

# STRADAVANJE PJEGAVOG DAŽDEVNJAKA (Salamandra salamandra) NA CESTI NACIONALNOG PARKA PLITVIČKA JEZERA

---

**Poljak, Katica**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:311314>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-31**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**STRUČNI STUDIJ LOVSTVO I ZAŠTITA PRIRODE**

**KATICA POLJAK**

**STRADAVANJE PJEGAVOG DAŽDEVNJAKA (*Salamandra salamandra*) NA CESTI NACIONALNOG PARKA PLITVIČKA  
JEZERA**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARLOVAC, 2021.**



**Veleučilište u Karlovcu**  
Stručni studij Lovstvo i zaštita prirode

Katica Poljak

**STRADAVANJE PJEGAVOG DAŽDEVNJAKA (*Salamandra salamandra*) NA CESTI NACIONALNOG PARKA PLITVIČKA JEZERA**

Završni rad

Mentor: dr. sc. Zrinka Mesić, pred.  
Komentor: dr.sc. Nina Popović, prof.v.š.

Karlovac, ožujak 2021.

## ZAHVALE

Tijekom istraživanja i samog terenskog rada, velik broj osoba se istaknuo svojim zanimanjem za pjegavog daždevnjaka i pomoći pri realizaciji istraživanja, s ciljem ukazivanja na stradavanje te promišljanjima o načinu rješavanja problema stradavanja na opće zadovoljstvo djelatnika i samih posjetitelja.

Posebne zahvale stručnom voditelju Nacionalnog parka Plitvička jezera gospodinu Kazimiru Miculiniću za osiguravanje uvjeta i podršci za sprovođenje istraživanja. Gospođi Ivanki Špoljarić na smjernicama i dostupnosti raspoloživim informacijama o dosadašnjim saznanjima i istraživanjima vezanim za vodozemce. Gospođi Sanji Žalac na ustupljenoj literaturi i ključevima za prepoznavanje vodozemaca. Gospodinu Željku Renduliću na nesebičnom dijeljenju znanja i vještina vezano za izradu karata u GIS-u. Neizostavna je zahvala radnim kolegama čuvarima prirode na susretljivosti, a nadalje gospodinu Čedi Žaniću i Slavku Vukoviću na razumijevanju i dobrovoljnim zamjenama za dežurstva u dane povoljnih vremenskih uvjeta za migraciju pjegavog daždevnjaka uz uzrečicu: „Ma bez brige kolegice, sve za znanost, samo ti radi!“. Velike zahvale ostalim djelatnicima Parka: vozačima vlakova, čistačima staza i informatorima na zanimanju za ekologiju vrste, kao i informacijama gdje su ih uočili.

## **STRADAVANJE PJEGAVOG DAŽDEVNJAKA (*Salamandra salamandra*) NA CESTI NACIONALNOG PARKA PLITVIČKA JEZERA**

**Sažetak:** Jednogodišnje istraživanje stradavanja pjegavog daždevnjaka (*Salamandra salamandra*) provedeno je metodom vizualnog promatranja pješice tijekom 2019. i 2020. godine na dijelu ceste za prometovanje panoramskih vlakova (2 400 m) u Nacionalnom parku Plitvička jezera sa ciljem definiranja vremenskih uvjeta dnevne i sezonske aktivnosti, identificiranja migracijskih puteva, definiranja prostorne raspodjele stradavanja (kritične točke) i predlaganja mjera zaštite i smanjenja stradavanja. Od ukupno zabilježenih 126 jedinki 5 vrsta vodozemaca 72 jedinke su stradale. Pjegavi daždevnjak je vrsta koja je ukupno zastupljena sa 86 % od toga je 43 % živih i stradalih, dok preostalih 14 % stradalih pripada vrstama: smeđa krastača, žuti mukač, mali vodenjak i livadna smeđa žaba. Po udjelu vrsta stradalih jedinki pjegavi daždevnjak je najzastupljeniji sa 75 %. Najviše stradalih jedinki pjegavog daždevnjaka je zabilježeno tijekom jesenske migracije u rujnu mjesecu, a živih tijekom proljetne migracije u travnju mjesecu. Tijekom proljeća 2020. godine zbog pandemije COVID -19 promet u Parku je bio zatvoren, a što je moguće utjecalo na rezultate istraživanja. Najviše stradalih i živih jedinki nađeno je pri temperaturama od 8 - 14 °C i relativnoj vlažnosti zraka većoj od 60 %. Najviše živih jedinki aktivno je u vremenskom razmaku od 09:00 - 10:00 sati. Većina stradalih i živih jedinki je zatečena u pravcu kretanja kopno – jezero tijekom proljetne migracije. Ženke su veće prosječne ukupne dužine, dužine od vrha njuške do kraja nečisnice i težine od mužjaka. Slikovnom dokumentacijom (leđne i trbušne strane) nisu identificirane dvije iste jedinke.

Pomoću ArcMap 10.5.1. programa prostorna raspodjela podataka stradalih i živih bila je grupirana te je pretpostavljeno osam „crnih točaka“. Predložene su mjere zaštite i smanjenja stradavanja: postavljanje znakova sa ciljem upozoravanja vozača na prisutnost životinja, postavljanje privremenih ograda s lovnim posudama, ograničavanje brzine vozila, zatvaranje ili ograničavanje prometovanja, kombinacija trajnih i privremenih ograda s lovnim posudama/tunelima za vodozemce.

**Ključne riječi:** stradavanje u prometu, Nacionalni park, *Salamandra salamandra*, “crne točke“.

## ***Roadkilled Fire Salamander (Salamandra salamandra) in National Park Plitvice Lakes***

**Summary:** *A one-year study of the Fire Salamander (Salamandra salamandra) was conducted by visual observation on foot during 2019. and 2020. on the part of the road for panoramic trains (2,400 m) in the Plitvice Lakes National Park with the aim of defining weather conditions for daily and seasonal activities, identification of migration routes, defining the spatial distribution of roadkills (critical points) and proposing conservation and mitigation measures for reducing roadkills. Out of a total of 126 recorded individuals of 5 amphibian species, 72 individuals were roadkilled. Fire Salamander is a species that is represented in total with 86 % of which 43 % are alive and roadkilled, while the remaining 14 % of victims belong to the species: common toad, yellow-bellied toad, smooth newt and common frog. According to the share of species of roadkilled individuals, the fire salamander is the most represented with 75 %. The highest number of roadkilled fire salamanders was recorded during the autumn migration in September, and alive during the spring migration in April. During the spring of 2020., due to the COVID-19 pandemic, traffic in the Park was closed, which possibly affected the results of the research. Most roadkilled and living individuals were found at temperatures of 8 - 14 ° C and relative humidity higher than 60 %. Most live individuals are active between 9 AM and 10 AM. Most of the roadkilled and living individuals were found in the direction of movement land-lake during spring migration. Females are of bigger average overall length, length from the tip of the muzzle to the end of the cloaca and weight than males. Picture documentation (dorsal and ventral sides) did not identify two of the same individuals.*

*Using ArcMap 10.5.1. program, the spatial distribution of roadkilled and living data was grouped and eight "hot spots" were assumed. Measures of protection and reducing roadkills are proposed: placing signs to warn drivers of the presence of animals, setting up temporary fences with a buckets, limiting vehicle speed, closing or restricting traffic and combination of permanent and temporary fences with buckets/funnel traps for amphibians.*

**Keywords:** *Road kill, National Park, Salamandra salamandra, "hot spots".*

## SADRŽAJ:

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. RASPROSTRANJENOST PJEGAVOG DAŽDEVNJAKA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. OPIS PJEGAVOG DAŽDEVNJAKA.....</b>	<b>5</b>
3.1. Stanište.....	7
3.2. Ishrana.....	8
3.3. Razmnožavanje .....	8
3.4. Presvlačenje kože .....	9
3.5. Predatori i obrambeni mehanizam .....	9
3.6. Aktivnost.....	10
<b>4. MOGUĆE MJERE ZA UBLAŽAVANJE UTJECAJA PROMETNICA NA STRADAVANJE VODOZEMACA .....</b>	<b>12</b>
<b>5. OPIS LOKALITETA ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>17</b>
<b>6. MATERIJALI I METODA RADA .....</b>	<b>20</b>
<b>7. REZULTATI .....</b>	<b>22</b>
7.1. Zastupljenost po vrstama.....	22
7.2. Promatranja i sezonska aktivnost pjegavog daždevnjaka .....	23
7.3. Morfološke značajke pjegavog daždevnjaka .....	26
7.4. Klimatski elementi i dnevna aktivnost pjegavog daždevnjaka .....	28
7.5. Kritične točke .....	31
<b>8. RASPRAVA .....</b>	<b>36</b>
8.1. Prijedlog mjera zaštite i smanjenja stradavanja .....	38
<b>9. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>42</b>
<b>10. POPIS LITERATURE.....</b>	<b>44</b>



## POPIS SLIKA:

Slika 1.: Pojednostavljene granice istočnog dijela areala pjegavog daždevnjaka ( <i>Salamandra salamandra</i> ) ( <a href="http://www.ittiofauna.org">http://www.ittiofauna.org</a> ) .....	2
Slika 2.: Pjegavi daždevnjak ( <i>Salamandra salamandra</i> ) .....	5
Slika 3.: Obrambeni položaj ženke pjegavog daždevnjaka .....	10
Slika 4.: Tipovi mjera omogućavanja povezanosti i smanjenja stradavanja životinja u prometu (Hahen i sur., 2015.) .....	12
Slika 5.: Privremena ograda za usmjeravanje i tunel za vodozemce ( <a href="https://animexfencing.com/">https://animexfencing.com/</a> ) .....	14
Slika 6.: a) Drvena ograda s propustom ( <a href="https://www.njfishandwildlife.com">https://www.njfishandwildlife.com</a> ), b) Kamena ograda s propustom ( <a href="https://climateactiontool.org">https://climateactiontool.org</a> ) .....	15
Slika 7.: Šuma oko prometnice .....	19
Slika 8.: Mjerenje: težine a), izbočenosti nečisnice b) i ukupne dužine c) pjegavog daždevnjaka ( <i>Salamandra salamandra</i> ) .....	21
Slika 9.: Karta mjesta nalaza stradalih i živih vodozemaca po vrstama .....	22
Slika 10.: Slikovna identifikacija ženki <i>Salamandra salamandra</i> : a – leđna strana; b – trbušna strana .....	28
Slika 11.: Karta gustoća nalaza stradalih i živih jedinki pjegavog daždevnjaka ( <i>Salamandra salamandra</i> ) na 100 m .....	32
Slika 12.: Karta gustoća nalaza svih vrsta vodozemaca na 100 m, stradalih i živih jedinki ....	34
Slika 13.: Karata kritičnih područja .....	39

## POPIS GRAFIKONA:

Grafikon 1.: Udio nalaza stradalih jedinki po vrstama.....	23
Grafikon 2.: Broj nalaza <i>Salamandra salamandra</i> po godišnjim dobima .....	24
Grafikon 3.: Godišnja dinamika stradalih i živih <i>Salamandra salamandra</i> .....	25
Grafikon 4.: Raspodjela podataka težina živih ženki i mužjaka <i>Salamandra salamandra</i> .....	26
Grafikon 5.: Odnos dužina živih ženki <i>Salamandra salamandra</i> u različitim pravcima kretanja .....	27
Grafikon 6.: Dnevna količina oborina po datumima prohoda i broj jedinki stradalih i živih pjegavih daždevnjaka .....	29
Grafikon 7.: Klimatski parametri nalaza stradalih i živih <i>Salamandra salamandra</i> tijekom istraživanja .....	29
Grafikon 8.: Vrijeme nalaza stradalih jedinki <i>Salamandra salamandra</i> .....	30
Grafikon 9.: Vrijeme nalaza živih jedinki <i>Salamandra salamandra</i> .....	30
Grafikon 10.: Broj stradalih i živih jedinki po vrstama i broju dionica .....	34

## POPIS TABLICA:

Tablica 1.: Primjer dijela ispunjenog obrasca .....	20
Tablica 2.: Broj stradalih jedinki po godišnjem dobu, spolu i pravcu kretanja.....	25
Tablica 3.: Broj živih jedinki po godišnjem dobu, spolu i pravcu kretanja .....	26
Tablica 4.: Podatci o ukupnoj dužini, SVL, izbočenosti nečisnice i težini živih <i>Salamandra salamandra</i> .....	27
Tablica 5.: Broj i spol stradalih i živih pjegavih daždevnja po broju dionice transeкта prometnice istraživanja .....	33
Tablica 6.: Kritična područja transeкта s brojem stradalih jedinki <i>Salamandra salamandra</i> i ostalih vrsta .....	35
Tablica 7.: Potencijalne crne točke na osnovu karte Slika 12. ....	35

## 1. UVOD

Kao područje naročite prirodne ljepote, Plitvička jezera su 1949. godine proglašena Nacionalnim parkom te su najstariji i najpoznatiji nacionalni park u Hrvatskoj. Na svjetskoj razini prepoznata su kao područje „izvanredne višestruke vrijednosti za sve ljude svijeta“ te uvrštene na UNESCO-ov Popis svjetske kulturne i prirodne baštine 1979. godine.

Pjegavi daždevnjak (*Salamandra salamandra*) sastavni je dio ekosustava Nacionalnog parka Plitvička jezera. Njegova prisutnost kao bio indikatora odraz je očuvanosti Natura 2000 staništa kao i sveukupne bioraznolikosti. Kao vodozemac, repaš ima daleku povezanost s čovjekom, a zbog posebnosti vremenskih uvjeta u kojima se pojavljuje ovdašnji narod mu je nadjenulo ime vrimenjak. Pjegavi daždevnjak (*Salamandra salamandra*) uživa zaštitu na nacionalnom (Zakon o zaštiti prirode) i međunarodnom nivou (Natura 2000, II Dodatak Bernske konvencije). Po pravilima i kriterijima za procjenu ugroženosti divljih svojti Međunarodne unije za očuvanje prirode (IUCN) pjegavi daždevnjak je svrstan u kategoriju najmanje zabrinjavajućih (LC), jer dostupni podaci ukazuju da im trenutno ne prijeti izumiranje (Jelić i sur., 2015.). Jedan od razloga ugroženosti vodozemaca, kako u Hrvatskoj tako i u Europi, je stradavanje na prometnicama tijekom reprodukcijskog razdoblja na migracijskim putevima.

Budući da u Parku nedostaje podataka o stradavanju vodozemaca, a projektom ISTRAŽIVANJE HERPATOFAUNE NP „PLITVIČKA JEZERA“ nisu uzete u obzir sve prometnice jer do nekih mogu doći samo ovlaštene osobe, a promet njima zapriječen je rampama (Kletečki i sur., 2017.), odlučila sam se za istraživanje na dijelu prometnice kojom prometuju panoramska vozila i ostala službena vozila Parka kako bi se utvrdio razmjer stradavanja, mjesta stradavanja, sezonska i dnevna aktivnost, vremenski (meteorološki) uvjeti prilikom stradavanja te koje vrste stradavaju. Na temelju toga sam željela definirati potencijalne crne točke te predložiti mjere omogućavanja povezanosti i ublažavanja stradavanja pjegavog daždevnjaka (*Salamandra salamandra*). Za stručno istraživanje, na osnovu Zahtjeva u svrhu izrade završnog rada ishodovano je dopuštenje Ministarstva zaštite okoliša i energetike KLASA: UP7I-612-07/19-33/63, URBROJ: 517-05-2-3-19-2 od 6. rujna 2019. u trajanju od jedne godine (rujana 2019. – kolovoza 2020.).

## 2. RASPROSTRANJENOST PJEGAVOG DAŽDEVNJAKA

Pjegavi daždevnjak je kralježnjak koji spada u razred vodozemaca, red repaša, porodicu *Salamandridae*, rod *Salamandra* i vrsta *Salamandra salamandra*. Vrsta je prisutna u većem dijelu zapadne, srednje i južne Europe (Slika 1.). Vrsta se susreće od razine mora do oko 2500 metara nadmorske visine - središnja Španjolska, ali najčešće na manje od 800 metara u Alpama (Arnold, 2002.). Nije pronađen u Velikoj Britaniji, Irskoj, Skandinaviji, Poljskoj, Bjelorusiji, Baltičkim zemljama i Rusiji (Grossenbacher i Thiesmeier, 2003. prema Meikl. i sur., 2010.).



Slika 1.: Pojednostavljene granice istočnog dijela areala pjegavog daždevnjaka (*Salamandra salamandra*) (<http://www.ittiofauna.org>)

Postoji 14 podvrsta pjegavog daždevnjaka:

1. *Salamandra salamandra almazoris* (Müller and Hellmich, 1935) tipično stanište se nalazi na sjeveru Pirinejskog poluotoka iz izumrlog ledenjaka Gredos u Laguna Grande de Gredos, Sierra de Gredos, Španjolska.

2. *Salamandra salamandra bejarae* (Wolterstorff, 1934) je rasprostranjen u srednjoj i istočnoj Španjolskoj, a tipično stanište se nalazi u provinciji Salamnca u Španjolskoj (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).
3. *Salamandra salamandra bernardezi* (Wolterstorff, 1928) rasprostranjen je u Asturiji i sjeveroistočnoj Galiciji u Španjolskoj.
4. *Salamandra salamandra alfredschmidti* (Köhler and Steinfartz, 2006) rasprostranjen je samo u dolini Tendi u Asturiji i razlikuje se od svih ostalih poznatih podvrsta Pirinejsko poluotoka (Köhler i Steinfartz, 2006. prema Meikl, 2010.).
5. *Salamandra salamandra crespoi* (Malkmus, 1983) tipično stanište se nalazi u Portugalu u Serra de Monchique, a rasprostranjen je na jugu Portugala (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).
6. *Salamandra salamandra fastuosa* (Schreiber, 1912) tipično stanište je Bilbao, sjeverozapadna Španjolska, a rasprostranjen je u istočnoj Asturiji (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).
7. *Salamandra salamandra giglioli* (Eiselt and Lanza, 1956) rasprostranjenost seže preko Apenina istočno od Genoe do južnog vrha Italije (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).
8. *Salamandra salamandra gallaica* (Seoane, 1884) tipično stanište je Galicija, sjeverozapadna Španjolska. Rasprostranjenost seže od srednjeg i sjevernog Portugala do sjeverozapada Španjolske (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).
9. *Salamandra salamandra longirostris* (Joger and Steinfartz, 1994) tipično stanište je u Sierra de Ronda na jugu Španjolske (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).
10. *Salamandra salamandra morenica* (Joger and Steinfartz, 1994) tipično stanište u Sierra Morena, južna Španjolska, a rasprostranjen je u Sierra Morena, Sierra de Alcaras i Sierra de Cazorla (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).
11. *Salamandra salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758) tipična rasprostranjenost pjegavog daždevnjaka je u: Albaniji, Bosni i Hercegovini, Bugarskoj, Kosovu, Crnoj Gori, Sjevernoj Makedoniji, Hrvatskoj, Grčkoj, Italiji, Rumunjskoj, Srbiji, Sloveniji, Turskoj, istočnoj Europi sve do Alpa. Na području Nacionalnog parka Plitvička jezera (Ćuića Krčevina, Parnička draga, cret kod Rudanovca) filogenetska analiza na temelju dva seta podataka je pokazala da se uzorak s Plitvičkih jezera svrstava s ostalim pripadnicima podvrste *S. s. salamandra* (uz pripadnike podvrste *S. s. terrestris* za drugi set) pri čemu, u području preklapanja, svi uzorci s Plitvičkih jezera imaju identičan haplotip kao i uzorci iz Italije (jezero Garda, prvi set), odnosno uzorci *S. s.*

*salamandra* iz Ukrajine te uzorci *S. s. terrestris* iz Francuske i Španjolske (Kletečki i sur., 2017.).

12. *Salamandra salamandra terrestris* (Lacépède, 1788) ova podvrsta je rasprostranjena u Kataloniji, na sjevernom dijelu Pirineja, u Francuskoj, na južnom dijelu Belgije, južnom dijelu Nizozemske te sjeveru i zapadu Njemačke (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).
13. *Salamandra salamandra beschkovi* (Obst, 1981) tipično stanište je u Pirinskim planinama u južnoj Bugarskoj, a najvjerojatnije je lokacijska-modifikacija *S. s. salamandra* (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).
14. *Salamandra salamandra weneri* (Sochurek and Gayda, 1941) prisutni samo na padinama planine Pelion u istočnoj Grčkoj.

### 3. OPIS PJEGAVOG DAŽDEVNJAKA

Pjegavi daždevnjak (*Salamandra salamandra*) poznat i kao šareni daždevnjak je Europska vrsta kojoj je gornja površina kože obilježena intenzivno žutom bojom, narančastom ili crvenkastom u obliku točki ili pruga na temeljnoj crnoj boji kože (apomatska obojenost). Izuzetno svijetla obilježja mogu biti svedena na nekoliko manjih mrlja (Arnold, 2002.). Odrasle jedinke obično su manje od 20 centimetara, uključujući rep, ali u nekim populacijama mogu biti veličine i do 25 centimetara (Arnold, 2002.). Karakteristike pjegavog daždevnjaka su parotidne žlijezde žute boje u obliku bubrega na glavi točno iza očiju i dvije linije leđnih žlijezda s lijeve i desne strane kralježnice (Slika 2.). Iz tih žlijezda ispušta otrovni sekret koji se sastoji od neurotoksina. Koristi ga kao obrambeni mehanizam od parazita, bakterija i gljiva koje žive na vlažnoj koži te predatora tako da im iritira sluznice usta i oči. U širini parotidnih žlijezda na glavi nastavljaju se u dva reda leđnih žlijezda. Jezik mu je velik, kružnog i lučnog oblika, poput jastuka. Oblik palatalnih zuba, koji čine dvije linije u obliku slova S, karakterističan je za rod *Salamandra*. Njuška mu je zaobljena, glava plosnata i široka, a oči razmaknute i vidno strše. Zjenice su okrugle, a šarenica crna. Gornja čeljust prekriva donju čeljust. Vrat je odvojen od tijela naborom kože križnog oblika. Tijelo mu je cilindrično, jače razvijene stražnje noge imaju pet prsta, slabije razvijene prednje noge imaju četiri prsta.

Pjegavi daždevnjaci su hladnokrvni (ektotermni) organizmi koji kroz svoj životni ciklus prolaze preobrazbu (metamorfozu), čime prelaze iz ličinačkog stadija (uglavnom vodenog), razvojem udova i pluća, u odrasle kopnene oblike. Neki pjegavi daždevnjaci mogu živjeti do 20 godina starosti. Robusne su građe.



Slika 2.: Pjegavi daždevnjak (*Salamandra salamandra*)



Prema Romulić i sur. (2004.): „U Hrvatskoj je rasprostranjen tipični pjegavi daždevnjak *Salamandra salamandra salamandra* (Lineus, 1758).“ Do sada su uglavnom identificirani na temelju uzoraka mrlja, ali hibridizacija se može dogoditi posebno u prijelaznom području između dvije vrste *Salamandra s. terrestris* i *Salamandra s. salamandra* (Veith, 1992. prema Pfeiffer i sur., 2005.). Karakterističan uzorak boja formira se dvije do tri godine nakon preobrazbe. Postoje četiri osnovna tipa uzoraka boja:

1. Prugast: dvije pruge žute boje ili neznatno isprekidane na leđnoj strani daždevnjaka, centralni dio je crne boje.
2. Točkasto – prugast: dvije žute trake na leđima isprekidane u većim razmacima, centralni dio je crne boje.
3. Prugasto – točkasti: trake su nešto duže i uže, često okrugle, ali jasno postoje dvije žute trake. Centralni dio leđa je isprekidan žutim točkama.
4. Točkasti: žute točke na leđima su neprekidno raspoređene, ali nisu raspoređene linijski u dvije pruge. U potpunosti nedostaje crni centralni dio na leđima (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).

Za podvrstu *Salamandra s. terrestris* uzorci boja mogu biti prugasti, točkasti i prugasto-točkasti, dok za podvrstu *Salamandra s. salamandra* postoji jedan tip uzoraka boja: unutrašnja strana je većinom crno obojana, međutim može biti i nekoliko žutih mrlja. Svaku životinju karakterizira individualni uzorak mrlja (Theismeier, 1996. prema Pfeiffer i sur., 2005.).

Kožni sekret pjegavog daždevnjaka kod čovjeka izaziva lagano žarenje kože, a kod osjetljivijih osoba ili djece može izazvati mučninu, otežano disanje i povraćanje. Mladi psi i mačke koje se igraju s pjegavim daždevnjakom češće pokazuju simptome trovanja. Posljedice mogu biti ukočenost čeljusti, ukočen vrat i salivacija u vrlo malo slučajeva smrt.

Ličinke izgledom nalikuju odraslim jedinkama šarenog daždevnjaka i mesožderi su. Prednje noge se razvijaju prije stražnjih, a škrge su uvijek izvana. Ličinke uglavnom žive na dnu gdje mogu i prezimiti, obično se preobraze nakon 2 - 4 mjeseca pri okvirnoj dužini od 4 - 6.5 centimetara (Arnold, 2002.). Nakon preobrazbe pjegavi daždevnjak se smatra potpuno kopnenim.

### 3.1. Stanište

Tipično stanište Središnje i Zapadne Europe pjegavog daždevnjaka su vlažne mješovite listopadne šume (većinom bukove ili mješovite bukove šume) na visinama od 200-700 metara nadmorske visine. Šume moraju biti prožete malim potocima. Pjegavi daždevnjak općenito ne nastanjuje šume četinjača, iznimno ih se može pronaći u dijelovima šume četinjača koje su vlažne i prekrivene slojem biljaka mahovine i paprati (Günther, 1996. prema Meikl, 2010.). Voli brdovita i planinska područja (Romulić i sur., 2004.). Vrsta *S. s. salamandra* pokazuje veliku plastičnost s obzirom na stanište. Nastanjuju šume siromašne hranjivim tvarima, svježe bukove šume, šume joha, vlažne hrastovo - brezove šume i bukovo grabove šume. Radije nastanjuju periferije šuma u područjima gdje potoci protječu (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.). *S. salamandra* zauzima mikro stanište visoke vlažnosti, u tlima prekrivenim palim listovima, s papratima i debelom mahovinom. Pjegavi daždevnjaci mogu preživjeti veće promjene u staništu i jako su prilagodljivi na različite uvjete u staništu. Oni samo zahtijevaju adekvatne vode za polaganje ličinki i mikroklimatski pogodna skloništa za preživljavanje (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).

Ličinke obično polažu u hladnim, čistim tekućicama i na rubovima planinskih jezera, iako ponekad upotrebljavaju stajaćice i vode obrasle vegetacijom (Arnold, 2002.).

Za ljetna staništa i mjesta dnevnih skrovišta, pjegavi daždevnjaci koriste pukotine ispod panjeva ili u stijenama, rupe u stijenama i tlu, rupe ispod ili u mrtvom drveću te naslage otpalog lišća. Ova skrovišta često su povezana s većim rupama za male sisavce. Također koriste zidove, kamene ili kompostne hrpe. Obično se vraćaju u svoja skrovišta nakon noćnih izleta (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).

Zimovališta su često u istom području gdje i ljetna staništa. Hiberniraju ispod zemlje, na primjer u pukotinama, pećinama, rupama drveća ili rudarskim tunelima zbog stabilne temperature između 9 i 12 °C i relativne vlage zraka između 92 i 99 % (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).

Pjegavi daždevnjaci imaju izrazito *filopatrično* ponašanje.

### 3.2. Ishrana

Pjegavi daždevnjak je oportunist u prehrani u svim stadijima razvoja. Većinom jedu puževe, grinje, paučnjake, stonoge, kornjaše i *anelide*. Za razliku od odraslih jedinki mladi pjegavi daždevnjaci su više selektivni (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.) i hrane se manjim plijenom.

Plijen ličinki pjegavog daždevnjaka uglavnom odražava ponuda hrane u njihovim mrjestilištima. Ličinke nakon što su položene u vodu odmah su spremne hvatati plijen. Ličinke radije jedu ličinke tulara. Stajaća vodena tijela u šumama sa velikim količinama otpalog lišća su siromašna vrstama i slabo bogata kisikom. U takvim vodama starije ličinke šarenog daždevnjaka se hrane mladim ličinkama vodenjaka. Kanibalizam između ličinki šarenog daždevnjaka primarno se pojavljuje kada se broj i gustoća plijena smanji, a istodobno gustoća ličinki daždevnjaka je visoka.

Nakon preobrazbe jedinke hvataju plijen pomoću čeljusti, a odrasle jedinke su u mogućnosti ispružiti jezik do 1 centimetra od usta. Tijekom prvog mjeseca od preobražaja, jedinke bivaju naučene na određenu vrstu hrane. Pjegavi daždevnjaci mogu prepoznati i lokalizirati plijen isključivo pomoću *olfaktornih* osjeta, miris plijena je naučen i zapamćen u cijelosti (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, M., 2010.). U potocima bez ribe Centralne i Zapadne Europe, ličinke šarenog daždevnjaka kao potrošači drugog reda pripadaju glavnim grabežljivcima te su na vrhu trofičke piramide (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).

### 3.3. Razmnožavanje

Pjegavi daždevnjaci (*S. s. salamandra* i *S. s. terrestris*) su vodozemci koji polažu ličinke u vodu. U Središnjoj i Zapadnoj Europi reprodukcijski ciklus je godišnji, a ličinke se mogu pronaći od veljače do listopada. Pored glavne sezone mriještenja u proljeće moguća je i druga sezona mriještenja u jesen. Udvaranje i parenje pjegavog daždevnjaka odvija se na kopnu. Mužjak koji je u raspoloženju za parenje reagira na svaki objekt koji se kreće i neprestano ga slijedi. Takav obrazac ponašanja je primarno optički. Parenje i oplodnja jajnih stanica je odvojena u ženki pjegavog daždevnjaka. Mužjak nosi ženku na leđima neko izvjesno vrijeme prije polaganja kompaktnih paketića sperme (spermatofor) na tlo, nakon čega spušta ženkinu nečisnicu na spermatofor da ga pokupi. Nakon parenja ženka pohranjuje paketiće sperme sve do završetka ciklusa vitelogeneze te jajašca budu spremna za oplodnju. To omogućuje

pohranu sperme do dvije godine. Oplodnja se odvija nakon ovulacije. Ovulacija se odvija tijekom prvog tjedna srpnja mjeseca ovoviviparnih i viviparnih ženki. Ovoviviparne ženke ovuliraju između 20 do 60 jajašaca (Buckley i sur., 2007. prema Meikl, 2010.). Okvirno 6 – 8 mjeseci nakon parenja, ženke obično kote 8 – 70 ličinki 2.5 - 3.5 centimetra dugačke (Arnold, 2002.). Ženka pri polaganju ličinki zauzima položaj, obično na rubu vode, tako da joj je rep i većina ili cijelo tijelo uronjeno, ali glava je jasno iznad vode.

### **3.4. Presvlačenje kože**

Pjegavi daždevnjaci moraju skinuti vanjski sloj kože u određenim intervalima, posebice mlade jedinke koje rastu. Proces presvlačenja kože životinje obavljaju u skrovištu jer je obrana preko otrova u koži ograničena. Presvlačenje kože započinje trljanjem glave od kamenje, drvo ili neku drugu podlogu. Nakon što se glava oslobodi stare kože, koža se gura dalje preko vrata. U krajnjim situacijama ovaj proces može rezultirati smrću gušenjem posebice mladih jedinki. Valovitim i drhtavim pokretima jedinka pokušava odvojiti kožu preko vrata i prsnog koša do ramenog pojasa. Na kraju se oslobađa kože u potpunosti pomoću prednjih nogu. U mnogim slučajevima kožu pojedju nakon odbacivanja. Nova koža je mekana i osjetljiva pa ponekad jedinke ostanu ispruženih prednjih i stražnjih nogu. Nakon presvlačenja kože, kontrast boja je najuočljiviji (Thiesmeier i Günther, 1996. prema Meikl, 2010.).

### **3.5. Predatori i obrambeni mehanizam**

Novo preobražene jedinke obično bivaju pojedene od strane kukaca iz porodice trčaka i rovki. Promatranje predatorstva odraslih jedinki je rijetko zapaženo. Predatori su ježevi, jazavci, divlje svinje, štakori, neke ptice i zmije. Ponekad se bjelouška hrani daždevnjacima. Stopa smrtnosti odraslih jedinki kao posljedica predacije je vrlo niska (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).

U glavnim tokovima Srednje Europe u kojima nema riba ima samo nekoliko predatora koji hvataju ličinke pjegavog daždevnjaka. Potencijalni predatori su ličinke vretenca, rakovi, vodenjaci, voden kos, kos i drozd. U ostalim vodama u kojima su prisutne grabežljive ribe predstavljaju opasnost za ličinke šarenog daždevnjaka. U nekim stajaćim vodama, beskralježnjaci poput kornjaša, vretenaca i kukaca ili vodenjaci su grabežljivci za ličinke šarenog daždevnjaka.



Slika 3.: Obrambeni položaj ženke pjegavog daždevnjaka

Najpoznatiji obrambeni mehanizam odraslog šarenog daždevnjaka je otrovni kožni sekret. Karakteristično obrambeno ponašanje je položaj tijela u obliku slova S (Slika 3.). Kožni sekret se obično izlučuje kada je životinja zarobljena ili grubo stisnuta. Odrasle jedinke spuste glavu i istaknu parotide bogate otrovnim žlijezdama (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.). U rijetkim slučajevima

otrov može špricati i do 20 centimetara od žlijezda. Kožni sekret se izlučuje samo iz leđnih žlijezda. U mladih jedinki otrovni kožni sekret nije toliko učinkovit pa one pokušavaju pobjeći grabežljivcima.

### 3.6. Aktivnost

Općenito pjegavi daždevnjaci su noćne životinje. Dnevna aktivnost ovisi o temperaturi zraka, relativnoj vlažnosti zraka (padalinama) i vjetru. Također i doba godine je bitno za aktivnost daždevnjaka. Obilate padaline koje tijekom sredine ljeta natapaju šumsko tlo su bitnije od kiša u proljeće i jesen. Kad je jak vjetar ostaju u svojim skrovištima. Traže područja zaštićena od vjetra čak i kad je lagani povjetarac. Najveća aktivnost se može pronaći pri temperaturama od 8 °C do 12 °C (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.). Čim temperatura poraste ženke se kreću ka vodama za mrijest. Migracija ženki je također povezana s padalinama i temperaturama od 2 °C do 3 °C tijekom noći. Glavna migracija se odvija pri noćnim temperaturama od najmanje 6 °C.

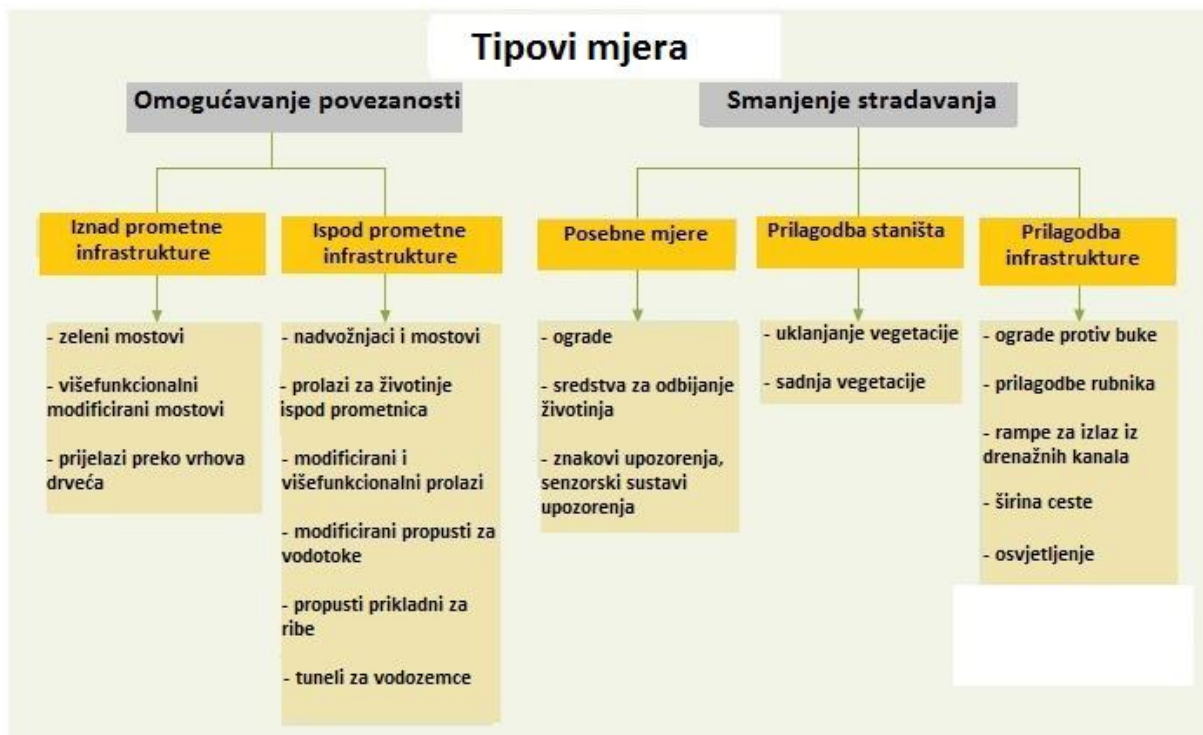
Godišnja aktivnost pjegavog daždevnjaka u Središnjoj i Zapadnoj Europi duž Atlantskog dijela Europe je manje više tijekom cijele godine. Samo jaki smrzavajući periodi ili suša mogu uzrokovati ograničenja u aktivnosti. Tijekom toplijih zima bez jakih smrzavanja, pojedine jedinke se mogu pronaći često čak i na snježnim poljanama. To su obično ženke koje polažu ličinke vrlo rano. Izvještaji o pronađenim pjegavim daždevnjacima tijekom siječnja i veljače su poprilično česti. Glavni period aktivnosti pjegavog daždevnjaka započinje sezonom mriještenja u ožujku, dok je glavna sezona mrijesta u travnju i svibnju. Nakon reprodukcije ženke se odmaraju oko mjesec dana. Od kraja svibnja mjeseca uglavnom se mogu pronaći

mužjaci. Tijekom ljetnih mjeseci, aktivnost je kontrolirana padalinama, relativnom vlažnosti zraka i vjetrovitošću. Druga velika aktivnost šarenog daždevnjaka odvija se u jeseni tijekom rujna i listopada mjeseca. To može biti povezano s migracijom šarenog daždevnjaka u zimovališta. Tijekom jeseni uglavnom su mužjaci i spolno nedozrele jedinke aktivne. Odrasle ženke koje nose zrele ličinke tijekom jeseni pokazuju ograničenu aktivnost (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).

Ukoliko pjegavi daždevnjak živi u staništu u kojem ima odgovarajuću vodu za mrijest koja se tijekom zime ne zamrzava, populacija ima oblik aktivnosti tijekom svih godišnjih doba. Polaganje ličinki započinje u rujnu i traje tijekom jeseni i zime (podrazumijeva blage temperature) sve do sljedećeg lipnja. Najvjerojatnije će ličinke biti preobražene tijekom zimskih mjeseci. Također se parenje može odvijati tijekom zimskih mjeseci jer mužjakovi testisi proizvode spermu od rujna do ožujka mjeseca (Böhme i sur., 2003. prema Meikl, 2010.).

## 4. MOGUĆE MJERE ZA UBLAŽAVANJE UTJECAJA PROMETNICA NA STRADAVANJE VODOZEMACA

Poznato je da neke vrste vodozemaca (smeđa krastača, pjegavi daždevnjaci,..) često stradavaju na prometnicama u vrijeme promjena njihovih staništa za proljetnih (mrjestilište) i/ili jesenskih (zimovalište) migracija, ako prometnica siječe sezonske migracijske rute vodozemaca, može doći do masovnog stradavanja produktivnog dijela populacije što dugoročno može utjecati na brojnost cjelokupne populacije vodozemaca (Hutinec, 2008.). Na njihovom putovanju do mrijestilišta (lokve, jezera, potoci ili rijeke), koje može potrajati nekoliko dana, pogine iznimno mnogo vodozemaca, ali oni sami predstavljaju i veliku opasnost za sigurnost vozača i putnika. Glavni razlog stradavanja vodozemaca uglavnom su naleti motornih vozila. Osim utjecaja stradavanja sama infrastruktura prometnice ili promet može imati utjecaj fragmentacije i prepreke. Svaka vrsta malih kralježnjaka, porijeklom iz regije, koji trebaju povezanost između staništa mogu biti ciljane vrsta za prijelze divljih životinja. Općenito za divlje životinje tipovi mjera su shematski prikazani slikom 4.



Slika 4.: Tipovi mjera omogućavanja povezanosti i smanjenja stradavanja životinja u prometu (Hahen i sur., 2015.)

Tip mjere za omogućavanje povezanosti se sastoji od pojedinačnih tehničkih mjera koje su dizajnirane tako da ublaže negativni utjecaj prometne infrastrukture. Pogodnost različitih tipova prijelaza (iznad) i prolaza (ispod) prometne infrastrukture različita je po vrsti ili

skupinama vrsta životinja koje ih koriste. Čak ako je i ciljana vrsta određena za donošenje odluke, ako su i gdje potrebni prolazi za životinje, dizajn prolaza ne bi trebao uzeti u obzir samo jednu ciljnu vrstu (Iuell i sur., 2003.). Prema Iuell i suradnicima (2003.), po dotadašnjim saznanjima u Europi, po pogodnosti različitih vrsta prijelaza i prolaza za skupinu vodozemaca među optimalnim rješenjima za omogućavanje povezanosti staništa su:

- ✓ prijelazi uklopljeni u krajobraz,
- ✓ viadukti i riječni prelazi,
- ✓ prolazi ispod prometnica za velike i srednje velike životinje,
- ✓ prilagođeni prolazi za više životinja,
- ✓ tuneli za vodozemce;

među onima koji se mogu koristiti uz prilagodbe lokalnim uvjetima za prijelaz vodozemaca:

- ✓ mostovi za prijelaz divljih životinja,
- ✓ modificirani višefunkcionalni nadvožnjaci,
- ✓ prolazi za male životinje,
- ✓ prilagođeni propusti za vodotoke

i među neprikladnim rješenjima su:

- ✓ prijelazi preko vrhova drveća,
- ✓ prolazi za ribe kroz cijevi i propuste za vodotoke.

Vodozemci mogu koristiti mostove divljih životinja ako je osigurana odgovarajuća ograda.

U mjere ublažavanja stradavanja vodozemaca mogu se uvrstiti (Iuell i sur., 2003.):

- ✓ ograde
- ✓ znakovi upozorenja
- ✓ prilagodba rubnika
- ✓ rampe za izlaz iz drenažnih kanala

Ostale mjere za omogućavanje povezanosti i ublažavanje stradavanja vodozemaca mogu biti (Iuell i sur., 2003.):

- ✓ smanjenje širine prometnice
- ✓ smanjenje količine prometa
- ✓ smanjenje brzine vozila

Cilj mjera je blokirati pristup vodozemaca prometnici kako bi se spriječilo stradavanje i omogućio siguran prijelaz vodozemaca tijekom migracije. Vodozemcima nisu nužno potrebne posebne vrste prijelaznih konstrukcija. Iako neki od čimbenika su posebno važni za vodozemce: vodeće strukture koje usmjeravaju vodozemce u tunele su izrazito bitne i moraju biti postavljene vrlo pažljivo; vodozemci su osjetljivi na isušivanje, posebice mladi pa



tako dugi suhi tuneli su neprikladni, dok u kombinacija sa odvodnim kanalom ili potokom mogu omogućiti vlažne dijelove rubom potoka (Iell i sur., 2003.)

Sustav zaštite vodozemaca u obliku tunela i ograda za njihovo sigurno usmjeravanje prema svojim mrijestilištima može se ostvariti postavljanjem privremenih ograda i kombinacijom trajnih ograda za vodozemce s prijelazima/propustima (Slika 5.) . Postavljaju se na dionicama prometnica sa velikim brojem stradavanja ili malim brojem stradavanja ugroženih vrsta vodozemaca i sezonskim migracijskim putovima. Ograde i tuneli trebali bi odražavati lokalne stilove i materijale (Slika 6. a) i b)).



Slika 5.: Privremena ograda za usmjeravanje i tunel za vodozemce ( <https://animexfencing.com/>)

**Postavljanje privremenih ograda** na mjestima gdje nisu moguće trajne mjere ili za vrijeme izgradnje prometnice. Prepreka je privremeno izgrađena na migracijskim putovima kako bi blokirala pristup prometnici i usmjerila vodozemce u posude koje su ukopane u zemlju. Životinje se skupljaju u posudama koje se redovito prazne na suprotnu stranu prometnice. Sustav se obično postavlja na mjestima gdje ga volonteri mogu provjeravati. Privremeno postavljanje ograda (bez posuda) može biti prikladno za vrijeme migracije mladih jedinki. Uspješna metoda za mlade jedinke je da ih se blokira pomoću prepreka koje se povremeno otvaraju dok je promet na prometnici zaustavljen. U suhim vremenskim uvjetima površinu prometnice potrebno je navlažiti kako bi se olakšao prijelaz mladih jedinki (Iell i sur., 2003.). Za ogradu se upotrebljavaju čvrste neprozirne plastične folije visine 40 cm koja se djelomično ukopa u zemlju tako da vodozemci ne mogu proći ispod, a na vrhu je savijena kako se ne bi popeli preko ograda. Ograda se postavlja pod kutem od 90 °. Idealno bi bilo kada bi ograda završavala u obliku slova U. Tako bi se sve preostale životinje usmjerilo u posljednju lovnu posudu. Štapovi se ne postavljaju na stranu gdje se kreću vodozemci. Lovne posude trebaju biti zaravnjene sa zemljom i najmanje 30 - 40 cm duboke. Preporuča se udaljenost od 10 m između lovnih posuda (Iell i sur., 2003.). Ukoliko lovne posude nemaju rupice za odvodnju viška vode potrebno ih je izljevati kako se neke vrste vodozemaca ne bi utopile, a na

mjestima gdje postoji mogućnost da miševi i rovke budu zarobljeni dovoljno je postaviti tanki štapić da iziđu van. U vrijeme vrhunca migracije posude treba provjeravati učestalo. Učestalost ovisi o broju prisutnih životinja, najmanje jedan do tri puta u 24 sata, a u područjima s velikim brojem vodozemaca svakih pola sata (Iell i sur., 2003.). Ako se postupak provodi u svrhu istraživanja, prije puštanja životinja potrebno je zabilježiti vrste i broj jedinki.

**Trajne ograde za vodozemce i prijelazi/propusti** se sastoji od kombinacije strukture za usmjeravanje (Slika 6. a) i b)) životinja u tunnel kojim mogu prijeći ispod prometnice. Strukture za usmjeravanje ne bi trebale sprečavati put vodozemaca koji dolaze sa prometnice. Tuneli moraju biti postavljeni točno na migracijskim putevima.



Slika 6.: a) Drvena ograda s propustom (<https://www.njfishandwildlife.com>), b) Kamena ograda s propustom (<https://climateactiontool.org>)

Trajna ograda je najmanje 40 cm visine (60 cm ako je prisutna *Rana dalmatina*) pri čemu je vrlo bitno da spoj između vertikalnog dijela ograde i površine kojom se kreću vodozemci mora biti pod kutom od 90 °. Krajevi ograde bi trebali biti u obliku slova U kako bi spriječili životinje da napuste ogradu. Da bi spriječili penjanje životinja preko trajne ograde vrh i krajevi trebaju biti svinuti. Preporuča se da površinom kojom se kreću vodozemci uz ogradu bude bez vegetacije, dok okolna vegetacija može poslužiti kao zaklon. Usmjeravajuća struktura treba biti postavljena što bliže prometnici kako bi dužina tunela mogla biti što kraća. K tome, zaštitne odbojne ograde omogućavaju da vozila ne upadnu u usmjeravajuće strukture tijekom skretanja s prometnice. Ako su usmjeravajuće strukture postavljene paralelno sa prometnicom udaljenosti između tunela trebaju biti manje od 60 m. Ako je usmjeravajuća struktura prema ulazu u tunnel u obliku slova V može se uzeti u obzir razmak od 100 m. Preporučuju se tuneli pravokutnih presjeka u odnosu na tunele kružnog presjeka zbog urednijeg spajanja usmjeravajućih struktura na tunnel te većih površina dna za kretanje vodozemaca. Voda bi se trebala lako odvoditi iz tunela. Ako se tuneli za vodozemce koriste i

za drenažu prometnice, potrebno je da nasip koji ostaje bude suh za vodozemce (Iell i sur., 2003.).

Prema austrijskim smjericama, na glavnim migracijskim putovima potrebno je postaviti propuste (tunele) svakih 30 m, a na njihovim rubnim dijelovima svakih 50 m, kako bi se vodozemcima omogućio prijelaz na drugu stranu prometnice. Propusti bi trebali biti širine 1 m i visine 60 cm, ali to također ovisi i o dužini kanala (Hahn, 2015.).

Mnogi prolazi ne funkcioniraju zbog nedostatka održavanja. Redovito održavanje je potrebno na kritičnim točkama (ograde, zaprekama nastalim u tunellima uzrokovane vodom, tlom ili lišćem, greškama na usmjeravajućim strukturama, uklanjanju vegetacije). Potrebna je također jama za kontrolu održavanja i inspekciju tunela te omogućavanje uklanjanja svih prepreka.

## 5. OPIS LOKALITETA ISTRAŽIVANJA

Nacionalni park Plitvička jezera dio je Dinarskog krškog područja. Prostorno je smješten u gorskoj Hrvatskoj, na granici Like, Kordunske zaravni i Ogulinsko-plašćanske udoline, između masiva Male Kapele na SZ i Ličke Plješivice na JI, na prosječnoj visini od 600 mnv. Nacionalni park Plitvička jezera 1997. godine je proširen na današnju površinu od 29.630 ha (296 km<sup>2</sup>) zbog obuhvaćanja slivnog područja. Interakcijom vode, zraka, geološke podloge i organizama te zahvaljujući posebnim fizikalno-kemijskim i biološkim uvjetima omogućeno je nastajanje sedre koja je pregrađivanjem vodotoka stvorila niz jezera, barijera i slapova. Kontinuirani proces nastanka sedre je izvanredan primjer trajnih ekoloških, bioloških i geoloških procesa. Specifične hidrogeološke osobine stijena omogućile su zadržavanje vode na dolomitnim stijenama trijasko starosti (Gornja jezera), ali i kanjonsko urezivanje u vapnenačke naslage kredne starosti (Donja jezera i kanjon Korane). Glavni izvor voda Gornjih i Donjih jezera su izvor Bijele rijeke i Crne rijeke. Od ukupne površine Parka vodene površine zauzimaju oko 1 % ostatak čine dominantno šumska područja (81 %), travnjačke površine (oko 15 %) te oko 3 % površine značajnije izmijenjene antropogenim djelovanjem. Glavna posjetiteljska atrakcija je sustav u jezerskoj zoni koji je jedinstvena univerzalna vrijednost Parka u užem smislu, a čini manje od 1% površine Parka. Zbog svog položaja i prometne povezanosti, kako unutar Parka tako i s ostalim dijelovima Hrvatske, kroz Park prolaze različite vrste cesta/prometnica.

Područje istraživanja prometnica po kojoj voze panoramska vozila prema Planu upravljanja Nacionalnim parkom Plitvička jezera 2019. – 2028. smještena je u pod zonu IIIC Izgrađena područja s uslugama za posjetitelje te istim upravlja Javna ustanova. Sa sjeverne strane prometnice (prema jezerima), nalazi se pod zona IIA Vodeni ekosustavi, a s južne strane (od jezera) ZONA I Zona stroge zaštite.

Prometnica je tijekom svoje povijesti služila za prometovanje svih motornih vozila prema jugu Hrvatske sve do 1976. godine, kada je sav promet usmjeren na današnju državnu cestu 429. Na taj je način ograničen intenzitet i gustoća prometovanja te je svrha prometnice svedena na potrebe: prijevoza turista i posjetitelja, dostave i održavanja, te ostale potrebe vezane za posjetitelje. Prometnicom se prometuje isključivo u radno vrijeme Parka s početkom od 07:00 do sumračnih sati koji se određuju na osnovu dnevne svjetlosti po godišnjim dobima (u noćnim satima se prometuje iznimno).

Istraživanje je provedeno na asfaltiranoj prometnici širine 5 m i dužine 2 400 m (bez okretišta) koja sadrži proširenje za mimoilaženje vozila, poznato pod nazivom Staro krajcanje, dimenzija 60 x 30 m i proširenje krivine Gradina. Prometnica je vijugavo usječena u obronke planina Čaglja, Gradine i Crnog vrha te se pruža paralelno s Gornjim jezerima prateći njihov geografski položaj SI – JZ (Slika 9.).

U jezerskom sustavu Gornja jezera sastoje se od 12 jezera: Proščansko, Ciginovc, Okrugljak, Batinovac, Veliko, Malo, Vir, Galovc, Milino, Gradinsko, Burgeti i jezero Kozjak (sve do završetka jezera) koja su prostorno i volumenom dominantnija jezera, prostranijih i razvedenijih te blažih obala u odnosu na Donja jezera. U jezerskom sustavu nalazi se više Natura 2000 staništa: Sedrene barijere krških rijeka Dinarida kod 32AO, Vodeni tokovi s vegetacijom *Ranunculion fluitantis* i *Callitricho-Batrachion* kod 3260 i tvrde oligo – mezotrofne vode s dnom obraslim parožinama (*Characeae*) kod 3140. Vodenom staništu 3260 kao stalni vodotok pripada potok Rječica koja se preko Glibovite drage ulijeva u jezero Kozjak. Uz stalne vodotoke na području istraživanja nalazi se nekoliko povremenih vodotoka.

Prema Planu upravljanja Nacionalnim Parkom 2019. - 2028. vode Plitvičkih jezera spadaju u pastrvski tip voda. Dosadašnjim istraživanjima u Plitvičkim vodama utvrđeno je 9 vrsta riba od čega 4 autohtone: potočna pastrva (*Salmo trutta*), primorski pijor (*Phoxinus lumaireul*), talijanski zlatni vijun (*Sabanejewia larvata*) i dvoprugasti vijun (*Cobitis bilienata*). Od alohtonih vrsta zabilježena je kalifornijska pastrva (*Oncorhynchus mykiss*), jezerska zlatovčica (*Salvelinus alpinus*), klen (*Squalius cephalus*), crvenperka (*Scardinius erythrophthalmus*) i štuka (*Esox lucius*) koja se proširila na sva jezera.

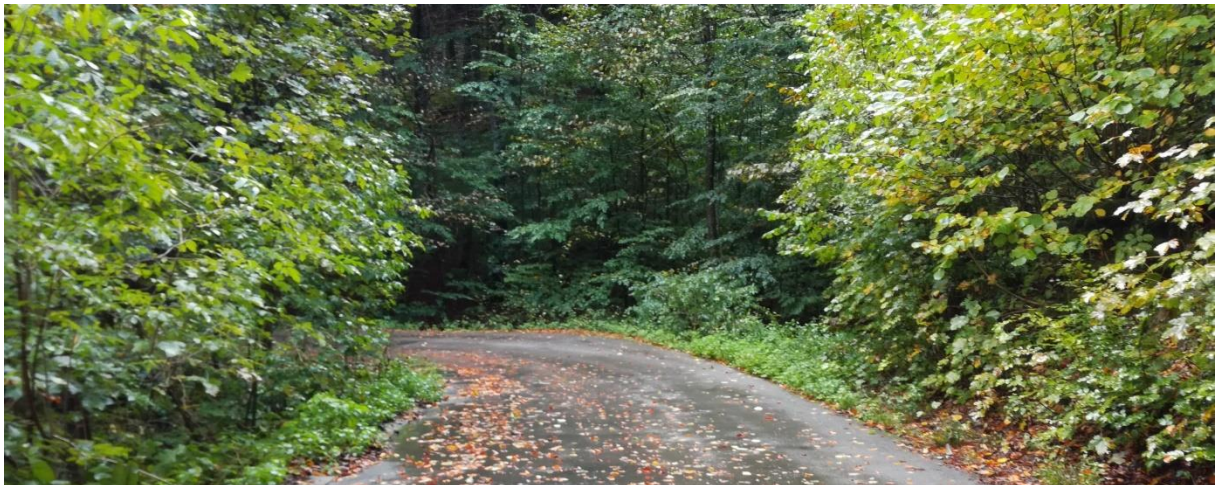
Na dnu jezera, njihovoj obali i uz jezerske pregrade susreće se više od trideset vrsta vodenih i močvarnih biljaka. Neke od njih su posljednjih desetak godina osvojile znatne površine obale jezera. Uz rubove Gornjih jezera, kao i uz drvene stazice oko njih, znatne su površine obrasle vrstom močvarni ljutak (*Cladium mariscus*). Na tim su prostorima česte i tri vrste lopuha (*Petasites hybridus*, *P. kablikianus* i *P. albus*), trska (*Phragmites australis*), nekoliko vrsta metvice (*Mentha sp.*), šaša (*Carex sp.*) i oko 6 vrsta vrba (*Salix sp.*) (Šegulja, N., 2005.). Za polaganje ličinki pjegavog daždevnjaka važna su i obalna područja jezera.

U Parku prevladava umjereno topla vlažna klima s toplim ljetom. Proljetna razdoblja počinju relativno kasno, hladna su, kišovita i s temperaturama uglavnom nižim od 8 °C. Ljeta su topla, sa svježim jutrima. Jeseni su relativno kratke s prosječnom temperaturom zraka od oko



13 °C. Zime počinju rano, u studenom, a prosječno je najhladniji siječanj. Srednja godišnja temperatura zraka je 9,4 °C. Srednja godišnja relativna vlažnost zraka je 77,5 %. Unatoč kratkom razdoblju sustavnog praćenja temperature zraka u razdoblju od 1986. do 2014. godine uočen je trend porasta temperatura zraka od prosječno 0,06 °C godišnje, što je u skladu s globalnim trendovima te prati trend porasta temperatura od prosječno 0,1 – 0,25 °C godišnje za jezerski sustav. (Plan upravljanja Nacionalnim Parkom Plitvička jezera 2018. – 2028.)

Prometnica prolazi šumskim staništima (Slika 7.) koja su najzastupljenija vrstom obična bukva *Fagus sylvatica*, Ilirske bukove šume (*Aremonio-Fagion*) kod 91K0 podzona *Lamio orvale – Fagetum sylvaticae*. Krećući se iz pravca jezera Kozjak dolazimo do potoka Rječica na čijem ušću su Aluvijalne šume (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion Albae*) kod 91E0. U njima prevladavaju crna joha (*Alnus glutinosa*) i bijeli jasen (*Fraxinus excelsior*). Za sastojine crne joha iznimno je bitna visina vodostaja, posebno u područjima ušća potoka u jezera, gdje su staništa ovih zajednica u rano proljetnim i jesenskim razdobljima potpuno ili djelomično potopljena, ali stanište je inače ocjedito i prozračno za niskog vodostaja (Martinić i sur., 2019.).



Slika 7.: Šuma oko prometnice

Na transektu prometnice se nalazi objekt za protok vodenih površina (most) i različiti elementi odvodnje površinskih oborinskih voda. Konstrukcijski pločasti betonski most nalazi se na potoku Rječici. Uljevne i izljevne glave dvaju propusta uljevna okna s ispustom završavaju u podzidima prometnice. Propusti su neodržavani i uništeni. Elementi površinske odvodnje oborinskih voda s kolnika: slivnik i rigol s ispustom imaju slobodnu odvodnju te se oborinska voda slobodno ispušta u okoliš ka jezerskoj strani prometnice.

## 6. MATERIJALI I METODA RADA

Terensko istraživanje izvršeno je na transektu prometnice u dužini od 2,4 km između točaka: S 44.87507, I 15.61276, – S 44.87060, I 15.60004. Na ovom potezu korištena je metoda vizualnog promatranja hodanjem u prijedpodnevnim satima pri povoljnim vremenskim uvjetima u vremenu od 08:00 – 12:00, a iznimno do 13:00 sati. Gustoća prometa nije bilježena iz dva razloga. Prvo, nedostatak podataka o gustoći prometa u Parku. Drugo, unatoč stalnom prometovanju panoramskih vlakova prometnicom kroz godinu (izuzev za trajanja zime) ostali promet motornih vozila je u ovisnosti o događanjima unutar Parka.

Svaki nalaz vodozemca bilježen je u *Excel* obrazac s podacima o vrsti, vremenu nalaza, WGS84 koordinatnim točkama te im je dodijeljen osobni broj, a potom su slikani. Dodatno za svakog živog/stradalog (ukoliko je bilo moguće) pjegavog daždevnjaka upisani su podatci o: spolu, smjeru kretanja (kop-jez ili jez-kop), starosti (odrasli ili mladi), ukupnoj dužini, masi jedinke, dužini od vrha njuške do kraja nečisnice (Tablica 1.). Žive jedinke su slikane s leđne i trbušne strane.

Tablica 1.: Primjer dijela ispunjenog obrasca

DATUM: 14. 4. 2020.		IME I PREZIME: KATICA POLJAK		GPS:	x	y	BROJ obrasca: 12-KP-2020				
OPIS LOKACIJE: CESTA ST2-ST3,ST3-ST2		ADRESA: MUKINJE 38, 53231 PLITVIČKA JEZERA		POČETAK	44.87507	15.61276	VRIJEME PROMATRANJA (od-do): 08:00-11:00				
				KRAJ	44.87060	15.60004					
VREMENSKI UVJETI (magla, kiša, oblačno, vjetrovito): KIŠA, OBLAČNO, SUSNJEŽICA, SNIJEG				NAPOMENA: SNJEGA DJELOMIČNO UZ RUB CESTE, LIŠĆE NA CESTI,							
PODATCI ZA SALAMANDERA I OSTALE VRSTE						DODATNI PODATCI ZA ŽIVOG SALAMANDERA					
REDNI BROJ:	GPS:	FOTO BROJ jpg., SMJER KRETANJA	VRSTA/VRIJEME	BROJ JEDINKI/AD, M.Ž./JUV/ZG AŽ, ŽIV	n.m.v.	ukupna dužina (mm)	izbočenost kloake (mm)	SVL -dužina njuška poč. kloake (mm)	A) težina životinje (g)	B) težina vrećice (g)	težina ukupno (A-B)
1.	X: 44.87544 Y: 15.61155	ID 87a,b,TL jez-kop	<i>Salamandra salamandra</i> 8:31	1,AD,Ž,ŽIV	567	181	1,5	89,2	42	5	37
2.	X: 44.87514 Y: 15.60847	ID 88a,b,TL kop-jez	<i>Salamandra salamandra</i> 8:51	1,AD,Ž,ŽIV	609	183	1	92,1	42	5	37
3.	X: 44.87448 Y: 15.60784	ID 89a,b,TL jez-kop	<i>Salamandra salamandra</i> 9:02	1,AD,M,ŽIV	609	135	10,1	75,4	25	5	20
4.	X: 44.87175 Y: 15.60601	ID 90a,b,TL kop-jez	<i>Salamandra salamandra</i> 9:23	1,AD,Ž,ŽIV	631	184	3	103,5	38	8	30
5.	X: 44.87123 Y: 15.60609	ID 91a,b,TL jez-kop	<i>Salamandra salamandra</i> 9:29	1,AD,Ž,ŽIV	643	187	1,4	105,6	62	8	54

Težina jedinki mjerena je pomoću opružne vage - PESOLA® (Slika 8.a), Micro-Line 20100, 100 g, d = 1.0 g. (točnost ± 0,1 g). Nakon što je jedinka izvagana u tkanenoj vrećici vagala se prazna vrećica, oduzimanjem tih dviju vrijednosti dobivena je stvarna težina jedinke. Pomičnim mjerilom izmjerena je izbočenost nečisnice (Slika 8.b) i dužina jedinke od vrha njuške do kraja nečisnice - SVL (točnost ± 2 mm). Ukupna dužina (točnost ± 3 mm) mjerena

je prislanjanjem metra usporedno s jedinkom (Slika 8.c) te su na ovaj način sve jedinke slikane. Prepoznavanje jedinki pomoću slikovne dokumentacije ima velike prednosti, jedna od njih je da ne uključuje stres i rizik od infekcije što je moguće kod invazivnih metoda. Za vrijeme mjerenja pjegavog daždevnjaka nošene su rukavice.



Slika 8.: Mjerenje: težine a), izbočenosti nečisnice b) i ukupne dužine c) pjegavog daždevnjaka (*Salamandra salamandra*)

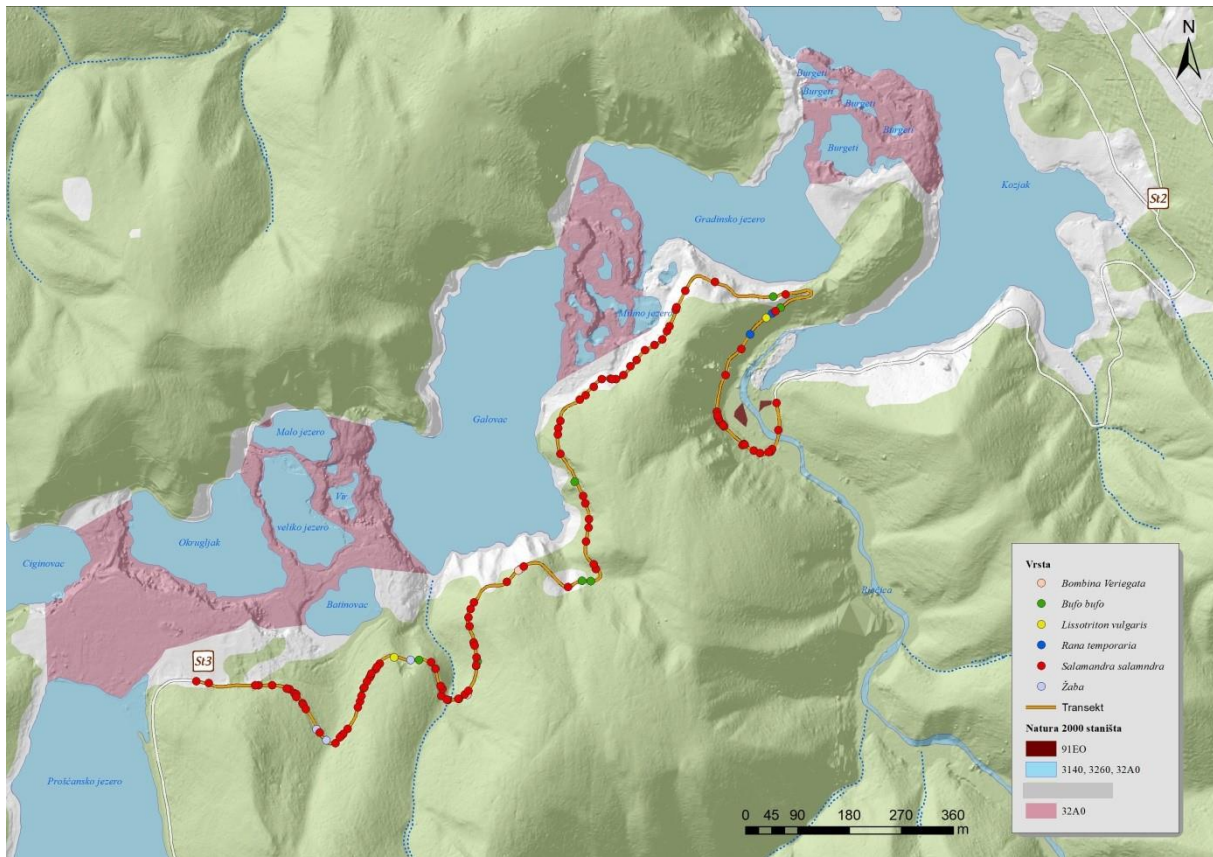
Vrste su određene pomoću terenskog vodiča E. Nicholas Arnold *Reptiles and Amphibians of Britain and Europe*. Nalazima kojima se nije mogla odrediti vrsta, a sa sigurnošću je utvrđeno da se radi o vodozemcima, pod opis vrste su upisani kao daždevnjaci ili žabe. Pregažene i zgažene jedinke su nakon upisivanja podataka uklonjene s prometnice, dok su žive jedinke prenesene mokrim rukavicama van prometnice u smjeru njihovog zatečenog kretanja (kopno-jezero, jezero-kopno).

Transekt prometnice ucrtan je pomoću tableta. Za izradu karata korišten je GIS program ArcMap 10.5.1. kartografske podloge preuzete su od Državne geodetske uprave u mjerilu 1:5 000. Glavnina podataka obrađena je u *Excel* programu, a za neke je korišten *Social Science Statistics* alat. Kritične točke su određene tako da je cijela dužina transeкта prometnice podijeljena na dionice dužine 103 m odnosno 100 m. Podatci o relativnoj vlazi i temperaturi zraka po satu tijekom promatranja preuzeti su sa službenih internet stranica Državnog hidrometeorološkog zavoda ili automatske klimatološke postaje Plitvička jezera koja se nalazi u blizini stanice 2. Klimatski parametri su definirani na temelju vrijednosti koja je bila izmjerena u satu kada je nađena jedinka (stradala ili živa), a za jedinke pronađene nakon 30-te minute tog sata pridruženi su klimatski parametri sljedećeg sata. Korišteni su podatci Državnog hidrometeorološkog zavoda o dnevnoj količini oborina za 2019. i 2020. godinu.



## 7. REZULTATI

Rezultati uključuju prikupljene podatke tijekom četiri godišnja doba u razdoblju od rujna 2019. do kolovoza 2020. godine. Na slici 9. prikazan je prostorni raspored mjesta nalaza živih i stradalih jedinki pojedinih vrsta.

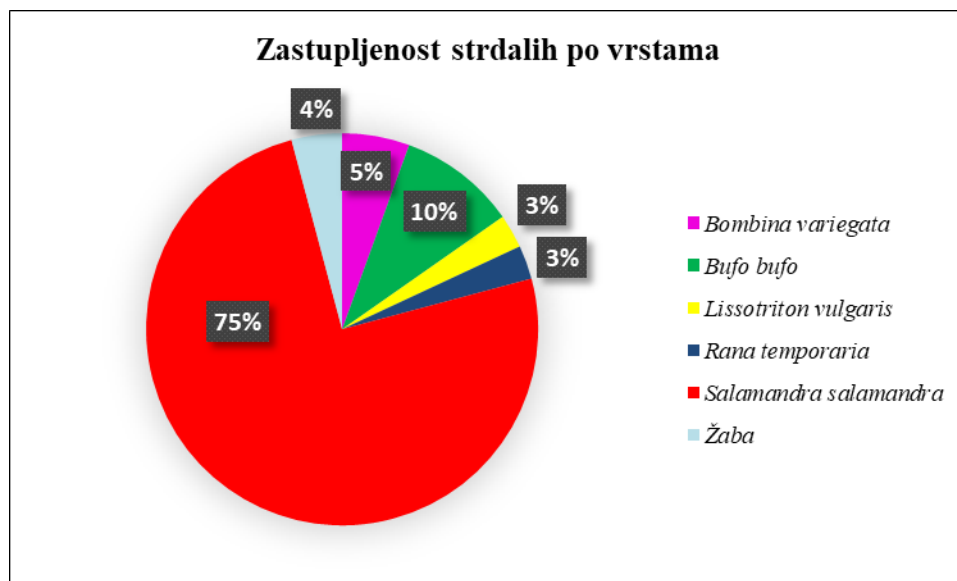


Slika 9.: Karta mjesta nalaza stradalih i živih vodozemaca po vrstama

### 7.1. Zastupljenost po vrstama

Od 14 prisutnih vrsta vodozemaca na području nacionalnog parka tijekom istraživanja na prometnici utvrđeno je 5 vrsta. Od ukupno 126 evidentiranih jedinki stradalih je 57 % (72 jedinke), 43 % (54 jedinke) je zabilježenih živih jedinki i pripadaju vrsti pjegavi daždvenjak (*Salamandra salamandra*). Najveća zastupljenost vrste u ukupnom broju od 126 stradalih i živih vodozemaca pripada pjegavom daždvenjaku (*Salamandra salamandra*) sa 86 % (108 jedinki), preostalih 14 % su ostale vrste vodozemaca koje su sve zabilježene kao stradale na prometnici (18 jedinki).

Kao što grafikon 1. prikazuje najveću zastupljenost u stradanju ima pjegavi daždevnjak (*Salamndra salamandra*) sa 75 % koju sačinjavaju 54 jedinke i smeđa krastača (*Bufo bufo*) sa 10 % odnosno 7 jedinki. Strogo zaštićena vrsta žuti mukač (*Bombina variegata*) zbog karakteristične boje *ventralnog* dijela tijela prepoznata je kod 5 %, odnosno 4 jedinke, 3 jedinke su zgažene do neprepoznatljivosti vrste sa zastupljenošću od 4 %. Preostale vrste zastupljene s 3 % su mali vodenjak (*Lissotriton vulgaris*) i livadna smeđa žaba (*Rana temporaria*) sa po 2 jedinke.



Grafikon 1.: Udio nalaza strdalih jedinki po vrstama

## 7.2. Promatranja i sezonska aktivnost pjegavog daždevnjaka

Izvršeno je 45 promatranja od čega u rujnu – 6, listopadu – 6, studenom – 7, prosincu – 1, siječnju – 2, veljači – 3, ožujku – 5, travnju – 6, svibnju – 4, lipnju – 1, srpnju – 2 i kolovozu 2. Sveukupno 89 prohoda u vremenu od 08:00-12:00, a iznimno i do 13:00 sati.

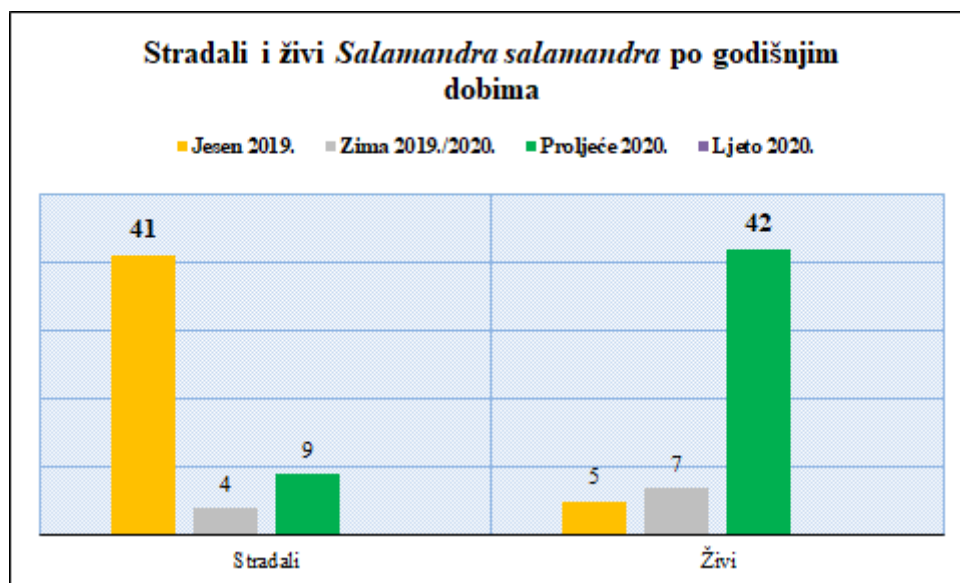
Površina prometnice tijekom promatranja zatečena je u različitim uvjetima: lišće, granje i/ili kamenje na cesti, oborinske vode u potocima na cesti, mokra cesta s lišćem, suha i čista cesta i snijeg uz cestu.

Probno tijekom listopada izvršen 1 prohod nakon završetka prometovanja panoramskih vlakova u sumračnim satima od 17:30 - 18:30, te je nađena 1 stradala jedinka pjegavog daždevnjaka. U 19 promatranja nisu nađene zgažene ili žive jedinke pjegavog daždevnjaka. Na ovom dijelu ceste tijekom jeseni se učestalije čisti prometnica te je ovo moglo utjecati na

rezultate istraživanja, odnosno manje zabilježenih stradalih jedinki, iako se događalo da i nakon njenog prolaska se nađu leševi pjegavog daždevnjaka (kostur s dijelovima mesa i/ili koža). Isto tako događalo se da bi čistilica za prometnice očistila krajnje dijelove transeкта prema stanici 3 tijekom samog istraživanja, odnosno pregled transeкта nije bio napravljen u potpunosti prije čišćenja ceste. Na osnovu toga može se pretpostaviti da bi bilo više stradalih i/ili živih jedinki u jesenskom razdoblju istraživanja.

Analiza dinamike nalaza stradalih i živih jedinki je različita po godišnjim dobima i mjesecima. Vrhunac stradavanja pjegavog daždevnjaka (*Salamandra salamandra*) zabilježen je tijekom jesenske migracije 41 jedinka (Grafikon 2.). Uz redovan promet panoramskih vlakova i ostalih službenih vozila tijekom jutarnjih sati čistilica je čistila prometnicu, a istovremeno se odvijalo trasiranje površinskih voda u jezerskom sustavu NP Plitvička jezera od 23. do 26. rujna 2019. te se prometovalo i tijekom noći. Vršili su se i radovi otkopavanja arheološkog nalaza na Gradini te je i zbog toga bio povećan promet u ovom dijelu prometnice.

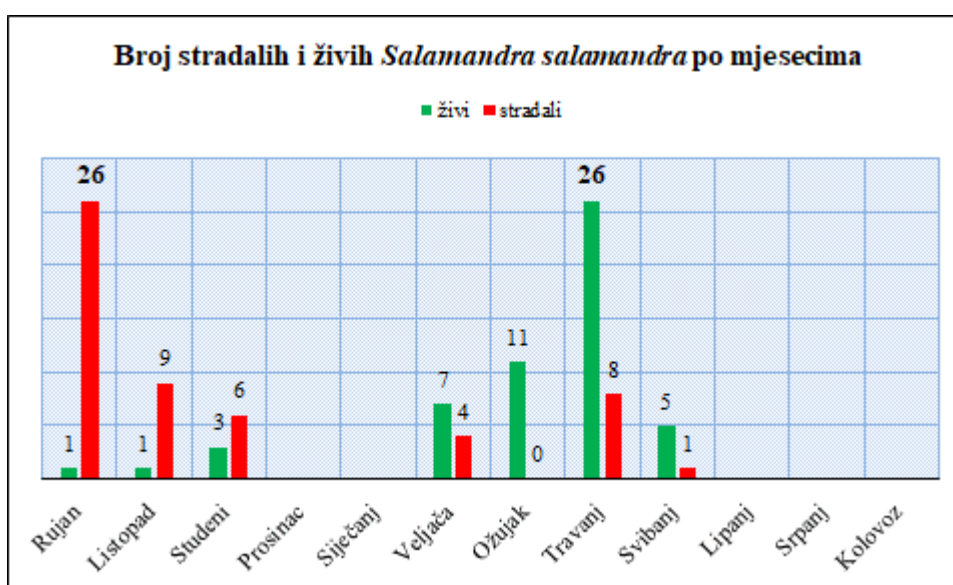
Tijekom proljetne migracije zabilježen je vrhunac pronalaska 42 žive jedinke pjegavog daždevnjaka (Grafikon 2.). Od 21. ožujka 2020. do 19. lipnja 2020. godine zbog epidemiološke situacije uzrokovane pojavom korona virusa (2019-nCov) nacionalni park je zatvoren za javnost te je promet panoramskim vlakovima bio obustavljen. Transektom prometnice prometovala su isključivo službena vozila. Tijekom proljeća vršili su se radovi uklanjala starih i potencijalno opasnih stabla uz prometnicu.



Grafikon 2.: Broj nalaza *Salamandra salamandra* po godišnjim dobima

Tijekom zimskih mjeseci zabilježen je manji broj stradalih u odnosu na broj živih jedinki (Grafikon 2.). Uobičajena je praksa da se prometovanje panoramskih vlakova tijekom zimskih mjeseci obustavlja. U vršnom ljetnom dobu godine prometovanja panoramskih vlakova i ostalalih službenih vozila nije zabilježena aktivnost pjegavog daždevnjaka.

Na grafikonu 3. prikazani su nalazi stradalih i živih jedinki po mjesecima u godini. Najveći broj stradalih jedinki uočen je u rujnu (26 jedinki) i listopadu (9 jedinki) što se može povezati s jesenskom aktivnošću pjegavog daždevnjaka. Tijekom proljetne aktivnosti najveći broj živih jedinki uočen je u travnju (26 jedinki) i ožujku (11 jedinki). U drugom dijelu klimatološki blage zime tijekom mjeseca veljače uočeno je 7 živih i 4 stradale jedinke.



Grafikon 3.: Godišnja dinamika stradalih i živih *Salamandra salamandra*

Tijekom jeseni stradalo je najviše jedinki nepoznatog spola (22 jedinke). U 63 % stradalih jedinki pjegavog daždevnjaka određen je smjer kretanja na osnovu zatečenih ostataka jedinki i njihove položenosti na prometnici. Najviše 16 stradalih jedinki nepoznatog spola je aktivno tijekom jesenske migracije u smjeru kopno-jezero kao i 1 mužjak i 2 ženke (Tablica 2.), pretpostavlja se da su se kretale prema mrjestilištu.

Tablica 2.: Broj stradalih jedinki po godišnjem dobu, spolu i pravcu kretanja

Godišnje doba	M	Ž	kop-jez	Nepoznat spol	kop-jez	jez-kop
Jesen 2019.	1	2	3	22	16	6
Zima 2019./2020.	0	0	0	4	3	1
Proljeće 2020.	0	0	0	5	4	1
Ljeto 2020.	0	0	0	0	0	0

U 100% nalaza živih odraslih jedinki utvrđen je spol i smjer kretanja. Tijekom proljeća od 40 živih ženki 31 je aktivna u pravcu kopno-jezero odnosno kretanje ženki prema mrjestilištu (Tablica 3.).

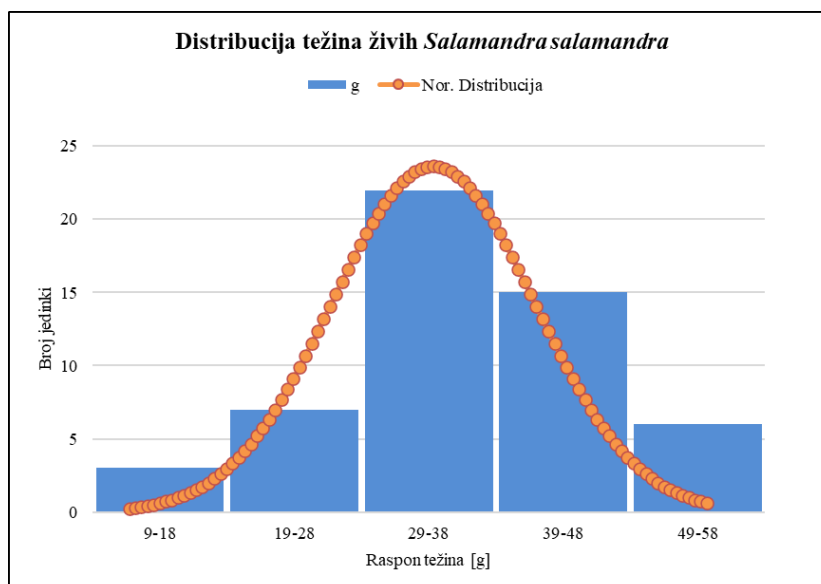
Tablica 3.: Broj živih jedinki po godišnjem dobu, spolu i pravcu kretanja

Godišnje doba	M	kop-jez	jez-kop	Ž	kop-jez	jez-kop
Jesen 2019.	3	1	2	2	2	0
Zima 2019./2020.	2	1	1	5	3	2
Proljeće 2020.	2	1	1	40	31	9
Ljeto 2020.	0	0	0	0	0	0

### 7.3. Morfološke značajke pjegavog daždevnjaka

Zbog nedovoljnog broja podataka izuzete su sve zgažene jedinke pjegavog daždevnjaka.

Za utvrđivanje normalne distribucije podataka preporučuje se najmanje 100 podataka, iako se može prikazati i s manjom količinom podataka kao što je prikazano grafikonom 4.. Normalna distribucija podataka težina  $SD = 10.54571$  i  $Mean = 35.43396$  od 53 žive jedinke (mužjaci i ženke) pjegavog daždevnjaka, 1 ženka izuzeta.



Grafikon 4.: Raspodjela podataka težina živih ženki i mužjaka *Salamandra salamandra*

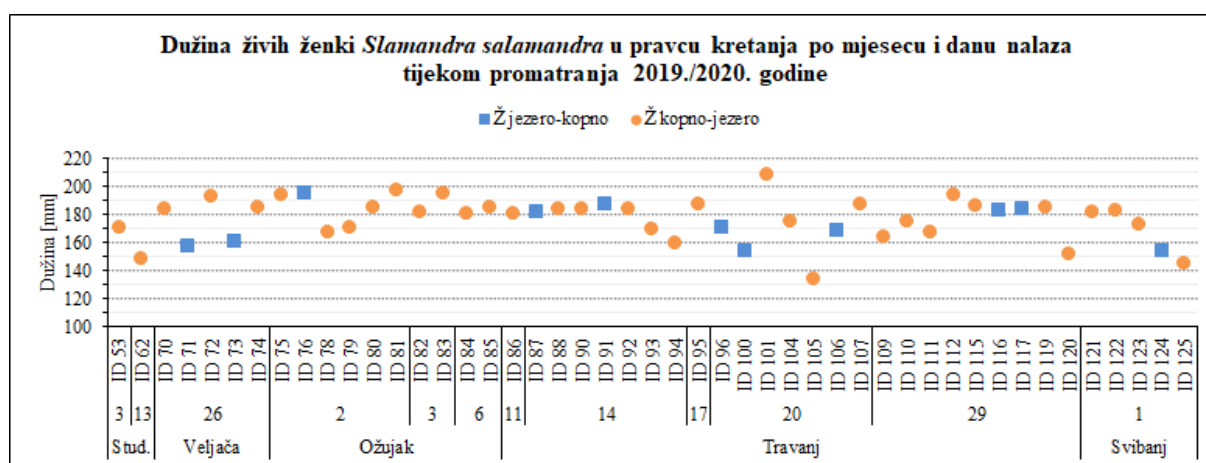
U gotovo 100% (53 jedinke) nalaza živih jedinki (1 ženka izuzeta zbog nepotpunosti podataka) izvršena su sva mjerenja ukupne dužine, dužine od vrha njuške do kraja nečisnice i

težine. Ženke su uobičajeno veće prosječne ukupne dužine, dužine od vrha njuške do kraja nečisnice i težine od mužjaka, dok mužjaci imaju veću izbočenost nečisnice (Tablica 4.).

Tablica 4.: Podatci o ukupnoj dužini, SVL, izbočenosti nečisnice i težini živih *Salamandra salamandra*

Spol	Broj jedinki	UKUPNA DUŽINA [mm]			SVL [mm]			IZBOČENOST NEČISNICE [mm]			TEŽINA [g]		
		Prosječna	MAX	MIN	Prosječna	MAX	MIN	Prosječna	MAX	MIN	Prosječna	MAX	MIN
Mušjaci	7	130	145	110	72,5	82,7	53,5	10	10,8	10	20	38	10
Ženke	46	181	208	133	92	110	79,2	2	3,8	0,2	37	55	20

Usporedivši podatke ukupnih dužina (tijelo i rep) svih živih ženki nađena je najduža ženka od  $208 \pm 3$  mm 20. travnja 2020. godine u pravcu kretanja kopno-jezero i identifikacijskog broja ID 101 (Grafikon 5.).



Grafikon 5.: Odnos dužina živih ženki *Salamandra salamandra* u različitim pravcima kretanja

Identifikacija jedinki pojedinih vrsta je moguća pomoću dugoročne postojanosti pojedinog uzorka boja kod kojih se leđni ili trbušni obrazac razlikuje. Pretpostavlja se da je brzina preinake leđnog uzorka u korelaciji s brzinom rasta jedinke.

Na osnovu podataka ukupnih dužina živih jedinki u različitim pravcima kretanja i identifikacijskih brojeva izvršena je slikovna usporedba jedinki kako bi se utvrdilo da li se neka od jedinki ponavlja ili su sve različite. Tijekom istraživanja od živih jedinki (mužjaci i ženke) nisu nađene dvije iste jedinke.

Na slici 10. prikazan je primjer identifikacije jedinki pjegavog daždevnjaka pomoću slika leđne i trbušne strane tijela pjegavog daždevnjaka. Uz razlike u rasporedu žutih pjega uspoređivane su i ukupne dužine (uključujući odstupanja), pravci kretanja i datumi nalaza. Žive ženke identifikacijskih brojeva ID 78 i ID 79, dužine  $167 \pm 3$  mm i  $170 \pm 3$  mm nađene 2. ožujka 2020. u pravcu kretanja kopno-jezero različite su od ženki identifikacijskih brojeva ID



96 i ID 106, dužina  $170\pm 3$  mm i  $168\pm 3$  mm nađene 20. travnja 2020. u pravcu kretanja jezero-kopno.



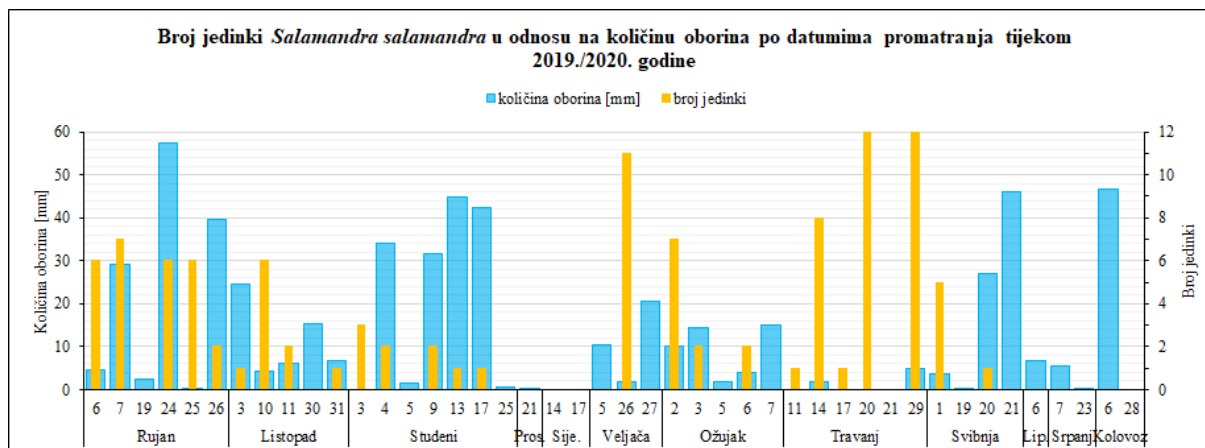
Slika 10.: Slikovna identifikacija ženki *Salamandra salamandra*: a – leđna strana; b – trbušna strana

#### 7.4. Klimatski elementi i dnevna aktivnost pjegavog daždevnjaka

Osim sezonske aktivnosti pjegavi daždevnjaci imaju i različitu aktivnost tijekom dana. Na osnovu prometovanja prometnicom izabrano je dnevno promatranje pri povoljnim vremenskim uvjetima: kiša, rosulja, magla, oblačno, mračno, susnježica, vjetrovito. Za vjetrovitog vremena rijetko kad su pronađene žive jedinice, a ukoliko bi ih se i našlo bile su u zavjetrinama.

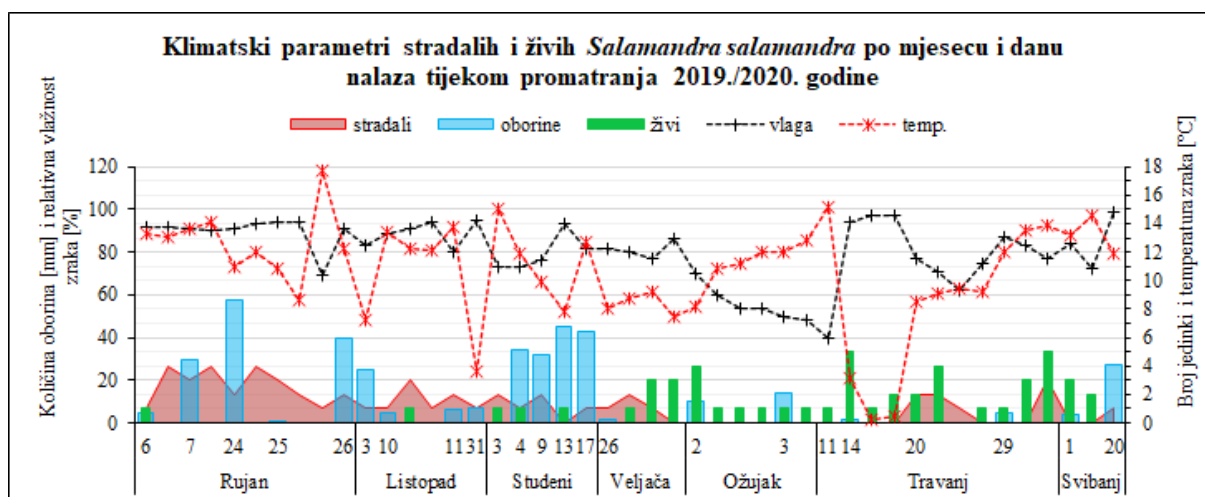
Dnevni klimatski parametri tijekom promatranja kreću se u rasponu temperatura zraka od  $-1.9$  -  $24$  °C i relativne vlažnosti zraka od 25 - 100 %. Međutim, događalo se da iako su zadovoljeni klimatski parametri za aktivnost pjegavog daždevnjaka u pojedinim promatranjima oni ipak nisu nađeni.

Dnevna količina oborina tijekom jeseni znatno se razlikuje od proljetnog dijela godine. Gotovo cijeli jesenski dio godine (rujan, listopad, studeni) popraćen je većim količinama oborina i manjim brojem jedinki u odnosu na kraj zime (veljača) i tijekom proljeća (ožujak, travanj, svibanj) kada je zabilježen je veći broj jedinki pjegavog daždevnjaka pri manjim ili oborinama u tragovima (Grafikon 6.).



Grafikon 6.: Dnevna količina oborina po datumima prohoda i broj jedinki stradalih i živih pjegavih daždevnjaka

Kad usporedimo sve klimatske parametre nalaza stradalih i živih jedinki najveći broj stradalih i živih jedinki je zabilježen pri temperaturama od 8 - 14 °C i relativnoj vlažnosti zraka većoj od 60 % (Grafikon 7.). U 21 promatranja noć prije je padala kiša kada su nađeni strdali ili živi pjegavi daždevnjaci.

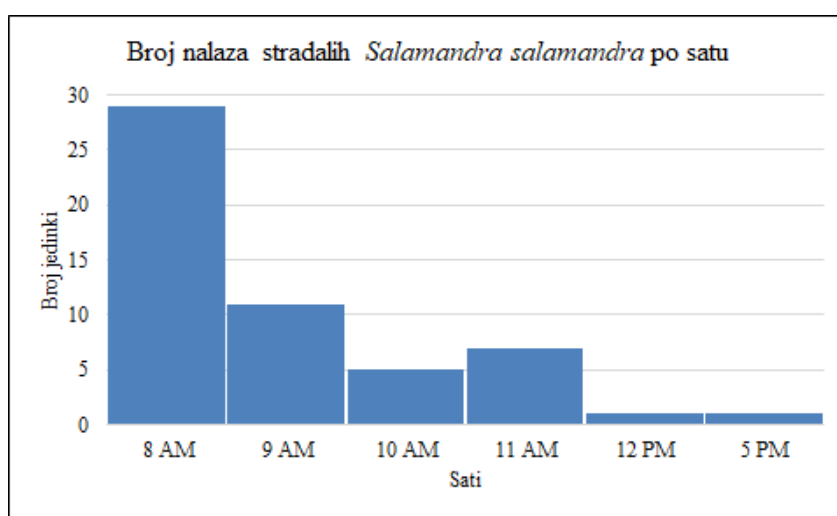


Grafikon 7.: Klimatski parametri nalaza stradalih i živih *Salamandra salamandra* tijekom istraživanja  
 Najniža temperatura na kojoj je nađena živa ženka je 0,2 °C pri relativnoj vlažnosti zraka od 97 % i vrlo maloj količini oborina 14. travnja 2020., 11. travnja 2020. nađena je živa ženka na najvišoj temperaturi od 15,2 °C pri 40 % relativnoj vlažnosti zraka i oborinama u



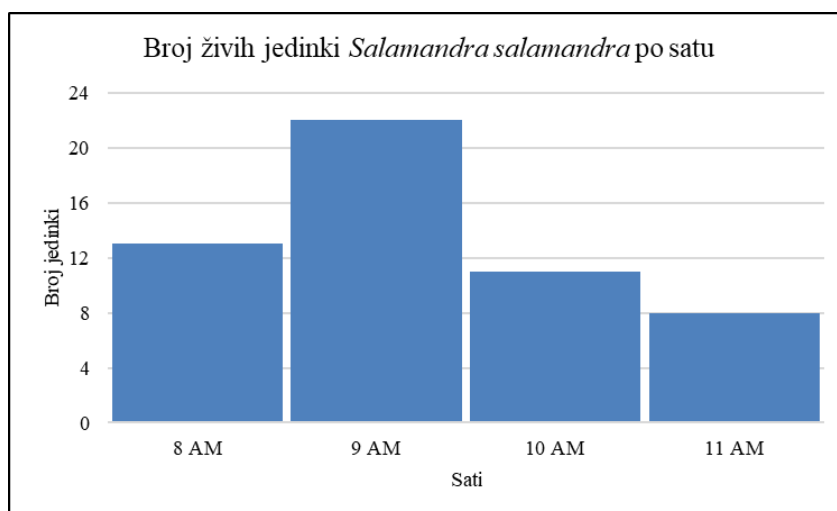
tragovima. Najniža temperatura na kojoj je nađen živi mužjak je 3,1 °C pri relativnoj vlažnosti zraka od 94 % i vjerojatnoj količini oborina 14. travnja 2020., a najviša temperatura je 13,3 °C pri relativnoj vlažnosti zraka od 92 % i maloj količini oborina 6. rujna 2020. Zimska aktivnost živih mužjaka i ženki pjegavog daždevnjaka zabilježena je 26. veljače 2020. pri temperaturama zraka između 7 – 10 °C i relativnoj vlažnosti zraka između 80 – 90 % uz malu količinu oborina.

Od 54 stradale jedinke pjegavog daždevnjaka 54 % jedinki je nađeno u vremenskom razmaku od 8:00 – 9:00 sati (Grafikon 8.). U 12:57 je najkasnije nađena stradala jedinka, ali i u pokusnom prohodu u 17:58 sati nakon završetka prometovanja panoramskih vlakova.



Grafikon 8.: Vrijeme nalaza stradalih jedinki *Salamandra salamandra*

Za razliku od stradalih najveća dnevna aktivnost živih jedinki je u vremenskom razmaku od 9:00 – 10:00 sati (Grafikon 9.), a najkasnije nađena živa jedinka je u 11:37 sati.



Grafikon 9.: Vrijeme nalaza živih jedinki *Salamandra salamandra*

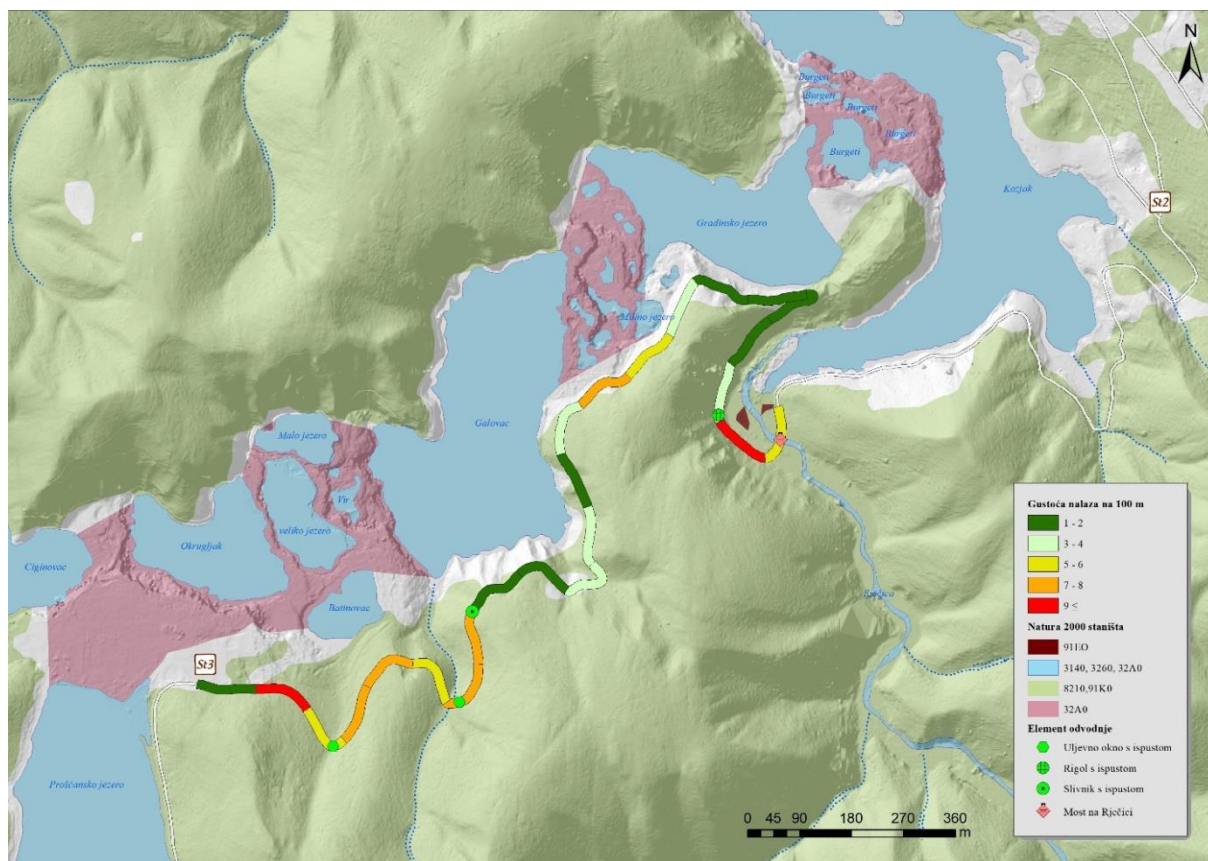
## 7.5. Kritične točke

Blizina prirodnih i umjetnih vodenih tijela povećava vjerojatnost smrtnih slučajeva na prometnici (Puky, 2005.), prometnice se često nalaze uz staništa za vodozemce kao što su mjesta za hibernaciju, mriješćenje i ljetna odmarališta. Kao rezultat, sezonski migracijski obrasci vjerojatno će se pojaviti u onim dijelovima koji se odvijaju, na primjer, između podnožja planina i poplavnog područja ili uz velika jezera i rezervoare te uzrokovati prisutnost problema stradavanja na prometnicama toliko dugo dok su životinje aktivne (Rybacki, 1995. prema Puky, 2005.). Prostorna raspodjela stradavanja na cestama obično nije slučajna, a posebno kod vodozemaca koji često prelaze ceste koristeći iste puteve (Malo i sur.; 2004.; Ramp i sur., 2005.; Ramp i sur., 2006. prema Sillero, 2008.).

Kroz visokokvalitetna područja staništa vodozemci uspostavljaju specifične migracijske rute koja koriste za putovanje od hranilišta do mjesta za mriješćenje i obrnuto (Santos, 2007. prema Sillero, 2008.). Ta je činjenica važan problem za očuvanje, jer prikladna staništa ne jamče dobru zaštitu vodozemaca budući da tamo uglavnom stradavaju na cesti. Pogrešno je pretpostaviti da je prikladno stanište dovoljna zaštita vodozemaca. Štoviše, ako vodozemci uvijek koriste iste migracijske putove, mogli bi se modelirati obrasci prostorne raspodjele stradavanja na cestama (Malo i sur. 2004.; Ramp i sur., 2005.; Ramp i sur., 2006. prema Sillero, 2008.)

Transekt prometnice na kojem je obavljeno istraživanje podijeljen je u 24 dionice dužine 103 m  $\approx$  100 m te je za svaku dionicu zbrojen broj zabilježenih živih/stradalih jedinki. Ova obrada je rađena u programu ArcMap 10.5.1. Početna dionica broj 1 smještena je na ušću potoka Rječica u Kozjak jezero, a završna dionica broj 24 kod stanice 3. Dionice su različito obojane ovisno o broju zabilježenih jedinki (strdalih/živih) od 1 - 9 i više jedinki. Takav pristup omogućio je definiranje dionica na kojima je aktivnost prijelaza preko ceste veća, te su tako istaknuta područja sa većom vjerojatnosti da su to migracijski putevi za prijelaz prometnice i mogućnost predviđanja mjesta stradavanja životinja (Slika 11. i 12.).

Za potrebe ovog istraživanja po evidenciji vrsta sačinjene su dvije karte kritičnih točaka nalaza stradalih i živih pjegavih daždevnjaka (*Salamandra salamandra*) (Slika 11.) i nalaza svih vrsta vodozemaca (Slika 12.).



Slika 11.: Karta gustoća nalaza stradalih i živih jedinki pjegavog daždevnjaka (*Salamandra salamandra*) na 100 m

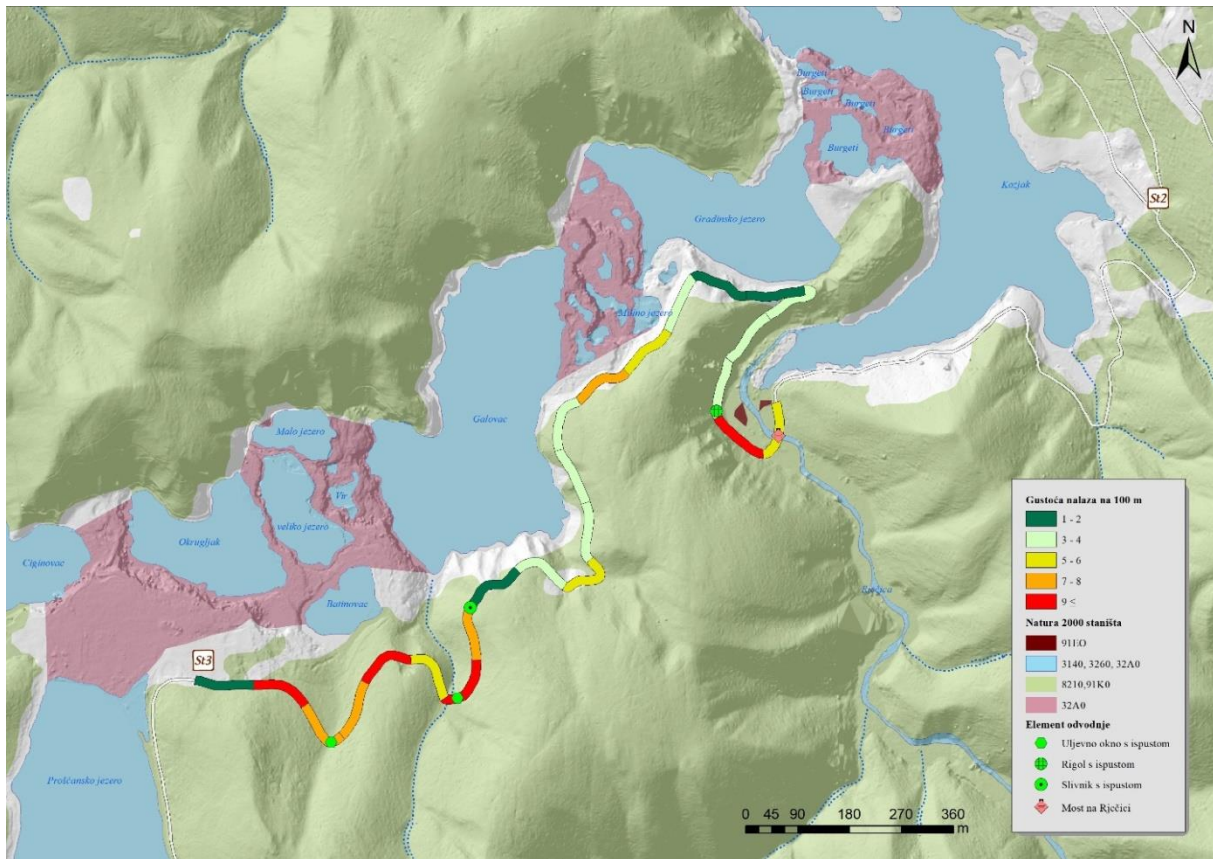
Prostorni obrasci raspodjele zapisa živih i stradalih na cesti su grupirani. Na slici 11. crvenom bojom su označene dionice prometnice broj 2 i 23 kao kritične točke s najvećim brojem od 10 nalaza stradalih i živih pjegavih daždevnjaka. Iako je broj jedinki različit po dionicama ne postoji dionica na kojoj nije nađena nijedna stradala ili živa jedinka.

Po najvećem broju stradalih jedinki ističe se dionica broj 23 sa 9 jedinki od čega je većina nepoznatog spola i 1 mužjak, dok brojevi dionica s najvećim brojem od 6 živih jedinki većinom ženki su 2, 17 i 21. Dionice 6, 7, 8, 9, 10, 18, 19, 20 i 23 imaju veći broj stradalih jedinki od živih (Tablica 5.).

Tablica 5.: Broj i spol stradalih i živih pjegavih daždevnja po broju dionice transektu prometnice istraživanja

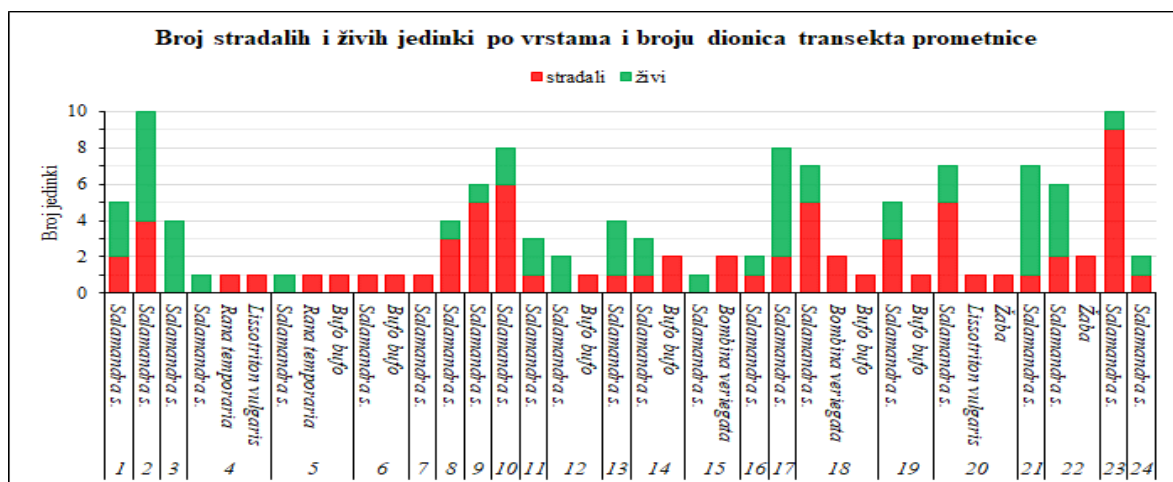
<i>Salamandra salamandra</i>								
Broj dionice	Broj jedinki	Stradali	Spol			Živi	Spol	
			nepoznat	M	Ž		M	Ž
1	5	2	2	0	0	3	0	3
2	10	4	4	0	0	6	2	4
3	4	0	0	0	0	4	0	4
4	1	0	0	0	0	1	0	1
5	1	0	0	0	0	1	0	1
6	1	1	1	0	0	0	0	0
7	1	1	1	0	0	0	0	0
8	4	3	3	0	0	1	0	1
9	6	5	5	0	0	1	0	1
10	8	6	6	0	0	2	0	2
11	3	1	1	0	0	2	2	0
12	2	0	0	0	0	2	0	2
13	4	1	1	0	0	3	0	3
14	3	1	1	0	0	2	1	1
15	1	0	0	0	0	1	0	1
16	2	1	1	0	0	1	0	1
17	8	2	2	0	0	6	0	6
18	7	5	4	0	1	2	0	2
19	5	3	3	0	0	2	1	1
20	7	5	4	0	1	2	0	2
21	7	1	1	0	0	6	0	6
22	6	2	2	0	0	4	1	3
23	10	9	8	1	0	1	0	1
24	2	1	1	0	0	1	0	1
<b>Ukupno:</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>51</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>7</b>	<b>47</b>

Kad objedinimo nalaze svih vodozemaca na transektu prometnice po dionicama broj kritičnih točaka se povećao. Rezultat toga su 4 kritične točke, broj dionica 2, 18, 20 i 23 na slici 12. su označene crvenom bojom sa 9 - 10 stradalih i živih jedinki. Dionice broja 18 i 20 sa većim brojem stradalih pjegavih daždevnjaka na slici 11. označene narančastom bojom sada su postale kritične točke (Slika 12.).



Slika 12.: Karta gustoća nalaza svih vrsta vodozemaca na 100 m, stradalih i živih jedinki

Kada dužinu istraživanog transektu podijelimo na dva jednaka dijela po brojevima dionica možemo zamijetiti da u prvoj polovici transektu (broj dionica 1 – 12) manji je broj nalaza stradalih i živih jedinki po dionici u odnosu na drugu polovicu (broj dionica 13 – 24) isto tako razlika je i u nalazima vrsta vodozemaca. U prvoj polovici transektu zabilježene su stradale jedinke livadne smeđe žabe (*Rana temporaria*) broj dionice 4 i 5, a u drugoj stradale jedinke strogo zaštićene vrste žutog mukača (*Bombina variegata*) broj dionice 15 i 18 (Grafikon 10.).



Grafikon 10.: Broj stradalih i živih jedinki po vrstama i broju dionica

Prema podacima o broju stradalih jedinki iz grafikona 10. izdvojena su kritična područja transektu kao područja veće mogućnosti stradavanja jedinki pjegavog daždevnjaka i ostalih vrsta vodozemaca (Tablica 6.). Područje s najvećim brojem stradalih jedinki i brojem zabilježenih vrsta je na dionicama od 17 – 23, zatim područje dionica od 8 – 10 za pjegavog daždevnjaka (14 jedinki).

Tablica 6.: Kritična područja transektu s brojem stradalih jedinki *Salamandra salamandra* i ostalih vrsta

Broj dionice	Vrsta	Broj stradalih
1-3	<i>Salamandra salamandra</i>	6
8-10	<i>Salamandra salamandra</i>	14
17-23	<i>Salamandra salamandra</i>	27
	<i>Bufo bufo</i>	2
	<i>Bombina variegata</i>	2
	<i>Lissotriton vulgaris</i>	1
	Žaba	3
Ukupno:		55

Po brojevima dionica gdje su najviše ili više prostorno grupirane stradale i žive jedinke od 7 - 9 i više, te vjerojatnosti da su na tim dionicama migracijski putevi pjegavog daždevnjaka sezonskog obrasca, može se izdvojiti 8 dionica broj: 2, 10, 17, 18, 20, 21, 22, 23 kao potencijalne „crne točke“ za pjegavog daždevnjaka (Tablica 7.). Iste točke većim djelom uključuju i ostale stradale jedinke vrsta tijekom istraživanja.

Tablica 7.: Potencijalne crne točke na osnovu karte slika 12.

Broj dionice	Broj jedinki	Vrsta	Stradali	Živi
2	10	<i>Salamandra salamandra</i>	4	6
10	8	<i>Salamandra salamandra</i>	6	2
17	8	<i>Salamandra salamandra</i>	2	6
18	10	<i>Salamandra salamandra</i>	5	2
		<i>Bombina variegata</i>	2	0
		<i>Bufo bufo</i>	1	0
20	9	<i>Salamandra salamandra</i>	5	2
		<i>Lissotriton vulgaris</i>	1	0
		Žaba	1	0
21	7	<i>Salamandra salamandra</i>	1	6
22	8	<i>Salamandra salamandra</i>	2	4
		Žaba	2	0
23	10	<i>Salamandra salamandra</i>	9	1
Ukupno:	70		41	29

## 8. RASPRAVA

Jednogodišnje istraživanje je pokazalo da je direktni utjecaj stradavanja pjegavog daždevnjaka, a uz njega i ostale vrste vodozemaca, prisutan na internoj prometnici unutar Nacionalnog parka Plitvička jezera. Da bi se predložile mjere omogućivanja povezanosti i/ili smanjivanja stradavanja vodozemaca bilo je potrebno zabilježiti razmjer stradavanja najmanje zabrinjavajuće vrste pjegavog daždevnjaka, njegovu sezonsku i dnevnu aktivnost i pretpostaviti crne točke.

Različite metodologije prikupljanja podataka o stradanjima vodozemaca mogu dovesti do različitih rezultata. Prikupljanje podataka pješice omogućuje pronalaženje svih živih i stradalih jedinki koje su u to vrijeme prelazile cestu (Sillero, 2008.). Za razliku od uobičajene metode prikupljanje podataka korištenjem automobila za ovo istraživanje prikupljanje podataka pješice se pokazalo kao vrlo uspješna i učinkovita metoda što potvrđuje broj nalaza 126 jedinki od čega 54 živih jedinki pjegavog daždevnjaka (*Salamandra salamandra*) i 72 stradale jedinke zabilježenih 5 vrsta vodozemaca od toga i vrsta malog vodenjaka (*Lissotriton vulgaris*).

Velika stradavanja na mirnim cestama mogu se objasniti sa tri čimbenika: obilježja staništa koja pružaju brojna mjesta za mriještenje, obrasci migracije vodozemaca koji zahtijevaju redovan prelazak ceste i činjenicu da se sporo kreću (Trombulak i Frissel, 2000 prema Gryz i Krauze, 2008.). Nacionalni park Plitvička jezera uključuje sva tri čimbenika stradavanja na način da imaju povoljno stanište za mriještenje (jezerski sustav koji je na udaljenosti od prometnice krenuvši od Rječice do stanice 3. u rasponu od 2 – 500 m). Proljetna migracija u travnju mjesecu zabilježeno 26 živih jedinki i jesenska migracija u rujnu mjesecu zabilježeno 26 stradalih jedinki jasno upućuju na obrasce migracije povezane s pravcem kretanja kopno - jezero te sporo kretanje najviše stradalih jedinki pjegavog daždevnjaka od 75 % zatim smeđa krastača sa 10 %.

Mnoga su istraživanja pokazala da čak i rijetki promet može imati presudan utjecaj na opstanak vodozemaca. Tako Kuhn (1987.) prema Gryz i Krauze (2008.) je izračunao da četiri automobila na sat mogu ubiti 10 % cjelokupne populacije smeđih krastača na nekom području, dok 60 automobila na sat rezultira sa 75 % smrtnosti u populaciji.

Ako se često pronalaze neke stradale vrste na cesti to može biti odraz njihove velike i uspješne populacije. S druge strane dugotrajan utjecaj cestovnog prometa može dovesti do



razdvajanja populacije ili čak do lokalnog izumiranja zbog povećane smrtnosti i smanjene kolonizacije (Gryz i Krauze, 2008.).

Prema Langen i suradnicima (2017.) postoje 4 klasifikacije promjene ponašanja životinja u odnosu na prometovanje vozila prometnicom. Pjegavi daždevnjaci spadaju u one koji zastanu (tako reagiraju i na predatore) – rizik stradanja vodozemaca na cesti je u porastu s većom gustoćom cestovnog prometa, a mogućnost uspješnog prijelaza ceste je gotovo ravno nuli kada je velika gustoća prometa. Postoji i mogućnost da su manje ozlijeđene jedinke prešle prometnicu. Tijekom istraživanja iako nije bilježena gustoća prometa razvidna je razlika u broju nalaza stradalih i živih jedinki pjegavog daždevnjaka. U proljeće 2020. godine kada je obustavljen promet zbog pandemije korona virusom zabilježen je najveći broj nalaza živih jedinki pjegavog daždevnjaka (42 jedinke), dok u jesen 2019. godine transektom prometnice su prometovala vozila i vlakovi te je zabilježen najveći broj stradalih jedinki pjegavog daždevnjaka (41 jedinka).

Većina životinjskih trupala na cesti se brzo raskomada ili uništi pomoću prolazećih vozila, budu pojedena ili uklonjena od lešinara ili predatora ili ih mravi i drugi razgrađivači razgrade do kostura dok *Salamandra salamandra* može ostati duže na cesti zahvaljujući njihovoj tvrdoj koži i neugodnom okusu. Drugi izvor uklanjanja leševa životinja može biti povezan sa čišćenjem ceste od strane čovjeka (Santos i sur., 2011.). Tijekom jeseni na prometnici na kojoj je provedeno istraživanje u isto vrijeme čišćena je prometnica čistilicom, no unatoč tome na osnovu zatečenih ostataka dijelova tijela i kože zabilježeno je najviše stradalih (22 jedinke) nepoznatog spola pjegavog daždevnjaka.

Pojedinačni crno-žuti uzorak pjega pjegavog daždevnjaka jednako je jedinstven kao i ljudski otisak prsta i ostaje nakon diferencijacije u fazi mladih za cijeli život (Werner, Schulte i Kwet, 2016.). Prema istraživanju Sučić i suradnici (2012.) u Hrvatskoj ( Medvednica, Vugrovec i Turopolje) su zabilježene jedinke pjegavog daždevnjaka (*S. s. salamandra*) sa žuto obojenim pjegama na trbušnoj strani u odnosu na crnu obojenost trbuha. Na osnovu slikovne dokumentacije (trbušne i leđne strane) tijekom istraživanja nisu pronađene dvije identične žive jedinke pjegavog daždevnjaka, ali su zabilježene jedinke sa žuto obojenim pjegama s trbušne strane kao što su primjerom prikazane slike živih ženki identifikacijskih brojeva ID 78 i ID 79 i ženki identifikacijskih brojeva ID 96 i ID 106.

U Bugarskim istraživanjima, gdje je prisutna ova vrsta pjegavog daždevnjaka, potvrđena je zimska aktivnost koja se može povezati s tolerancijom na hladnoću – najniža temperatura



zraka na kojoj su zabilježili aktivnost 6 -7 °C (Beshkov i Zonchev, 1963.; Pulev i Sakelarieva, 2009. prema Pulev i sur., 2016.). Ovim istraživanjem također je potvrđena zimska aktivnost živih mužjaka i ženki koja je zabilježena 26. veljače 2020. pri temperaturama zraka 7 – 10 °C i relativnoj vlažnosti zraka između 80 – 90 % uz malu količinu oborina. Za vrijeme proljeća zabilježena je najniža temperatura zraka na kojoj je nađena živa ženka 0,2 °C pri relativnoj vlažnosti zraka od 97 % i vrlo maloj količini oborina 14. travnja 2020., dok najniža temperatura zraka na kojoj je nađen živi mužjak je 3,1 °C pri relativnoj vlažnosti zraka od 94 % i vrlo maloj količini oborina 14. travnja 2020.

Za određivanje glavnih prijelaza preporuča se da istraživanja traju minimalno jednu godinu, odnosno sva četiri godišnja doba. Za neke vrste životinja, koje treba prvo hvatati i zatim telemetrijski pratiti, taj minimum je i preko dvije godine ( Huber i sur., 2002.). Ukoliko postoje velike fluktuacije u broju vodozemaca koji prelaze cestu svake godine (Puky, 2005.), Grossi i sur. (2001.) predložili su detaljno praćenje stradavanja vodozemaca tijekom najmanje tri godine, kako bi se postiglo pouzdano brojanje i precizno odredili glavni prijelazi, na kojima bi se trebale graditi mjere ublažavanja. Budući da u Parku nedostaju podatci o stradavanjima vodozemaca izabrano je jednogodišnje razdoblje od rujna 2019. do kolovoza 2020. godine te je tako obuhvaćena proljetna i jesenska migracija pjegavog daždevnjaka sa ciljem prikupljanja podataka i utvrđivanjem razmjera stradavanja.

### **8.1. Prijedlog mjera zaštite i smanjenja stradavanja**

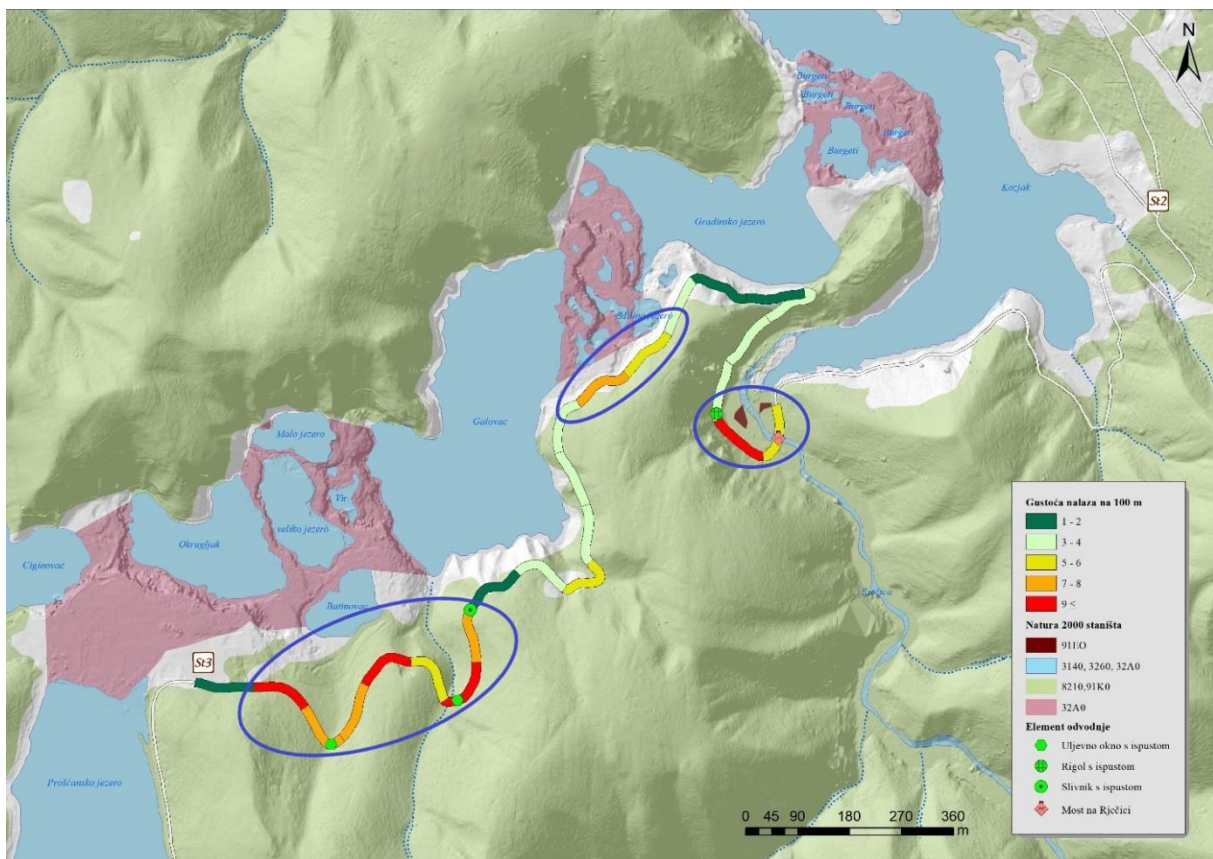
Austrijske smjernice o zaštiti vodozemaca (FSV, 2003, RVS 04.03.11) upućuju na korištenje trajnih mjera zaštite za vodozemce ako je nakon provedenog istraživanja ispunjen jedan od sljedećih kriterija, na području se nalazi: vrlo ugrožena vrsta (čak i ako je zabilježeno samo nekoliko jedinki); do 4 vrste (najmanje 500 jedinki po vrsti); više od 1000 odraslih jedinki (bez obzira na vrstu) i više od 4 vrste.

Istraživanjem provedenim na dijelu prometnice stanica 2 – stanica 3 u Nacionalnom parku Plitvička jezera stradale 72 jedinke 5 vrsta vodozemaca od čega je 1 strogo zaštićena vrsta žuti mukač (*Bombina variegata*, Linnaeus, 1758), a preostale 4 vrste su zaštićene (Zakonom o zaštiti prirode): pjegavi daždevnjak (*Salamandra salamandra*, Linnaeus, 1758), smeđa krastača (*Bufo bufo*, Linnaeus, 1758), mali vodenjak (*Lissotriton vulgaris*, Linnaeus, 1758) i

livadna smeđa žaba (*Rana temporaria*, Linnaeus, 1758). Prema Crvenom popisu kategorija ugroženosti zabilježenih vrsta u Hrvatskoj je najmanje zabrinjavajuća (Jelić i sur., 2015.).

Na osnovu rezultata, svrhe prometovanja i topografskih značajki na kojima je izgrađena prometnica predložene su privremene mjere zaštite i smanjenja stradavanja do trajnog rješenja rekonstrukcija prometnice i ugradnje trajnih ograda za vodozemce s tunelima:

1. Postavljanje znakova sa ciljem upozoravanja vozača na prisutnost životinja i ograničavanje brzine vozila na 20 km/h u oba pravca prometovanja na počecima i krajevima kritičnih područja transekta 1 - 3, 8 - 10, 17 - 23 (područja veće mogućnosti stradavanja jedinki pjegavog daždevnjaka) (Slika 13.). Prometni znakovi se mogu postaviti samo u vrijeme trajanja migracije pjegavog daždevnjaka: rujan, listopad, studeni, ožujak, travnj i svibanj dok se tijekom ostalih mjeseci godine promet neometano odvija. Može se postaviti 1 znak koji uključuje simbole opasnosti i izričite naredbe.



Slika 13.: Karata kritičnih područja

2. Tijekom rujna i listopada mjeseca predlaže se da tijekom čišćenja prometnice (čistilicom za ceste) prije i/ili za vrijeme prohoda (8:00 – 11:00/12:00) čišćenje

provodi na način da 1 djelatnik hoda ispred čistilice i prenosi žive jedinke u rukavicama u zatečenom smjeru kretanja.

3. Postavljanje privremenih ograda s lovnim posudama za zaštitu vodozemaca tijekom rujna i travnja mjeseca u dane vremenski povoljnih uvjeta za migraciju pjegavog daždevnjaka nakon kiša i kiša u tragovima pri temperaturama između 8 - 14 °C i relativnoj vlažnosti zraka većoj od 60 % na potencijalnim „crnim točkama“ 8 dionica broj: 2, 10, 17, 18, 20, 21, 22 i 23. Lokacije na kojima se postavljaju ograde potrebno je obilaziti barem 1 do 2 puta dnevno i prenositi životinje. Postavljanje privremenih ograda bi se moglo organizirati u obliku volonterskog programa u kojem bi sudjelovali prioritetno djelatnici Parka ili vanjski volonteri. Provedbom volonterskog programa bi se izvršila edukacija o vodozemcima, a ujedno bi se prikupili i podatci. Za vrijeme trajanja programa postavljaju se prethodno spomenuti znakovi s upozorenjem i ograničenjem.
4. Ograničavanje brzine na cijeloj prometnici za sva vozila na 40 km/h postavljanjem znakova na počecima prometnice objedinivši ih sa već postojećim znakovima zabrane za kretanje pješaka, prometovanje biciklista i svih motornih vozila.
5. Zatvaranje ili ograničavanje prometovanja panoramskih vlakova i/ili ostalih vozila tijekom rujna i travanja mjeseca. Zatvaranje prometnice za sav promet od 07:00 – 10:00 sati. Kombinacija ograničenog prometovanja u prijepodnevnim satima od stanice 2 – stanica 3 na način da panoramski vlakovi prometuju od 07:00 sati na dalje, a ostala vozila od 10:00 sati na dalje. Na taj način bi se izbjeglo utvrđeno vrijeme nalaza najviše zabilježenih jedinki (08:00 – 10:00) pjegavog daždevnjaka.
6. Budući da je prometnica usječena u obronke planina na određenim mjestima postoji mogućnost da se ugrade trajne ograde i ukopaju lovne posude, ali isto tako i mjesta gdje se to ne može učiniti. Na takvim mjestima se mogu postaviti privremene ograde s lovnim tunelima za gmazove koji mogu poslužiti za vodozemce. Kombinacija trajnih ograda i privremenih ograda s lovnim posudama ili lovnim tunelima za vodozemce se može postaviti na kritičnim područjima transeкта: 1 - 3, 8 - 10, 17 - 23 u vrijeme proljetne (ožujak, travanj, svibanj) i jesenske (rujan, listopad, studeni) migracije u prijepodnevnim satima od 08:00 – 11:00 sati pri povoljnim vremenskim uvjetima kiša u tragovima, većih i manjih kiša pri temperaturama od 8 - 14 °C i relativnoj vlažnosti zraka većoj od 60 %. Lovne posude i tuneli se postavljaju na svakih 10 - 20 m te ih je potrebno svakih 1 do 2 sata prazniti. Trajne ograde i privremene ograde (najmanje 40 cm visine) bi trebale imati mogućnost da se prizemni dio nakon završetka oslobodi

kako bi se omogućilo neometano kretanje vodozemaca. Na kraju dana lovne posude se prekrivaju (zatvaraju), lovni tuneli se mogu ukloniti ili začepiti. Istodobno za vrijeme migracija su na snazi ograničenja brzina po kritičnim područjima.

7. Za ugradnju trajnih ograda s tunelima za vodozemce te njihovo pozicioniranje Grossi i sur. (2001.) predlažu detaljno praćenje stradavanja vodozemaca tijekom najmanje tri godine. Istraživanje / praćenje stanja bi se odvijalo tijekom proljetne (ožujak, travanj, svibanj) i jesenske (rujan, listopad, studeni) migracije u prijedodnevrim satima od 07:00 – 11:00 pri povoljnim vremenskim uvjetima nakon kiša u tragovima, većih i manjih kiša pri temperaturama od 8 - 14 °C i relativnoj vlažnosti zraka od >60 %.

## 9. ZAKLJUČAK

Prema prikupljenim podacima jednogodišnjeg istraživanja na dijelu prometnice Nacionalnog parka Plitvička jezera doneseni su zaključeni u odnosu na postavljene ciljeve:

1. Zabilježeno je 126 jedinki vodozemaca od čega su 72 stradale.
2. Među stradalim zabilježeno je 5 vrsta vodozemaca: pjegavi daždevnjak (*Salamandra salamandra*), smeđa krastača (*Bufo bufo*), žuti mukač (*Bombina variegata*), livadna smeđa žaba (*Rana temporaria*) i mali vodenjak (*Lissotriton vulgaris*).
3. Od 126 jedinki 86 % je pjegavi daždevnjak (*Salamandra salamandra*) od čega pola su žive, a pola stradale jedinke.
4. Od stradalih udio jedinki pjegavog daždevnjaka je 75 % i smeđe krastače 10 %, žuti mukač 5 %, mali vodenjak i livadna smeđa žaba po 3 %. Neutvrđena vrsta vodozemaca 4 %.
5. Obrasci migracije su tijekom jesenske i proljetne migracije i povezani s pravcem kretanja jedinki pjegavog daždevnjaka (kopno-jezero) na mriještenje.
6. Vrhunci migracije su tijekom travnja i rujna mjeseca.
7. Potvrđena je zimska aktivnost tijekom veljače.
8. Dnevna aktivnost jedinki ovisi o klimatskim parametrima: tijekom jeseni o većoj količini oborina, a tijekom proljeća je dovoljna mala količina ili oborine u tragovima uz temperaturu zraka od 8 - 14 °C i relativnu vlažnosti zraka većoj od 60 %.
9. Najveća dnevna aktivnost je u vremenskom razmaku od 09:00 – 10:00 sati.
10. Ženke su veće prosječne ukupne dužine, dužine od vrha njuške do kraja nečisnice i težine od mužjaka, dok je kod mužjaka jedino veća izbočenosti nečisnice.
11. Slikovna dokumentacija (trbušne i leđne strane) u ovom istraživanju se pokazala korisnom kao dopuna uz ostale podatke za utvrđivanje identiteta jedinki.
12. Prostornom analizom podataka dobivene su kritične točke, kritična područja transektu i potencijalnih 8 „crnih točaka“ s najvećim brojem nalaza stradalih i živih jedinki pjegavog daždevnjaka i ostalih vrsta vodozemaca.
13. Predložene su privremene mjere zaštite i smanjenja stradavanja: postavljanje znakova sa ciljem upozoravanja vozača na prisutnost životinja i ograničavanje brzine vozila na 20 km/h u oba pravca prometovanja na počecima i krajevima kritičnih područja transektu; tijekom rujna i listopada mjeseca tijekom čišćenja prometnice (čistilicom za ceste) prije i/ili za vrijeme prohoda (8:00 – 11:00/12:00) čišćenje

provodi na način da 1 djelatnik hoda ispred čistilice i prenosi žive jedinke u rukavicama u zatečenom smjeru kretanja; postavljanje privremenih ograda za zaštitu vodozemaca tijekom rujna i travnja mjeseca; ograničavanje brzine na cijeloj prometnici za sva vozila na 40 km/h, zatvaranje ili ograničavanje prometovanja panoramskih vlakova i/ili ostalih vozila tijekom rujna i travanja mjeseca; kombinacija trajnih ograda i privremenih ograda s lovnim posudama ili lovnim tunelima za vodozemce se može postaviti na potencijalnim „crnim točkama“.

14. Za trajno rješenje ugradnja trajnih ograda s tunelima za vodozemce potrebone izvršiti dodatna istraživanja kako bi se utvrdili migracijski putevi, a za to mogu poslužiti neke od predloženih mjera kao što su postavljanje privremenih ograda s lovnim posudama ili kombinacija trajnih ograda i privremenih ograda s lovnim posudama ili lovnim tunelima za vodozemce.

Iako nije bilježena gustoća prometa utvrđeno je da je broj nalaza stradalih i živih jedinki tijekom jesenske i proljetne migracije jedinki pjegavog daždevnjaka vjerojatno povezan sa obustavljanjem prometa tijekom proljeća kada je Park bio zatvoren (pandemija korona virusom).

## 10. POPIS LITERATURE

1. ARNOLD, E. N., OVENDEN, D. (2002.): *A field guide to the reptiles and amphibians of Britain and Europe. Second Edition.* Harper Collins Publishers, London,UK. 288 pp.
2. BESHKOV, V., ZONCHEV, Z. (1963.): *Der Feuersalamander (Salamandra salamandra L.) im Vitoscha-Gebirge.* Bulletin de l'Institut de Zoologie et Musée, ABS, 13: 79-91 (in Bulgarian, German and Russian summary).
3. BUCKLEY, D., M. ALCOBENDAS, M GARCIA-PARIS, M. H. WAKE (2007.): *Heterochrony, cannibalism, and the evolution of viviparity in Salamandra salamandra.* In: *Evolution and Development*: 9:1, 105-115.
4. BÖHME, W., THIESMEIER, B., GROSSENBACHER, K. (2003.): *Salamandra Salamandra (Linnaeus, 1758) – Feuersalamander. Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas*, Bd.4/2B: Schwanzlurche (Urodela) IIB; Salamandridae III: Triturus 2, Salamandra: BD 4/IIB: 969-1028. Wiebelsheim.
5. GÜNTHER, R. (1996.): *Feuersalamander – Salamandra Salamandra (LINNAEUS, 1758).* *Die Amphibien und Reptilien Deutschlands*: 82-105. Gustav Fischer Verlag, Jena.
6. CUSHMAN, S. A. (2006.): *Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians. A review and prospectus.* USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, P.O. Box 8089, Missoula, MT 59801, USA. *Biological Conservation* 128 (2006) 231 –240
7. GROSSI, J. L., COFFRE, H. , MARCIAU, R. (2001.): *Conservation strategy for amphibians in the Rhone-Alpes region.* Tools in preserving biodiversity in nemoral and boreonemoral biomes of Europe, Naconex. pp. 76-79.
8. GRYZ, J., KRAUZE, D (2008.): *Mortality of vertebrates on a road crossing the Biebrza Valley (NE Poland).* Division of Forest Ecology and Wildlife Management, Forest Research Institute, Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn, Poland; Department of Forest Protection and Ecology, Warsaw; University of Life Sciences, Nowoursynowska 159, 02-776 Warsaw, Poland; *Eur J Wildl Res* 54:709–714
9. HAHN, E., S. GUTTMANN, B. PERDACHER (2015.): *Stručne smjernice -prometna infrastruktura.* IPA program Europske unije za Hrvatsku, Twinning Light projekt, EU

HR/2011/IB/EN/02 TWL, “Jačanje stručnih znanja i tehničkih kapaciteta svih relevantnih ustanova za Ocjenu prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu (OPEM)”, Zagreb; 20-32.

10. HEIGL, F., K. HORVATH, G. LAAHA, J. G. ZALLER (2017.): *Amphibian and reptile road-kills on tertiary roads in relation to landscape structure: using a citizen science approach with open-access land cover data*. Heigl et al. BMC Ecol; DOI 10.1186/s12898-017-0134-z.

11. HUBER, Đ., N. TVRTKOVIĆ, A. DUŠEK, Ž. ŠTAHAN, I. PAVLINIĆ, V. KRIVAK OBADIĆ, J. BUDAK RAJČIĆ (2002.): Propusnost cesta za životinje (Prijedlog smjernica za projektiranje). Zagreb; 33-60.

12. HUTINEC, B., J., (2008.): Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode, Denona d.o.o., ISBN 978-953-7169-49-7, Zagreb

13. IUPELL, B., BEKKER, G.J., CUPERUS, R., DUFEK, J., FRY, G., HICKS, C., HLAVÁČ, V., KELLER, V., B., ROSELL, C., SANGWINE, T., TØRSLØV, N., WANDALL, B. LE MAIRE, (EDS.) (2003.): *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions*. [Online] dostupno na: [http://www.iene.info/wp-content/uploads/COST341\\_Handbook.pdf](http://www.iene.info/wp-content/uploads/COST341_Handbook.pdf) ( 26. 1. 2021.)

14. JELIĆ, D., M. KULJERIĆ, T. KOREN, D. TREER, D. ŠALAMON, M. LONČAR, M. PODNAR LEŠIĆ, B. JANEV HUTINEC, T. BOGDANOVIĆ, S. MEKINIĆ, K. JELIĆ (2015.): Crvena knjiga vodozemaca i gmazova hrvatske. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode, Hrvatsko herpatološko društvo HYLÁ, Republika Hrvatska, Zagreb; 16-38.

15. JOCHIMSEN, M. D., C. R. PETERSON, K. M. ANDREWS, J. WHITFIELD GIBBONS (2004.): *Literature Review of the Effects of Roads on Amphibians and Reptiles and the Measures Used to Minimize Those Effects*. Idaho Fish and Game Department, USDA Forest Service; 7-32.

16. KLETEČKI, E., S. LEINER, M. PODNAR, Z. GODEC (2017.): Završno izvješće o rezultatima istraživanja na projektu „Istraživanje herpatofaune NP Plitvička jezera“. Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb; 9-93.



17. KÖHLER, G., STEINFARTZ, S. (2006.): *A new subspecies of the fire salamander Salamandra salamandra (LINNAEUS, 1758) from the Tendi valley, Asturias, Spain*. In: Salamandra: 42, 13-20.
18. KUHN, J. (1987.): *Road mortality of the Common Toad Bufo bufo L., level of losses and the traffic impact, behaviour on the road*. Beih Veröff Natur Landschaft Baden-Wurten 41:175–186.
19. LANGEN, A. T., N. E. KARRAKER, S. P. BRADY (2017.): *Road effects on habitat quality for small animals*, [Online] dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/280076559> (15. 11. 2019.)
20. MALO, J.E., F. SUÁEZ, A. DÍEZ (2004.): *Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models?* J. App. Ecol. 41: 701-710.
21. MARTINIĆ, I., M. LANDEKIĆ, M. BAKARIĆ, F. MARTINIĆ (2019.): *Bioraznolikost šuma u Nacionalnom parku Plitvička jezera*. Javna ustanova Nacionalni park Plitvička jezera; str. 30-35. Za izdavača ravnatelj KOVAČEVIĆ, T., U: MAGDIĆ, N.
22. MEIKL, M. (2010.): *Collection of Fire Salamander (Salamandra salamandra) distribution data in Austria using a new, community based approach*. Master thesis for obtaining the degree of a master of science for Biology - Zoology at the University of Salzburg, Salzburg; str. 13 -51 .
23. MEIKL, M., U. REINTHALER-LOTTERMOSER, E. WEINKE, R. SCHWARZENBACHER (2010.): *Collection of Fire Salamander (Salamandra salamandra) and Alpine Salamander (Salamandra atra) distribution data in Austria using a new, community-based approach*. [Online] dostupno na: <http://epub.oeaw.ac.at/eco.mont> (20. 8. 2020.)
24. PFAIFFER, V., A. SCHÄFER, H. SCHNELL (2005.): *Utersuchung einer Population des Feuersalamanders Salamandra salamandra terrestris LACEPEDE, 1788 im Käsenbahtal, Tübingen im Frühjahr 2005*. [Online] dostupno na: <https://kaesenbachtal.jimdofree.com/app>
25. PUKY, M. (2005.): *Amphibian road kills: a global perspective*. Hungarian Danube Research Station of the Institute of Ecology and Botany of the Hungarian Academy of Sciences. [Online] dostupno na: <http://repositories.cdlib.org/jmie/roadecco/Puky2005a> ( 30. 1. 2021.)

26. PULEV, A., SAKELARIEVA, L. (2009.): *Observations of Amphibians (Amphibia) within the Territory of the Blagoevgrad Municipality*. In: Proceedings of the Third International Scientific Conference – FMNS2009. Vol. 2. Neofit Rilski South-West University, Blagoevgrad, pp. 329-334.
27. PULEV, A., G. MANOLEV, L. SAKELARIEVA (2016.): *Two Records of large specimens of Fire Salamander Salamandra salamandra (Linnaeus, 1758) (Amphibia: Caudata) in Bulgaria*. Department of Geography, Ecology and Environmental Protection, Neofit; Rilski South-West University, 66 Ivan Mihailov Str., 2700 Blagoevgrad, Bulgaria; ZooNotes 85: 1-4 (2016), ISSN 1313-9916. [Online] dostupno na: [www.zoonotes.bio.uni-plovdiv.bg](http://www.zoonotes.bio.uni-plovdiv.bg) (29. 9. 2020.)
28. PLAN UPRAVLJANJA NACIONALNIM PARKOM PLITVIČKA JEZERA 2019. – 2028. (2019.). Javna ustanova Nacionalni park Plitvička jezera, Plitvička Jezera; str. 40-270. U: KOVAČEVIĆ T.
29. RAMP, D., CALDWELL, J., EDWARDS, K.A., WARTON, D., CROFT, D.B. (2005.): *Modelling of wildlife fatality hotspots along the Snowy Mountain Highway in New South Wales, Australia*. Biol. Cons. 126: 474-490.
30. Ramp, D., Wilson, V.K., Croft, D.B. (2006.): *Assessing the impacts of roads in peri-urban reserves: road-based fatalities and road usage by wildlife in the Royal National Park, New SouthWales, Australia*. Biol. Cons. 129: 348-359.
31. ROMULIĆ, M., MIKUSKA, J., T. MIKUSKA, A. MIKUSKA, T. BOGDANOVIĆ (2004.): Vodozemci AMPHIBIANS. Vodič kroz biološku raznolikost Kopačkog rita-Knjiga II, Kopački rit. str. 18
32. RYBACKI, M. (1995.): *Zagrozenie plazów na drogach Pieninskiego Parku Narodowego (Threats of amphibians on roads of the Pieniny National Park)*. Pieniny - Przyroda i Człowiek. 4: 85-97.
33. SANTOS, X., LLORENTE, G.A., MONTORI, A., CARRETERO, M.A., FRANCH, M., GARRIGA, N., RICHTER-BOIX, A. (in press): *Evaluating factors affecting amphibian mortality on roads: the case of the Common Toad, Bufo bufo near a breeding place*. An. Biodiv. Cons. 30 (1): 97-104.

34. SANTOS, M. S., F. CARVALHO, A. MIRA (2011.): *How Long Do the Dead Survive on the Road? Carcass Persistence Probability and Implications for Road-Kill Monitoring Surveys*. [Online] dostupno na: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025383> (18.12.2019.)
35. SILLERO, N. (2008.): *Amphibian mortality levels on Spanish country roads: Descriptive and spatial analysis*. *Amphibia Reptilia*; Volume 29: Issue 3; 337–347. [Online] dostupno na: [https://www.academia.edu/33552218/Amphibian\\_mortality\\_levels\\_on\\_Spanish\\_country\\_roads\\_descriptive\\_and\\_spatial\\_analysis](https://www.academia.edu/33552218/Amphibian_mortality_levels_on_Spanish_country_roads_descriptive_and_spatial_analysis) (1. 2. 2021.)
36. SUČIĆ, I., TRAPP, B., M. ZADRAVEC, G. ŠUKALO, D. JELIĆ (2012.): Žute pjege na truhu kod pjegavog daždevnjaka, *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758). *Hyla* VOL. 2012., No. 2, ISSN: 1848-2007, str.47- 48
37. ŠEGULJA, N.(2005.): Vegetacija travnjaka, cretišta i močvarnih staništa Nacionalnog parka Plitvička jezera. *Nat. Croat.*, Vol. 14, Suppl. 2, 1–194, Zagreb; str. 34-36.
38. THIESMEIER, B., GÜNTHER, R. (1996.): *Feuersalamander – Salamandra Salamandra (LINNAEUS, 1758)*, in GÜNTHER, R. (Hg.) (1996.): *Die Amphibien und Reptilien Deutschland*, Gustav Fischer Verlag, Jena.
39. THIESMEIER, B., GROSSENBACHER K. (2004.): *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas*. Band 4/IIB, Schwanzlurche (Urodela) IIB, Salamandridae: Triturus 2, Salamandra.
40. TROMBULAK, S.,C., FRISSELL, C.,A. (2000.): *Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities*. *Conserv Biol* 14:18–30
41. VEITH, M. (1992.): *The fire salamander, Salamandra salamandra in central Europe, subspecies distribution and intergradation*, in *Amphibia – Reptilia* 13, S. 297-313.
42. WERNER, P., U. SCHULTE, A. KWET, A. MALETZKY, C. LEEB, B. R. SCHMIDT, S. ZUMBACH, E. ENGEL, R. PROESS (2016.): *Lurch des Jahres 2016 ,Feuer-salamander*. ISBN: 978-3-945043-08-0; U: Njemačko društvo za herpetologiju i znanost terarija V. (DGHT); str. 7-15.
43. ZAKON O ZAŠTITI PRIRODE (NN 13/2018)  
<https://www.inaturalist.org> (22. 7. 2020.)

<http://www.ittiofauna.org> (13. 10. 2020.)

<https://www.njfishandwildlife.com> (18. 3. 2021.)

<https://climateactiontool.org> (18. 3. 2021.)

<http://www.haop.hr/> (21. 3. 2021.)