинише се као јак, директан извор светлости.

*Преливање светлости или преступ (интрузија светлости)* настаје када извор светлости не осветљава само наменску област, већ и њену околину и тиме прелази дефинисане границе.

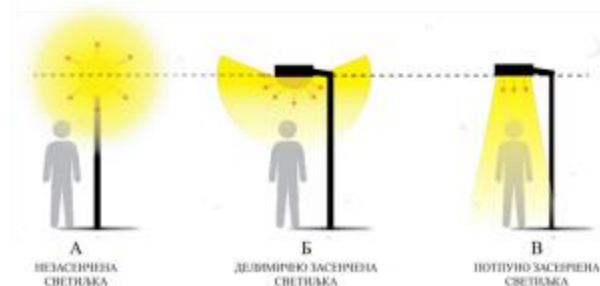
*Груписано осветљење* је облик светлосног загађења у коме број светлосних извора превазилази потребе у датој области.

*Сјај неба* резултат је расипања вештачког светла у атмосфери. Представља најзаступљенију категорију светлосног загађења. Ефекат сјаја неба може бити изазван непрописно заштићеним лампама или погрешно нагнутим држачима светилке.

##### 2.2. Узроци светлосног загађења

Постоји више фактора који доприносе загађењу, али најчешће се расподељују у две групе: *друштво-економски* и *инжењерско-технолошки фактори*. Друштвено-економски фактори су *субурбанизација*, *психолошки фактори* (страх услед недовољне осветљености улица), *технолошки напредак* (развој система уличне расвете) и људска потреба за активнијим ноћним сатима. Конструкција расвете у великој мери утиче на

пропагирање светлости, па самим тим и на количину и интензитет негативних последица. У свету се најчешће користе три облика конструкције расвете: *незасенчена* (*non cutoff*), *полу-засенчена* (*semi-cutoff*) и *потпуно засенчена* (*full-cutoff*). Продуктивност осветљења дефинисана је преласком фотона ван линије хоризонта (**Error! Reference source not found.**) [1].



Слика 1. Облици конструкције расвете [2]

Осим конструктивних карактеристика светилке, угао под којим се поставља доста утиче на ниво штетности, као и висина на којој је дати извор осветљења постављен. Један од веома присутних извора светлосног загађења су рекламне табле (билборди), који могу бити осветљени споља и су самосветлеће LED табле [3].

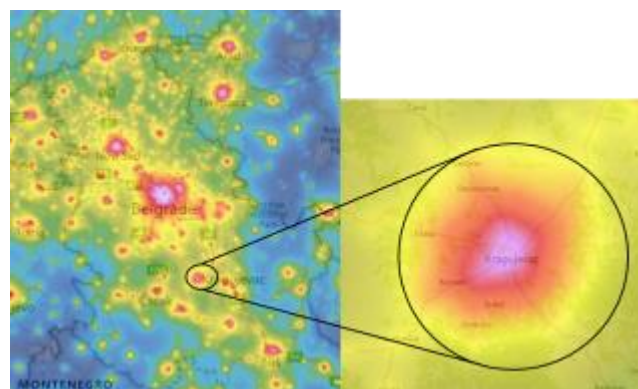
### 2.3. Ефекти светлосног загађења

Недовољна информисаност о проблему светлосног загађења, као и сама могућност негативног утицаја светлости на здравље људи прихвата се као нужна нуспојава живота у граду. Ефекти светлосног загађења имају утицај на здравље и квалитет живота људи (здравствени проблеми, кардиоваскуларне болести, депресија и несаница), функционисање животињског света и њиховог окружења (нестанак одређених врста), Земљин екосистем (продор УВ зрака као последица сјаја неба), утицај на саобраћај – пренаглашено осветљење, као и погрешна оријентација светилке (слепило код возача) и загађење ваздуха (енергетска ефикасност осветљења) [3].

### 2.4. Уводна разматрања и полазиште за истраживање

Идеја рада је да обухвати анализу мишљења и ставова грађана, односно корисника простора, града Крагујевца и њихову информисаност о проблему светлосног загађења и начина превазилажења истог. Током месеца јуна 2022. године спроведена су истраживања грађана (200 учесника) кроз онлајн анкету, како би се утврдила тренутна информисаност становништва о проблему светлосног загађења. Такође, обухваћена су мишљења стручњака о датом проблему, као и утицај светлосног загађења у осталим областима. Дати су и визуелни прикази локација са израженим светлосним загађењем на територији града Крагујевца.

Сателитски снимак тренутног стања светлосног загађења на територији Србије, према изворном сајту Light pollution map, показује да су најфреквентније тачке следећи градови: Београд (најизраженије светлосно загађење), Нови Сад (други по степену загађености), затим Ниш и Суботица, као и Крагујевац (слика 2) [4].



Слика 2. Тренутно стање светлосног загађења у Србији (приказ десно град Крагујевац) [4]

## 3. МЕТОДОЛОГИЈА

**Прва фаза** рада обухвата анализу онлајн анкете спроведене на територији града Крагујевца. Анкета је концептирана са циљем прикупљања информација о структури и мишљењу испитаника о светлосном загађењу. Она се састоји од шеснаест питања.

**Друга фаза** рада обухвата преглед фотографија визуелним запажањем на фреквентним локацијама. Фотографије су подељене на основу функције коју осветљење има на анализираним локацијама (улично осветљење, партерено осветљење, рекламно осветљење), као и у односу на проблем недовољне осветљености.

**Трећа фаза** је укључила разговор са стручњацима релевантним за проблематику светлосног загађења. Прикупљена су мишљења психолога (утицај на психологију сна), биолога (утицај на екосистем), енергетичара (тренутно стање енергетске ефикасности осветљења у граду) и неуроначника (утицај на перцепцију).

**Четврта фаза** представља предлог мера за смањење светлосног загађења на територији града.

## 4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈЕ

**Резултати анкете** - Структуру испитаника у већем проценту чине жене (71,4%). Најизраженију старосну групу чине испитаници старији од 30 година, са занимањима из групе друштвених, природних и медицинских наука. Већи проценат испитаника није информисан о термину светлосног загађења, а 88,8 % није информисано о тренутном стању светлосног загађења. За највећи број испитаника светлосно загађење представља сваки вид вештачког осветљења, употребу осветљења у неприкладним сатима, светлеће рекламне билборде, као и претерано груписање осветљења на јавној површини.

Локације загађења су, према испитаницима, присутне у целом граду осим на брдовитим ободима (насеље Виногради и Метино брдо). Са друге стране, има и испитаника којима нису познате локације на којима је присутно светлосно загађење. Анкетирани грађани већином нису упознати са штетношћу претераног осветљења, али претпостављају да је штетно. Утицај светлећег рекламног материјала не примећује 75,4% испитаника, док јачина светлости утиче на квалитет сна код 58,8% испитаника.

**Преглед фотографија** - Следеће фотографије дате су као приказ резултата нивоа осветљености. Пример конструкције расвете уличног осветљења у улици Војводе Радића нарушава зеленило висином стуба (Слика). У питању је LED осветљење са незаштићеним извором светлости. Стога расипањем светлости, као и недовољном осветљеношћу, овако постављена светиљка није адекватна за локацију.



Слика 4. Неадекватно постављено улично осветљење - нарушавање екосистема [5]

Пример партерног осветљења је плато испред робне куће „Београд“, прекривен текстуалним светлећим натписима (слика 5), рекламним материјалом и регулисан уличним осветљењем. Димензије рекламне садржаја дефинисане су површином зида на самом објекту, а потребе за осветљењем захтевају ангажованост четири рефлектора.



Слика 5. Плато испред робне куће „Београд“ [5]

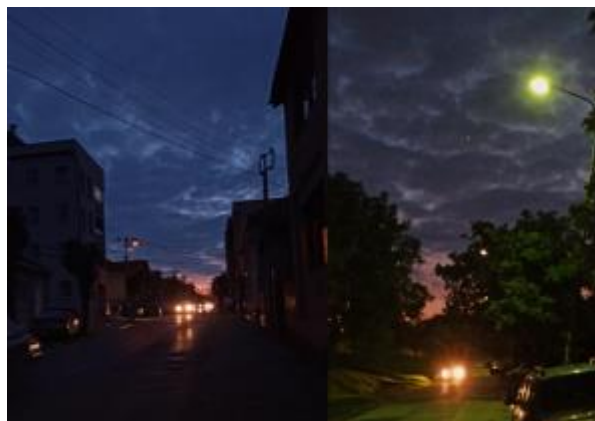
Једна од најстаријих индустрија у граду јесте прехранбена фабрика „Житопродукт“ (слика 6). Рекламни материјал са приказом различитих врста хлебних производа узнемиравајућ је за становнике овог дела града. Он заузима читаву површину фасаде и осветљен је током целе ноћи, представљајући један од узрочника саобраћајних незгода у овом делу града. Продор светлости достиже до пар стотина метара, а упад светлости у индивидуална домаћинства, ометање тока саобраћаја услед изразите блештавости и нелагоде у оку посматрача само су неки од проблема.

Испитаници наводе да је Крагујевац недовољно осветљен. На слици 7 приказана је улица Милована Гушића (лево) и Воје Радића (десно). Поменуто улице

нису адекватно регулисане степеном осветљења током ноћи и стога се питање безбедности доводи у питање.



Слика 6. Рекламни материјал фабрика „Житопродукт“ [5]



Слика 7. Неадекватно осветљена улица [5]

**Експертска анализа** - Мишљење психолога је да светлост игра кључну улогу у свакодневним активностима човека, с тим да је утицај светла на психологију сна индивидуалан (продуктивност ноћу, спавање у изразито осветљеној просторији или они код којих минимални продор нарушава квалитет сна). Проблеми са спавањем присутни су код 45% светске популације. Неки од здравствених проблема који прате лош квалитет или недостатак сна су: повећање телесне тежине и гојазност, дијабетес и други метаболички проблеми и производња мелатонина у мозгу (као последица изложености вештачкој плавој светлости).

**Мишљење биолога** – Наглим ширењем градова почетком 21. века дошло је до уништавања многих природних екосистема (смањење животињских и биљних врста). Светлосно загађење ремети природни однос дужине дана и ноћи у екосистемима. У великој мери животни ритам животиња одређен је условима спољашње средине, а у највећој мери су угрожене ноћне животиње. Последице на екосистем су: морталитет код инсеката (превелика топлота уличне расвете), репродукција код животиња (активности репродукције које су везане за ноћ) и кретање птица селица које се оријентишу помоћу извора ноћног светла (месечина, залазак сунца и слично).

**Мишљење енергетичара** – Јавно осветљење града Крагујевца располаже са укупно 23.750 сијалица.



Стубови јавног осветљења у власништву су Електро-дистрибуције, док је одржавање јавног осветљења поверено приватном предузећу. Годишња потрошња електричне енергије у систему јавног осветљења на територији града износи укупно око 16.000.000,00 kWh. Према врсти светлосног извора, на територији града заступљени су следећи извори осветљења: НРМ – живине сијалице и НPS – натријумове сијалице [6].

*Мишљење неуронаучника* – На основу разумевања процеса механизма људског вида, може се закључити колико су утицајни тип светлости и интензитет у нашем окружењу, јер могу снажно утицати на начин рада, и још више, на перцепцију. Светска здравствена организација (СЗО) сматра да светлосно загађење има катастрофалне последице по глобално здравље и животну средину уопште.

## 5. ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА СМАЊЕЊЕ СВЕТЛОСНОГ ЗАГАЂЕЊА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА КРАГУЈЕВЦА

На основу до сад предузетих истраживања у пољу поменуте проблематике, за град Крагујевац се могу издвојити следеће мере: смањена употреба декоративног осветљења током културних дешавања и примена енергетски ефикаснијег осветљења, уз регулацију помоћу сензора и димера; примена адекватних конструктивних карактеристика извора осветљења са оријентацијом на доле као допринос ефикаснијем осветљењу; LED осветљење и примена обновљивих извора енергије (соларне светиљке); регулација осветљења саобраћајница, као и услужних објеката чија осветљеност није неопходна током ноћи; пригушено осветљење током ноћне вожње сасвим је довољно за саобраћајнице које су већ осветљене вештачким осветљењем; употреба аутоматских система за гашење уличног светла у одређено време у односу на интензитет природне светлости представља такође један од видова смањења светлосног загађења; адекватна информисаност грађана о проблему и мерама.

Неке од мера које би се могле имплементирати на конкретним локацијама јесу: смањење активности светлећег рекламног натписа апотеке изражене зелене трепћуће боје у Улици 27. марта, која знатно нарушава перцепцију возача, посебно током ноћи; адекватна регулација рекламног садржаја Фабрике „Жито-продукт“ која је узрочних многих саобраћајних незгода; адекватније амбијентално осветљење парковских и рекреативних површина (посебно Великог парка и игралишта за децу фондације „Драгица Николић“) са регулацијом осветљења помоћу сензора покрета, којим би се обезбедио бољи квалитет осветљења, без угрожавања безбедности корисника.

## 6. ЗАКЉУЧАК

Анализом светлосног загађења и самог појма вештачког осветљења поставља се питање колико је оно заиста штетно. Спроведеном анализом на територији града Крагујевца, по угледу на досадашња истраживања у овом пољу, дат је јасан преглед тренутног стања. На основу добијених одговора испитаника, закључује се да су исти упознати са појмом светлосног загађења, али не у довољној мери, па је неопходна додатна информисаност грађана. Зарад очувања здравља грађана, контролисано управљање електричном енергијом, односно расветом самог града, применом мера за смањење вештачког осветљења на фреквентним тачкама, корак је ка здравијој и економичнијој будућности у урбаним срединама.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бјелајац Д. Проблематика светлосног загађења у урбаној средини града Новог Сада са предлозима мера за његово смањење. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департаман за географију, туризам и хотелијерство; 2022.
- [2] Приручник о светлосно загађењу дефиниција, узроци и последице. Невладина организација „Carpe Noctem“;
- [3] Instytut Zaopatrzenia w Wodę i Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Krakowska, Ścieżor T. Light pollution as an environmental hazard. СТ 2019:129–42. <https://doi.org/10.4467/2353737XCT.19.084.10863>.
- [4] Light Pollution map [www.lightpollutionmap.info](http://www.lightpollutionmap.info) (приступљено: 11.07.2022).
- [5] Олга Јевтић, август 2022.
- [6] Регионални евро центар за енергетску ефикасност Крагујевац <https://sites.google.com/fink.rs/receekg/receekg> (приступљено: 12.07.2022).

### Кратка биографија:



**Олга Јевтић** рођена је у Крагујевцу 1998. год. Основне академске студије завршила је 2021. године на Факултету инжењерских наука, студијски програм Урбано инжењерство. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектура – Урбанистичко планирање и феномени савременог града одбранила је 2022. године.