

Faunističko istraživanje krijesnica (Coleoptera, Lampyridae) na području Hrvatske

Pandurović, Tea

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:537952>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-22**



**ODJEL ZA
BIOLOGIJU**
Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

[Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Diplomski sveučilišni studij Biologija i kemija; smjer: nastavnički

Tea Pandurović

**Faunističko istraživanje krijesnica (Coleoptera, Lampyridae) na
području Hrvatske**

Diplomski rad

Osijek, 2019.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Diplomski sveučilišni studij **Biologija i kemija; smjer: nastavnički**

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

FAUNISTIČKO ISTRAŽIVANJE KRIJESNICA (COLEOPTERA, LAMPYRIDAE) NA PODRUČJU

HRVATSKE

Tea Pandurović

Rad je izrađen na: Odjel za biologiju; Zavod za zoologiju

Mentor: Dr.sc. Goran Vignjević, doc.

Komentor: Dr. sc. Nataša Turić, doc.

Kratak sažetak diplomskog rada: Krijesnice (Lampyridae) su porodica kukaca koja pripada redu kornjaša (Coleoptera). Do danas je otkriveno više od 2000 vrsta širom svijeta. Specifične su zbog svoje sposobnosti da bioluminisciraju. Do sada nije postojao detaljan pregled vrsta koje možemo naći na području Republike Hrvatske, posebice u Slavoniji i stoga je cilj ovog istraživanja bilo utvrditi postojanje i upoznati se s faunom krijesnica ovog područja. Istraživanje je provedeno na 14 lokaliteta na području Republike Hrvatske, od kraja lipnja do početka kolovoza 2019. godine. Prikupljeno je ukupno 33 jedinke koje su svrstane u 5 vrsta, 3 roda i 2 potporodice. Za Republiku Hrvatsku utvrđena je prisutnost dvije nove vrste: *Luciola lusitanica* i *Lampyris iberica*. Nalaz vrste *Lampyris iberica* je važan zbog geografske distribucije ove vrste: do sada je pronađena samo na području Španjolske, Portugala i jugozapadne Francuske; na području Republike Hrvatske ovo je prvi zabilježeni pronalazak. Ovim istraživanjem su uspoređena i prirodna i urbana staništa na temelju prisutnosti krijesnica te je utvrđena značajna razlika među njima.

Broj stranica: 68

Broj slika: 31

Broj tablica: 5

Broj literaturnih navoda: 54

Broj priloga: 2

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: Coleoptera, krijesnice, *Lampyris*, *Lamprohiza splendidula*, *Luciola lusitanica*

Datum obrane: 27. rujna 2019.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Dr. sc. Nataša Turić, doc., predsjednik

2. Dr. sc. Goran Vignjević, doc., član

3. Dr. sc. Irena Labak, doc., član

4. Dr. sc. Sandra Ečimović, doc., zamjena člana

Rad je pohranjen: na mrežnim stranicama Odjela za biologiju te u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Department of Biology

Graduate university study programme in Biology and Chemistry Education

Scientific Area: Natural sciences

Scientific Field: Biology

RESEARCH OF FIREFLIES (COLEOPTERA: LAMPYRDAE) FAUNA IN CROATIA

Tea Pandurović

Thesis performed at: Department of Biology; Subdepartment of Zoology

Supervisor: Goran Vignjević, PhD, Assistant Professor

Cosupervisor: Nataša Turić, PhD, Assistant Professor

Short abstract: The fireflies (Lampyridae) are a family of insects belonging to the order of the beetles (Coleoptera). To date, more than 2000 species have been discovered worldwide. They are specific for their bioluminescence. Until now, there has not been a detailed survey of the species that can be found in the territory of the Republic of Croatia, especially in Slavonia, and therefore the aim of this research was to determine the existence and to get acquainted with the fauna of the fireflies in this area. The research was conducted in 14 localities in the Republic of Croatia, from the end of June to the beginning of August 2019. A total of 33 individuals were collected and classified into 5 species, 3 genera and 2 subfamilies. For the Republic of Croatia, the presence of two new species has been established: *Luciola lusitanica* and *Lampyris iberica*. The finding of the *Lampyris iberica* species is important because of the geographical distribution of this species: it has so far been found only in Spain, Portugal and southwestern France; in the territory of the Republic of Croatia this is the first record. These studies compared both natural and urban habitats based on the presence of fireflies and found a significant difference between them.

Number of pages: 68

Number of figures: 31

Number of tables: 5

Number of references: 54

Original in: Croatian

Key words: Coleoptera, fireflies, *Lampyris*, *Lamprohiza splendidula*, *Luciola lusitanica*

Date of the thesis defence: September 27th, 2019

Reviewers:

1. **Nataša Turić, PhD, Assistant Professor, chair**
2. **Goran Vignjević, PhD, Assistant Professor, member**
3. **Irena Labak, PhD, Assistant Professor, member**
4. **Sandra Ečimović, PhD, Assistant Professor, member**

Thesis deposited: on the Department of Biology website and the Croatian Digital Theses Repository of the National and University Library in Zagreb.

Zahvaljujem se, prije svega, mentoru doc. dr. sc. Goranu Vignjeviću na pomoći pri izboru teme za diplomski rad, na susretljivosti, dostupnosti, stručnom vodstvu i korisnim savjetima prilikom izrade ovog rada.

Hvala i svima ostalima koji su bili uz mene i bili mi podrška tijekom godina studiranja.

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Biologija i ekologija krijesnica (Coleoptera: Lampyridae)	1
1.2. Životni ciklus krijesnica	1
1.3. Ponašanje krijesnica - bioluminiscencija.....	3
1.4. Pregled europskih vrsta	5
1.5. Pregled istraživanja krijesnica na području Hrvatske	5
1.6. Cilj istraživanja	6
2. MATERIJALI I METODE.....	7
2.1. Opis istraživnog područja	7
2.2. Opis postaja.....	9
2.3. Terenska istraživanja i prikupljanje uzoraka	13
2.4. Analiza podataka.....	14
3. REZULTATI	15
3.1. Pregled kvalitativnog i kvantitativnog sastava krijesnica uzorkovanih na području Republike Hrvatske tijekom 2019. godine	15
3.1.1. Pregled vrijednosti indeksa frekventnosti vrsta krijesnica uzorkovanih na području Republike Hrvatske	16
3.2. Morfologija, anatomija i ostale značajke vrsta krijesnica uzorkovanih na području Republike Hrvatske, 2019. godine	18
3.2.1. <i>Lamprohiza splendidula</i> (L., 1767)	18
3.2.2. <i>Lampyrus germariensis</i> (Jacquelin du Val, 1860)	20
3.2.3. <i>Lampyrus iberica</i> (Geisthardt et al., 2008).....	23
3.2.4. <i>Lampyrus noctiluca</i> (L., 1758).....	26
3.2.5. <i>Luciola lusitanica</i> (Charpentier, 1825).....	28
4. RASPRAVA	31
5. ZAKLJUČAK.....	35
6. LITERATURA	36
7. PRILOZI.....	43

1.UVOD

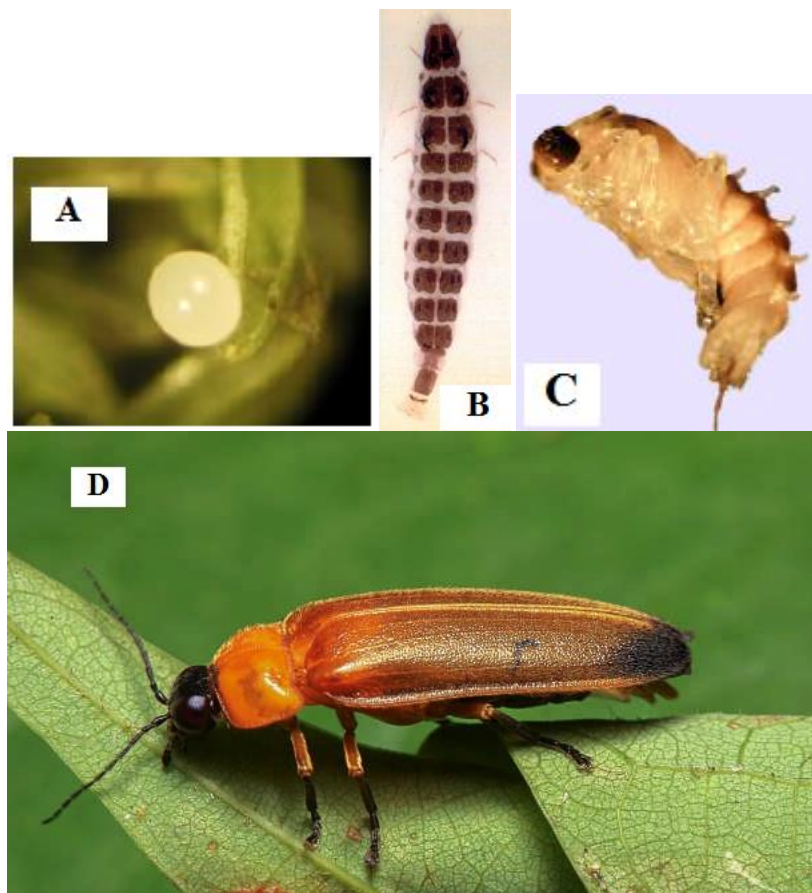
1.1. Biologija i ekologija krijesnica (Coleoptera: Lampyridae)

Krijesnice (Lampyridae) su porodica kukaca (Insecta) koja pripada redu kornjaša (Coleoptera) i podredu raznojeda (Polyphaga). S više od 2000 vrsta otkrivenih diljem svijeta pokazuju prilično impresivnu bioraznolikost - uključujući vrste aktivne noću jednako kao i one aktivne danju (Lewis i Cratsley, 2008). Nastanjuju uglavnom tropska i područja umjerene klime i prepoznatljive su po posebnim organima specijaliziranim za svjetljenje (web 1). Ova porodica, radi toga, predstavlja najbolje istražen primjer bioluminiscencije. Najviše je vremena utrošeno na proučavanje njihovog sustava signaliziranja radi pronalaženja partnera (Stanger-Hall i Lloyd, 2015; Lewis i Cratsley, 2008; Lloyd, 1966; citirano u Fallon i sur., 2018), a kod ličinačkih stadija na bioluminiscenciju koja, pretpostavlja se, predstavlja upozorenje da su nekusne za jelo (De Cock i Matthysen, 1999; citirano u Fallon i sur., 2018). Ličinke krijesnica uglavnom se mogu naći na mjestima umjerene vlažnosti, odnosno uz rubove potoka i jezera, pod lišćem, kamenjem ili u trulim deblima. Sve poznate ličinke krijesnica emitiraju svjetlost (Leschen i sur., 2010), za razliku od odraslih jedinki, kod kojih samo određeni postotak svjetli, dok se ostali, kojima nedostaje ta sposobnost, oslanjaju na feromone velikog doseg radi privlačenja partnera (Branham i Wenzel, 2003; citirano u Leschen i sur., 2010). Radi se o kornjašima mekog tijela, duljine od 5 do 25 mm. Imaju dorzo – ventralno spljoštena tijela, tamnosmeđe do crne boje, često prošarano žutom ili narančastom. Neke odrasle jedinke se ne hrane, dok se mnoge hrane nektarom i peludom. U nekih vrsta ženke su predatori – love mužjake drugih vrsta krijesnica (web 1).

1.2. Životni ciklus krijesnica

Životni ciklus krijesnica započinje parenjem i polaganjem jaja, a podijeljen je u četiri stadija – jaje, ličinka, kukuljica i odrasla jedinka. Takav oblik životnog ciklusa naziva se potpuna preobrazba. Primjerice, kod vrste *Pteroptyx tener*, jaja se polažu pojedinačno, njih od 15 do 30, možda i više. Jaja su malena, prozirna, poput bisera (slika 1A). Nakon 15 do 20 dana izlegu se ličinke (slika 1B). Duge su svega 2 mm, pomalo prozirne, ali kako postupno rastu, tako postaju tamnije bojom. Hrane se manjim puževima

koje mogu naći u svojoj okolini (Nada i Kirton, 2004). Ubrizgavaju im tekućinu kako bi se plijen omekšao pa ga tako djelomično probavljenog uvlače šupljim usnim dijelovima (web 1). Nakon otprilike dva tjedna ličinke se presvlače prvi put i nakon toga još nekoliko puta, sve dok ne dođu u stadij kukuljice. Kukuljica je inaktivni ili dormantni stadij (slika 1C). Tijekom ove faze, kukac prolazi preobrazbu do kraja i izlazi kao odrasla jedinka (slika 1D). Trajanje ove faze je 9 do 12 dana. Odrasle jedinke žive samo nekoliko tjedana, ali se smatra da životni ciklus krijesnica sveukupno traje sedam do osam mjeseci (Nada i Kirton, 2004).



Slika 1. Razvojni stadiji u životnom ciklusu krijesnice; vrsta *Pteroptyx tener*: A – jaje; B – ličinka; C – kukuljica; D – odrasla jedinka (preuzeto i prilagođeno prema Nada i Kirton, 2004)

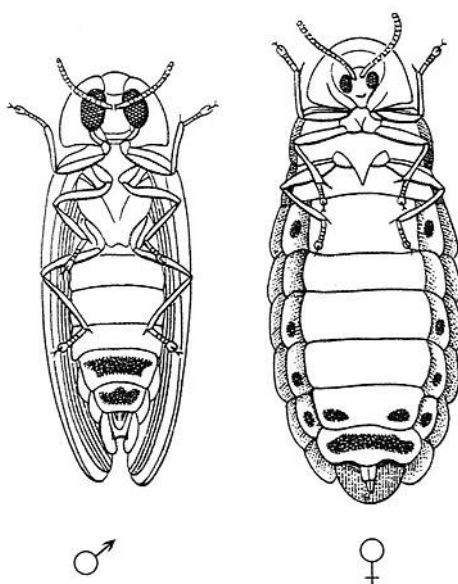
1.3. Ponašanje krijesnica - bioluminiscencija

Bioluminiscencija je sposobnost emisije vidljive svjetlosti od strane organizama, kao rezultat kemijske reakcije. Najčešće se radi o reakciji oksidacije molekule luciferina, koja emitira svjetlost (Haddock i sur., 2010). Sama svjetlost krijesnica stvara se pod utjecajem živčanog sustava, unutar posebnih stanica, zvanih fotocite, bogato opskrbljenih trahejama (cjevčicama za zrak). Svjetlo krijesnica je „hladno svjetlo“; gotovo 100 % energije odlazi u obliku svjetlosti, a samo maleni dio kao toplina. Svjetlost koju emitiraju pripada vidljivom spektru (web 1). U Europi su uglavnom prisutne vrste iz porodice Lampyridae koje koriste jednostavne bioluminiscentne signale udvaranja – mužjaci koji lete bivaju privučeni svjetlošću emitiranom od strane ženki koje ne lete (Branham i Wenzel, 2003; citirano u De Cock, 2009). Kad sunce zađe, ženke izlaze iz svojih skrovišta, izaberu mjesto najbolje vidljivosti (tlo, vegetacija) i započnu s kontinuiranim svijetljenjem (slika 2) (Dreisig, 1975; Dreisig, 1971; citirano u De Cock, 2009). Mužjaci za to vrijeme kreću na svoj let. Nakon što primijete ženku, dolete k njoj, lebde na kratko iznad nje i potom slijeću odmah u blizini ženke kako bi započeli s kopulacijom (Schwalb, 1961; citirano u De Cock, 2009). Kad pronađu partnera, ženke prestaju svijetliti. Aktivnost mužjaka, a ujedno i ženki, ovisi o okolišnim čimbenicima – najviše temperaturi i vjetru (Dreisig, 1971; citirano u De Cock, 2009).



Slika 2. *Lampyris noctiluca* (ženka) koja bioluminiscira (autor fotografije: Marek Kozłowski; preuzeto i prilagođeno prema DeCock, 2009)

Vrste *Pelania mauritanica*, *Lampyris noctiluca* i *Nyctophila reichii* čine se vrlo sličnima, ako ne i identičnima, kad su emisija svjetlosti i ponašanje prilikom procesa udvaranja u pitanju (Geisthardt i sur., 2008; Lheritier, 1955; Cros, 1924; citirano u De Cock, 2009). Jednako su tako, u vrsta rodova *Pelania*, *Lampyris* i *Nyctophila*, svjetlosni organi slično smješteni. Radi toga je mužjacima otežano raspoznavanje i pronalaženje ženke svoje vrste. Za razliku od njih, ženke vrsta iz roda *Lamprohiza* imaju svjetlosne organe u potpunosti drukčijeg izgleda od onih u drugim rodovima krijesnica (slika 3). Za razliku od ženki drugih rodova ne traže nekakav posebni smještaj na vegetaciji u svojoj okolini radi bolje vidljivosti, nego ostaju na tlu ili trulom lišću. Također, ne okreću abdomen sa svjetlosnim organima postrance, kao što to radi vrsta *Lampyris noctiluca* (slika 2), nego dorzalno prema gore.



Slika 3. Mužjak i ženka vrste *Lamprohiza splendidula* – raspored i smještaj svjetlosnih organa (označena tamna područja na abdomenu) (preuzeto i prilagođeno prema De Cock, 2009)

Vrsta *Phosphaenus hemipterus*, s druge je pak strane, prilično zanimljiva. Mužjaci, osim što ne lete i aktivni su danju, koriste svoja duga, osjetljiva ticala kako bi pretražili zrak u potrazi za feromonima ne baš primjetnih ženki (slika 4). One su duge oko 13 mm i nalik na *Lampyris noctiluca*, ali im nedostaju dobro razvijeni svjetlosni organi koji bi ih učinili primjetnijima (De Cock, 2000; citirano u De Cock, 2009).



Slika 4. Prikaz dnevno aktivnog mužjaka vrste *Phosphaenus hemipterus* – duga, međusobno udaljena ticala, male oči, zakrčljala krila (preuzeto i prilagođeno prema Majka i MacIvor, 2009)

1.4. Pregled europskih vrsta

DeCock (2009) u svom radu navodi pet vrsta s područja Europe o kojima se najviše zna. *Lampyris noctiluca* (Ivanjska krijesnica) jedna je od prvih vrsta koje je opisao Linné i ujedno jedna od najviše istraživanih. Rasprostranjena je širom Europe, od sjevera do juga i od zapada prema istoku. *Pelania mauritanica* je vrsta pronađena na jugu Europe (jug Francuske, Portugala i Španjolska). *Lamprohiza splendidula* je druga najbolje istražena vrsta, nakon *Lampyris noctiluca*. Može se naći najviše u području središnje Europe. *Phosphaenus hemipterus* je vrsta specifična po tome da, za razliku od ostalih vrsta kod kojih samo ženke ne lete, mužjacima ove vrste također nedostaje ta sposobnost. *Luciola lusitanica* je treća najbolje istražena europska vrsta.

1.5. Pregled istraživanja krijesnica na području Hrvatske

Dosad postoji dobar uvid u rasprostranjenost vrsta iz porodice Lampyridae na području sjeverne, središnje, južne i jugozapadne Europe. Zbog nedostatka lokalnih stručnjaka, ali i općeg zaostajanja u odnosu na građansku znanost ili percepciju, svijest i uživanje u prirodi kod šire javnosti, znanje o bioraznolikosti i rasprostranjenosti vrsta na području jugoistočne Europe je slabo, nejasno i pomalo kaotično (De Cock i Novak, 2019).

Na području Hrvatske uglavnom se mogu naći dvije vrste – ivanjska krijesnica (*Lampyrus noctiluca*) i mala ivanjska krijesnica (*Lamprohiza splendidula*) (web 2).

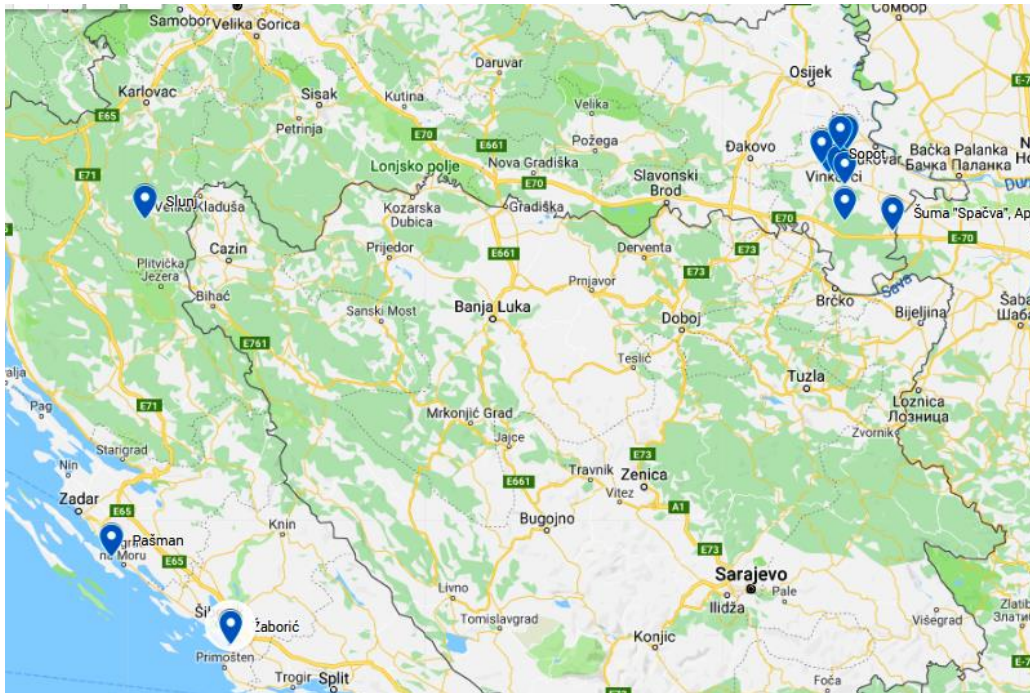
1.6. Cilj istraživanja

S obzirom na nedostatak informacija o rasprostranjenosti krijesnica na području Republike Hrvatske, posebice Slavonije, osnovni cilj istraživanja je utvrditi postojanje i upoznati se s faunom krijesnica na ovom području. Dodatni cilj je napraviti usporedbu između urbanih naseljenih područja i prirodnih staništa (s umjetnom rasvjetom i bez) s obzirom na to gdje se sve pojavljuju krijesnice. Polazne hipoteze bile su da će se pronaći i uzorkovati samo dvije vrste krijesnica te da će krijesnice biti prisutne samo na prirodnim staništima, odnosno onima na kojima nema umjetne rasvjete, koja su daleko od aktivnih prometnica i ljudskih naselja.

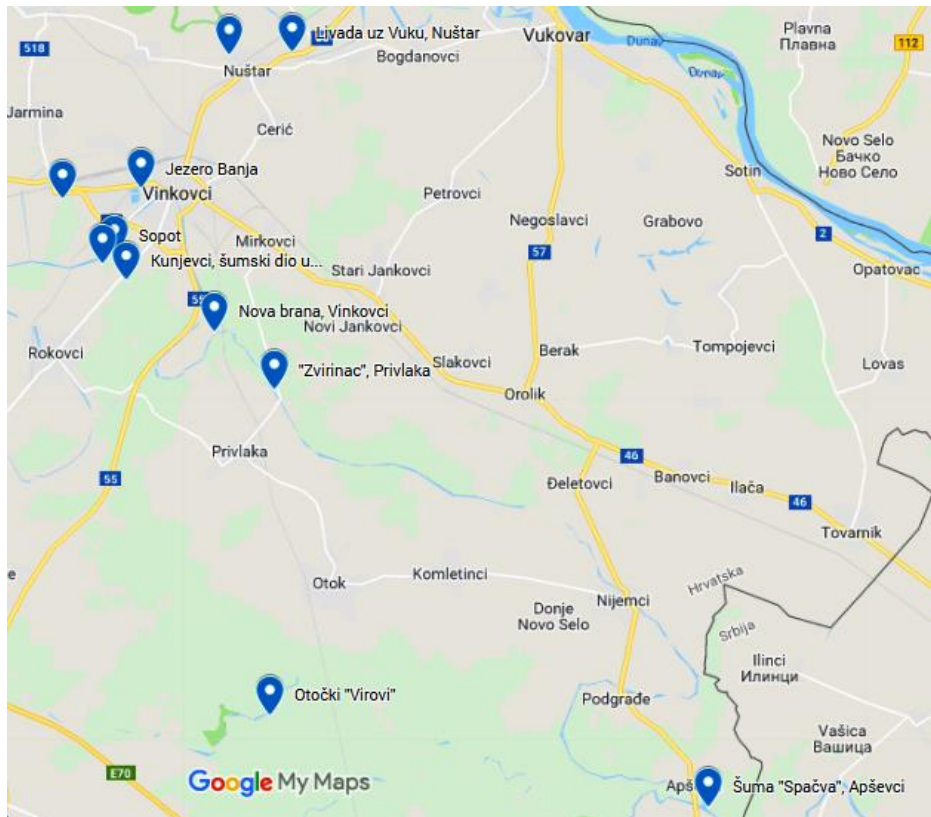
2. MATERIJALI I METODE

2.1. Opis istraživanih područja

Istraživanje je provedeno na području gradova Vinkovaca, Otoka, Slunja, gradskog naselja Žaborić, općine Nuštar i općine Pašman te sela Apševaca, koji pripadaju općini Nijemci (slika 5 i 6). Grad Vinkovci nalazi se na krajnjem sjeveroistoku Hrvatske, između Dunava i Save, smješten uz rijeku Bosut. Grad i njegovo šire područje smješteno je na 78-125 m nadmorske visine, s površinom od 102.805 ha, od čega 60.623 ha oranica i 29.149 ha pretežito hrastovih i jasenovih šuma, s blagom kontinentalnom klimom, te s dovoljnim i povoljnim rasporedom oborina (web 3). Otok je smješten u zapadnom Srijemu. Jedan od značajnih čimbenika u općem gospodarskom razvoju Grada Otoka, a samim tim i razvoju turizma, je geografski i prometni položaj u odnosu na 20 km udaljen grad Vinkovce, grad Vukovar i grad Županju (web 4). Općina Nuštar nalazi se na samom istoku u Vukovarsko – srijemskoj županiji između Vinkovaca i grada Vukovara, a sastoji se od tri naselja – Nuštar, Cerić i Marinci (web 5). Općina Pašman danas pokriva 77, 3% područja otoka Pašmana odnosno 48,73 km², a obuhvaća 7 naselja među kojima je i Pašman. Pašman je mjesto smješteno preko puta otočića Babca u pašmanskome kanalu, unutar općine Pašman. Mjesto ima mediteransku klimu, koja je omogućila razvoj bogatog svijeta flore i faune (web 6). Apševci su naselje u općini Nijemci u Vukovarskoj- srijemskoj županiji. Smješteni u Spačvi na lijevoj obali Bosuta, odnosno nalaze se u zapadnom Srijemu, pored rijeka Bosut i Spačva, 8 km jugoistočno od Nijemaca (web 7). Slunj je grad smješten na obalama rijeka Slunjčice i Korane (web 8). Nalazi se u središnjoj Hrvatskoj, u južnom dijelu Karlovačke županije (web 9). Slunj i okolica zauzimaju površinu od 392,54 km² (web 8). Žaborić je primorsko mjesto smješteno 10-ak km od grada Šibenika (web 10).



Slika 5. Područje istraživanja s nazivima postaja (Hrvatska) (Google Maps, 2019)



Slika 6. Područje istraživanja s nazivima postaja (istočna Slavonija) (Google Maps, 2019)

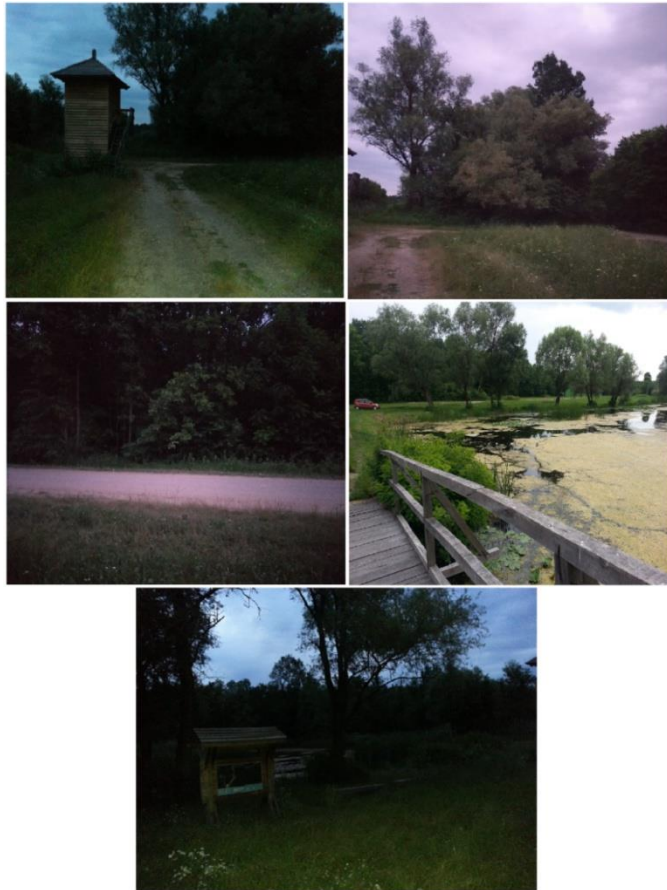
2.2. Opis postaja

Aktivnost i prisutnost krijesnica praćena je na 14 lokaliteta na podrućju Republike Hrvatske. Radilo se o razlićitim lokalitetima, od kojih neki pripadaju urbanim podrućjima (s prisutnom umjetnom rasvjetom), a neki prirodnim podrućjima, daleko od gradskih središta, aktivnih prometnica i s manjom kolićinom ili u potpunosti bez prisutnosti umjetne rasvjete. Njihova prisutnost utvrćena je na samo 7 lokaliteta (livada uz Vuku, Nuštar (slika 7); otoćki „Virovi“, Otok (slika 8); „Zvirinac“, Privlaka (slika 9); šuma „Spaćva“, Apševci (slika 10); Slunj, u blizini izvora rijeke Mrežnice (slika 11); Pašman, na otoku Pašmanu (slika 12) i Žaborić kod Šibenika (slika 13)) te je tamo obavljeno i uzorkovanje, osim na lokalitetu „Zvirinac“ u Privlaci zbog premalog broja jedinki.

Aktivnost i prisutnost krijesnica utvrćena je na onim lokalitetima koji su zapravo prirodna staništa, okužena šumskom vegetacijom, u blizini vodene površine (rijeke Vuka, Mrežnica, Bosut), a daleko od mjesta koje naseljava i gdje se kreće veliki broj ljudi i na kojima, kao što je ranije rećeno, nema umjetne rasvjete.



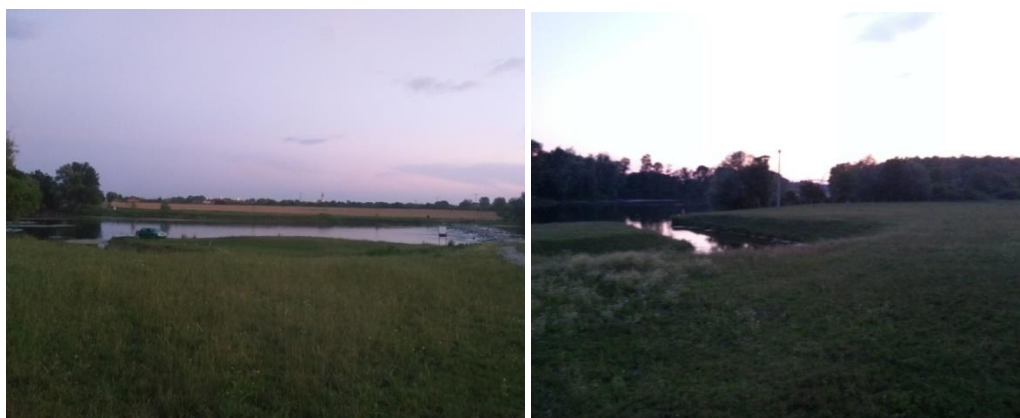
Slika 7. Mjesto uzorkovanja – livada uz Vuku, Nuštar (Autor fotografija: D. Pandurović)



Slika 8. Mjesto uzorkovanja – otočki „Virovi“, Otok (Autori fotografija: D. Pandurović, T. Pandurović)



Slika 9. „Zvirinac“, Privlaka (Autor fotografije: D. Pandurović)



Slika 10. Mjesto uzorkovanja – šuma „Spačva“, Apševci (Autori fotografija: D. Pandurović, T. Pandurović)



Slika 11. Mjesto uzorkovanja – Slunj (Autor fotografija: D. Horvat)



Slika 12. Mjesto uzorkovanja – Pašman (Autor fotografije: G. Vignjević)



Slika 13. Mjesto uzorkovanja – Žaborić (Autor fotografija: D. Begović)

2.3. Terenska istraživanja i prikupljanje uzoraka

Istraživanje je provedeno u razdoblju od 14. lipnja do 6. kolovoza 2019. godine, u razdoblju koje se smatra periodom najveće aktivnosti krijesnica. Sveukupno je bilo 17 izlazaka na teren u kojima je uzorkovano 33 jedinke krijesnica. Uzorkovanja su obavljena na pristupačnim dijelovima lokaliteta, uglavnom u blizini šume i vodene površine (rijeka), a uzorci su prikupljeni metodom aktivnog lova pomoću mrežice i zatim stavljeni u staklenku s poklopcem (slika 14), u kojoj je vata natopljena 96 % etanolom. Uzorci su nakon toga pohranjeni u staklene bočice i fiksirani u 70 % otopini etanola.

Pri svakom izlasku na teren, osim prikupljanja jedinki krijesnica, tamo gdje je to bilo moguće, praćen je i procjenjivan njihov ukupan broj na području istraživanog lokaliteta te su rezultati zajedno s fizičkim parametrima uvjeta na terenu bilježeni u terenski obrazac za praćenje (poglavlje „Prilozi“ ovog rada), a to najviše radi njihovog smanjenog broja te nepristupačnosti terena na kojem su bile primijećene. Uz brojnost praćene su i temperatura zraka, jakost vjetera i vrijeme od početka njihove aktivnosti pa sve do smanjenja iste.



Slika 14. Prikupljanje uzoraka u staklenku s poklopcem i vatom natopljenom 96% etanolom (Autori fotografija: D. Horvat, T. Pandurović)

2.4. Analiza podataka

Sve prikupljene jedinice krijesnica determinirane su i na taj način sistematizirane (Barboni, 2013). Na osnovi podataka dobivenih s obzirom na sakupljene uzorke, oni su analizirani i opisani indeksom frekventnosti. Svi podaci dobiveni analizom još su prikazani tabelarno i grafički, pomoću programa Microsoft Office Excel 2007.

Indeks frekventnosti ($C_{a1}\%$) – izračunava se prema formuli:

$$C_{a1} = u_{a1} \div \sum_{i=1}^n u_i \times 100$$

gdje je:

C_{a1} – indeks frekventnosti vrste a_1

u_{a1} – broj lokaliteta na kojima se pojavljuje vrsta a_1 na istraživanom području

$\sum_{i=1}^n u_i$ - ukupan broj lokaliteta istraživanog područja.

Sam indeks predstavlja povezanost neke vrste s određenim staništem, tj. pokazuje na koliko je lokaliteta zastupljena određena vrsta. Vrijednost indeksa frekventnosti dijeli se u dva razreda:

1) Rijetke vrste ($C < 50\%$)

2) Česte vrste ($C \geq 50\%$) (Jezidžić 2010, citirano u Puškarić, 2018).

3. REZULTATI

Na području Republike Hrvatske, najviše regije Slavonije, u razdoblju od kraja lipnja do početka kolovoza 2019. godine uzorkovano je 33 jedinke krijesnica, a primijećeno sveukupno oko 50 jedinki (lokaliteti na području Slavonije) i oko 50 na području lokaliteta Slunj. One su po determinaciji svrstane u 5 vrsta, 3 roda i 2 potporodice (Tablica 1).

Tablica 1. Sistematski pregled vrsta krijesnica (Lampyridae) uzorkovanih 2019. godine na području Republike Hrvatske

Porodica	Potporodica	Rod	Vrsta
Lampyridae (Rafinesque, 1815)	Lampyrinae (Rafinesque, 1815)	<i>Lampyris</i> (Geoffroy, 1762)	<i>Lampyris germariensis</i> (Jacquelin Du Val, 1860)
			<i>Lampyris iberica</i> (Geisthardt et al., 2008)
			<i>Lampyris noctiluca</i> (L., 1758)
		<i>Lamprohiza</i> (Motschulsky, 1853)	<i>Lamprohiza splendidula</i> (L., 1767)
	Luciolinae (Lacordaire, 1857)	<i>Luciola</i> (Laporte, 1833)	<i>Luciola lusitanica</i> (Charpentier, 1825)

3.1. Pregled kvalitativnog i kvantitativnog sastava krijesnica uzorkovanih na području Republike Hrvatske tijekom 2019. godine

U razdoblju od kraja lipnja do početka kolovoza, tijekom 2019. godine uzorkovano je 33 jedinke krijesnica, odnosno ukupno pet vrsta. Od pet vrsta, dvije se nalaze na lokalitetu koji obuhvaća područje Slunja (Tablica 2). Po jedna vrsta se nalazi na ostalim lokalitetima gdje je ustanovljena prisutnost krijesnica.

Najveća brojnost krijesnica uočena je na području otočkih „Virova“, u Otoku, ako se uzme u obzir samo uzorkovane jedinke, gdje je uzorkovano ukupno 17 jedinki samo jedne vrste (Tablica 3). Nakon što bi se uzorkovanima pribrojile i one samo primijećene i zabilježene jedinke, tada bi najveću brojnost krijesnica imalo područje Slunja, u blizini izvora rijeke Mrežnice, s oko 60 jedinki svrstanih u dvije vrste. Treba, naravno, napomenuti da broj opaženih jedinki nije nužno i točan broj, posebno zato što je moguće jedna jedinka više puta zabilježena.

Lamprohiza splendidula pokazala se kao najzastupljenija vrsta, s obzirom na to da se pojavljuje na tri lokaliteta od ukupno sedam na kojima je utvrđena prisutnost krijesnica.

Tablica 2. Kvalitativni sastav faune krijesnica na području Republike Hrvatske

Lokalitet	Livada uz Vuku, Nuštar	Otočki "Virovi", Otok	Šuma "Spačva", Apševci	Slunj	Pašman	Žaborić
Vrsta						
<i>Lamprohiza germariensis</i>						+
<i>Lamprohiza iberica</i>					+	
<i>Lamprohiza noctiluca</i>	+					
<i>Lamprohiza splendidula</i>		+	+	+		
<i>Luciola lusitanica</i>				+		
Ukupno: 5	1	1	1	2	1	1

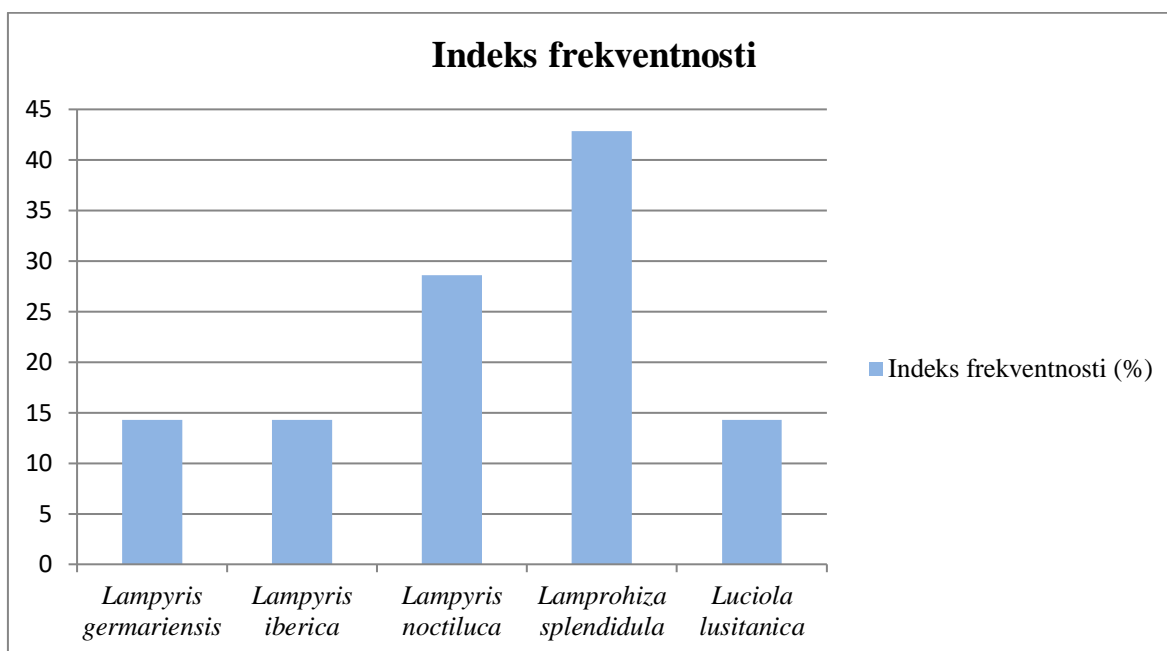
Tablica 3. Kvantitativni sastav vrsta krijesnica na području Republike Hrvatske (samo uzorkovane jedinke)

Lokalitet	Livada uz Vuku, Nuštar	Otočki "Virovi", Otok	Šuma "Spačva", Apševci	Slunj	Pašman	Žaborić	Σ
Vrsta							
<i>Lamprohiza germariensis</i>						3 ♀	3 ♀
<i>Lamprohiza iberica</i>					2 ♂		2 ♂
<i>Lamprohiza noctiluca</i>	2 ♂						2 ♂
<i>Lamprohiza splendidula</i>		16 ♂; 1 ♀	2 ♂	3 ♂			21 ♂; 1 ♀
<i>Luciola lusitanica</i>				4 ♂			4 ♂
Σ 5	2 ♂	16 ♂; 1 ♀	2 ♂	7 ♂	2 ♂	3 ♀	33

3.1.1. Pregled vrijednosti indeksa frekventnosti vrsta krijesnica uzorkovanih na području Republike Hrvatske

Prema izračunatim vrijednostima indeksa frekventnosti, kao najfrekventnija vrsta krijesnica pokazala se *Lamprohiza splendidula* s vrijednošću indeksa frekventnosti koja

iznosi 42, 86 % (slika 15). Slijede ju *Lampyrus noctiluca* sa 28, 57 % te *Lampyrus iberica*, *L. germanica* i *Luciola lusitanica* sa 14, 29 % frekventnosti (Tablica 4).



Slika 15. Grafički prikaz indeksa frekventnosti vrsta krijesnica uzorkovanih na području Republike Hrvatske, 2019. godine

Tablica 4. Indeks frekventnosti vrsta krijesnica uzorkovanih na području Republike Hrvatske, 2019. godine

Vrste	Indeks frekventnosti (%)
<i>Lampyrus germariensis</i>	14,29
<i>Lampyrus iberica</i>	14,29
<i>Lampyrus noctiluca</i>	28,57
<i>Lamprohiza splendidula</i>	42,86
<i>Luciola lusitanica</i>	14,29

Na osnovi indeksa frekventnosti vrste se mogu svrstati u dvije kategorije. Ni za jednu vrstu krijesnica nije utvrđeno da se radi o čestoj vrsti, svih pet pripada rijetkim vrstama na istraživanom području Republike Hrvatske (Tablica 5).

Tablica 5. Pregled čestih i rijetkih vrsta na području Republike Hrvatske; na temelju indeksa frekventnosti

Česte vrste	Rijetke vrste
-	<i>Lampyrus germariensis</i>
	<i>Lampyrus iberica</i>
	<i>Lampyrus noctiluca</i>
	<i>Lamprohiza splendidula</i>
	<i>Luciola lusitanica</i>

3.2. Morfologija, anatomija i ostale značajke vrsta krijesnica uzorkovanih na području Republike Hrvatske, 2019. godine

3.2.1. *Lamprohiza splendidula* (L., 1767)

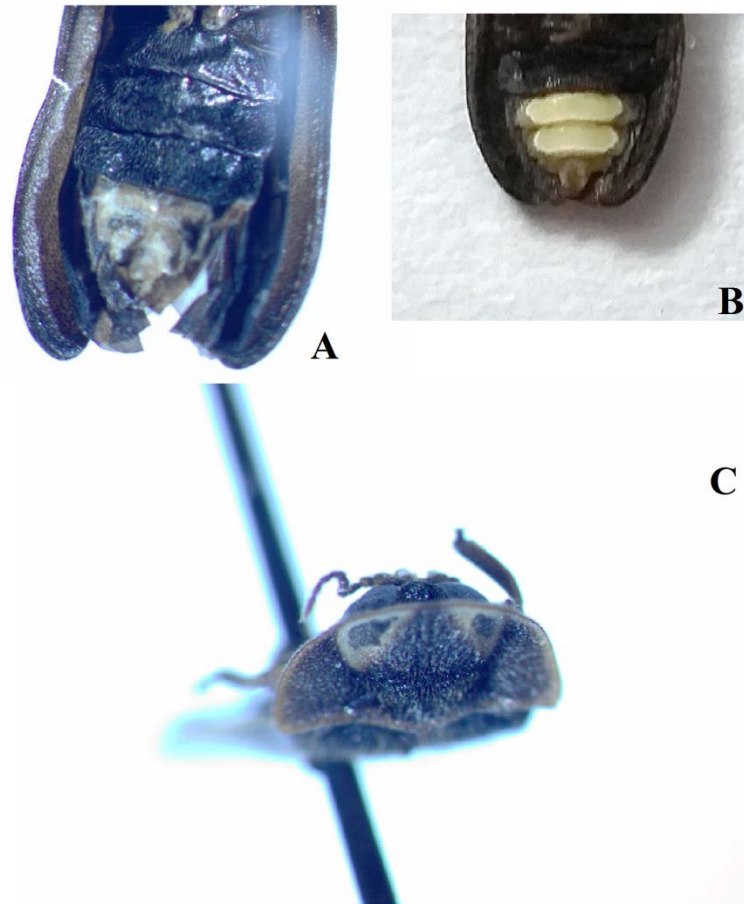
Lamprohiza splendidula (L., 1767) – vrsta koja ima distribuciju uglavnom na području središnje Europe. Nakon *Lampyrus noctiluca*, najbolje je istražena europska vrsta (De Cock, 2009). Kod ove vrste je također prisutan spolni dimorfizam u stadiju odrasle jedinke (Barboni, 2013). Ženke (slika 16) su veličine 10 mm do 15 mm (De Cock, 2014). Imaju zakržljala krila, u obliku ljasaka, a žućkasto – bijele su boje i nalik na ličinku (Barboni, 2013). Ima svjetlosne organe u obliku dvije svijetle točke u 6. segmentu abdomena i one ovalnog oblika na sljedećem segmentu. Također postoji varijabilni broj raspršenih svjetlosnih točaka po strani abdomena, od kojih su najsvjetlije u prednjem i stražnjem dijelu. Mužjaci (slika 17) su manji, veličine 8 do 10 mm. Imaju lako uočljive prozirne prozore na pronotumu i mnogo veći svjetlosni organ koji se sastoji od dvije svijetle točke ovalnog oblika u 6. i 7. segmentu abdomena, a koji je osvijetljen tijekom leta (slika 18). Mužjaci lete u velikom broju pa ih je prilično jednostavno uočiti. Kao odrasle jedinke žive oko dva tjedna. Ličinke (4-17 mm) su tamno – smeđe boje, pomalo spljoštene. Obično se nalaze nisko između vegetacije ili između lišća i mahovine. U stadiju ličinke do preobrazbe žive oko dvije godine. Imaju nekoliko svijetlih točaka na stranama (3 do 6) kroz koje emitiraju svjetlost, s najsajnijim prednjim i stražnjim dijelom. Ova vrsta zahtjeva vlažnije stanište u odnosu na *Lampyrus noctiluca*; može se naći u šumovitim krajolicima sa šumskim potocima, na livadama, šumskim rubovima, otvorenim šumskim područjima (De Cock, 2014).



Slika 16. *Lamprohiza splendidula* (L., 1767) – ženka (s leđne (desno) i trbušne (lijevo) strane) (Autor fotografija: T. Pandurović)



Slika 17. *Lamprohiza splendidula* (L., 1767) – mužjak (s leđne (lijevo) i trbušne (desno) strane) (Autor fotografija: T. Pandurović)



Slika 18. *Lamprohiza splendidula* (L., 1767) – Svjetlosni organ (A; B) i prozirni prozori na pronotumu (C) kod mužjaka; determinacijsko obilježje vrste (Autor fotografija: T. Pandurović)

3.2.2. *Lampyris germariensis* (Jacquelin du Val, 1860)

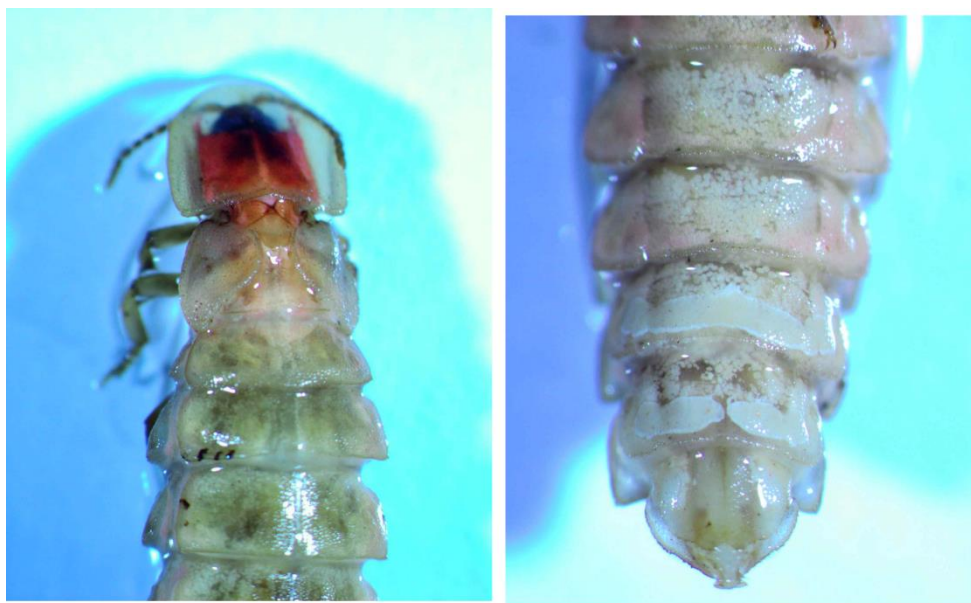
Mužjaci ove vrste odlikuju se blijedim tijelom, s blijedim rubovima. Imaju pronotum više zaobljen i veće duljine nego širine. Neprozirni prozori nalaze se na pronotumu kao i prepoznatljiva crvenkasto – smeđa boja u donjem dijelu pronotuma (slika 19). Ženke su generalno manje, 12 – 20 mm; najčešće 15 mm. Blijede su, s bočne strane vidljiva lagana crvenkasto – roza obojenost (slika 20). Pronotum, također, dulji nego širi i s prepoznatljivom narančastom do svijetlo smeđom bojom u donjem njegovom dijelu. Imaju veće trokutaste, srednje zakrivljene, elitralne pupoljke koji dosežu preko metanotuma. Svjetlosni organ u svom drugom segmentu nalikuje prekinutoj vrpci (slika 21). Kako je vidljivo prema karti (slika 22), vrsta se može naći duž hrvatske obale, ali i u zemljama jugoistočne Europe, uglavnom na obalnim područjima (De Cock i Novak, 2019).



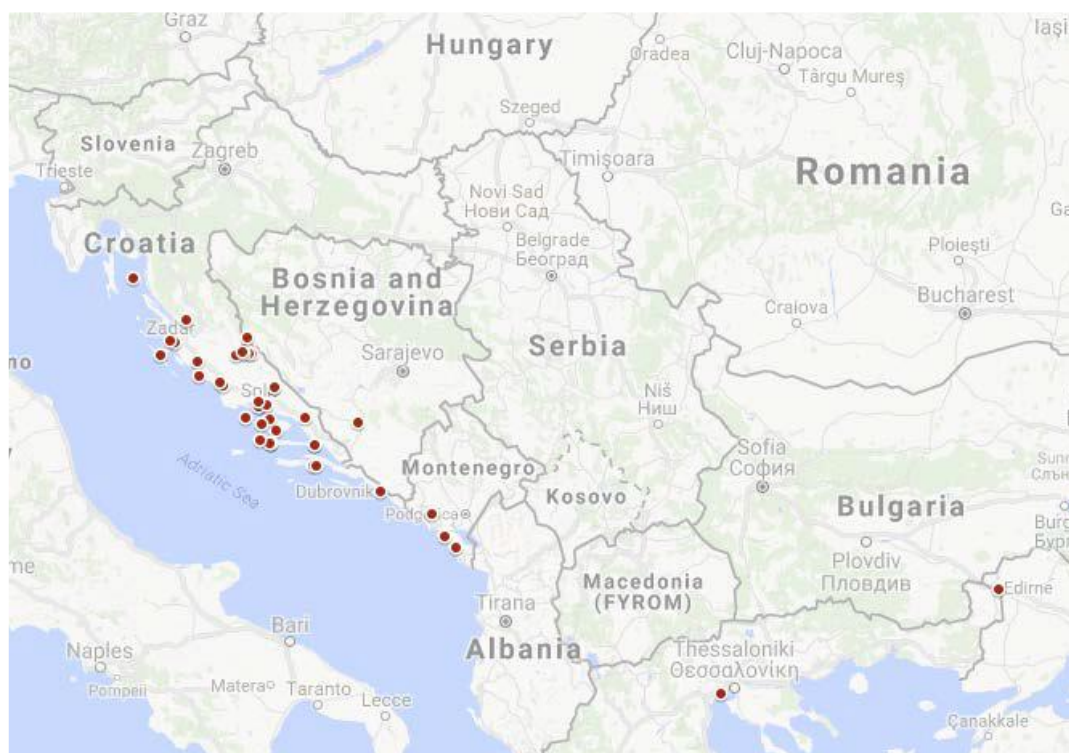
Slika 19. *Lampyrus germariensis* (Jacquelin du Val, 1860) – mužjak s leđne (lijevo) i trbušne strane (desno); prepoznatljiva crvenkasto – smeđa boja u donjem dijelu pronotuma (sredina) (preuzeto i prilagođeno prema De Cock i Novak, 2019)



Slika 20. *Lampyrus germariensis* (Jacquelin du Val, 1860) – ženka s trbušne (lijevo) i leđne (desno) strane; blijeda boja i lagana crvenkasto – roza obojenost s bočne strane (sredina) (Autor fotografija: T. Pandurović)



Slika 21. *Lampyris germariensis* (Jacquelin du Val, 1860) – ženka; determinacijska obilježja vrste (pronotum, s prepoznatljivom narančastom do svijetlo smeđom bojom u donjem njegovom dijelu; veliki trokutasti, zakrivljeni, elitralni pupoljci; svjetlosni organ, u svom drugom segmentu nalik prekinutoj vrpci) (Autor fotografija: T. Pandurović)



Slika 22. Geografska distribucija vrste *Lampyris germariensis* (Jacquelin du Val, 1860) na području jugoistočne Europe (preuzeto i prilagođeno prema De Cock i Novak, 2019)

3.2.3. *Lampyris iberica* (Geisthardt et al., 2008)

Lampyris iberica (Geisthardt et al., 2008) je vrsta kod koje je također prisutan spolni dimorfizam u stadiju odrasle jedinke. Mužjaci dužine 13,5 do 14 mm (slika 23); pronotum puno širi nego duži, ravan. U blizini prednjeg ruba nalaze se dvije male, ponekad jedva vidljive prozirne točke. Pronotum je blijed do žuto – smeđe boje, osim u sredini i posteriorno gdje je smeđe boje (Geisthardt i sur., 2008). Simetrične crvenkaste jame nalaze se ispod pronotuma, na oba njegova kraja (web 11). Crne glave, ticala relativno duga – gotovo u doticaju s elitrama. Neki primjerci imaju drugu antenomeru kraću (Geisthardt i sur., 2008). Imaju crvenkasto – smeđe ili potpuno smeđe elitre, sa žutim bočnim rubom, ponekad nepotpunim (web 11). Noge su im blijede, osim stopala i unutarnje strane goljenice, koji su smeđe boje. Abdomen tamnosmeđe boje, prema rubovima sve bljeđi. Zadnji segment s trbušne strane obično je žuto – smeđe boje ili blijed i na njemu je smješten mali okrugli svjetlosni organ (slika 24) (Geisthardt i sur., 2008). Pomoću svjetlosnog organa emitiraju zelenu svjetlost u obliku dvije točke, ali samo kad je jedinka uznemirena. Ženke nalikuju na ličinku, a obojane su crnim tonovima (web 11). Duge su oko 25 mm (slika 23). Male oči, glava ispod pronotuma (Geisthardt i sur., 2008). Crvenkaste jame smještene su ispod pronotuma, u donjem vanjskom dijelu obje strane (web 11). Nemaju elitre. Noge su slabije razvijene i kraće nego u mužjaka. 6. i 7. trbušni segment u potpunosti prekriva svjetlosni organ, a na zadnjem 8. segmentu nalazi se mali svjetlosni organ s obje strane (Geisthardt i sur., 2008). Neprekidno emitiraju zeleno svjetlo pomoću svjetlosnih organa (web 11). Vrsta jako nalikuje vrsti *Lampyris noctiluca* i na prvi ih je pogled teško razlikovati. Postoje ipak značajke koje to olakšavaju. Jedinke vrste *Lampyris noctiluca* uglavnom su tamnosmeđe do crne boje dok uopće ne posjeduju prozirne točke na pronotumu. *L. iberica* ima puno širi pronotum nego *L. noctiluca*. Ženke obje vrste samo površno nalikuju jedna na drugu. Nemaju ni ostatke elitri ni krila. Ono po čemu se ženke ovih dviju vrsta mogu razlikovati je uzorak boja – posebice po ružičastim točkama na pronotumu i bljeđoj boji abdominalnih segmenata. Zadnji segment je drukčijeg oblika. Svjetlosni organi su razvijeniji u *Lampyris iberica* nego u *L. noctiluca* (Geisthardt i sur., 2008). Gledajući distribuciju ove vrste, otkad je otkrivena, utvrđena je njezina prisutnost na području Pirinejskog poluotoka (Portugal, sjeverna i srednja Španjolska) (slika 25) i na području jugozapadne Francuske (slika 26) (Guzmán Álvarez i De Cock, 2011; Diéguez Fernández, 2010; Geisthardt i sur., 2008; citirano u Constantin, 2014). Za

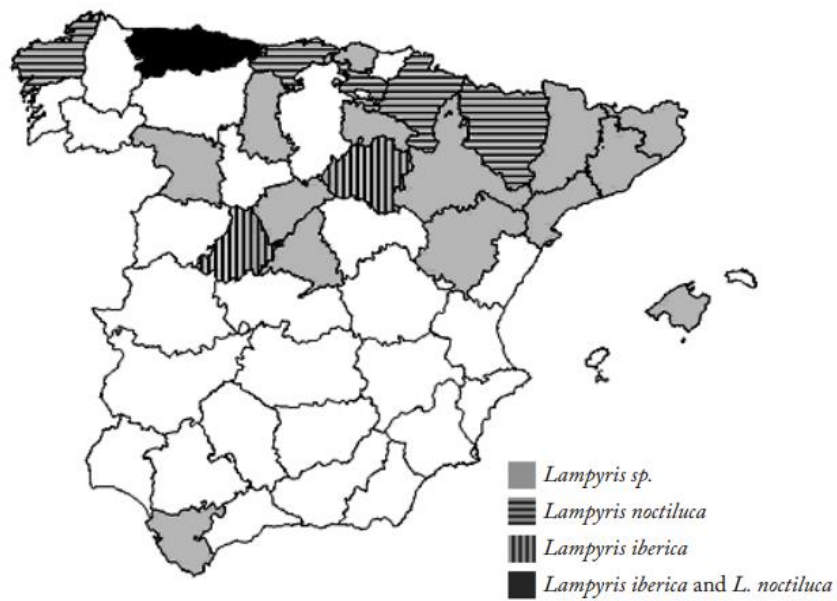
područje Republike Hrvatske ovo je nova vrsta; do sada nije bila utvrđena njezina prisutnost na ovom području.



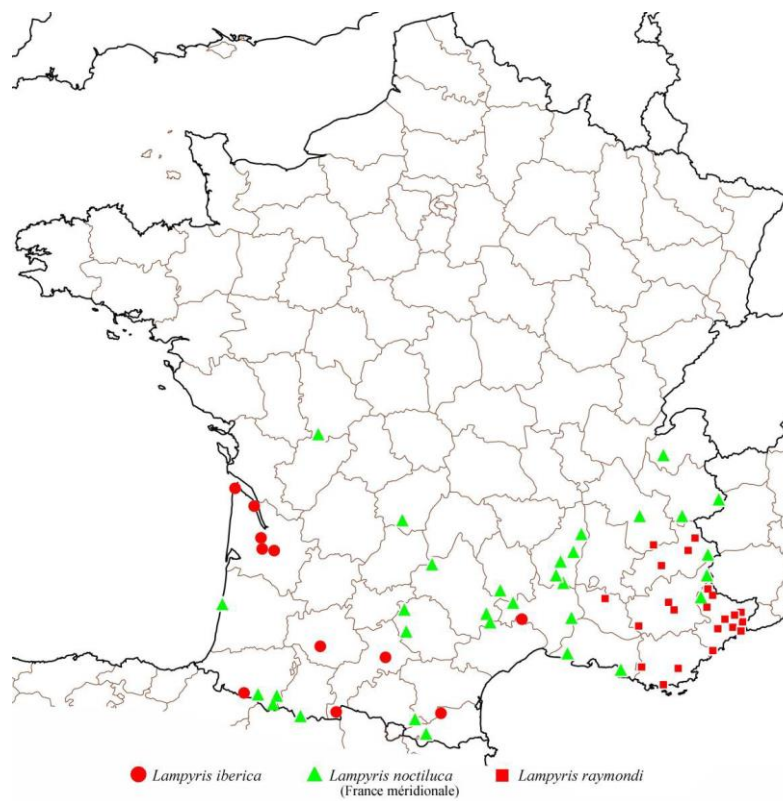
Slika 23. *Lampyrus iberica* (Geisthardt et al., 2008) – ženka (lijevo) (web 12) i mužjak (desno) (Autor fotografije: G. Vignjević)



Slika 24. *Lampyrus iberica* (Geisthardt et al., 2008) – mužjak s trbušne strane (lijevo) i detalji (determinacijska obilježja – velike oči, široki pronotum s jedva vidljivim prozirnim točkama i svjetlosni organ (desno)) (Autor fotografija: G. Vignjević)



Slika 25. Geografska distribucija roda *Lampyris* na području Španjolske (preuzeto i prilagođeno prema Guzmán Álvarez i De Cock, 2011)



Slika 26. Geografska distribucija roda *Lampyris* na području Francuske (preuzeto i prilagođeno prema Constantin, 2014)

3.2.4. *Lampyris noctiluca* (L., 1758)

Lampyris noctiluca (L., 1758) je dosad najbolje istražena i najraširenija vrsta krijesnica, s gotovo kompletnom distribucijom na području Palearktika (obuhvaća cijelu Europu, ne tropski dio Azije i sj. Afrike (web 13)); pojavljuje se sve od Portugala pa do sjeverne Kine, od zapada prema istoku, od polovine Skandinavskog poluotoka do Kavkaza, tj. od sjevera prema jugu (De Cock i Geisthardt, 2007; Mikšić, 1982; citirano u De Cock, 2009). Ova vrsta, kao i ostale vrste krijesnice, prolazi potpunu preobrazbu – ima četiri različita životna stadija: jaje, ličinku, kukuljicu i na kraju postaje odrasli oblik. Cijeli ciklus traje oko dvije godine. Tijekom ljetnih mjeseci, od sredine lipnja do sredine srpnja, nakon parenja, odrasle ženke ove vrste (*Lampyris noctiluca*) obično polažu od 50 do 60 jaja promjera 1 mm i skrivaju ih u zaštićenim, hladnijim i vlažnim mjestima. Dok se ženke bave polaganjem jaja, koje traje 3-4 sata, većina mužjaka, nakon parenja, umire. Ženke će ostati u grmlju još nekoliko dana. U prvim danima, nakon što su jaja položena, može se uočiti emisija vrlo slabog žutog svjetla koje izgleda kao da dolazi od žumanjka i tankog sloja želatinozne patine – odnosno već i u stadiju jajeta prisutna je emisija svjetla (Barboni, 2013). Ličinke su pomalo spljoštene (4-30 mm), vrlo slične odraslom ženskom kukcu, ali često sa žućkastim mrljama na rubu tijela. Nastanjuju se između vegetacije, mahovine ili mrtvog lišća (De Cock, 2014). Ličinke su predatori, hrane se najčešće mekušcima kao što su puževi (Barboni, 2013). Ličinka uđe u kućicu i hrani se mekim tkivom koje omekša pomoću probavnih sokova. U stadiju ličinke provedu dvije do tri godine (De Cock, 2014). Ličinka zatim prolazi kroz stadij kukuljice i na kraju preobrazbe postaje odrasla jedinka. Kod odraslih je prisutan spolni dimorfizam - kod mnogih životinja vanjski izgled razlikuje se prema spolu. Tako i kod insekata; veličina, boja, oblik i veličina ticala, nogu i krila razlikuju se prema spolu (Barboni, 2013). Ženke su duge oko 20 mm, izgledom nalik na ličinku, smeđe-crne do tamno sive boje s ružičastim uzorkom i potpuno bez krila sa širokim svjetlosnim trakama, jednom u 6. i jednom u 7. stražnjem segmentu, i dvije ispod svjetlosne točke koje se nalaze u pretposljednem 8. segmentu (slika 27). Ženke se okreću kako bi bolje emitirale svjetlo, odnosno abdomen okreću spiralno prema gore kako bi mužjaci jasnije mogli vidjeti i bolje zapaziti svjetlo ženki. Ako se mužjak ne pojavi odmah, ženka podiže abdomen više i polako ga pomiče naprijed-natrag. Mužjaci su obično nešto

manji od ženki (do 15 mm), s krilima, smeđe-crne do tamno sive boje (slika 27). Imaju „štitove“ iznad krila (čvrsti oklop od hitina koji štiti krila i meko tijelo ispod njih), vrlo velike oči i mali svjetlosni organ koji se nalazi u pretposljednem segmentu ventralno, a koji se sastoji od dvije susjedne svijetle točke koje emitiraju svjetlo samo kada je jedinka uznemirena (slika 28). Kao odrasle jedinke žive oko dva tjedna. Vrsta se najčešće može naći u najrazličitijim biotopima, a koji su dovoljno vlažni. Često se radi prijelazima iz zatvorenih u otvorene biotope. Primjeri su rubovi cesta, vlažni travnjaci, obale (bare, jarci, kanali, potoci, rijeke), šumski rubovi, otvoreni prostori u šumama i slično (De Cock, 2014).



Slika 27. *Lampyris noctiluca* (L., 1758) – ženka (lijevo; (web 14)) i mužjak (desno) (Autor fotografije: T. Pandurović)



Slika 28. *Lampyrus noctiluca* (L., 1758) – mužjak – prikaz s trbušne strane; prikaz determinacijskih obilježja vrste (velike oči, pronotum, svjetlosni organ) (Autor fotografije: T. Pandurović)

3.2.5. *Luciola lusitanica* (Charpentier, 1825)

Luciola lusitanica (Charpentier, 1825) je treća najbolje istražena europska vrsta krijesnica nakon *Lampyrus noctiluca* i *Lamprohiza splendidula* (De Cock, 2009). Glava smještena ispred pronotuma, s velikim i istaknutim očima. Elitre (poklopci iznad krila) su crnkaste. Pronotum narančasto-crvenkast, konveksan, poprečno se proteže, gotovo dva puta duži nego širok (slika 29). Oba spola emitiraju svjetlost (Guzmán Álvarez i De Cock, 2017). Ova vrsta jako nalikuje vrsti *Luciola italica* (slika 30). Uočene su male razlike u mužjaka i ženki te dvije vrste. Ono što je specifično za obje vrste, ženke nisu nalik na ličinku, za razliku od većine drugih vrsta, posjeduju i dobro razvijene elitre, s krilima (slika 31). Mužjak je veličine oko 10 mm, a ženka 8. Oba spola posjeduju svjetlosnu prugu u posljednjim abdominalnim segmentima (Barboni, 2013).



Slika 29. *Luciola lusitanica* (Charpentier, 1825) – mužjak (determinacijska obilježja vrste – svjetlosni organ (dolje lijevo) i narančasto – crven pronotum bez središnje točke koju ima vrsta *L. italica* (dolje desno)) (Autor fotografija: T. Pandurović)



Slika 30. Usporedba vrste *Luciola italica* (lijevo) (web 15) i *L. lusitanica* (desno) (Autor fotografija: T. Pandurović)



Slika 31. *Luciola lusitanica* (Charpentier, 1825) – ženka (preuzeto i prilagođeno prema Barboni, 2013)

4. RASPRAVA

Istraživanje krijesnica (Coleoptera; Lampyridae) provedeno je od kraja lipnja do početka kolovoza 2019. godine, na području Republike Hrvatske – najviše regije Slavonije (istočna Hrvatska). Bilo je 17 izlazaka na teren na 14 različitih lokaliteta, tijekom kojih se nastojala utvrditi prisutnost krijesnica na pojedinom lokalitetu. Njihova prisutnost uspješno je utvrđena i zabilježena na 7 lokaliteta od ukupno 14 istraživanih. Na tih 7 lokaliteta - livada uz Vuku, Nuštar; otočki „Virovi“, Otok; „Zvirinac“, Privlaka; šuma „Spačva“, Apševci; Slunj, u blizini izvora rijeke Mrežnice; Pašman, na otoku Pašmanu i Žaborić kod Šibenika – obavljeno je i uzorkovanje radi determinacije i određivanja broja vrsta i jedinki pojedinih vrsta koje naseljavaju određena područja. Uzorkovanje nije obavljeno jedino na lokalitetu „Zvirinac“, Privlaka radi premalog broja vrsta, ali su podaci zabilježeni na obrascu za praćenje (poglavlje „Prilozi“ ovog rada). Prilikom svakog izlaska na teren, osim procjene ukupnog broja krijesnica na određenom lokalitetu, pratila se još i temperatura zraka, jakost vjetera i vrijeme (u satima) kad je primijećena prva svjetleća krijesnica kao i vrijeme kad se njihova aktivnost vidno počela smanjivati. Aktivne (svjetleće) jedinke, s obzirom na vanjske uvjete, primijećene su pri temperaturama u rasponu od 22° - 28° C. Njihova najveća aktivnost, ipak, primijećena je pri temperaturama od 24° - 26° C, u vrijeme kad nije bilo vjetera ili je on bio slab i kad je vrijeme bilo stabilno. Obavljena su 2 izlaska na teren, u vrijeme kad uvjeti nisu bili idealni za pojavljivanje krijesnica, kako bi se napravila usporedba. Već pri 21° C i pritom s osjetno hladnijim i oblačnim, vremenom pred kišu, uočena je smanjena aktivnost krijesnica. Primijećeno je samo nekoliko jedinki koje su kratko svijetlile i zatim nestale u šumi. Pri izlasku na drugi teren, bilo je 20° i hladnije te nije primijećena niti jedna jedinka. Iz toga je vidljivo da krijesnicama za njihovu aktivnost najviše pogoduje stabilno, toplo vrijeme, bez ili s vrlo malo vjetera. Gledajući doba dana, najveća aktivnost krijesnica primijećena je i zabilježena u sumrak po zalasku sunca, u razdoblju od otprilike 21:40 do 22:20. To potvrđuje i De Cock (2009) navodeći za vrstu *Lamprohiza splendidula*, čija se aktivnost najviše i opažala, da mužjaci započinju aktivnost pri zalasku Sunca i prvo lete male udaljenosti iznad šumskog tla ili svijetle kratkim bljeskovima. Nakon što se smrači lete više, kontinuirano svijetle i lete na više otvorenim prostorima kao što su rubovi šume ili polja i voćnjaci. Nakon otprilike 45 minuta do sat vremena aktivnost mužjaka postupno se smanjuje, te bi potpuno prestala oko dva sata po zalasku Sunca (De Cock, 2009; Schwalb, 1961). Kako dan polako postaje kraći, odnosno Sunce počinje ranije zalaziti nakon ljetnog solsticija, tako se može

primijetiti i kako krijesnice ranije počinju izlaziti i biti aktivne (oko 21:30, 21:21) i ta aktivnost ranije prestaje u odnosu na prethodne dane, kad je zalazak Sunca bio kasnije (oko 21:53, 22:00). Sredinom srpnja već se više nije mogla primijetiti niti jedna svjetleća jedinka na lokalitetima u Slavoniji - lokalitetima na kojima se mogu naći dvije vrste, od pronađenih pet u Hrvatskoj, *Lamprohiza splendidula* i *Lampyrus noctiluca*. To su vrste za koje De Cock (2014) navodi kako u odraslom obliku žive samo oko 2 tjedna što onda objašnjava nestanak vrsta u srpnju na ranije spomenutom području. Za razliku od slavonskih, na ostalim istraživanim lokalitetima Hrvatske aktivne jedinke drugih pronađenih vrsta uočavane su i kasnije, čak i početkom kolovoza. Uzorci su prikupljeni metodom aktivnog lova pomoću mrežice i zatim stavljeni u staklenku s poklopcem, u kojoj je vata natopljena 96 % etanolom. Sveukupno je uzorkovano 33 jedinke, od kojih 29 mužjaka i samo 4 ženke. Početna hipoteza bila je da će se na području Republike Hrvatske utvrditi prisutnost samo dvije vrste krijesnica (*Lampyrus noctiluca* i *Lamprohiza splendidula*), no međutim, ovim istraživanjem utvrđena je prisutnost još tri vrste – *Lampyrus germariensis*, *Lampyrus iberica* i *Luciola lusitanica*. Najviše jedinki uzorkovano je na području lokaliteta otočki „Virovi“ u Otoku, njih 17, a najveći broj vrsta uzorkovan je na području lokaliteta u Slunju – 2. *Lamprohiza splendidula* pokazala se kao najzastupljenija vrsta, s obzirom na to da se pojavljuje na tri lokaliteta od ukupno sedam na kojima je utvrđena prisutnost krijesnica. *Lamprohiza splendidula* također je i najfrekventnija vrsta krijesnica s vrijednošću indeksa frekventnosti koja iznosi 42, 86 %. Ako se promotri sezonska dinamika krijesnica uzorkovanih na području Republike Hrvatske, može se primijetiti kako je najviše uzorkovanih jedinki bilo krajem lipnja (23 jedinke) i to najveći dio ponovno na lokalitetima u Slavoniji. To je bilo i očekivano s obzirom na ranije spomenuto postupno smanjivanje aktivnosti krijesnica povezano s duljinom dana i zalaskom Sunca, odnosno s obzirom na to da se na tom području mogu naći vrste (*Lamprohiza splendidula* i *Lampyrus noctiluca*) čija je aktivnost najveća i koje se, kako navodi Barboni (2013), u odraslom obliku pojavljuju od sredine lipnja do sredine srpnja. S obzirom da ne postoje istraživanja krijesnica za lokalitete na kojima je provedeno ovo istraživanje, o kojem govori ovaj rad, nije moguće napraviti usporedbu rezultata ovog istraživanja (vrijednosti indeksa frekventnosti, distribucija vrsta nekad i sad na području Republike Hrvatske) s rezultatima prijašnjih.

Ovim istraživanjem napravljena je i usporedba između urbanih i prirodnih staništa s obzirom na prisutnost krijesnica. Početna hipoteza bila je da će krijesnice biti prisutne

samo na prirodnim staništima, što je rezultatima ovog istraživanja i potvrđeno. Kao što je navedeno ranije u radu, prisutnost krijesnica ovim istraživanjem utvrđena je na 7 lokaliteta. Radi se o međusobno različitim područjima, ali ono što im je zajedničko je ujedno ono što osigurava prigodno stanište za krijesnice. Svi ti lokaliteti su zapravo prirodna područja, s vrlo malo ili u potpunosti bez prisutne umjetne rasvjete, a time i svjetlosnog onečišćenja. Termin „umjetna rasvjeta“ odnosi se na skupinu antropogenih izvora svjetla – kao što su ulične lampe, svjetiljke kojima se osvjetljava put, automobilski farovi – odnosno na čovjekovo osvjetljavanje noćnog krajolika. Moguće je da takav način gospodarenja okolišem ima negativne učinke na populaciju noću aktivnih životinja (Davies i Smyth, 2018; Gaston i Holt, 2018; Navara i Nelson, 2007; Rich i Longcore, 2006; citirano u Owens i Lewis, 2018). Nedavna istraživanja pokazala su kako se povećala jačina osvjetljenja noćnog neba. Čak 88 % područja u Europi i 47 % Sjedinjenih Američkih Država iskusili su tzv. „svjetlosno onečišćenje“, odnosno povećanje svjetline noćnog neba za 8 % u odnosu na prirodne vrijednosti (Falchi i sur., 2016; citirano u Owens i Lewis, 2018). U posljednjih 20 godina, neka su područja ipak zabilježila smanjenja svjetline noćnog neba, što bi moglo biti rezultat inicijativa za smanjivanje uporabe umjetne rasvjete kao i tehnoloških inovacija koje ograničavaju umjetno osvjetljenje samo na određena područja (Bennie i sur., 2014; Kyba i sur., 2017; citirano u Owens i Lewis, 2018). Širom svijeta više od 60 % beskralježnjaka su noćne životinje (Hölker i sur., 2010; citirano u Owens i Lewis, 2018) i time su te vrste vjerojatno podložne najvećem utjecaju umjetnog osvjetljenja (Owens i Lewis, 2018). Među noću aktivne beskralježnjake ubrajaju se i krijesnice. Kako se one koriste emisijom svjetlosti (bioluminiscencijom) kao sredstvom za pronalaženje partnera, potrebni su im određeni uvjeti u okolišu – posebno su osjetljive na ambijentalno osvjetljenje koje im govori doba dana. Kad se intenzitet ambijentalnog osvjetljenja smanji na prag specifičan za određenu vrstu započinju sa svijetljenjem (Buck, 1937; citirano u Owens i Lewis, 2018). Iz tih razloga na njih prisutnost umjetne rasvjete na njihovim staništima može imati nekoliko učinaka – uzrokovati vremensku i prostornu dezorijentaciju, a tu je i utjecaj na privlačenje partnera i međusobno prepoznavanje (Owens i Lewis, 2018).

Područja na kojima je utvrđena prisutnost krijesnica su uglavnom rubovi šume, područja u blizini neke vodene površine (u ovom slučaju to su uglavnom bile rijeke), ondje gdje je relativno tiho i mirno, gdje nema velikih, aktivnih prometnica. Područja uglavnom prilično udaljena od napučenih ljudskih naselja i područja gdje još uvijek nije vidljiv velik

utjecaj i prisutnost čovjeka, odnosno gdje čovjek svojim utjecajem još nije u potpunosti izmijenio krajolik i time smanjio prostor pogodan za život krijesnica. U urbanim područjima ih je nestalo upravo zbog čovjekove aktivnosti – gradnje prometnica u blizini šuma ili livada koje su bile stanište krijesnicama i tako osigurane gotovo neprekidne prisutnosti svjetala automobila u prolazu što također ometa aktivnost krijesnica; gradnje naselja, krčenja šuma, košnja i uređivanje okoliša te tako smanjenje broja pogodnih staništa; postavljanje rasvjete u vrtovima, parkovima, uz rubove šuma radi lakšeg snalaženja po noći – sve je to uzrokovalo njihov nestanak s nekih područja, a i moguće su sve veće promjene općenitih uvjeta okoliša zajedno s čovjekovim utjecajem uzrok smanjenja njihovog broja i na prirodnim staništima, na kojima ih za sada još ima.

5. ZAKLJUČAK

- Tijekom istraživanja krijesnica na području Republike Hrvatske 2019. godine uzorkovano je 33 jedinke
- Unutar uzorka utvrđeno 3 roda i 5 vrsta krijesnica
- Utvrđeno postojanje dvije nove vrste na području Republike Hrvatske – *Lamprohiza iberica* i *Luciola lusitanica*
- Od ukupno 14 istraživanih lokaliteta, prisutnost krijesnica utvrđena je na njih 7 (livada uz Vuku, Nuštar; otočki „Virovi“, Otok; „Zvirinac“, Privlaka; šuma „Spačva“, Apševci; Slunj, u blizini izvora rijeke Mrežnice; Pašman, na otoku Pašmanu i Žaborić kod Šibenika)
- Za aktivnost krijesnicama najviše pogoduje stabilno, toplo vrijeme, bez ili s vrlo malo vjetra; najveća aktivnost primijećena je i zabilježena u sumrak po zalasku sunca
- Staništa gdje ih se može naći su prirodna područja, s vrlo malo ili u potpunosti bez prisutne umjetne rasvjete; područja uz rub šume, u blizini neke vodene površine (rijeka) jer im odgovaraju vlažna staništa, ondje gdje je relativno tiho i mirno
- Prema kvalitativnom sastavu najbogatiji vrstama je lokalitet Slunj, gdje je uzorkovano dvije od ukupno utvrđenih pet
- Prema kvantitativnom sastavu ističe se lokalitet otočkih „Virova“ u Otoku kraj Vinkovaca, gdje je uzorkovan najveći broj jedinki (17)
- *Lamprohiza splendidula* pokazala se kao najzastupljenija vrsta, s obzirom na to da se pojavljuje na tri lokaliteta od ukupno sedam na kojima je utvrđena prisutnost krijesnica
- *Lamprohiza splendidula* ujedno je i najfrekventnija vrsta s obzirom na vrijednost indeksa frekventnosti, koja iznosi 42, 86 %
- Najviše uzorkovanih jedinki bilo je krajem lipnja (23)

6. LITERATURA

Barboni, D. (2013) Lucciole. Vita spericolata di un coleottero pieno di energia. Tera Mata 2013: 21–25.

Bennie, J., Davies, T. W., Duffy, J. P., Inger, R., Gaston, K. J. (2014) Contrasting trends in light pollution across Europe based on satellite observed night time lights. Scientific Reports 4: 3789.

Branham, M. A., Wenzel, J. W. (2003) The origin of photic behavior and the evolution of sexual communication in fireflies (Coleoptera: Lampyridae). Cladistics 19: 1–22.

Buck, J. B. (1937a) Studies on the firefly. I. The effects of light and other agents on flashing in *Photinus pyralis*, with special reference to periodicity and diurnal rhythm. Physiological Zoology 10: 45–58.

Constantin, R. (2014) Contribution à l'étude des Lampyridae de France, actualisation de leur distribution et observations en France de *Lampyris iberica* Geisthardt, Figueira, Day & De Cock, 2008 (Coleoptera, Elateroidea). Le Coléoptériste 17(1): 34–44.

Cros, A. (1924) *Paulania mauretanicus* L. variations, moeurs, evolution. Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord 15: 10–52.

Davies, T. W., Smyth, T. (2018) Why artificial light at night should be a focus for global change research in the 21st century. Global Change Biology 24: 872–882.

De Cock, R., Matthysen, E. (1999) Aposematism and bioluminescence: experimental evidence from Glow-worm larvae (Coleoptera: Lampyridae). Evolutionary Ecology 13: 619–639.

De Cock, R. (2000) Rare, or simply overlooked? Practical notes for survey and monitoring of the small glow-worm *Phosphaenus hemipterus* (Coleoptera: Lampyridae). Belgian Journal of Zoology 130(2): 93–101.

De Cock, R., Geisthardt, M. (2007) Description of the adult female and larval stages of *Lampyris sardiniae* Geisthardt, 1987 (Coleoptera: Lampyridae). Entomologische Zeitschrift 117(3): 99-102.

DeCock, R. (2009) Biology and behaviour of European lampyrids. Bioluminescence in Focus - A Collection of Illuminating Essays 161-200.

De Cock, R. (2014) Soortenfiche Glimwormen. Natuurpunt.

De Cock, R., Novak, M. (2019) Light in the darkness II: some insights in Lampyridae from the Balkans from the Croatian Natural History Museum: species of the genera *Lampyris* Geoffr., 1762, *Phosphaenus* Cast., 1833 and *Lamprohiza* Motsch., 1858. Revision march 2019.

Diéguez Fernández, J. M. (2010) *Lampyris iberica* Geisthardt & al., 2008 y *Lamprohiza mulsanti* (Kiesenwetter, 1850) en España (Coleoptera : Lampyridae). Heteropterus Revista de Entomología 10 (1) : 87–90.

Dreisig, H. (1971) Control of the glowing of *Lampyris noctiluca* in the field (Coleoptera: Lampyridae). Journal of Zoology 165: 229–244.

Dreisig, H. (1975) Environmental control of the daily onset of luminescent activity in glowworms and fireflies (Coleoptera: Lampyridae). Oecologia 18: 85–99.

Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C. C., Elvidge, C. D., Baugh, K., Furgoni, R. (2016) The new world atlas of artificial night sky brightness. Science Advances 2: e1600377.

Fallon, T. R., Lower, S. E., Chang, C. H., Bessho-Uehara, M., Martin, G. J., Bewick, A. J., Behringer, M., Debat, H. J., Wong, I., Day, J. C., Suvorov, A., Silva, C. J., Stanger-Hall, K. F., Hall, D. W., Schmitz, R. J., Nelson, D. R., Lewis, S. M., Shigenobu, S., Bybee, S. M., Larracuenta, A. M., Oba, Y., Weng, J. K. (2018) Firefly genomes illuminate parallel origins of bioluminescence in beetles. eLife 7: e36495.

Gaston, K. J., Holt, L. A. (2018) Nature, extent and ecological implications of night-time light from road vehicles. *The Journal of Applied Ecology* 55: 2296–2307.

Geisthardt, M., Figueira, G., Day, J. C., De Cock, R. (2008) A review of Portuguese fireflies with a description of a new species, *Lampyrus iberica* sp. nov. (Coleoptera: Lampyridae). *Heteropterus Revista de Entomologia* 8(2): 147-154.

Guzmán Álvarez, J. R., De Cock, R. (2011) The biology and distribution of glow-worms (Coleoptera : Lampyridae) in Spain. *Lampyrid* 1 : 22-31.

Guzmán Álvarez, J.R., De Cock, R. (2017) A key to distinguish the Spanish glow-worm fireflies based on macroscopic visual traits. *International Firefly Symposium 2017, Taipei, Taiwan, 24-28 April 2017.*

Haddock, S. H. D., Moline, M. A., Case, J. F. (2010) Bioluminescence in the Sea. *Annual Review of Marine Science* 2: 443 – 93.

Hölker, F., Wolter, C., Perkin, E. K., Tockner, K. (2010) Light pollution as a biodiversity threat. *Trends in Ecology & Evolution* 25: 681–682.

Jezidžić, Lj. (2010) Slatkovodni puževi (Gastropoda) pokazatelji stupnja trofije kanala Čonakut u Kopačkom ritu. Magistarski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Institut Ruđer Bošković Zagreb. Osijek.

Kyba, C., Kuester, T., Sanchez de Miguel, A., Baugh, K., Jechow, A., Hölker, F., Guanter, L. (2017) Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. *Science Advances* 3: e1701528.

Lheritier, G. (1955) Observations sur le comportement de *Pelania mauritanica* L. *Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc* 35: 223–233.

Leschen, R. A. B., Beutel, R. G., Lawrence J. F. (2010) Lampyridae Latreille, 1817. Branham, M: A. *Handbook of Zoology; Arthropoda: Insecta. Coleoptera, Beetles;*

Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim). Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York. 141–149.

Lewis, S.M. i Cratsley, C.K. (2008) Flash Signal Evolution, Mate Choice, and Predation in Fireflies. *Annual Review of Entomology* 53: 293–321.

Lloyd, J. E. (1966) Studies on the Flash Communication System in Photinus Fireflies. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan*.

Majka, C. G., Macivor, J. S., (2009) The European lesser glow worm, *Phosphaenus hemipterus* (Goeze), in North America (Coleoptera, Lampyridae). *ZooKeys* 29: 34–47.

Mikšić, R. (1982) Die Lampyriden Europas (Coleoptera, Malacodermata). *Acta Entomologica Jugoslavica* 17 (1–2): 19–26.

Nada, B. i Kirton, L. G. (2004) The secret life of fireflies. *IRBM* 3: 2–4.

Navara, K. J., Nelson, R. J. (2007) The dark side of light at night: Physiological, epidemiological, and ecological consequences. *Journal of Pineal Research* 43: 215–224.

Owens, A. C. S., Lewis, S. M. (2018) The impact of artificial light at night on nocturnal insects: A review and synthesis. *Ecology and Evolution* 8 (22): 11337–11358.

Puškarčić M. (2018) Faunističko-ekološke značajke obada (Tabanidae) rijeke Cetine. *Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek*.

Rich, C., Longcore, T. (2006) *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Washington, DC: Island Press.

Schwalb, H. H. (1961) Beiträge zur Biologie der einheimischen Lampyriden *Lampyris noctiluca* und *Phausis splendidula*, und experimentelle Analysen ihres Beutefang- und

Sexualverhaltens. Zoologische Jahrbücher - Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere 88: 399–550.

Stanger-Hall, K. F., Lloyd, J. E. (2015) Flash signal evolution in *Photinus* fireflies: character displacement and signal exploitation in a visual communication system. *Evolution* 69: 666–682.

Mrežne stranice:

Web 1. Encyclopaedia Britannica: Firefly, insect

<https://www.britannica.com/animal/firefly-insect> (20.5.2019.)

Web 2. Hrvatska enciklopedija: Krijesnice

<http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=33950> (2.7.2019.)

Web 3. Grad Vinkovci: Geoprometni položaj

<https://grad-vinkovci.hr/hr/geoprometni-polozej> (3.7.2019.)

Web 4. Grad Otok

<https://www.otok.hr/category/grad-otok/> (3.7.2019.)

Web 5. Općina Nuštar

<http://www.nustar.hr/o-opcini> (3.7.2019.)

Web 6. Općina Pašman

<http://opcinapasman.hr/otok-pasman/mjesta/pasman/> (25.7.2019.)

Web 7. Naselje Apševci

<http://www.opcina-nijemci.com/index.php/naslovna/naselja/item/313-apsevci> (3.7.2019.)

Web 8. Grad Slunj

<http://tz-slunj.hr/kategorija/znacajke-slunja> (3.7.2019.)

Web 9. Grad Slunj

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Slunj> (3.7.2019.)

Web 10. Žaborić

<https://www.adriagate.com/Hrvatska-hr/Zaboric-Sibenik> (21.8.2019.)

Web 11. *Lampyrus iberica*

<http://www.gusanosdeluz.com/luciernagas/claves/> (26.7.2019.)

Web 12. *Lampyris iberica*

<https://www.biodiversidadvirtual.org/insectarium/Lampyris-iberica-img546312.html>

(28.7.2019.)

Web 13. Palearktik

<http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=46215> (14.7.2019.)

Web 14. *Lampyris noctiluca*

http://macroclub.ru/macroid/show_image.php?imageid=53161 (23.7.2019.)

Web 15. *Luciola italica*

https://www.naturamediterraneo.com/forum/topic.asp?TOPIC_ID=245894 (23.7.2019.)

7. PRILOZI

Prilog 1. Metodički dio - Priprema za nastavni sat za učenike 7. razreda osnovne škole

Ime i prezime nastavnika	Škola	Datum
Tea Pandurović	Osnovna škola	

Nastavna jedinica /tema	Razred
Člankonošci - kukci	7.
Temeljni koncepti	Ključni pojmovi
Prilagodba, životni ciklus	Člankonošci, člankovite noge, hitin, složene oči, ticala, usni organi, uzdušnice, preobrazba
Cilj nastavnog sata (nastavne teme)	
Upoznati kukce kao pripadnike najbrojnije skupine člankonožaca i njihove značajke.	

Ishodi učenja				
1. Usporediti građu tijela triju različitih razreda člankonožaca. 2. Opisati građu tijela kukaca. 3. Opisati životni ciklus kukaca. 4. Zaključiti o prilagodbama kukaca radi kojih su tako široko rasprostranjeni.				
Br.	Razrada ishoda nastavne jedinice	Zadatak/ primjer ključnih pitanja za provjeru ostvarenosti ishoda	KR	PU
1.1.	Definirati pripadnike koljena člankonožaca.	Koje sve razrede ubrajamo u koljeno člankonožaca? Koji je razred, među njima, najbrojniji i koje sve skupine mu pripadaju?	1	
1.2.	Opisati sličnosti i razlike u građi tijela između različitih pripadnika koljena člankonožaca.	Što je zajedničko kukcima, rakovima i paukovima, a zbog čega ih i ubrajamo u člankonošce? Osim zajedničkih svojstava ovih skupina, izdvojite posebnosti svake od njih.	1 1	
2.		Kako je podijeljeno tijelo kukaca i što možemo naći na svakom pojedinom dijelu? Što znate o unutrašnjoj građi tijela kukaca? Što su uzdušnice i odušci?	1 1	
3.1.	Prepoznati stadije unutar životnog ciklusa koji su prisutni u svih kukaca.	Navedi razvojne stadije u životnom ciklusu kukaca zajedničke svim kukcima. Koji se stadiji razlikuju ovisno o vrsti kukca o kojoj se radi?	1 1	
3.2.	Opisati preobrazbu kukaca.	Što je potpuna preobrazba? Što znači da neki kukac ima nepotpunu preobrazbu?	1 1	
4.		Što znači prilagodba? Što biste naveli kao neke bitne značajke (prilagodbe) kukaca zbog kojih su oni široko rasprostranjeni na različitim staništima?	1 2	
<small>Kognitivna razina (KR): I. reprodukcija, II. konceptualno razumijevanje i primjena znanja, III. rješavanje problema Procjena uspješnosti učenja (PU): - odgovara manje od 5 učenika, +/- odgovara otprilike polovina učenika, + odgovara većina učenika</small>				

Tijek nastavnog sata

Tip sata	Obrada novog nastavnog sadržaja	Trajanje	45 min				
STRUKTURNI ELEMENT NASTAVNOG SATA	DOMINANTNA AKTIVNOST	BR. ISHODA	KORISTITI U IZVEDBI	METODA	SOCIJALOŠKI OPREK DANA	TRAJANJE (min)	
Uvodni dio	N ⇒ Učenike dijeli u pet grupa i zadaje im uvodnu aktivnost pomoću koje zajedno s njima dolazi do naslova nastavne jedinice koja se obrađuje i koja ih uvodi u sat. Zapisuje naslov na ploču. U ⇒ Dobivaju kartice sa slikama različitih životinja koje svaka grupa razvrstava po skupinama kojima pripadaju. Ona skupina (člankonošci), za koju pronađu najviše pripadnika, je zapravo nastavna jedinica koju se obrađuje. U ⇒ Aktivno sudjeluju u rješavanju zadanog. Pišu naslov u svoje bilježnice.		UDŽ, P, K, PP	R, T	F, G	6	
Središnji dio	N ⇒ Povezuje uvodnu aktivnost s ostatkom sata tako što učenicima pomaže svojim pitanjima zaključiti da su kukci najbrojnija skupina člankonožaca (skupina s najviše pripadnika u uvodnoj aktivnosti) - <i>Koji je razred među člankonošcima najbrojniji i koje sve skupine mu pripadaju? Pokušajte zaključiti na temelju prethodne aktivnosti.</i> N ⇒ Učenicima pojasniti, uz slikovne prikaze na prezentaciji, kako uz kukce u koljeno člankonožaca ubrajamo još neke skupine životinja, a kojima ćemo se baviti na slijedećim satima. U ⇒ Aktivno sudjeluju u razgovoru odgovarajući na postavljena pitanja.	1	PP, UDŽ	R	F	5	
	N ⇒ Crtajući na ploču pojašnjava učenicima građu tijela kukaca (vanjsku i unutrašnju), a učenicima dijeli radne listiće s crtežom koji oni trebaju nadopuniti prateći nastavnika. N ⇒ Uz crtanje i slike na prezentaciji, pojašnjava učenicima sličnosti i razlike u građi tijela između različitih skupina člankonožaca. Postavlja učenicima pitanja kojima provjerava njihovo razumijevanje - <i>Što je zajedničko kukcima, rakovima i paukovima, a zbog čega ih i ubrajamo u člankonošce? Osim zajedničkih svojstava ovih skupina, izdvojite posebnosti svake od njih.</i> U ⇒ Aktivno sudjeluju u radu popunjavajući crtež na radnom listiću i odgovarajući na postavljena pitanja.	1, 2	PP, UDŽ, P, RL	R, C	F, I	10	
	N ⇒ Pomoću pp prezentacije učenicima pojašnjava životni ciklus kukaca te ih upućuje na razlike između potpune i nepotpune preobrazbe – koristeći se videozapisom (*) U ⇒ Aktivno prate i sudjeluju u radu.	3	PP, UDŽ, V	R	F	8	
	N ⇒ Postavlja pitanje učenicima <i>Što znači prilagodba? Kako je povezana sa širokom rasprostranjenošću kukaca?</i> Prikazuje videozapis (#) o nekim prilagodbama kukaca (uz prateći tekst na hrvatskom jeziku kako bi učenici mogli lakše pratiti) i dijeli učenicima radni listić/organizator pažnje pomoću kojega prate video. Nakon što učenici završe s popunjavanjem listića, provjerava napisano. U ⇒ Aktivno sudjeluju u razgovoru odgovarajući na pitanja i popunjavaju radni listić te na taj način aktivno prate videozapis koji im je prikazan.	4	V, RL, OP	R, T	F, I	8	
Završni dio	N ⇒ U vremenu koje je preostalo na kraju sata radi ponavljanje naučenog i provjeru ostvarenosti ishoda – kviz (uključena i pitanja za provjeru ostvarenosti ishoda, a koja nisu ranije već provjerena). Učenike dijeli u nekoliko grupa kao i na početku sata (pet) i oni grupno odgovaraju na postavljeno pitanje. U ⇒ Aktivno sudjeluju u ponavljanju odgovarajući na postavljena pitanja.	1, 2, 3, 4	PP, P	R	F, G	8	
Nositelji aktivnosti: N – nastavnik, U – učenici (dodati i mijenjati uloge ukoliko je potrebno uz svaku aktivnost) Koristiti u izvedbi: RL – radni listić za učenike, UDŽ – udžbenik, RB – radna bilježnica, P – ploča, PM – prirodni materijal, E – pokus/eksperiment, MD – model, AP – aplikacija, PP – projekcija prezentacije, V – video zapis, A – animacija, I – igra, IU – igranje uloga, RS – računalna simulacija, M – mikroskop, L – lupa, F – fleks kamera, T – tablet, MO – mobilni, OP – organizator pažnje, AL – anketni listić, TM – tekstualni materijali, K – kartice sa slikama (dodati prema potrebi) Metode: PR – praktični radovi, D – demonstracija, C – crtanje, I – usmeno izlaganje, R – razgovor, T – rad na tekstu i pisanje Oblici rada: I – individualno, P – rad u paru, G – grupni rad, F – frontalno							

Materijalna priprema

Računalo, projektor, prilozi (kartice sa slikama, Radni listić 1., 2 (organizator pažnje), prateći tekst na hrvatskom jeziku – uz video - zapis)

Plan učeničkog zapisa

Člankonošci - kukci

U člankonošce ubrajamo: paukove, rakove i kukce

Vanjska građa tijela – glava, prsa, zadak; **člankovite noge**; vanjski pokrov od **hitina**; složene oči, različito građeni usni organi

Unutrašnja građa – ljestvičast živčani sustav; **odušci** na zatku kroz koje ulazi kisik, a kroz tijelo prolazi **uzdušnicama**

Životni ciklus kukaca – **potpuna** (jaje, ličinka, kukuljica, odrasli oblik) i **nepotpuna** (bez kukuljice) **preobrazba**

Prilagodba za učenike s posebnim potrebama

Prilagodba za učenike s teškoćama ili darovite učenike radi se ovisno o potrebama, odnosno teškoćama učenika o kojima je riječ. Primjer: **Aktivnosti gledanja videozapisa i uporabe web-simulacija**→

Preporučuje se učenicima s teškoćama unaprijed najaviti videozapis kako bi ga mogli unaprijed pogledati i biti spremniji na aktivnosti tijekom nastave, što im omogućuje veću samostalnost u radu. Učenicima s oštećenjima vida potrebno je i osigurati primjereno mjesto za sjedenje kako bi mogli dobro čuti sadržaj. Učenicima s oštećenjima sluha dobro je dati predložak s napisanim sadržajem teksta koji će ostali učenici slušati tijekom gledanja videozapisa. Učenicima s intelektualnim teškoćama korisno je jednostavnim grafičkim/slikovnim prikazom predočiti sadržaj koji će gledati. Za te je učenike dobro je predvidjeti ključne pojmove na koje im je zatim potrebno svraćati pažnju tijekom gledanja, kao i pitanja povezana sa sadržajem u skladu s postavljenim ishodima. Učeniku s cerebralnom paralizom potrebno je namjestiti mjesto sjedenja kako bi što bolje mogao pratiti videozapis^[1].

Prilozi

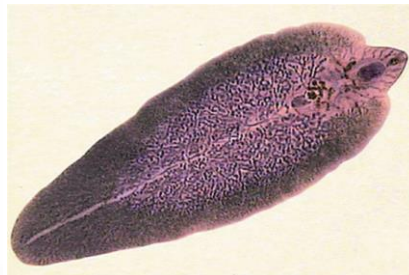
1. Ppt *Člankonošci – kukci*
2. Prilog 1. Kartice sa slikama
3. Prilog 2. Radni listić 1.
4. Prilog 3. Radni listić 2. Organizator pažnje
5. Prilog 4. Prateći tekst na hrvatskom jeziku uz videozapis

Prilozi

Prilog 1.

1. Razvrstaj kartice sa slikama po skupinama kojima pripadaju.

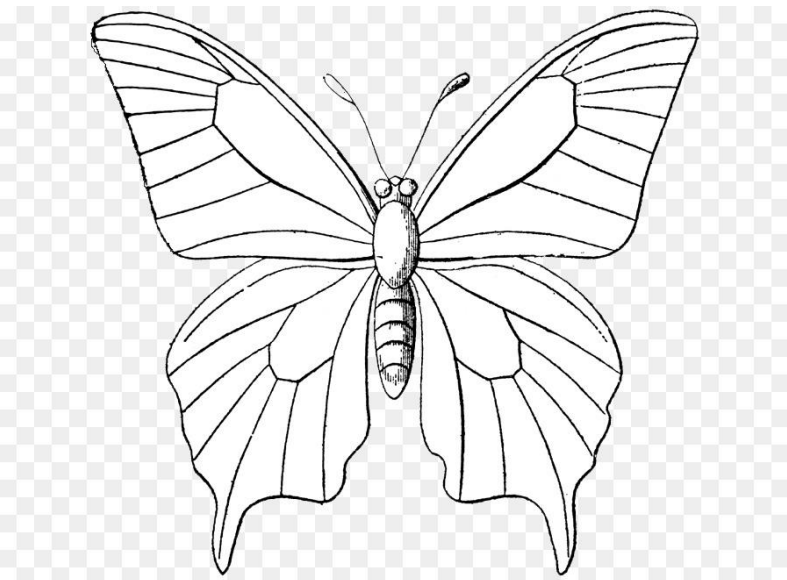
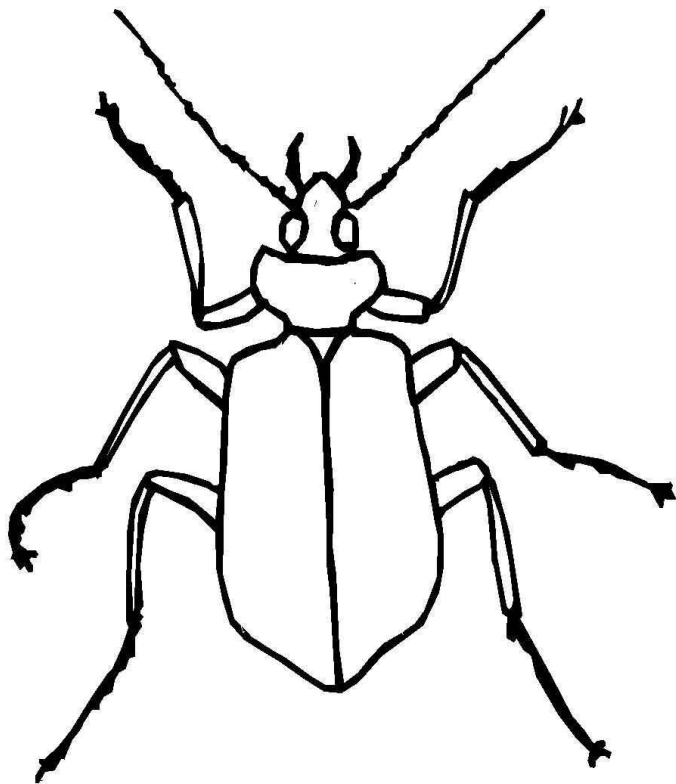




Prilog 2.

Radni listić 1.

1. Na crtežu označi dijelove tijela kukca (vanjska i unutrašnja građa).



Prilog 3.

Radni listić 2.

1. Pažljivo gledajući videozapis riješi sljedeće zadatke.

Što kukcima omogućuje da zauzmu veliki broj ekoloških niša; da budu toliko široko rasprostranjeni?

Koji kopneni ekološki sustav je jedan od onih težih za opstanak kukaca, a oni su se ipak prilagodili životu

Prilog 2. Terenski dnevnik – obrasci za terensko praćenje aktivnosti krijesnica (prilagođen prema obrascu za terensko praćenje aktivnosti jelenaka)

Terenski obrazac za praćenje krijesnica

1.

Naziv lokaliteta: Vinkovci („Sopot“, Kunjevci, „Nova Brana“)

Datum izlaska na teren: 14.6.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h27 min – 21h 54min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 27°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 27min - 21h 54min	/

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra

1 = travke se njišu

2 = grančice na drveću se njišu

3=velike grane u krošnji se njišu

4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak

F = ženka

U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula

jedinka/dijelovi tijela

CO=u parenju

NF = ne leti

FL = u letu

U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

2.

Naziv lokaliteta: livada uz Vuku, Nuštar; Vinkovci („Sopot“; „Pikov stan“, jezero „Banja“

Datum izlaska na teren: 20.6.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h32 min – 22h 40min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 26°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 32min - 22h 40min	4 M/NF (primijećeno) + 1 M/NF (uzorkovano)

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra

1 = travke se njišu

2 = grančice na drveću se njišu

3=velike grane u krošnji se njišu

4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak

F = ženka

U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula

jedinka/dijelovi tijela

CO=u parenju

NF = ne leti

FL = u letu

U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

3.

Naziv lokaliteta: otočki „Virovi“, Otok

Datum izlaska na teren: 24.6.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h40 min – 21h 49min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 24°C

Opazanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 40min -	10 M/FL (primijećeno) + 5
21h 49min	M/FL (uzorkovano)

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra
1 = travke se njišu
2 = grančice na drveću se njišu
3=velike grane u krošnji se njišu
4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak
F = ženka
U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula jedinka/dijelovi tijela
CO=u parenju
NF = ne leti
FL = u letu
U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

4.

Naziv lokaliteta: Pašman, otok Pašman

Datum izlaska na teren: 25.6.2019.

Ime istraživača: Vignjević Goran

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 26°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h	2 M/U (uzorkovano)

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

- 0 = nema vjetra
- 1 = travke se njišu
- 2 = grančice na drveću se njišu
- 3 = velike grane u krošnji se njišu
- 4 = deblo se njiše

Spol:

- M = mužjak
- F = ženka
- U = nepoznat

Aktivnost:

- DR = uginula jedinka/dijelovi tijela
- CO = u parenju
- NF = ne leti
- FL = u letu
- U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

5.

Naziv lokaliteta: šuma „Spačva“, Apševci

Datum izlaska na teren: 25.6.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h45 min – 22h 15min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 24°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 45min - 22h 15min	10 M/FL (primijećeno) + 2 M/FL (uzorkovano)

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

- 0 = nema vjetra

1 = travke se njišu
2 = grančice na drveću se njišu
3=velike grane u krošnji se njišu
4=deblo se njiše

Spol:
M = mužjak
F = ženka
U = nepoznat

Aktivnost:
DR = uginula
jedinka/dijelovi tijela
CO=u parenju
NF = ne leti
FL = u letu
U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

6.

Naziv lokaliteta: livada uz Vuku, Nuštar; Vinkovci („Sopot“)

Datum izlaska na teren: 26.6.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h30 min – 22h

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 28°C

Opazanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 30min - 22h	2 M/NF (primijećeno)

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra
1 = travke se njišu
2 = grančice na drveću se njišu
3=velike grane u krošnji se njišu
4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak
F = ženka
U = nepoznat

Aktivnost:
DR = uginula
jedinka/dijelovi tijela
CO=u parenju
NF = ne leti
FL = u letu
U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

7.

Naziv lokaliteta: Novo Selo, šuma „Ljeskovac“; „Nova Brana“ - Vinkovci

Datum izlaska na teren: 27.6.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h30 min – 21h 59min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 29°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 30min - 21h 59min	/

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra
1 = travke se njišu
2 = grančice na drveću se njišu
3=velike grane u krošnji se njišu
4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak
F = ženka
U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula
jedinka/dijelovi tijela

CO=u parenju
NF = ne leti
FL = u letu
U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

8.

Naziv lokaliteta: „Zvirinac“, Privlaka

Datum izlaska na teren: 28.6.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h3 2 min – 22h 35min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 22°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 32min - 22h 35min	2 M/NF (primijećeno)

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra
1 = travke se njišu
2 = grančice na drveću se njišu
3=velike grane u krošnji se njišu
4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak
F = ženka
U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula
jedinka/dijelovi tijela
CO=u parenju
NF = ne leti
FL = u letu
U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

9.

Naziv lokaliteta: otočki „Virovi“, Otok

Datum izlaska na teren: 30.6.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h2 1 min – 21h 53min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 26°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 21min - 21h 53min	30 M/FL (3 F/NF) (primijećeno) + 12 F+M:FL/NF (uzorkovano)

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra

1 = travke se njišu

2 = grančice na drveću se njišu

3=velike grane u krošnji se njišu

4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak

F = ženka

U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula

jedinka/dijelovi tijela

CO=u parenju

NF = ne leti

FL = u letu

U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

10.

Naziv lokaliteta: Slunji

Datum izlaska na teren: 1.7.2019.

Ime istraživača: Horvat Dražen

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h5 0 min – 22h

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 26°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 50min - 22h	50 M/FL (primijećeno) + 7 M/FL (uzorkovano)

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra

1 = travke se njišu

2 = grančice na drveću se njišu

3=velike grane u krošnji se njišu

4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak

F = ženka

U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula

jedinka/dijelovi tijela

CO=u parenju

NF = ne leti

FL = u letu

U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

11.

Naziv lokaliteta: livada uz Vuku; „Zverinjak“ – Nuštar

Datum izlaska na teren: 2.7.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h4 2 min – 22h 03min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 28°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 42min - 22h 03min	5 M/NF (primijećeno) + 1 M/NF (uzorkovano)

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

- 0 = nema vjetra
- 1 = travke se njišu
- 2 = grančice na drveću se njišu
- 3=velike grane u krošnji se njišu
- 4=deblo se njiše

Spol:

- M = mužjak
- F = ženka
- U = nepoznat

Aktivnost:

- DR = uginula jedinka/dijelovi tijela
- CO=u parenju
- NF = ne leti
- FL = u letu
- U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

12.

Naziv lokaliteta: otočki „Virovi“, Otok

Datum izlaska na teren: 4.7.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h2 1 min – 21h 42min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 21°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 21min - 21h 42min	5 M/FL (primijećeno)

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra
1 = travke se njišu
2 = grančice na drveću se njišu
3=velike grane u krošnji se njišu
4=deblo se njiše

Spol:
M = mužjak
F = ženka
U = nepoznat

Aktivnost:
DR = uginula
jedinka/dijelovi tijela
CO=u parenju
NF = ne leti
FL = u letu
U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

13.

Naziv lokaliteta: šuma „Spačva“, Apševci

Datum izlaska na teren: 11.7.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h05 min – 21h 32min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 20°C

Opazanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 05min - 21h 32min	/

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra
1 = travke se njišu
2 = grančice na drveću se njišu
3=velike grane u krošnji se njišu
4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak

F = ženka

U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula

jedinka/dijelovi tijela

CO=u parenju

NF = ne leti

FL = u letu

U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

14.

Naziv lokaliteta: šuma „Spačva“, Apševci

Datum izlaska na teren: 20.7.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h 8 min – 21h 35min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 25°C

Opazanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 18min - 21h 35min	/

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra

1 = travke se njišu

2 = grančice na drveću se njišu

3=velike grane u krošnji se njišu

4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak

F = ženka

U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula

jedinka/dijelovi tijela

CO=u parenju
NF = ne leti
FL = u letu
U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

15.

Naziv lokaliteta: otočki „Virovi“, Otok

Datum izlaska na teren: 21.7.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h15 min – 21h 30min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 28°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 15min - 21h 30min	/

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra
1 = travke se njišu
2 = grančice na drveću se njišu
3=velike grane u krošnji se njišu
4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak
F = ženka
U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula
jedinka/dijelovi tijela
CO=u parenju
NF = ne leti
FL = u letu
U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

16.

Naziv lokaliteta: „Zvirinac“, Privlaka

Datum izlaska na teren: 22.7.2019.

Ime istraživača: Pandurović Tea

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h0 8 min – 21h 20min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 28°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 08min - 21h 20min	/

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra

1 = travke se njišu

2 = grančice na drveću se njišu

3=velike grane u krošnji se njišu

4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak

F = ženka

U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula

jedinka/dijelovi tijela

CO=u parenju

NF = ne leti

FL = u letu

U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

17.

Naziv lokaliteta: Žaborić (Šibenik)

Datum izlaska na teren: 6.8.2019.

Ime istraživača: Begović Dolores

Vrijeme praćenja aktivnosti: 21h 21min – 21h 41min

Jakost vjetra: 0 / 1 / 2 / 3 / 4

Temperatura zraka: 26°C

Opažanja

Vrijeme	broj/spol/aktivnost
21h 21min - 21h 41min	3 F/NF (uzorkovano)

Oznake

Jakost vjetra (Beaufortova ljestvica):

0 = nema vjetra

1 = travke se njišu

2 = grančice na drveću se njišu

3=velike grane u krošnji se njišu

4=deblo se njiše

Spol:

M = mužjak

F = ženka

U = nepoznat

Aktivnost:

DR = uginula

jedinka/dijelovi tijela

CO=u parenju

NF = ne leti

FL = u letu

U = nepoznato

Bilješke i opažanja drugih vrsta: /

Popis priloga:

1. Prilog 1. Metodčki dio - Priprema za nastavni sat za učenike 7. razreda osnovne škole
2. Prilog 2. Terenski dnevnik – obrasci za terensko praćenje aktivnosti krijesnica