

Opis projekta:

„Tko je vidio krijesnice 2019., a tko 2025. godine?“

„Who saw fireflies in 2019, and who in 2025?“

Učenici:

Esma Šabanović, 8.razred

Jana Zaborski, 7. razred

Andrej Ožura, 6. razred

Mentor: Snježana Marković-Zoraja, prof. smzoraja566@gmail.com

OŠ Dubovac

47000 Karlovac

Primorska 9

Telefon škole: 047416561

Sažetak:

Istraživački projekt „Tko je vidio krijesnice 2019., a tko 2025. godine?“ nastavak je istraživanja provedenog 2019. godine s ciljem utvrđivanja promjena u učestalosti opažanja krijesnica u gradskim četvrtima i mjesnim odborima Grada Karlovca. Projekt je proveden u razdoblju od 1. lipnja do 15. srpnja 2025. godine, u istom razdoblju kao i 2019., kada su krijesnice prirodno najaktivnije. Glavni cilj bio je ispitati je li uvođenje pametne, ekološke rasvjete i intenzivna urbanizacija u razdoblju 2019.– 2025. utjecala na broj opažanja krijesnica u gradskim četvrtima i mjesnim odborima. Učenici su prema GLOBE protokolu bilježili datume opažanja i tip MUC pokrova na kojem su krijesnice zabilježene te su rezultati uspoređeni s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka. Rezultati pokazuju da su opažanja i dalje znatno učestalija u manje naseljenim i slabije osvijetljenim mjesnim odborima nego u urbanim gradskim četvrtima. U gradskoj četvrti Novi centar krijesnice nisu zabilježene ni 2019., ni 2025. godine, unatoč uvođenju pametne ekološke rasvjete. U pojedinim mjesnim odborima (Zadobarje, Zagrad–Vučjak, Gornje Stative) broj opažanja 2025. godine bio je veći nego 2019. U Mjesnom odboru Velika Jelsa zabilježen je manji broj opažanja 2025. godine, što je vjerojatno povezano s prometom i rasvjetom uz autocestu A6. Razlike u broju opažanja krijesnica moguće su i zbog različitih lokacija opažanja 2025. godine u odnosu na 2019. U 2025. godini evidentirano je više ukupnih dana opažanja u odnosu na 2019., što korelira s većim brojem toplih i vrućih dana. Najviše opažanja 2025. godine zabilježeno je na pokrovu MUC 1123 (listopadna šuma bez vazdazelenih uklopina), a iste godine zabilježene su i na pokrovu MUC 4 (travnjačka vegetacija) MUC 8 (kultivirano zemljište) i MUC 9 (gradsko - urbanizirano zemljište). Najviše opažanja 2019. godine bilo je na pokrovu MUC 1123, ali su zabilježene još samo na pokrovu MUC 9. Zaključno, rezultati ukazuju na snažan utjecaj urbanizacije i svjetlosnog onečišćenja na prisutnost krijesnica te naglašavaju važnost dugoročnog praćenja ovih bioindikatora očuvanosti okoliša.

Abstract:

The research project "Who saw fireflies in 2019, and who in 2025?" is a continuation of the research conducted in 2019 with the aim of determining changes in the frequency of firefly observations in city districts and local committees of the City of Karlovac. The project was conducted in the period from June 1 to July 15, 2025, the same period as in 2019, when fireflies are naturally most active. The main goal was to examine whether the introduction of smart, ecological lighting and intensive urbanization in the period 2019–2025 affected the number of firefly observations in city districts and local committees. According to the GLOBE protocol, students recorded the dates of observations and the type of MUC cover on which

fireflies were recorded, and the results were compared with the maximum daily air temperature. The results show that sightings are still significantly more frequent in less populated and less well-lit local councils than in urban city districts. In the city district of Novi Centar, fireflies were not recorded in either 2019 or 2025, despite the introduction of smart lighting. In some local councils (Zadobarje, Zagrad–Vučjak, Gornje Stative), the number of sightings in 2025 was higher than in 2019. In the Velika Jelsa Local Council, a lower number of sightings was recorded in 2025, which is probably related to traffic and lighting along the A6 motorway. Differences in the number of firefly sightings are also possible due to different locations of sightings in 2025 compared to 2019. In 2025, more total days of sightings were recorded compared to 2019, which correlates with a higher number of warm and hot days. The highest number of observations in 2025 was recorded on the MUC 1123 (deciduous forest without evergreen inclusions), and in the same year they were also recorded on the MUC 4 (grassland vegetation), MUC 8 (cultivated land) and MUC 9 (urbanized land). The highest number of observations in 2019 was on the MUC 1123 cover, but they were only recorded on the MUC 9 cover. In conclusion, the results indicate a strong impact of urbanization and light pollution on the presence of fireflies and emphasize the importance of long-term monitoring of these bioindicators of environmental conservation.

Uvod/ Introduction:

Krijesnice žive na svim kontinentima u području umjerene i tropske klime. Najčešće ih nalazimo na vlažnim i toplim staništima, u šumarcima ili na livadama u blizini jezera ili rijeka. Uzrok sve manjem broju krijesnica je djelovanje čovjeka na prirodu kroz urbanizaciju i svjetlosno onečišćenje. Obzirom da krijesnice koriste svjetlosne organe prilikom međusobne komunikacije, umjetni izvori svjetlosti (svjetlo automobila, ulična rasvjeta, svjetlo iz domova i izloga) uvelike ometaju njihovu komunikaciju, koja im je ključna za pronalaženje partnera za parenje. Prolazak automobilskih svjetla pored lokacije na kojoj se nalaze krijesnice može poremetiti njihovu sinkronizaciju i na nekoliko minuta. Konstantno ometanje umjetnim svjetlom otežava krijesnicama komunikaciju i umanjuje šansu za parenje što može u budućnosti dovesti do značajnog smanjenja brojnosti krijesnica. U područjima s intenzivnom poljoprivredom, na brojnost krijesnica utječe prskanje biljnih kultura pesticidima [1]. Kada svjetlo šteti živim bićima, govorimo o svjetlosnom onečišćenju koje je jedan od razloga smanjenja broja krijesnica [1].

U svijetu postoji oko 2000 vrsta krijesnica. U Hrvatskoj pronalazimo dvije vrste krijesnica: ivanjska krijesnica (*Lampyrus noctiluca* L.) i mala ivanjska krijesnica (*Lampyrus splendidula* L.). Kod obje vrste, samo mužjaci imaju krila i lete [2,4]. Mala ivanjska krijesnica je rasprostranjena po središnjoj Europi i dijelu jugoistočne Europe. Mužjaci su tamnosmeđe do crne boje, a ženke su žućkastih tonova. Veličine su oko 12 milimetara (slika 1). Mužjaci kontinuirano svijetle tijekom leta proizvodeći žutozelenu svjetlost. Ženke također svijetle kontinuirano (dio tijela s točkama koje im se nalaze s bočnih strana), no to čine u travi jer imaju kratka i reducirana krila zbog čega ne lete [2,4].



Ivanjska krijesnica nastanjena je u gotovo svim državama Europe s umjerenom klimom. Čokoladno-smeđe je boje. Mužjaci tijekom leta ne projiciraju svjetlost, a ženke, koje ne lete zbog nedostatka krila, svijetle kontinuirano (slika 2). Svijetljenje im je okarakterizirano žuto-zelenom bojom te sporim pulsirajućim sjajem. Naziv „Ivanjska“, pripisuje joj se zbog prvog ljetnog leta koji počinje u noći Svetog Ivana, između 23. i 24. lipnja. Ponekad svoj prvi let započinju i ranije, a to ovisi o atmosferskim prilikama određene godine. Njihova svjetlost najčešće je vidljiva između 21 i 22 sata [2,4].



Svjetlost krijesnica vidljiva je do 40 metara. Svjetlost se stvara na posebnim membranama u zatku koje sadrže tvar luciferin. Krijesnice su najefikasniji proizvođači svjetlosti jer 98 % energije koja nastaje u procesu je svjetlost, a tek 2 % toplina. Proizvodnja svjetla služi im za komunikaciju, pronalaženje partnera i parenje, a ponekad za upozoravanje predatora kako bi se zaštitile. Na Zemlji postoji oko 2000 vrsta krijesnica. U većini vrsta oba spola imaju svjetlosni organ, a kod manjeg broj vrsta je to karakteristika samo jednog spola [2,4].

Istraživački projekt „Tko je vidio krijesnice?“ prezentiran je na Državnoj smotri GLOBE 2021. godine te je objavljen u časopisu *Bioznanac*, br.7 2021. Rezultati navedenog projekta pokazali su da učenici koji žive u mjesnim odborima udaljenima od gradskog središta Karlovca češće bilježili pojavu krijesnica u razdoblju od 1. lipnja do 15. srpnja 2019. godine nego učenici koji žive u gradskim četvrtima. Noćno osvjetljenje veće je u gradskim četvrtima zbog velikog broja

stambenih objekata, velikih prometnica i trgovačkih centara, što je vjerojatno rezultiralo rjeđim bilježenjem krijesnica među učenicima koji u njima žive [2]. Istraživanje je ponovljeno 2025. godine s ciljem usporedbe s rezultatima u 2019. godini kako bi se analizirale moguće promjene jer su se u posljednjih 5 godina u Karlovcu i okolici odvijali mnogobrojni građevinski radovi te je na užem i širem gradskom području postavljena pametna ekološka rasvjeta (slika 3). Cilj ovog istraživačkog projekta bio je istražiti jesu li navedeni radovi utjecali na broj opažanja krijesnica u gradskim četvrtima i mjesnim odborima.



Slika 3. Grad Karlovac, Karlovac – pametna rasvjeta [3]
Figure 3. Karlovac – smart lamp on the street [3]

Za grad Karlovac, krijesnice su osobito važne jer se svake godine tradicionalno obilježava Ivanjski krijes, a to je i dio turističke ponude Karlovca kad počinju Dani Karlovca, a ivanjska krijesnica je simbol Ivanja.

Istraživačka pitanja i hipoteze / Research questions and hypothesis:

Istraživačka pitanja:

Je li došlo do promjene broja opažanja krijesnica u razdoblju istraživanja nakon 6 godina u odabranim gradskim četvrtima i mjesnim odborima Karlovca?

Na kojim tipovima MUC pokrova su krijesnice zabilježene 2019., a na kojima 2025. godine?

Ima li promjene u ukupnom broju dana opažanja krijesnica u razdoblju istraživanja 2025. godine u odnosu na opažanja 2019. godine?

Hipoteze:

U istraživanju 2025. godine bit će više opažanja krijesnica u manje naseljenim ili manje osvijetljenim mjesnim odborima koji su udaljeni od glavnih prometnica kao i u istraživanju 2019. godine.

U istraživanju 2025. godine bit će više opažanja krijesnica u gradskim četvrtima nego u istraživanju 2019. godine jer je posljednjih godina postavljena pametna ekološka rasvjeta.

U istraživanju 2025. godine krijesnice će biti zabilježene na pokrovu MUC 9 (gradsko urbanizirano zemljište) i MUC 1123 (listopadna šuma bez vazdazelenih uklopina) kao i 2019. godine.

Pretpostavljamo da će ukupan broj dana opažanja krijesnica biti veći u godini s više toplih i vrućih dana u istraživanom razdoblju.

Metode istraživanja / Research methods:

Istraživanje je provedeno od 1. lipnja do 15. srpnja 2025. godine budući da se prema literaturnim podacima krijesnice u Hrvatskoj opažaju upravo u tom razdoblju. Krijesnice su istraživane u istom razdoblju i 2019. godine [2].

Primijenjena je ista metoda istraživanja kao i u istraživačkom projektu 2019. godine. Učenici koji pohađaju Osnovnu školu Dubovac stanuju u različitim mjesnim odborima i gradskim četvrtima Karlovca pa smo mogli uspoređivati rezultate opažanja 2025. godine s rezultatima opažanja 2019. godine. Učenici GLOBE skupine na svojoj su adresi stanovanja bilježili datume opažanja krijesnica i odredili kategoriju pokrova koristeći MUC, prema GLOBE protokolu, na mjestima gdje su vidjeli krijesnice od 1. lipnja do 15. srpnja 2025. godine [5]. Svjetlost krijesnica učenici su fotografirali te su proučavali literaturu o najčešćim vrstama krijesnica koje žive u Hrvatskoj [4]. Uspoređen je broj opažanja krijesnica u odabranim gradskim četvrtima (GČ) i mjesnim odborima (MO) 2019. i 2025. godine s brojem stanovnika gradskih četvrti i mjesnih odbora. Također su uspoređene i kategorije pokrova prema MUC-u na kojima su krijesnice zabilježene 2019. godine u periodu promatranja s kategorijama pokrova na kojima su krijesnice zabilježene 2025. godine u odabranim gradskim četvrtima i mjesnim odborima.

U projektu 2019. godine uspoređen je ukupan dnevni broj opažanja krijesnica na različitim tipovima pokrova u periodu promatranja s maksimalnom temperaturom zraka i dnevnom količinom oborina koje se mjere na školskoj atmosferskoj postaji. Rezultati su pokazali da u danima s oborinom nije bilo opažanja krijesnica jer kukci nisu aktivni u kišnim danima [2]. U istraživanju 2025. godine napravljena je usporedba ukupnog dnevnog broja opažanja krijesnica na različitim tipovima pokrova s maksimalnom temperaturom zraka. Pretpostavljeno je da su krijesnice vidljive u toplim i vrućim danima pa je uspoređena maksimalna temperatura zraka (T_{max}) s ukupnim dnevnim brojem opažanja krijesnica. Topli dan je dan kad je $T_{max} \geq 25^{\circ}\text{C}$, a vrući dan je dan kad je $T_{max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ [5]. Atmosferski čimbenici izmjereni su na atmosferskoj postaji Osnovne škole Dubovac u razdoblju od 1. lipnja do 15. srpnja 2025. godine prema GLOBE protokolu [5].

Prikaz i analiza podataka / Data analysis:

U istraživanju 2019. godine sudjelovalo je 44 učenika koji pohađaju OŠ Dubovac pa su lokacije promatranja bile gradske četvrti Grada Karlovca u kojima stanuju učenici OŠ Dubovac: GČ Dubovac, GČ Lušćić - Jamadol, GČ Novi centar, MO Borlin, MO Velika Jelsa, MO Mala Jelsa, MO Gornje Stative, MO Zadobarje, MO Zagrad – Vučjak.

U istraživanju 2025. godine sudjelovalo je 40 učenika koji pohađaju OŠ Dubovac pa su lokacije promatranja bile iste gradske četvrti i mjesni odbori. Usporedba opažanja u obje godine istraživanja nije napravljena za MO Mala Jelsa jer nismo imali učenika koji stanuje u tom mjesnom odboru. Istraživanje provedeno 2025. godine razlikuje se u lokacijama promatranja u odabranim gradskim četvrtima i mjesnim odborima jer je ovo istraživanje radila nova generacija učenika koja ima drugačije adrese stanovanja pa su nove lokacije promatranja bile na drugim tipovima pokrova u odnosu na 2019. godinu

U tablici 1. prikazane su odabrane gradske četvrti i mjesni odbori Grada Karlovca u kojima je provedeno istraživanje te im je pridružen broj stanovnika kao i broj opažanja krijesnica 2019. i 2025. godine. Analiza podataka iz tablice 1. pokazala je da učenici u GČ Novi centar nisu vidjeli krijesnice 2019. godine, a niti 2025. godine. Više zabilježenih pojava krijesnica bilo je u mjesnim odborima nego u gradskim četvrtima grada Karlovca. U GČ Lušćić - Jamadol, MO Gornje Stative, MO Zadobarje i MO Zagrad – Vučjak bilo je više opažanja

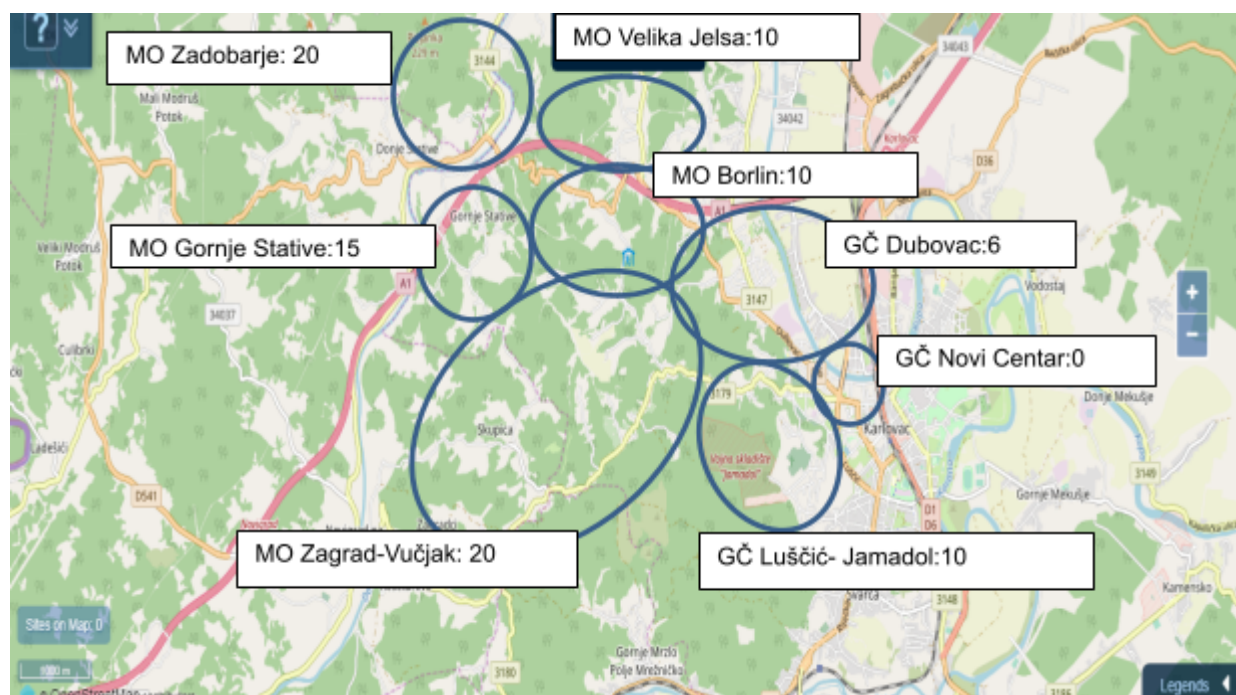
krijesnica 2025. godine. U GČ Dubovac i MO Borlin ukupan broj opažanja krijesnica je isti 2019. i 2025. godine. U MO Velika Jelsa manji je broj opažanja krijesnica 2025. godine. U mjesnim odborima manji je broj stanovnika, nema stambenih zgrada, trgovačkih centara i velikih osvijetljenih javnih površina. Osvijetljeni su privatni posjedi jer ljudi stanuju u vlastitim kućama, izgrađene su lokalne ceste i nema velikih prometnica, osim u MO Velika Jelsa i MO Gornje Stative. Autocesta A6 prolazi područjem MO Velika Jelsa i MO Gornje Stative, zbog čega je taj prostor noću pojačano osvijetljen uslijed cestovne rasvjete i intenzivnog prometa, osobito tijekom promatranog razdoblja koje se podudara s turističkom sezonom.

Tablica 1. Broj stanovnika u odabranim GČ i MO te broj dana opažanja krijesnica u obje godine

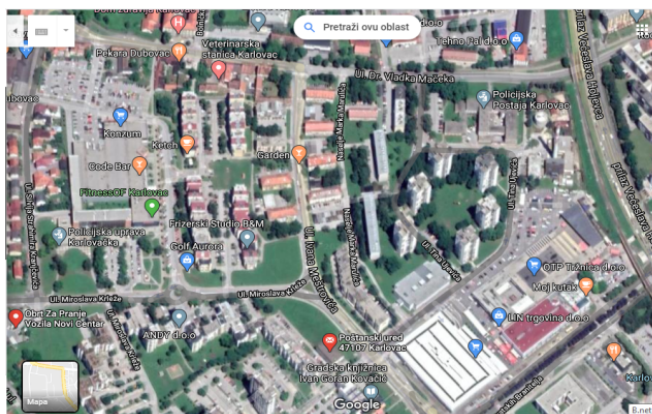
Table 1. Number of residents in selected city districts (GČ) and local committees (MO) and the number of days of firefly observations in both years

Gradska četvrt/Mjesni odbor	Broj stanovnika	broj opažanja krijesnica 2019. godine	broj opažanja krijesnica 2025. godine
GČ Dubovac	2237	6	6
GČ Luščić - Jamadol	3890	7	10
GČ Novi centar	5774	0	0
MO Velika Jelsa	1879	15	10
MO Borlin	1432	10	10
MO Gornje Stative	385	12	15
MO Zadobarje	368	14	20
MO Zagrad- Vučjak	873	15	20

Na slici 4 prikazana je slika geografske karte s odabranim gradskim četvrtima i mjesnim odborima u kojima su učenici opažali krijesnice 2025. godine te broj dana opažanja. U većini mjesnih odbora vidi se prisutnost šumskog pokrova te je u tim prostorima najviše opažanja krijesnica.



Gradska četvrt Novi centar ima najveći broj stanovnika. Stanovnici ove četvrti žive u velikim stambenim zgradama, a u četvrti je nekoliko trgovačkih centara i javnih osvijetljenih parkova (slika 5). Učenici u GČ Novi centar nisu vidjeli krijesnice 2019. godine, niti 2025. godine bez obzira što je tijekom posljednjih godina postavljena pametna rasvjeta. U GČ Luščić – Jamadol i GČ Dubovac ima manje stanovnika nego u GČ Novi centar, a dijelovi ovih gradskih četvrti sadrže šumski pokrov pa rezultati promatranja 2025. godine pokazuju i dalje prisutnost krijesnica.



U tablici 2. prikazan je udio opažanja krijesnica na različitim pokrovima 2019. i 2025. godine u odabranim gradskim četvrtima i mjesnim odborima. Za svaku GČ i MO prikazan je udio opažanja na određenom pokrovu u odnosu na ukupna opažanja na pokrovima. U tablici su oznake pokrova, MUC 1123 (listopadna šuma bez vazdazelenih uklopina), MUC 9 (gradsko urbanizirano zemljište), MUC 8 (kultivirano zemljište) i MUC 4 (travnjačka vegetacija).

Tablica 2. Udio opažanja krijesnica na različitim MUC kategorijama pokrova u odabranim gradskim četvrtima i mjesnim odborima 2019. i 2025. godine

Table 2. Percentage of firefly sightings on different MUC land covers categories in the selected city districts and local committees in 2019 and 2025

Gradska četvrt/Mjesni odbor	2019.		2025.			
	MUC 1123/%	MUC 9/%	MUC 1123/%	MUC 9/%	MUC 8/%	MUC 4/%
GČ Dubovac	0	100	-	100	-	-
GČ Luščić - Jamadol	100	0	-	-	100	-
GČ Novi centar	-	-	-	-	-	-
MO Velika Jelsa	66,6	33,3	70	30	-	-
MO Borlin	70	30	70	30	-	-
MO Gornje Stative	75	25	-	-	-	100
MO Zadobarje	50	50	50	-	-	50
MO Zagrad- Vučjak	53	47	70	-	-	30

GČ Dubovac je urbano područje u kojem je pojava krijesnica zabilježena 2019. i 2025. godine na istom MUC pokrovu (MUC 9), točnije uz rijeku Kupu i u obje godine bilo je ukupno 6 opažanja. GČ Luščić – Jamadol je urbano područje u kojem uz stambene zgrade ima puno obiteljskih kuća s okućnicama, a dio četvrti obuhvaća šumu Kozjaču. Našu školu pohađaju učenici koji žive u sjevernom dijelu ove gradske četvrti, a tu su većinom obiteljske kuće koje se nalaze u rubnom području šume Kozjače. U istraživanju 2019. godine krijesnice

su opažene u rubnom šumskom području dok su u istraživanju 2025. opažene u voćnjacima, tj. MUC 8. Mora se uzeti u obzir da su lokacije promatranja 2019. bile različite od lokacija promatranja 2025. zbog različitih adresa stanovanja učenika koji su sudjelovali u istraživanjima u navedenim godinama.

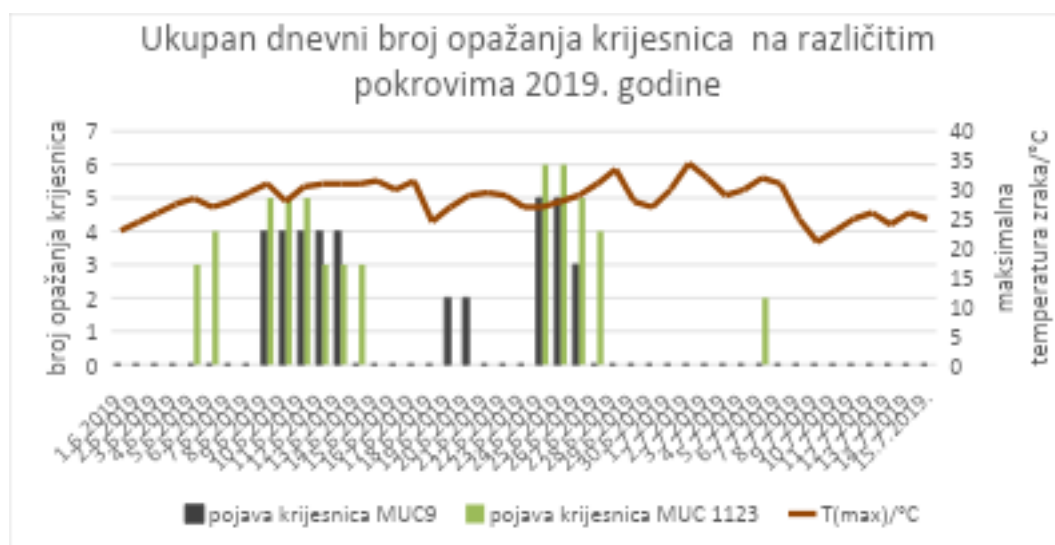
MO Borlin i MO Velika Jelsa su naselja obiteljskih kuća, a dio prostora zauzima šumski pokrov (MUC 1123) pa su opažanja krijesnica bila većinom na sličnim pokrovima 2019. i 2025. godine.

MO Gornje Stative čine naselja obiteljskih kuća, udaljena približno 10 km od grada, kroz koja prolazi autocesta A6. Velik dio prostora zauzima šumski pokrov (MUC 1123). U ovom mjesnom odboru bilo je ukupno 12 opažanja krijesnica 2019., a 2025. godine 15. U tom prostoru krijesnice su 2019. godine opažene na MUC 1123 i MUC 9, a 2025. na livadama tj. MUC 4. Pretpostavljamo da je krijesnica 2025. godine bilo i uz rub šume ukoliko su opažene na livadama, samo su adrese učenika koji su promatrali bile na drugačijoj lokaciji.

U MO Zadobarje i MO Zagrad - Vučjak je naseljenost najmanja, izgrađene su lokalne ceste, a stanovnici žive u privatnim kućama uz šumsko ili poljoprivredno zemljište. To su prostori gdje je u obje promatrane godine zabilježen najveći broj opažanja krijesnica U MO Zadobarje bilo je ukupno 14 opažanja krijesnica 2019., a 2025. godine 20. U MO Zagrad – Vučjak bilo je ukupno 15 opažanja krijesnica 2019., a 2025. godine 20. U 2025. godini sva opažanja krijesnica bila su na MUC 1123 i MUC 4 za razliku od 2019. godine kad su zabilježene i na MUC 9. Pretpostavljamo da je razlika u opažanju na MUC pokrovima nastala zbog različitih lokacija promatranja 2025. godine, odnosno adresa stanovanja gdje žive naši učenici.

Analizirani su atmosferski čimbenici u razdoblju kad su krijesnice zabilježene. Uspoređen je ukupni dnevni broj opažanja krijesnica s maksimalnom temperaturom zraka u razdoblju istraživanja 2019. i 2025. godine. U promatranom razdoblju 2019. godine bilo je 18 vrućih dana, 21 topli dan i 8 dana s oborinom. U promatranom razdoblju 2025. godine bila su 33 vruća dana, 6 toplih dana i 3 dana s oborinom.

Na slici 6. prikazan je ukupan dnevni broj opažanja krijesnica na različitim pokrovima od 1. lipnja do 15. srpnja 2019. godine i maksimalna temperatura zraka. Svi dani u kojima su zabilježene krijesnice bili su topli ili vrući dani bez oborina. Ukupan broj dana s opažanjima krijesnica bio je 15. U razdoblju praćenja uvijek je veći broj opažanja bio na pokrovu MUC 1123, osim u danima od 20. do 22. lipnja 2019. kad su zabilježene samo na pokrovu MUC 9.

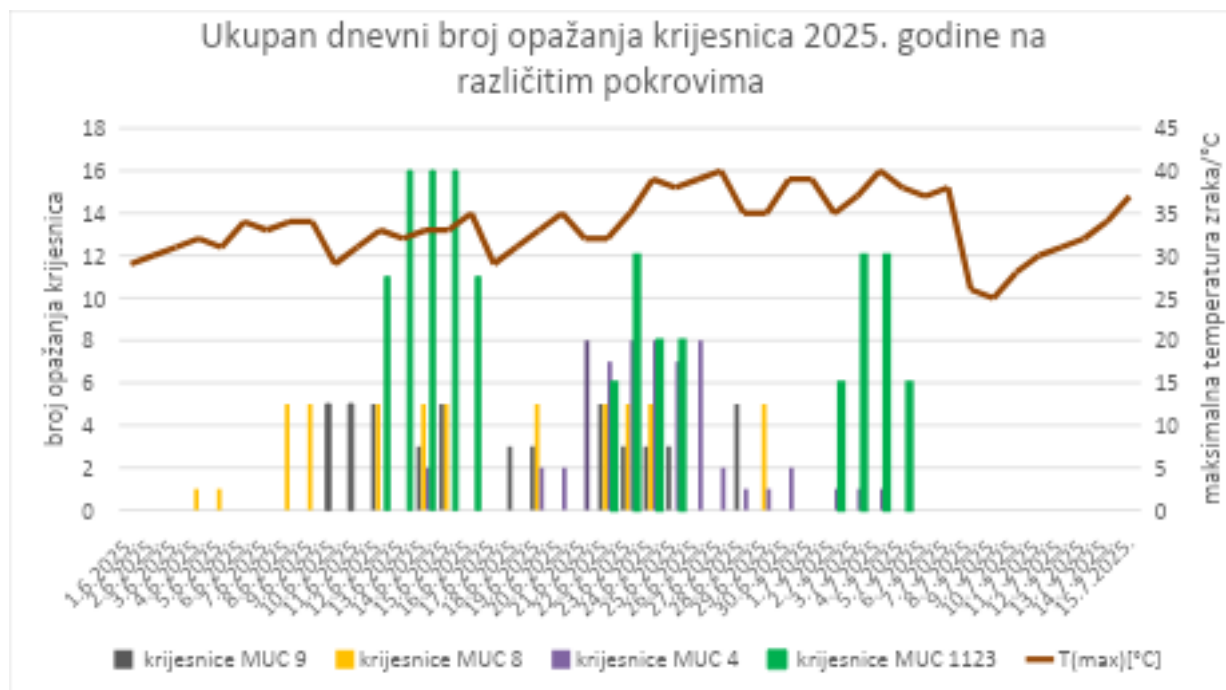


Slika 6. Ukupan dnevni broj opažanja krijesnica u razdoblju od 1. lipnja do 15. srpnja 2019. godine na pokrovima MUC 1123 i MUC 9 i maksimalna temperatura zraka

Figure 6. Total number of firefly observations per day in the period from June 1 to July 15, 2019 on MUC 1123 and MUC 9 and maximum air temperature

Na slici 7. prikazan je ukupan dnevni broj opažanja krijesnica na različitim pokrovima od 1. lipnja do 15. srpnja 2025. godine i maksimalna temperatura zraka. Svi dani u kojima su zabilježene krijesnice bili su topli ili vrući dani bez oborina. Ukupan broj dana s opažanjima krijesnica bio je 28. U razdoblju praćenja najveći broj opažanja bio je na MUC 1123, a najmanje opažanja bilo je na pokrovu MUC 9.

Dok je najveći ukupni dnevni broj opažanja 2019. godini bio 6, u 2025. godini je 16.



Slika 7. Ukupan dnevni broj opažanja krijesnica u razdoblju od 1. lipnja do 15. srpnja 2025. godine na pokrovima MUC 1123, MUC 4, MUC 8, MUC 9 i maksimalna temperatura zraka

Figure 7. Total number of firefly observations per day in the period from June 1 to July 15, 2025 on the covers MUC 1123, MUC 4, MUC 8, MUC 9 and maximum air temperature

Rasprava i zaključci / Discussion and conclusions:

Prva pretpostavka da će broj opažanja u manje naseljenim ili manje osvijetljenim mjesnim odborima biti veći nego u gradskim četvrtima u periodu promatranja kao i 2019. godine je potvrđena jer je u gradskim četvrtima veće noćno osvijetljenje i malo je zelenih površina.

Druga pretpostavka da će 2025. godine biti veći broj opažanja krijesnica u gradskim četvrtima nego u istraživanju 2019. godine zbog postavljanja pametne ekološke rasvjete je djelomično potvrđena. Promatrane su tri gradske četvrti.

U GČ Novi centar krijesnice nisu zabilježene 2019., a niti 2025. godine unatoč postavljanju pametne ekološke rasvjete. U GČ Novi centar nema povoljnih staništa za krijesnice jer je na tom prostoru malo zelenih površina (nekoliko manjih parkova), puno je asfaltiranih površina i velikih zgrada te tri trgovačka centra (slika 5).

Krijesnice opažene u GČ Dubovac zabilježene su samo na lokacijama uz obalu rijeke Kupe gdje je manje noćno osvijetljenje i broj opažanja je isti kao i 2019. godine (6 opažanja).

U GČ Lušćić – Jamadol gdje je također postavljena pametna ekološka rasvjeta bilo je više opažanja 2025. godine. Analizom adresa stanovanja učenika utvrđeno da stanuju dalje od glavne prometnice, u privatnim kućama s okućnicama i tu su krijesnice zabilježene u voćnjacima (MUC 8). Adrese učenika u istraživanju 2019. godine bile su bliže glavnim prometnicama pa ne možemo tvrditi da je pametna ekološka rasvjeta uzrok većeg broja opažanja 2025. godine.

Analiziran je i broj opažanja u mjesnim odborima.

U MO Borlin nije došlo do promjene broja opažanja nakon 6 godina jer su lokacije opažanja bile slične kao i 2019. godine.

U MO Vučjak, MO Zadobarje i MO Gornje Stative veći je broj opažanja krijesnica nego 2019. godine.

U MO Velika Jelsa ukupan broj opažanja krijesnica 2025. godine bio je 10, a 2019. godine 15. Prostorom MO Velika Jelsa prolazi autocesta A6 uz koju je jače noćno osvjjetljenje. Razlike u rezultatima istraživanja u MO Velika Jelsa u obje godine nastaju zbog različitih lokacija stanovanja učenika koji su sudjelovali u istraživanju 2019. i 2025. godine. U istraživanju 2025. imali smo više lokacija promatranja uz autocestu nego 2019. godine.

Različite lokacije stanovanja učenika u obje godine uzrokovale su i razlike u opažanju krijesnica u MO Gornje Stative jer i ovim prostorom prolazi autocesta A6. Analizom je utvrđeno da učenici koji su sudjelovali u istraživanju 2025. godine ne stanuju blizu autoceste, dok je 2019. godine dio učenika stanovao blizu autoceste. Pretpostavljamo da je lokacija stanovanja uzrok razlike u broju opažanja 2019. i 2025. godine.

Treća pretpostavka da će u istraživanju 2025. godine krijesnice biti zabilježene na MUC 9 i MUC 1123 pokrovima kao i 2019. godine je djelomično potvrđena. Najviše opažanja bilo je na u obje godine istraživanja na pokrovu MUC 1123. U istraživanju 2025. godine zabilježene su na MUC 9, ali i na drugim pokrovima, MUC 4 i MUC 8 pokrovu. Na pokrovu MUC 9 bilo je manje opažanja 2025. godine.

Četvrta pretpostavka da će 2025. godine biti veći ukupni broj dana opažanja krijesnica nego u istraživanju 2019. godine je potvrđena jer je 2025. godine bilo je više toplih i vrućih dana nego 2019. godine pa su vjerojatno povoljni klimatski uvjeti doprinijeli većem broju dana opažanja krijesnica.

Uočeno je da je najveći ukupni dnevni broj opažanja 2019. godini bio 6, a u 2025. godini ukupni dnevni broj opažanja bio je 16.

Istraživanje je potvrdilo da usprkos postavljenoj pametnoj ekološkoj rasvjeti u promatranim gradskim četvrtima broj opažanja krijesnica nije veći nego 2019. godine (GČ Novi Centar, GČ Dubovac). Veći broj opažanja krijesnica 2025. godine u GČ Lušćić – Jamadol može biti posljedica različitih lokacija adresa učenika u istraživanju 2019. i 2025. godine, pa ne možemo tvrditi da je veći broj opažanja nastao kao posljedica postavljanja pametne ekološke rasvjete.

Istraživanje je potvrdilo da je u manje naseljenim i manje osvjjetljenim prostorima mjesnih odbora veći broj opažanja krijesnica u obje godine jer je u gradskim četvrtima zbog veće naseljenosti, više prometnica i trgovačkih centara veće svjetlosno onečišćenje.

Istraživanja u svijetu pokazala su da su krijesnice su vrlo osjetljive na promjene u okolišu i povezane su sa specifičnim staništima. Krijesnice nalazimo na prostorima koji imaju visok do umjeren udio vegetacijskog pokrova, nalaze se u blizini vodenih površina te su izložena su niskim razinama svjetlosnog onečišćenja. Nasuprot tome, prostori u kojima više nema krijesnica imaju velik udio umjetnih površina i visoku razinu svjetlosnog onečišćenja. Visoko urbanizirani centri u gradovima pokazuju najviše razine degradacije okoliša što prijeti opstanku krijesnica i drugih kukaca [6].

Bilo bi značajno sljedećih godina ponavljati promatranja i pratiti moguće promjene. Stručnjaci upozoravaju da postoji problem smanjenja broja krijesnica, iako se kao vrsta ne nalazi u Crvenoj knjizi ugroženih vrsta u RH [4].

Literaturni izvori / Sources:

1. Jeličić L. *Fauna pripadnika porodice Lampyridae u Europi* [internet]. Zagreb: Repository of the Faculty of Agriculture, University of Zagreb; 2024 [pristupljeno 1. lipnja 2025.]. Dostupno na: <https://repozitorij.agr.unizg.hr/object/agr:4007>
2. Trbušić B, Stanković Šprajc M, Brozović V. Tko je vidio krijesnice. *Bioznalac*. 2021;(7):78-86.
3. Grad Karlovac. Karlovac: modernizacijom javne rasvjete štedit će se 78 posto na troškovima električne energije, lampe će imati i senzore za buku i temperaturu [Internet]. *Gradonačelnik.hr.*; 2024 [pristupljeno 8 ožujka 2026]. Dostupno na: <https://gradonacelnik.hr/vijesti/smart-city/karlovac-pojedini-dijelovi-grada-vec-svijetle-novim-pametnim-svjetiljkama-a-sve-ce-biti-zamijenjene-do-rujna/>
4. Garms H, Borm L. *Fauna Evrope*. Ljubljana: Mladinska knjiga; 1981.
5. GLOBE Program. Air temperature atmosphere [internet]. GLOBE.gov [pristupljeno 1. veljače 2025.]. Dostupno na: www.globe.gov/web/atmosphere/protocols/air-temperature
6. Pérez-Hernández CX, Gutiérrez-Mancillas AM, del-Val E, Mendoza-Cuenca L. Living on the edge: urban fireflies (Coleoptera, Lampyridae) in Morelia, Michoacán, Mexico. *PeerJ*. 2023;11:e16622. doi:10.7717/peerj.16622