

Stradavanje ptica uzrokovano elektrokcijom na području otoka Cresa

Korša, Monika

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:810705>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-13**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Monika Korša

**STRADAVANJE PTICA UZROKOVANO ELEKTROKUCIJOM NA PODRUČJU
OTOKA CRESA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019

Ovaj rad je izrađen na Zavodu za ornitologiju Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti pod vodstvom doc. dr. sc. Jelene Kralj. Predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra znanosti o okolišu.

ZAHVALE

Zahvaljujem dragoj mentorici doc. dr. sc. Jeleni Kralj na pristupačnosti, odvojenom vremenu i pomoći. ☺

Veliko hvala Mati Zecu na svim savjetima, razmišljanjima, razumijevanju i pomoći. ☺ Hvala cijelom BIOM-ovom timu i ustupljenim podacima.

Za kraj, najveća zahvala mami i tati na vjeri, razumijevanju i punoj podršci. <3

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno – matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

STRADAVANJE PTICA UZROKOVANO ELEKTROKUCIJOM NA PODRUČJU OTOKA CRESA

Monika Korša

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Kolizija i elektrokcija uzroci su stradavanja više desetaka milijuna ptica godišnje. Elektrokcija je karakteristična za srednjenaponsku mrežu od 10, 20 i 35 kV, a događa se kada ptica dodirne dvije faze ili jednu fazu i uzemljenje. Područje otoka Cresa važno je stanište ugroženih (EN) bjeloglavih supova, surog orla, ušare i niza drugih vrsta sklonih elektrokciji. Istraživanje elektrokcije ptica provedeno je u dva termina u lipnju i listopadu 2018. godini. Bilježene su pronade vrste ptica, tip okolnog staništa, tip stupa (čelično-rešetkasti, armirano-betonski, gama, delta) i prisutnost zaštite na stupu. Izračunata je udaljenost mjesta stradavanja supova od kolonije i mjesta stradavanja galebova od obale. Stradavanja su bila podjednaka u svim staništima. Zabilježena je sezonska razlika u stradavanju gavrana i šumske sove. Nije zabilježena razlika u stradavanju na različitim tipovima stupa. Zaštita na dijelu stupova nije adekvatno postavljena pa su zabilježena stradavanja i na tim stupovima. Na području cijelog otoka potrebno je provesti dodatna istraživanja kako bi se utvrdio stvarni utjecaj elektrokcije na ptice.

(27 stranica, 12 slika, 6 tablica, 63 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: tipovi stupa, stanište, bjeloglavi sup, mitigacijske mjere

Voditelj: doc. dr. sc. Jelena Kralj

Ocjenitelji:

Rad prihvaćen:

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

BIRD FATALITIES CAUSED BY ELECTROCUTION ON THE ISLAND OF CRES

Monika Korša

Rooseveltovej trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Collision and electrocution cause of tens of millions of birds casualties per year. The electrocution is characteristic of the medium-voltage power line network of 10, 20 and 35 kV, and occurs when the bird touches two phases or one phase and grounding. The area of the island of Cres is an important habitat of endangered (EN) Griffon Vultures, Golden Eagle, Eurasian Eagle-owl and a number of other species susceptible to electrocution. The research was conducted in June and October 2018. Bird species, surrounding habitat type, pole type (steel, reinforced-concrete, gamma, delta) and presence of mitigation measures on pillars were recorded. The distances between the Griffon Vultures colony and location of electrocution of vultures and the seacoast and location of electrocuted Yellow-legged Gulls were calculated. The numbers of electrocuted birds were similar in all habitats. Seasonal difference in deaths of Ravens and Tawny Owl were recorded. The difference in fatalities on different pillar types was not recorded. Mitigation measures on pillars, in most cases, are not covering all dangerous parts, so there were recorded casualties. In the whole island area additional studies are needed to determine the actual effect of the electrocution to the bird fauna.

(27 pages, 12 pictures, 6 tables, 63 literature citations, original language: croatian)

The work is stored in the Central Biology Library

Key words: pillar types, habitat, griffon vulture, mitigation measures

Supervisor: doc. dr. sc. Jelena Kralj

Reviewers:

Thesis accepted:

SADRŽAJ:

1	Uvod	1
1.1	Ugroze na električnim vodovima	1
1.1.1	Elektrokucija	1
1.1.2	Kolizija	2
1.1.3	Pregled utjecaja elektrokucije na ptice	3
1.2	Elektroenergetski sustav.....	4
1.2.1	Konfiguracija stupova i utjecaj na ptice	5
1.3	Kako ptice koriste stupove?.....	6
1.3.1	Čimbenici koji pogoduju elektrokuciji	7
1.4	Mitigacijske mjere.....	8
1.5	Cilj istraživanja.....	10
2	Područje istraživanja.....	11
2.1	Geološka i geomorfološka obilježja	11
2.2	Klimatološka i biogeografska obilježja	11
2.3	Elektrokucijom ugrožena ornitofauna otoka Cresa	12
2.4	Područje istraživane srednjenaponske mreže	13
3	Materijali i metode.....	14
4	Rezultati	16
4.1	Stradavanja u različitim staništima i vremenskim intervalima	16
4.2	Tehničke izvedbe stupa i stradavanja	22
5	Rasprava	23
6	Zaključak.....	27
7	Literatura.....	28

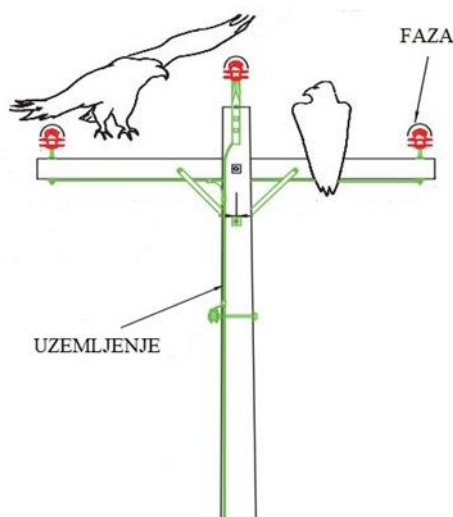
1 UVOD

Jedna od velikih prekretnica u ljudskoj civilizaciji je otkriće električne energije. Infrastrukturu, koja omogućuje distribuciju prema krajnjim korisnicima, uglavnom čine nadzemni vodovi. Ona se isprepliće s ostalim sastavnicama okoliša te ju ptice koriste na mnogo načina: kao mjesto za odmor, izgradnju gnijezda te mjesto s kojeg vrebaju plijen (Bevanger, 1994, Lehman i sur. 2007). Upravo iz navedenih razloga postoji velika opasnost od elektrokcije. Uz elektrokciju uzrok smrti je i kolizija s vodovima.

1.1 UGROZE NA ELEKTRIČNIM VODOVIMA

1.1.1 Elektrokcija

Do elektrokcije dolazi kada ptica u dodiru s dvije faze ili jednom fazom i uzemljenjem uzrokuje kratki spoj (Slika 1). Takvi slučajevi uz usmrćivanje ptica donose i ekonomsku štetu te mogu dovesti i do prekida isporuke električne energije (Bevanger, 1994). Ptice s velikim rasponom krila mogu dodirnuti jedan ili dva elementa te su one jedna od glavnih žrtava elektrokcije (Bevanger, 1998). Ptice veličine manje od čavke (*Corvus monedula* Linnaeus) imaju manju šansu od elektrokcije zbog malog raspona krila (Bevanger, 1994).



Slika 1. Prikaz stradavanja (Preuzeto i prilagođeno iz Avian Power Line Interaction Committee, 2006)

Kako se perje ponaša kao izolator do elektrokcije dolazi kada dio tijela, koji njime nije pokriven, dotakne elemente voda. Ti dijelovi su noge, glava, područje oko kljuna te karpalni zglobovi (Avian Power Line Interaction Committee, 2006). Do elektrokcije također može doći ako materijal za gnijezdo zatvori strujni krug. Kako usmrćene ptice nakon udara padnu na tlo u krugu od nekoliko metara od stupa nije teško zaključiti koji je uzrok njihove smrti. Ozljeđe vidljive na ptici uzrokovane elektrokcijom su uglavnom spaljena područja na prije spomenutim dijelovima tijela. Površine opekline su obično male, do 3 centimetra u promjeru i ponekad nisu vidljive zbog spaljenog ili prljavog perja (Kagan, 2016). Uz opekline moguća je pojava puknuća kostiju zbog kontrakcije mišića (Di Maio i Di Maio, 2001) i amputacije nogu (Kagan, 2016). Kagan (2016) je u svom istraživanju utvrdio kako se najviše malih, izoliranih opekline nalazilo na ventralnoj strani krila te na području donjeg dijela nogu i stopala.

1.1.2 Kolizija

Uz elektrokciju ptice stradavaju kolizijom. Kolizija je karakteristična za vodove visokog napona. Povećavaju ju smanjena vidljivost, ponašanje određene vrste, položaj samog dalekovoda i vrsta, putovanje ptice na dnevnoj bazi od mjesta hranjenja do mjesta odmora ili gniježđenja, a veću stopu kolizije imaju ptice koji su „loši letači“. To su ptice velikog, teškog tijela, malog raspona krila i lošeg vida (Avian Power Line Interaction Committee, 2012, Bevanger, 1994, Janss, 2000). Bernardino i suradnici (2018) navode kako na koliziju utječu dob ptice, spol, zdravstveno stanje, cirkadijalni ritam i utjecaj ljudi. Također, koliziji su sklone ptice na migraciji i to noćni migranti (Lasch i sur., 2010). Tipične ozljede su lomovi kostiju ekstremiteta, lubanje, kralježnice, oštećenje perja, puknuti mišići i koža. Skupine sklone koliziji su plijenori, gnjurci, nesiti, kormorani, čaplje, rodarice, plamenci, guščarice, kokoške, kokošice, mlakuše, liske, droplje, šljukarice, čigre, golubovi i grlice, vrane i smrdovrane (Nipkow i sur., 2003). Procijenjeno je kako u Kanadi godišnje strada od 2,5 do 25 milijuna ptica, a najčešće su to guščarice, gnjurci, šljukarice i ždralovi (Rioux i sur., 2013). U Sjedinjenim Američkim državama procjenjuje se da godišnje od kolizije pogine od 8 do 57 milijuna ptica (Loss i sur., 2014). Kao i kod elektrokcije postoji niz mjera koji se pokušava smanjiti kolizija, a uključuju postavljanje različitih ovjesnih dodataka koje povećavaju vidljivost vodova (Prinsen i sur., 2012, Avian Power Line Interaction Committee, 2012).

1.1.3 Pregled utjecaja elektrokcije na ptice

Elektrokcijom su na području Euroazije i Afrike najugroženije sljedeće skupine ptica: grabljivice (*Accipitriformes*), sokolovke (*Falconiformes*), sove (*Strigiformes*), rodarice (*Ciconidae*), čaplje (*Ardeidae*) vrane (*Corvidae*) i golubovi i grlice (*Columbidae*) (Nipkow i sur., 2003, Prinsen i sur., 2011).

U Italiji na električnim vodovima elektrokcijom i kolizijom smrtno stradaju jedinke 19% vrsta koje obitavaju u toj zemlji. Najveći broj žrtava pripada grabljivicama, rodama, čapljama i šljukama (Rubolini i sur., 2005). Demeter i suradnici (2004) procjenjuju kako u Mađarskoj godišnje strada oko 30 000 ptica. Istraživanjem koje je provedeno pomoću javnosti na približno 58 000 stupova zabilježeno je 79 vrsta stradalih ptica (Demeter i sur., 2018). U Slovačkoj prema procjeni Adameca (2004) godišnje strada oko 10 000 ptica. Od 1999. do 2010. u Sloveniji su zabilježene 42 smrtno stradale ušare (*Bubo bubo* Linnaeus) i 45 bijelih roda (*Ciconia ciconia* Linnaeus) (Mihelič i Denac, 2011). U Španjolskoj je velik broj stradalih orlova uključujući španjolskog (*Aquila adalberti* Brehm), prugastog (*Aquila fasciata* Vieillot) i surog orla (*Aquila chrysaetos* Linnaeus) (Guil i sur., 2011). Prema monitoringu koji je trajao od 2008. do 2011. godine na dijelu dalekovoda u Saudijskoj Arabiji od kolizije i elektrokcije stradale su 532 ptice, od čega je samo u kolovozu 2008. godine stradalo 150. Uz bijelu rodu najviše su stradavali kosac (*Crex crex* Linnaeus) i prepelica (*Coturnix coturnix* Linnaeus), a samo dvije vrste od determiniranih 21 bile su stanarice.

Na području Afrike jedna od najizloženijih skupina elektrokciji su strvinari. U Sudanu, tijekom 28 godina, proveden je monitoring kojim je utvrđeno kontinuirano stradavanje crkavice (*Neophron percnopterus* Linnaeus) (Angelov i sur., 2013). Na području provincije Northern Cape u Južnoafričkoj Republici u razdoblju od 1999. do 2002. stradalo je 46 velikih supova (*Torgos tracheliotus* Forster), 24 velika supa (*Gyps africanus* Salvadori), 4 kapska supa (*Gyps coprotheres* Forster) i 12 supova koji su ostali nedeterminirani (Kruger i sur., 2004).

Prema Lossu i suradnicima (2014) godišnje u Sjedinjenim Američkim državama na električnim vodovima strada do 64 milijuna ptica, od čega elektrokcijom 0,9-11,6 milijuna.

1.2 ELEKTROENERGETSKI SUSTAV

U elektroenergetski sustav uključene su dvije vrste mreža: prijenosna i distribucijska. Prijenosna mreža, kao što joj sam naziv kaže ima ulogu prenositi energiju do distribucijske mreže. Čine ju vodovi visokog napona 110 kV i više. Distribucijsku mrežu dijelimo na mrežu srednjeg napona (10, 20 i 35 kV) i niskog napona (0,4 kV). Svaka od navedenih mreža sastoji se od nadzemnih i kabelskih vodova koji prenose električnu energiju te transformatora koji transformiraju električnu energiju iz jednog naponskog nivoa u drugi. Stupovi koji čine nadzemni vod mogu biti drveni, armirano-betonski, čelično-rešetkasti, čelični ili plastični (PVC). A s obzirom na konstrukciju u rasporedu opterećenja razlikujemo zatezne i nosne stupove (Slika 2.). Zateznim stupovima su fiksirani krajevi jednog segmenta vodiča (Dalekovod-Projekt d.o.o, pristupljeno 11.12.2018), a između njih obično se nalazi po nekoliko nosnih stupova.



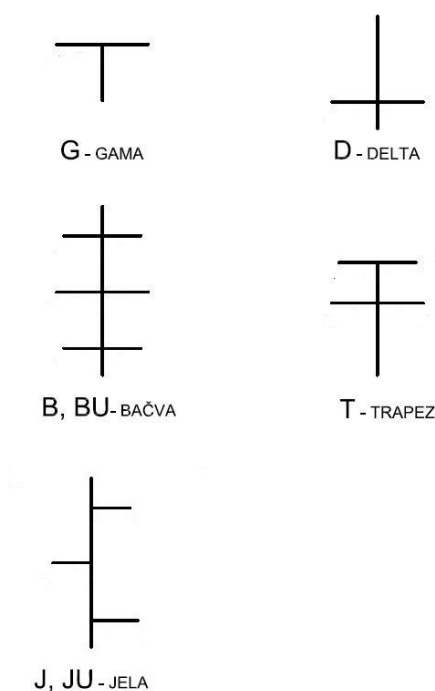
Slika 2. Nosni armirano-betonski stup s potpornim izolatorima (lijevo), zatezni čelično-rešetkasti stup sa strujnim mostovima (strelica) i ovjesnim izolatorima (desno)

Prema položaju izolatora razlikujemo stupove koji imaju potporne izolatore od onih koji imaju ovjesne izolatore (Slika 2) (Dalekovod-Projekt d.o.o, pristupljeno 11.12.2018). Zbog različite konfiguracije „glave“ stupova svaki stup nije jednako štetan po ptice. Stradavanja od elektrokcije dešavaju se na srednje naponskoj mreži (Bevanger, 1994), upravo zbog same

konfiguracije stupova. Kako visokonaponski vodovi imaju veliki razmak između vodiča uzrok smrti ptica na njima je kolizija.

1.2.1 Konfiguracija stupova i utjecaj na ptice

Postoji nekoliko rasporeda vodiča koje se najčešće koriste. To su oblik jela, delta, gama, trapez i bačva (Slika 3.).



Slika 3. Prikaz različitih rasporeda vodiča na stupovima (Preuzeto i prilagođeno iz Dalekovod-Projekt d.o.o, pristupljeno 11.12.2018)

Svaki od navedenih oblika može biti na drvenom, betonskom ili čelično-rešetkastom stupu. Zbog svog oblika i rasporeda vodiča najopasniji su stupovi tipa delta (Tintó i sur., 2010) i gama (Guil i sur., 2011, Angelov i sur, 2013) jer je udaljenost između vodiča relativno mala. Najopasniji su stupovi sačinjeni od vodljivog materijala, primjerice čelik i stupovi s uzemljenom konzolom - armirano betonski (BirdLife International, 2007). Drveni stupovi postaju opasniji kad pada kiša jer se povećava električna vodljivost (BirdLife International, 2007), također mokro perje povećava opasnost od elektrokcije (Bevanger, 1998). Zatezni stupovi zbog konstrukcije koja sadrži strujne mostove (Slika 2) uzrokuju veću smrtnost nego nosni stupovi (Guil i sur., 2011, Tintó i sur., 2010, Demerdzhiev i Stoychev, 2009). Stupovi s ovjesnim izolatorima manje su opasni nego oni s potpornim (Tintó i sur., 2010, Janss i Ferrer, 2001). Uz navedene postoje i stupovi koji sadrže rastavljače. Rastavljači su velike sklopke

koje služe za odvajanje dijela voda pod naponom od onoga koji nije pod naponom zbog svoje izvedbe predstavljaju potencijalno opasna mjesta za ptice (Slika 4.).



Slika 4. Čelično-rešetkasti delta stup s rastavljačem

1.3 KAKO PTICE KORISTE STUPOVE?

Kako su stupovi i sama elektroenergetska mreža sastavnice okoliša neizostavno je njihovo korištenje od strane ptica. Dobar primjer predstavlja nam karizmatična vrsta kao što je bijela roda koja za procese gniježđenja i othrane mladunaca nerijetko bira antropogene strukture. Širenjem elektroenergetske mreže povećava se i broj dostupnih mjesta za gniježđenje. Tako je na području Španjolske zabilježen porast populacije bijele rode za 660% u razdoblju od 1958. do 2014. Od ukupnog broja gnijezda 25% njih bilo je izgrađeno na stupovima za prijenos energije (Moreira i sur., 2017). Prema istraživanju Garridoa i Fernández-Cruza (2003) najviše stradavanja od elektrokucije događa se prilikom gradnje gnijezda, kasnije kad je gnijezdo izgrađeno, a opasni dijelovi njime izolirani, učestalost stradavanja je manja. Također, stupovi bijelim rodama služe kao mjesto odmora bilo svakodnevno ili prilikom migracije velikih jata, kada su osobito opasni (Demerdzhiev i Stoychev, 2009). Više ptica koje se nalaze na stupu, ovisno o njihovoj udaljenosti, mogu zatvoriti strujni krug i izazvati pojavu prenapona prilikom čega će sve prisutne ptice stradati.

U Poljskoj, na području veličine 3700 km², u razdoblju od dvije godine elektrokucijom je stradalo 290 bijelih roda, što prilikom gniježđenja što prilikom odmora na stupovima (Kaluga i sur., 2011). Korištenje stupova pticama uvelike olakšava potragu za hranom, a tu posebice imaju prednost ptice grabljivice kojima stupovi predstavljaju dobru alternativu za drveće ili druge povišene objekte kojima bi se inače služili u prirodi (Bevanger, 1994).

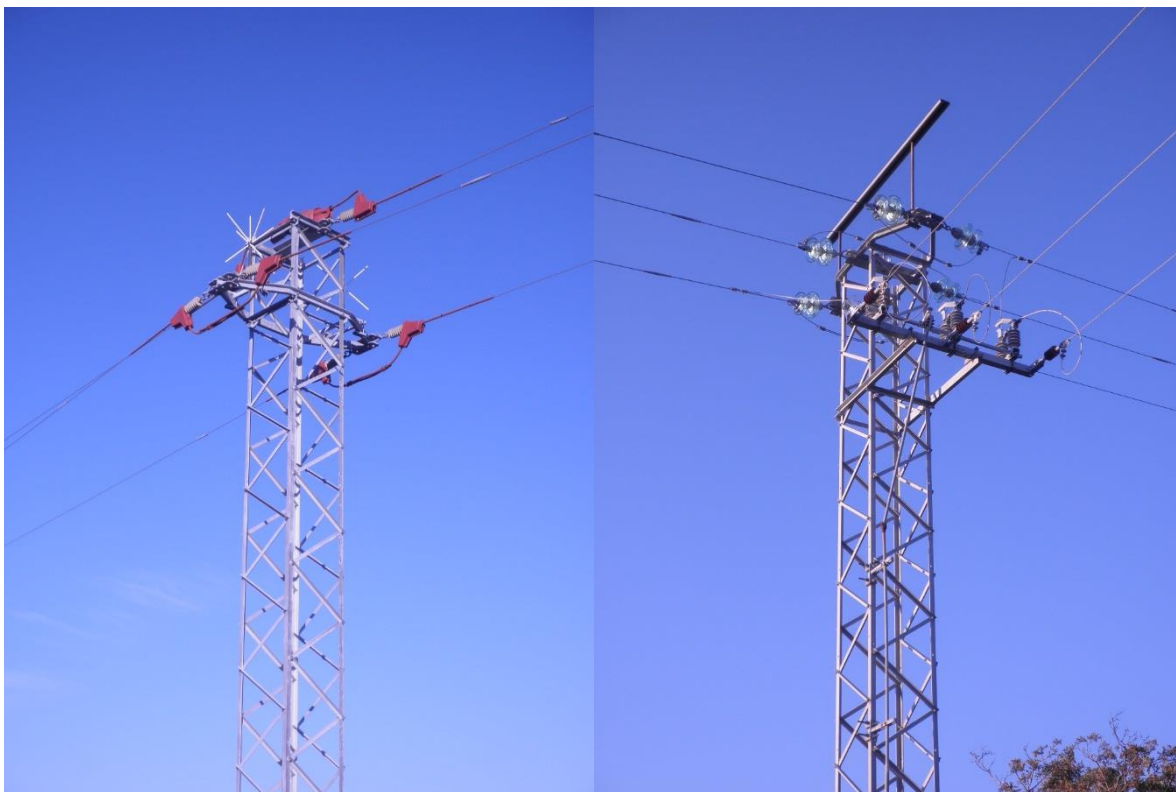
1.3.1 Čimbenici koji pogoduju elektrokuciji

Jedan od glavnih čimbenika koji pogoduju elektrokuciji je dob. Mlade, neiskusne ptice jedna su od glavnih žrtava. Tako su Kaluga i suradnici (2011) utvrdili kako od 209 stradalih bijelih roda samo je 8 jedinki bilo odraslih. Sergio i suradnici (2004) procjenjuju da čak 17% mladunaca velike ušare strada elektrokucijom. Uz dob svakako je povezana i sezonalnost. U brojnim istraživanjima zabilježen je porast broja žrtava tijekom ljetnih mjeseci zbog raspršenja mladunaca (Sergio i sur., 2004), ali i zbog migracije (Lasch i sur., 2010). Kod mnogih ptica grabljivica postoji značajna razlika u veličini mužjaka i ženke, shodno tome možemo zaključiti da je veća učestalost stradavanja ženki. Upravo to potvrđuje istraživanje na španjolskom orlu gdje su usmrćene ženke činile 78,12% od ukupnog broja usmrćenih ptica (Ferrer i sur., 1992). Velika gustoća lokalne populacije uzrokuje veći broj žrtava (Lasch i sur., 2010). Elektrokucija je usko povezana s tipom staništa i topografijom (Janss i Ferrer, 2001, Tintó i sur., 2010, Lasch i sur., 2010, López-López i sur., 2011), a povećanju stope elektrokucije pridonose otvorenost staništa (Lehman i sur., 2007) te smještaj stupova na povišenim mjestima pogodnim za potragu za hranom (Guil i sur., 2011). U prilog tome ide činjenica da je na jednome stupu koji se nalazi uz odlagalište otpada u sjevernoj Njemačkoj stradalo čak 28 ptica (Nipkow i sur., 2003). S velikom abundancijom plijena, kao što su mali sisavci, povećava se i broj ptica koje će promatrati teritorij, a samim time i broj stradalih ptica (Avian Power Line Interaction Committee, 2006, Dixon i sur., 2017, Tintó i sur., 2010, Guil i sur., 2011).

1.4 MITIGACIJSKE MJERE

Mitigacijske mjere provode se kako bi se smanjio, ublažio određeni štetan učinak. Nakon što su uočeni razmjeri stradavanja od elektrokcije osmišljen je niz mjera kojima bi se ona smanjila. Najbolja mitigacijska mjera je ukopavanje vodova. Takvi su zahvati skupi pa se na stupove postavlja izolacija. Kako postoji veliki broj stupova koji su potencijalno opasni, nije moguće na svakom provesti mjere zaštite, ali to nije ni potrebno. Prije svega potrebno je identificirati stupove koje ptice najviše koriste, a koji zbog svog dizajna predstavljaju potencijalno mjesto elektrokcije (Lehman i sur., 2007). Postoji velika varijabilnost u izgledu stupova pa tako i u mjerama zaštite. Ukoliko se postavljaju novi stupovi udaljenost između faza mora biti veća nego što je raspon krila umanjen za veličinu perja. Ukoliko je klima vlažna s više padalina potrebno je računati cijeli raspon krila najveće ptice koja živi na tom području. Bjeloglavi sup posjeduje raspon krila od 2,5 metra stoga bi u Europi udaljenost između faza trebala biti veća od navedenog (Prinsen i sur., 2012). Avian Power Line Interaction Committee (2006) nalaže da se u području u kojem žive velike grabljivice postavljaju stupovi na kojima je udaljenost faza najmanje 1,4 metara, svi opasni dijelovi na stupu trebaju biti izolirani te postavljene barijere koje onemogućavaju slijetanje ptica ili omogućiti slijetanje, ali na zato namijenjene šipke. Za izolaciju se koriste polimeri koji se postavljaju na fazne vodiče, strujne mostove i na dijelove poprečnog potpornja stupa (Slika 5.). Prilikom postavljanja zaštite važno je napomenuti da ona ne smije biti pričvršćena metalnim kopčama ili bilo kojim materijalom koji posjeduje dobru vodljivost, a izolacija mora biti postavljena sve do 70 centimetara od opasnih mjesta (Prinsen i sur., 2012). Onemogućavanje slijetanja barijerama (Slika 5.) može dodatno povećati elektrokciju jer će ptice i dalje pokušati sletjeti, no uglavnom to nije slučaj i dolazi do smanjenja stope smrtnosti (Dixon i sur., 2017, Tintó i sur., 2010, López-López i sur., 2011). Uz navedeno postavljaju se i platforme za gniježđenje (Dixon i sur., 2013) (Slika 6.).

Primjer djelotvornih mitigacijskih mjera upravo je u Poljskoj gdje se smrtnost bijelih roda značajno smanjila u 2009. nakon što je u 2008. postavljena zaštita (Kaluga i sur., 2011). Primjer dobre prakse je i u Francuskoj gdje se povećala stopa preživljavanja francuske populacije prugastog orla nakon postavljanja zaštite. Nagli skok stope preživljavanja vidljiv je bio na udjelu juvenilnih i subadultnih jedinki (Chevallier i sur., 2015). Na području Nizozemske su svi srednjenaponski i niskonaponski vodovi ukopani, a ista inicijativa provodi se i u Njemačkoj, Belgiji, Danskoj i Ujedinjenom Kraljevstvu (Prinsen i sur., 2011).



Slika 5. Stup s izolacijom na strujnim mostovima i barijerama za onemogućivanje slijetanja (lijevo) i stup s prečkom za slijetanje (desno)



Slika 6. Platforma za gnijezdo (niskonaponska mreža)

1.5 CILJ ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog diplomskog rada su usmjereni ka istraživanju elektrokcije i njezinog utjecaja na ornitofaunu otoka Cresa. Shodno tome, postavljeni su sljedeći ciljevi:

- utvrditi koliki je broj stradalih ptica od elektrokcije, koje vrste najviše stradavaju te postoji li razlika u stradavanju prema sezonama,
- utvrditi utjecaj lokacije stupova i okolnog staništa na elektrokciju,
- utvrditi utjecaj postojeće infrastrukture različitih vrsta stupova, postoji li značajna razlika u stradavanju na različitim konfiguracijama i tipu stupova,
- utvrditi postoji li zaštita na stupovima te da li je funkcionalna,
- izračunati udaljenost od mjesta stradavanja do različitih lokaliteta (kolonije supova ili odgovarajućih gnjezdilišta ili hranilišta pojedinih vrsta).

Glavna pretpostavka je kako zbog različite tehničke izvedbe stupova postoje oni koji su više rizični za ptice te će na njima biti zabilježen veći broj stradalih ptica.

2 PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Otok Cres dio je Područja očuvanja značajnog za ptice Natura 2000 područja HR000033 Kvarnerskih otoka. Na zapadnoj obali otoka nalaze se ornitološki rezervati Mali bok - Koromačna i Fojiška - Pod Predošćica. Oba rezervata su proglašena 1986. godine zbog činjenice da na tom području gnijezdi većina populacije bjeloglavog supa (*Gyps fulvus*) u Hrvatskoj (Bioportal, pristupljeno 9.11.2018).

2.1 GEOLOŠKA I GEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA

Otok Cres nastavlja se na masiv Učke, a nastao je transgresijom nakon zadnjeg ledenog doba prije otprilike 10 000 godina. Izgrađen je pretežno od gromadastih i uslojenih vapnenaca i dolomita kredske starosti, a karakterizira ih plitkomorsko taloženje s povremenim emerzijama. Kao rezultat emerzije na kraju gornje krede, na Cresu nailazimo na manja ležišta boksita, koji je nastao trošenjem karbonatnih stijena. Dijelovi otoka prekriveni su recentnijim naslagama eocenske starosti. Naslage su borane i rasjedane te imaju karakterističan dinarski smjer pružanja (Magaš, 1986). Na zapadnoj strani Creskog arhipelaga prevladavaju manje dubine nego što su one na istočno strani, jer za vrijeme Wurma, kada je razina mora bila izrazito niska, Cres i Lošinj predstavljali su orografsko uzvišenje koje je onemogućilo sedimentaciju u istočnom dijelu Kvarnera (Benac i Juračić, 1998).

Područje Cresa karakterizira ponikvasti krš. Raščlanjenost reljef se snižava prema jugu. Najviši vrh, Gorice, nalazi se na 647,7 metara nadmorske visine (Geoportal, pristupljeno 9.12.2018). Obale na sjevernom dijelu su strme te ih oblikuju padinski procesi. Od površinskih voda najvažnije je Vransko jezero koja je najveća kriptodepresija u Hrvatskoj. Pedološku podlogu čine smeđa tla na vapnencu i dolomitu te u manjem dijelu crvenica (Husnjak, 2014).

2.2 KLIMATOLOŠKA I BIOGEOGRAFSKA OBILJEŽJA

Prema klimatskoj regionalizaciji na području otoka Cresa prevladava umjereno toplo vlažna klima s vrućim ljetima (Cfa). Takvu klimu karakterizira srednja temperatura najtoplijeg mjeseca $\geq 22^{\circ}\text{C}$. Najtopliji mjesec je srpanj ili kolovoz. Tijekom godine padne od 750-1500 mm padalina te su podjednako raspodijeljene po sezonama (Šegota i Filipčić, 1996). Zbog utjecaja maritimnosti na području Cresa veća količina padalina padne tijekom hladnijeg dijela godine.

Otok Cres nalazi se u mediteranskoj biogeografskoj regiji. U tu kategoriju spadaju mediteransko montani te mediteransko litoralni pojas, a na Cresu su zastupljena oba tipa. Na samom jugu te u manjim dijelovima na središnjem dijelu otoka nalazi se eumediteranska zona - šuma hrasta crnike. Šume hrasta crnike najbolje su prilagođene na dane uvjete, imaju debelo kožasto lišće, nerijetko su guste, stvarajući vlastitu mikroklimu područja. Djelovanjem čovjeka na ovaj tip sastojina nastali su degradacijski oblici makije, gariga i kamenjara. Na sjevernom dijelu otoka, na nadmorskoj visini od 400 metara, razvija se submediteranska zona - šuma bijelog graba i hrasta medunca. Ovaj tip šuma razvija se iznad šuma hrasta crnike. Vegetacija mediteransko montanog pojasa nalazi se na vrhovima iznad 400 metara nadmorske visine. Kako je sjeverni dio otoka ujedno i najviši tu je razvijena epimediteranska zona - šume crnog graba i hrasta medunaca. Zbog degradacije često su u obliku šikare ili šuma panjača (Alegro, 2000). Osim izdvojenih šumskih dijelova od ostalih tipova staništa razlikujemo šikare i travnjake koji se prostiru po cijelom otoku. Uglavnom su to mediteranske makije u kojima dominiraju borovice *Juniperus* spp. koje nastaju kao rezultat napuštanja ispaše te mediteranski i submediteranski travnjaci koji se razvijaju na plitkim tlima (Narodne novine, pristupljeno 3.11.2018).

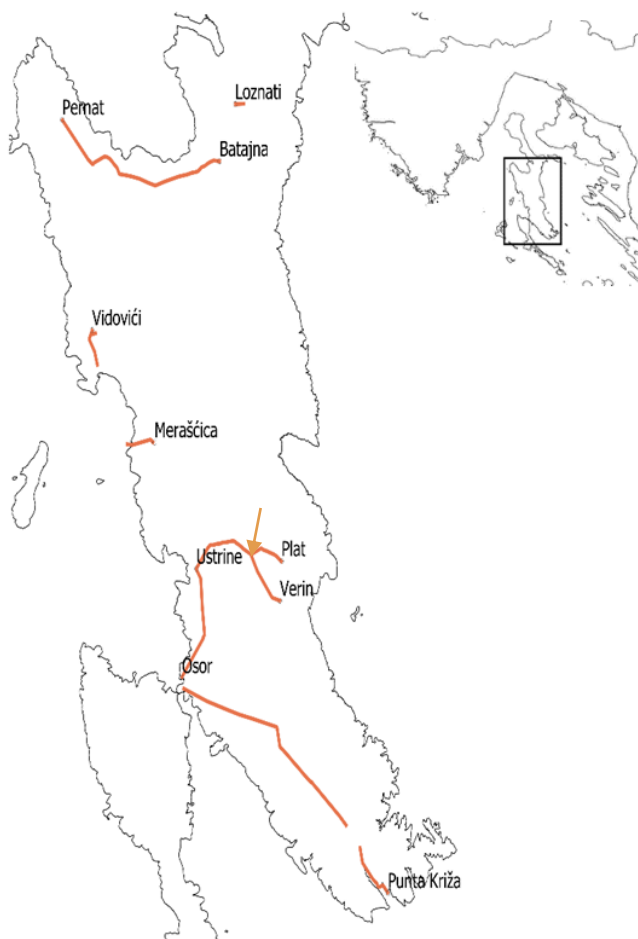
2.3 ELEKTROKUCIJOM UGROŽENA ORNITOFAUNA OTOKA CRESA

Otok Cres zbog svog smještaja, geomorfologije te specifične vegetacije osigurava različit tip stanišnih tipova za velik broj ptičjih vrsta od malih pjevica do velikih grabljivica. Kako je već prije u tekstu spomenuto Cres je važno područje za gniježđenje bjeloglavih supova. Gnijezda grade na liticama, a upravo je zapadna obala zbog svog karakterističnog izgleda pogodna za to. Gnijezde u kolonijama. Populacija bjeloglavog supa u Hrvatskoj je ugrožena (EN), a djelovanje čovjeka dovelo ju je do ruba egzistencije. Uz nenamjerna trovanja, pogođeni su smanjenjem količina dostupne hrane zbog napuštanja tradicionalnog načina stočarstva, a jedan od uzročnika stradavanja je i elektrokcija (Tutiš i sur., 2013). Na otoku Rabu je 2004. godine od trovanja stradalo 17 jedinki bjeloglavog supa. U kratkom vremenskom razdoblju u 2007. i 2008. godini, od elektrokcije ukupno je smrtno stradalo čak 7 supova (Sušić, 2013). Osim na Cresu supovi gnijezde na Krku, Plavniku i Prviću pa je tako tijekom monitoringa 2017. godine izbrojeno ukupno 108 aktivnih gnijezda i 76 izlegnutih ptica. Najveća uspješnost gniježđenja zabilježena je u rezervatu Fojiška - Pod Predošćica, 94,74% (Kapelj i Modrić, 2017). Kritično ugrožena vrsta koja obitava na otoku Cresu je suri orao (*Aquila chrysaetos*). Kao i sup gnijezdo gradi na osami, na liticama. Lovi na otvorenim kamenjarskim pašnjacima manje ptice, sisavce i gmazove. Ostale vrste koje obitavaju na

Cresu, a prijeti im smrt elektrokcijom su ušara, šumska sova (*Strix aluco* Linnaeus), škanjac (*Buteo buteo* Linnaeus), vjetruša (*Falco tinnunculus* Linnaeus), galeb klaukavac (*Larus michahellis* Naumann), gavran (*Corvus corax* Linnaeus) i siva vrana (*Corvus corone cornix* Linnaeus). Sve navedene vrste su stanarice i prisutne su na otoku cijele godine.

2.4 PODRUČJE ISTRAŽIVANE SREDNJENAPONSKE MREŽE

Na području otoka Cresa 2017. izrađena je studija o elektrokciji od strane Udruge BIOM (Zec i sur., 2017). Na temelju podataka o područjima s najvećim brojem stradavanja, iz studije je odabrano uže područje istraživanja, a dio rezultata iz te studije je korišten u analizi. Područje istraživane mreže dugo je 35,5 km, a proteže se kroz središnji dio otoka od sjevernog dijela Vranskog jezera prema jugu. Vodovi su imenovani prema toponimima. Loznati, Batajna-Pernat, Vidovići, Merašćica, Srem-Plat-Verin (strelica pokazuje Srem), Ustrine (od Srema do Osora) i Punta Križa (od Osora do Punta Križa) (Slika 7.).



Slika 7. Smještaj lokacija istraživanih vodova

3 MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno u dva termina. Prvi izlazak na teren odrađen je početkom lipnja, a drugi, početkom listopada 2018. godine. Pregledan je uzorak od 172 stupa. Oko svakog stupa detaljno je istraženo područje u krugu od 5 metara (Tintó i sur., 2010, Kaluga i sur., 2011, Garrido i Fernandez-Cruz, 2003). Prilikom istraživanja bilježena je vrsta i broj usmrćenih ptica, vrsta stupa na kojem je došlo do elektrokucije te tip staništa. Stanište je bilježeno u tri kategorije: šuma, makija ili garig. Svaki stup je fotografiran.

Svaka stradala ptica determinirana je na licu mjesta, ako je to bilo moguće. Svi ostaci su skupljeni, pakirani u plastične vreće te kasnije ponovno prekontrolirani i determinirani. Determinacije je provedena pomoći kostiju lubanje i pera. U slučajevima kada nije pronađena lubanja ostaci su određeni kao Aves sp. Prilikom determinacije pomoću lubanje koriste se mjere širine i duljine lubanje koje su jedinstvene za svaku vrstu, također jedan od bitnih kriterija je oblik kljun i same lubanje. Za neke ptice koje imaju karakteristično i lako prepoznatljivo obojenje pera mogla se utvrditi vrsta i bez kostiju lubanje ukoliko one nisu bile nađene. Determinacija je vršena uz pomoć priručnika *Tracks and Signs of the Birds of Britain and Europe* (Brown i sur., 2002) te web stranice *skullsite* (*skullsite*, pristupljeno 27.10.2018). Svi ostaci su skupljeni kako bi se izbjegla mogućnost ponovnog brojanja u sljedećem obilasku.

Tijekom terenskog istraživanja bilježena je faza raspadanja ptice. Aktivna faza započinje pojavom larvi insekata, tkivo je crne do maslinasto zelene boje, na kraju faze dolazi do gubitka tjelesne mase od 35-45%. U uznapredovaloj fazi tijelo gubi fleksibilnost te na kraju 65-70% tjelesne mase. U suhoj fazi raspadanja udovi su još uvijek ukočeni, a perje i dalje spojeno na kosti, nakon suhe faze slijedi faza ostataka (Mendušić i Ofner, 2012).

Podaci su analizirani pomoću χ^2 testa. U tu svrhu korišten je on-line kalkulator dostupan na web stranici *quantpsy.org* (*quantpsy*, pristupljeno 27.12.2018). χ^2 test upotrebljava se ukoliko su dostupni podaci kvalitativni ili nisu normalno distribuirani, a prikazuje vjerojatnost povezanosti neke dvije varijable (Petz, 1985). Testirana je povezanost broja stradalih ptica s vrstom stupa srednjenaponske mreže i njegovim izvedbama, staništem u kojem se stup nalazi te prisutnom zaštitom. Za usporedbe u kojima je postojao jedan stupanj slobode, korištena je Yatesova korekcija.

Izračunata je udaljenost između stupa na kojima su stradali bjeloglavi supovi i lokacije s najvećim brojem gnijezda bjeloglavih supova na području rezervata Mali bok - Koromačna. Također, izračunata je udaljenost stupova na kojima su zabilježena stradavanja galeba klaukavca i morske obale na kojoj gnijezdi. Udaljenosti su izračunate pomoću programa QGIS, a značajnost razlike testirana je Mann-Whitney U testom na stranici socscistatistics.com (socscistatistics.com, pristupljeno 16.1.2019). Neparametrijski Mann-Whitney U test korišten je jer distribucija udaljenosti nije bila normalna, a razlika u veličini uzoraka bila je velika.

4 REZULTATI

4.1 STRADAVANJA U RAZLIČITIM STANIŠTIMA I VREMENSKIM INTERVALIMA

Od 172 pregledana stupa na istraživanom području, na njih 67 pronađene su 92 ptice. U prijašnjem istraživanju, u svibnju 2017., pronađeno je 30 ptica (Zec i sur, 2017) te po 31 u lipnju i listopadu 2018. Determinirano je devet vrsta ptica (Tablica 1.) i 22 ostatka nije bilo moguće determinirati. Broj ptica pronađenih ispod stupa varirao je od jedan do pet.

Tablica 1. Stradale vrste ptica od elektrokucije na otoku Cresu

Vrste	svibanj 2017.	Broj stradalih ptica		ukupno
		lipanj 2018.	listopad 2018.	
<i>Aves</i> sp.	10	7	5	22
<i>Bubo bubo</i> Linnaeus	2	3		5
<i>Buteo buteo</i> Linnaeus	1	1	3	5
<i>Corvus corax</i> Linnaeus	4	4	14	22
<i>Corvus corone cornix</i> Linnaeus	2		3	5
<i>Corvus</i> sp	1			1
<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus		1		1
<i>Garrulus glandarius</i> Linnaeus		1		1
<i>Gyps fulvus</i> Hablizl	7	5	2	14
<i>Larus michahellis</i> Naumann	1	2	3	6
<i>Strix aluco</i> Linnaeus	2	7	1	10
ukupno	30	31	31	92

Tijekom lipnja 2018. zabilježeno je najviše stradalih šumskih sova, a sedam ostataka nije bilo moguće determinirati. Iako postoji velika sezonska razlika u broju stradalih šumskih sova u lipnju i listopadu, razlika u udjelu sova u ukupnom broju stradalih ptica nije statistički značajna ($\chi^2 = 2,646$, $df = 1$, $p = 0,103$). U listopadu je najviše stradalih gavrana, njih čak 14. Kao ni kod šumske sove, razlika u udjelu gavrana u ukupnom broju stradalih ptica među mjesecima nije značajna ($\chi^2 = 3,318$, $df = 1$, $p = 0,068$). Pet ostataka nije bilo moguće determinirati.

Najviše stupova nalazi se na potezu Srem–Plat–Verin i Ustrine, a najveći broj stradalih ptica zabilježen je na području voda Ustrine, njih 23 (Tablica 2.) (Slike 8.-11.) Na području Merašćice zabilježeno je pet stradalih ptica na jednom stupu od čega dvije vrane, jedan škanjac, jedan galeb klaukavac i ostaci koje nije bilo moguće determinirati.

Tablica 2. Lokacije i stradavanja ptica

Lokacija	Broj stupova po lokaciji	Broj stupova sa stradavanjem	Broj stradalih ptica
Batajna-Pernat	27	14	21
Loznati	2	2	3
Merašćica	17	6	12
Punta Križa	25	8	8
Srem-Plat-Verin	55	13	18
Ustrine	39	20	23
Vidovići	7	4	7

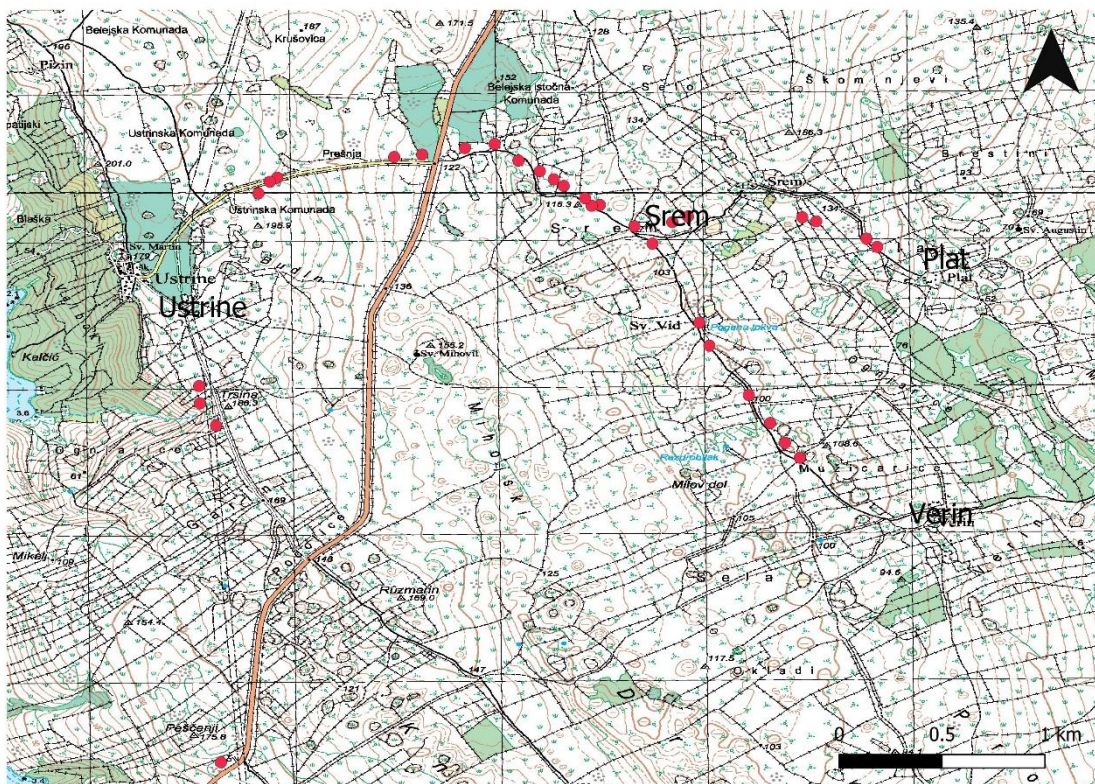
Razlika u stradavanju ptica na istraživanim lokacijama nije statistički značajna niti prema broju stupova sa stradavanjem ($\chi^2 = 6,058$, df = 6, p = 0,417), niti prema broju stradalih ptica ($\chi^2 = 10,141$, df = 6, p = 0,119).



Slika 8. Položaj stupova na kojima je zabilježena elektrokcija na području Loznati, Batajna-Pernat u razdoblju od lipnja 2017. do listopada 2018. godine



Slika 9. Položaj stupova na kojima je zabilježena elektrokcija na području Vidovići i Merašćica u razdoblju od lipnja 2017. do listopada 2018. godine.



Slika 10. Položaj stupova na kojima je zabilježena elektrokcija na područjima Srem – Plat – Verin i Ustrine u razdoblju od lipnja 2017. do listopada 2018. godine.



Slika 11. Položaj stupova na kojima je zabilježena elektrokcija na područjima Punta Križa u razdoblju od lipnja 2017. do listopada 2018. godine.

Na terenu su razlikovana tri tipa staništa: garig, makija i šuma. U garigu se nalazi 85 stupova, u makiji 24, a u šumi 63. Ukupno je 39 ptica stradalo u garigu, 13 u makiji, a 40 u šumi (Tablica 3.). Razlika u stradavanju ptica prema tipu staništa nije statistički značajna ($\chi^2 = 1,352$, $df = 2$, $p = 0,508$).

Tablica 3. Stradavanje ptica prema tipu staništa

Tip staništa	Broj stupova	Stupovi sa stradavanjem	Broj stradalih ptica
garig	85	31	39
makija	24	9	13
šuma	63	27	40

U garigu je najviše stradalih gavrana i bjeloglavih supova i to na području Ustrina i Srem-Plat-Verin, čiji su stupovi svi ili većina smješteni u tom tipu staništa (Tablica 4. i Tablica 5.). U šumskim predjelima šumska sova, a nešto manje stradavanja bilježi velika ušara. Pet stradalih galebova klaukavca i gavrana čine najveći broj stradavanja u makiji.

Tablica 4. Smještaj stupova po stanišnim tipovima na istraživanim lokacijama

Vod	Tip staništa		Šuma
	garig	makija	
Batajna-Pernat		7	20
Loznati			2
Meraščica			17
Punta Križa	5	7	19
Srem-Plat-Verin	55		
Ustrine	25	8	
Vidovići		2	5

Tablica 5. Broj stradalih gavrana, bjeloglavih supova i šumskih sova na različitim vodovima

	<i>Corvus corax</i>	<i>Gyps fulvus</i>	<i>Strix aluco</i>
Batajna-Pernat	3	2	4
Loznati		1	1
Meraščica			2
Punta Križa	3	1	
Srem-Plat-Verin	8	2	
Ustrine	6	8	3
Vidovići	2		

Prosječna udaljenost stupova na kojima nije zabilježeno stradavanje supova od kolonije je 12 868 metara, a prosječna udaljenost između kolonije i stupova sa zabilježenim stradavanjem je 11 705 metara. Razlika udaljenosti nije statistički značajna (Mann-Whitney U test, $Z = -0,173$, $p = 0,86$). Prosječna udaljenost stupova na kojima su zabilježena stradavanja galeba klaukavca od obale iznosi 1851 metar, a svih ostalih stupova 1680 metara. Razlika udaljenosti stupova od obale i supova sa zabilježenim stradavanjem nije statistički značajna (Mann-Whitney U test, $Z = -0,615$, $p = 0,53$).

Prilikom obilaska početkom listopada primijećeno je kako je većina lešina u završnoj fazi raspadanja, fazi ostataka. Prisutne su bile samo kosti i perje. Tek su tri lešine bile u uznapredovaloj fazi raspadanja, a jedna u suhoj fazi truljenja (Slika 12.) Tijekom obilaska u lipnju samo je jedna lešina bila u aktivnoj fazi raspadanja.



Slika 12. Bjeloglavi sup u fazi ostataka i škanjac u uznapredovaloj fazi raspadanja

4.2 TEHNIČKE IZVEDBE STUPA I STRADAVANJA

S obzirom na tip stupa razlikovani su betonski i čelično-rešetkasti. Betonskih stupova bilo je 77, a zabilježeno stradavanje je na njih 26. Od 95 čelično-rešetkastih zabilježeno je stradavanje na njih 41 ($\chi^2 = 0,477$, $df = 1$, $p = 0,489$). Prema broju stradalih ptica nije zabilježena statistički značajna razlika u stradavanju na različitim tipovima stupova ($\chi^2 = 1,197$, $df = 1$, $p = 0,274$). Zabilježeno je 138 stupova tipa delta na kojima je stradalo 77 ptica i 19 stupova tipa gama s 9 stradalih ptica. Na 14 trafostanica zabilježeno je 5 stradavanja (Tablica 6.). Razlika u stradavanju ptica na tipu gama ili delta nije statistički značajna niti prema broju stupova sa stradavanjem ($\chi^2 = 0,004$, $df = 1$, $p = 0,949$), niti prema broju stradalih ptica ($\chi^2 = 0,03$, $df = 1$, $p = 0,862$).

Tablica 6. Broj stradavanja prema tipu stupa

Tip stupa	Broj stupova	Stupovi s stradavanjima	Broj stradalih ptica
armirano betonski	77	26	34
čelično-rešetkasti	95	41	58
delta	138	54	77
gama	19	8	9
trafostanice	14	4	5

Na ukupno 23 stupa postavljena je zaštita. Nije postavljena na sve opasne dijelova stupa već samo na pojedine, na osam stupova postavljene su šipke za slijetanje ptica te se na nekoliko stupova nalaze „ježići“ koji služe kako bi spriječili ptice u slijetanju na stup. Na šest zaštićenih stupova zabilježene su usmrćene ptice. Razlika u stradavanju ptica na nezaštićenim i zaštićenim stupovima nije statistički značajna ($\chi^2 = 0,326$, $df = 1$, $p = 0,568$).

Tijekom 2017. i 2018. godine na otoku Cresu su ovim istraživanjem prikupljene ukupno 92 ptice stradale od elektrokcije. Elektrokcija uzrokuje stradavanje ptica različitih veličina, neovisno o staništu ili tipu stupa pa čak ni o postojanju zaštite na stupovima.

Tijekom obilaska u lipnju 2018. pronađen je 31 leš, a nakon samo četiri mjeseca pronađen je isti broj žrtava. Kako se može očekivati da su u lipnju bile prisutne ptice koje su uginule u duljem vremenskom razdoblju (prethodna kontrola stupova provedena je u svibnju 2017.), možemo zaključiti da je broj stradavanja tijekom godine vjerojatno mnogo veći od onoga koji je zabilježen. Mogući razlog tome je što postoji određeni stupanj predacije nad usmrćenim pticama (Costantini i sur., 2017, Borner i sur., 2017, Ponce i sur., 2010). Lešine su odvučene sa mjesta stradavanja, samim time nisu pronađene i zabilježene. Primjerice prilikom pronalaska ostataka kod mnogih je zabilježeno samo nekoliko pera i dijelova kostura, a ostatak nije pronađen u okolici stupa. Predatori su primjerice domaće mačke i kune, strvinari poput bjeloglavog supa, ili pak štakori koji mogu razvući dijelove ptice. Također, jedan od razloga što dio lešina nije detektiran je i greška samog promatrača, a detekcija ovisi o iskustvu promatrača i veličini ptice (Ponce i sur., 2010, Borner i sur., 2017). Kako bi se procijenio pravi broj stradalih ptica na nekom području potrebno je izvršiti istraživanje pomoću usmrćenih ptica. Na istraživanom području ispod stupa postavljaju se mrtve ptice. Ostavljene ptice su sve iste vrste ili se postavlja nekoliko različitih vrsta, svaka različite veličine (Borner i sur., 2017). Na primjer u nekim istraživanjima postavljani su uzgojni pilići (Kemper i sur., 2013). Područje se obilazi svakih nekoliko dana te se promatra nestaju li ptice te kako brzo, uzevši u obzir i njihovu veličinu. Utvrđeno je kako manje ptice nestaju brže nego veće i to u roku od 2-5 dana (Costantini i sur., 2017, Ponce i sur., 2010). Ljeta na području Cresa su topla s malom količinom padalina, obrnuta situacija je zimi kada ima više padalina. Količinom padalina povećava i stopa elektrokcije te je ona vrlo vjerojatno veća u kišnom razdoblju, ali zbog predacije taj se broj smanjio.

Ovo je istraživanje pokazalo sezonske razlike u stradavanju nekih vrsta ptica. U listopadu je zabilježeno povećano stradavanje gavrana. To se može objasniti njihovim ciklusom razmnožavanja te raspršenjem mladih ptica. Polaganje jaja gavrana počinje u veljači i traje do ranog ožujka. Inkubacija traje 20-21 dan, mladunci opernate nakon 35-49 dana te napuštaju gnijezdo (Harrison i Castell, 2002). Stoga se može pretpostaviti da u listopadu stradavaju mlade ptice koje napuštaju roditeljski teritorij. No kako bi u to bili sigurni u budućim istraživanjima potrebno je, ukoliko je moguće, odrediti dob stradale ptice. Gavran se gnijezdi

na liticama ili stablima u šumi, a najveći broj stradalih gavrana zabilježen je u garigu, otvorenom staništu koje koriste u potrazi za hranom.

Šumska sova započinje razmnožavanje krajem ožujka, a inkubacija traje 28-30 dana. Nakon 32-37 dana mladi opernate, ali obično prije toga napuštaju gnijezdo i kriju se u blizini dok roditelji brinu za njih. Postaju samostalni nakon tri mjeseca od napuštanja gnijezda (Harrison i Castell, 2002). To približno odgovara vremenskom razmaku u kojem je obavljan terenski rad. Tijekom ljetnog razdoblja stradala je tek jedna ptica. Dakle povećan broj stradalih ptica koji pronađen u lipnju 2018. također možemo pripisati raspršenju mladunaca te se vrlo vjerojatno njihovo stradavanje desilo tijekom kasne jeseni, zime i proljeća. Najveći broj stradalih šumskih sova zabilježen je u šumi koja im služi kao mjesto gniježđenja i potrage za hranom.

Prema Kapelju i Modriću (2017) procijenjena veličina populacije bjeloglavog supa na području otoka Cresa je 59 parova. U razdoblju od svibnja 2017. do lipnja 2018. stradalo je 5 jedinki. Broj stradalih ptica podijeljen s procijenjenom veličinom populacije (broj parova*3) daje procjenu da je od elektrokucije u godini dana stradalo 2,8% populacije. No ugroženu populaciju poput one bjeloglavog supa i mala stopa elektrokucije može dovesti do kolapsa (Hernández-Matías i sur., 2015).

Iako nije zabilježena statistički značajna razlika u stradavanju ptica na pojedinim vodovima, pojedini stupovi uzrokovali su veći broj stradavanja od ostalih.

Na području Merašćice na jednom je stupu, u listopadu 2018. pronađeno čak pet stradalih ptica. Područje te uvale je jaruga koja je obrasla šumom. Stupovi koji se nalaze na povišenom dijelu teritorija imaju veću stopu elektrokucije (Guil i sur., 2011), a upravo se ovaj stup nalazi na takvome području. Povišeni položaj, pregled nad cijelom jarugom i padinama koje ga okružuju pogodovao je pticama koje su ga učestalo koristile pa se povećao i broj usmrćenih ptica. No prilikom obilaska stupa u 2017. godini i u lipnju 2018. nije pronađena ni jedna stradala ptica. Smatram kako to možemo pripisati činjenici da se stup nalazi u privatnom posjedu, ograđenom prostoru, u kojem žive ovce, a vlasnici posjećuju prostor te stradale ptice vjerojatno uklone.

Brojna istraživanja do sada pokazala su kako se stopa elektrokucije povećava sa tipom i otvorenosću staništa (Janss i Ferrer, 2001, Tintó i sur., 2010, Lasch i sur., 2010, López-López i sur., 2011) no u ovome slučaju to nije pokazano. Prema rezultatima ne postoji povezanost u broju stradalih ptica i staništa. Taj rezultat valjalo bi povezati s veličinom uzorka: ukoliko bi

se istraživanje proširilo na cijeli otok i veličina uzorka se povećala vjerojatno bi rezultati bili sličniji očekivanima.

Najveći broj stradalih supova na području Srem-Plat-Verin nedaleko je kolonije Mali bok - Koromačna. Statistički značajna razlika stradavanja s obzirom na udaljenost od kolonije nije uočena. Razlika u prosječnim udaljenostima dva uzorka je tek jedan kilometar. Kako bi sa sigurnošću mogli tvrditi da na bližim stupovima ne stradava više ptica potrebno je istraživanje proširiti na veće područje jer primjerice odrasle jedinke koje se razmnožavaju prolaze puno manje udaljenosti u potrazi za hranom od onih koji se ne razmnožavaju (Parra i Tellería, 2004). Razlika udaljenosti stupova od obale u dva uzorka jako je mala pa nema značaja na stradavanje galebova. Slično tako, nije zabilježena veća razlika u prosječnoj udaljenosti stupova od obale u na kojima su stradavali galebovi i ostalim stupovima, što znači da blizina mora nije važan čimbenik stradavanja galebova. Galeb klaukavac se, osim na moru i uz obalu, često hrani na poljoprivrednim površinama, u naseljima i odlagalištima otpada (Arizaga i sur., 2013) pa možemo očekivati njegovo pojavljivanje na čitavom otoku.

Određivanje vremena stradavanja pojedine ptice moguće je prema stupnju raspadanja lešine. No također je bitno naglasiti da vrlo veliku ulogu ima godišnje doba. U istraživanju Mendušića i Ofnera (2012) zimske su lešine došle do suhe faze raspadanja u razdoblju od 50 do 98 dana, dok je kod ljetnih taj proces puno kraći te traje samo 15 dana. Ljeto 2018. bilo je vrlo toplo s uobičajenom količinom oborina za taj dio godine (DHMZ, pristupljeno 23.12.2018). Kako je u listopadu jedna pronađena lešina bila u suhoj fazi vrijeme stradavanja ptice bilo je vjerojatno krajem rujna dok su sve ostale ptice stradale ranije.

Istraživanjem nije utvrđena statistički značajna razlika u stradavanju na različitim tipovima stupova ni na različitim konfiguracijama stupa. Kako je navedeno u prijašnjim istraživanjima tipovi delta i gama podjednako su opasni za ptice zbog svojih specifičnih karakteristika (Tintó i sur., 2010, Guil i sur., 2011, Angelov i sur., 2013).

Očekivano bi bilo da stupovi sa zaštitom uzrokuju manje stradavanja od stupova bez zaštite što pokazuje kako zaštita nije djelotvorna. Smatram kako je mogući razlog tome što na mnogim stupovima nije postavljena na sve dijelove, primjerice na poprečni potporanj stupa ili na strujne mostove. Kako bi se efektivnost zaštite povećala potrebno je na stupove postaviti šipke za slijetanje ili barijere koje to onemogućavaju (Tintó i sur., 2010, López-López i sur., 2011). Također, bitno je naglasiti da ukoliko dolazi do postavljanja nove zaštite te se smanjuje broj stradalih ptica ili određene vrste potrebno je poznavati demografsko stanje te populacije. Tako bi sa sigurnošću mogli tvrditi da do smanjenja dolazi zbog provedenih mitigacijskih mjera, a ne zbog nekog drugog čimbenika (Lehman i sur., 2007).

Tijekom 2017. i 2018. godine na otoku Cresu je na pregledanih 172 stupa prikupljeno ukupno 92 ptice. Determinirano je devet vrsta ptica, a najviše je stradalih gavrana, 22. Uz velik broj stradalih gavrana zabilježeno je 14 stradalih bjeloglavih supova.

Rezultati istraživanja pokazuju kako elektrokucija uzrokuje stradavanje ptica različitih veličina, neovisno o staništu ili tipu stupa, pa čak ni o postojanju zaštite na stupovima, što ukazuje na često neadekvatno postavljenu zaštitu.

Nije potvrđena očekivana razlika u stradavanju ptica prema vrsti stupa ni razlika u stradavanju prema tipu staništa i prisutnosti zaštite na stupu.

Na području otoka Cresa potrebno je provesti novo istraživanje koje bi trajalo više sezona, a uključivalo bi veći uzorak i istraživanje stope uklanjanja mrtvih ptica. Time bismo dobili pouzdane rezultate te bismo mogli procijeniti koliko ptica strada godišnje od elektrokucije.

Kako u Republici Hrvatskoj postoji vrlo malo podataka o stradavanju ptica od elektrokucije ili kolizije potrebno je i na drugim područjima provesti istraživanja na tu temu.

1. Adamec, M. (2004). Birds and Power Lines - Status in the Slovak Republic. *Raptors Worldwide*, 417–421.
2. Alegro, A. (2000). *Vegetacija Hrvatske*. Botanički zavod PMF-a, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
3. Angelov, I., Hashim, I., i Oppel, S. (2013). Persistent electrocution mortality of Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* over 28 years in East Africa. *Bird Conservation International*, 23(1), 1–6. <https://doi.org/10.1017/S0959270912000123>
4. Arizaga J., Aldalur A., Herrero A., Cuadrado J.F., Díez E. i Crespo A. (2013). Foraging distances of a resident yellow-legged gull (*Larus michahellis*) population in relation to refuse management on a local scale *Eur J Wildl Res* DOI 10.1007/s10344-013-0761-4
5. Avian Power Line Interaction Committee. (2006). *Suggested Practices for Avian Protection On Power Lines*. Edison Electric Institute, APLIC, and the California Energy Commission. Washington, D.C and Sacramento, CA.
6. Avian Power Line Interaction Committee. (2012). *Reducing Avian Collisions with Power Lines: The State of the Art in 2012*. Edison Electric Institute and APLIC, Washington, DC, 1–159. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2007.04.015>
7. Benac, Č., i Juračić, M. (1998). Geomorfološki indikatori promjene morske razine tijekom gornjeg pleistocena (virna) i holocena u području Kvarnera. *Acta Geographica Croatica*, 33.(1), 27–45. https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=125994
8. Bernardino, J., Bevanger, K., Barrientos, R., Dwyer, J. F., Marques, A. T., Martins, R. C. Shaw, J. M., Silva, J. P. i Moreira, F. (2018). Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. *Biological Conservation*, 222(April), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.029>
9. Bevanger, K. (1994). Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. *Ibis*, 136(4), 412–425. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1994.tb01116>.
10. Bevanger, K. (1998). Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: A review. *Biological Conservation*, 86(1), 67–76. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00176-](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00176-)
11. Bioportal <http://www.bioportal.hr/gis/> (9.11.2018)

12. BirdLife International. (2007). Position Statement on Birds and Power Lines.
13. Borner, L., Duriez, O., Besnard, A., Robert, A., Carrere, V., i Jiguet, A. F. (2017). Bird collision with power lines: Estimating carcass persistence and detection associated with ground search surveys. *Ecosphere*, 8(11). <https://doi.org/10.1002/ecs2.1966>
14. Brown R., Ferguson, J., Lawrence, M. i Lees, D (2002). *Tracks and Signs of the Birds of Britain and Europe (Helm Identification Guides)*, Christopher Helm, London
15. Chevallier, C., Hernández-Matías, A., Real, J., Vincent-Martin, N., Ravayrol, A., i Besnard, A. (2015). Retrofitting of power lines effectively reduces mortality by electrocution in large birds: An example with the endangered Bonelli's eagle. *Journal of Applied Ecology*, 52(6), 1465–1473. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12476>
16. Costantini, D., Gustin, M., Ferrarini, A. i Dell'Omo, G. (2017). Estimates of avian collision with power lines and carcass disappearance across differing environments. *Animal Conservation*, 20(2), 173–181. <https://doi.org/10.1111/acv.12303>
17. Dalekovod-Projekt d.o.o. (n.d.). Čelično rešetkasti stupovi za dalekovode 10, 20 i 35 kV. <http://www.dalekovod.com/EasyEdit/UserFiles/pdf/celicno-resetkasti-stupovi-za-dalekovode-10-20-i-35kv.pdf> (11.12.2018)
18. DHMZ
http://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje¶m=ocjena&MjesecSezona=10&Godina=2018 (23.12.2018)
19. Demerdzhiev, D., i Stoychev, S. (2009). Impact of power lines on bird mortality in Southern Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgaria*, 61(2), 175–183. <https://doi.org/10.1021/cm101132g>
20. Demeter, I., Bagyura, J., Lovász, P., Nagy, K., Kovács, A., i Horváth, M. (2004). Medium-voltage power lines and bird mortality in Hungary - Experience, (January). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33211.26404>
21. Demeter, I., Horváth, M., Nagy, K., Görögh, Z., Tóth, P., Bagyura, J., ... Harness, E. R. (2018). Documenting and reducing avian electrocutions in Hungary: a conservation contribution from citizen scientists. *The Wilson Journal of Ornithology*, (September). <https://doi.org/10.1676/17-031.1>
22. Di Maio, V., i Di Maio, D. (2001). Electrocution. In *Forensic Pathology*. (2nd ed, pp. 409–418). CRC Press. https://archive.org/details/Forensic_Pathology/page/n423
23. Dixon, A., Purev-ochir, G., Batbayar, G., i Batbayar, N. (2013). The use of power lines by breeding raptors and corvids in Mongolia: nest-site characteristics and

- management using artificial nests Article. *Journal of Raptor Research*, 47(3), 282–291.
<https://doi.org/10.1016/j.socec.2009.06.003>
24. Dixon, A., Rahman, M. L., Galtbalt, B., Gunga, A., Sugarsaikhan, B., i Batbayar, N. (2017). Avian electrocution rates associated with density of active small mammal holes and power-pole mitigation: Implications for the conservation of Threatened raptors in Mongolia. *Journal for Nature Conservation*, 36(January), 14–19.
<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.01.001>
 25. Ferrer, M., National, S., Hiraldo, F., i National, S. (1992). Man-induced sex-biased mortality in the Spanish Imperial Eagle, 3207(December).
[https://doi.org/10.1016/0006-3207\(92\)90799-S](https://doi.org/10.1016/0006-3207(92)90799-S)
 26. Garrido, J. R., i Fernández-Cruz, M. (2003). Effects of power lines on a white stork *Ciconia ciconia* population in Central Spain. *Ardeola*. <https://doi.org/10.1016/j.ardeola.2003.06.001>
 27. Geoportal <https://geoportal.dgu.hr/> (9.11.2018)
 28. Guil, F., Fernández-Olalla, M., Moreno-Opo, R., Mosqueda, I., Gómez, M. E., Aranda, A., Arredondo, A., Guzmán, J., Oria, J., González, L. i Margalida, A. (2011). Minimising mortality in endangered raptors due to power lines: The importance of spatial aggregation to optimize the application of mitigation measures. *PLoS ONE*, 6(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028212>
 29. Harrison, C., i Castell, P. (2002). *Bird nests, eggs and nestlings of Britain and Europe*. London: HarperCollins.
 30. Hernández-Matías, A., Real, J., Parés, F., i Pradel, R. (2015). Electrocution threatens the viability of populations of the endangered Bonelli ' s eagle (*Aquila fasciata*) in Southern Europe. *BIOC*, 191, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.06.028>
 31. Husnjak, S. (2014). *Sistematika tala Hrvatske*. Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
 32. Janss, G. F. E. (2000). Avian mortality from power lines: A morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation*, 95(3), 353–359.
[https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00021-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00021-5)
 33. Janss, G. F. E. i Ferrer, M. (2001). Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain, *Bird Conservation International* 11:3–12.
<https://doi.org/10.1017/S0959270901001022>
 34. Kagan, R. A. (2016). Electrocution of Raptors on Power Lines: A Review of Necropsy Methods and Findings, 53(5), 1030–1036.
<https://doi.org/10.1177/0300985816646431>

35. Kaluga, I., Sparks, T. H. i Tryjanowski, P. (2011). Reducing death by electrocution of the white stork *Ciconia ciconia*. *Conservation Letters*, 4(6), 483–487. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2011.00203.x>
36. Kapelj, S., i Modrić, M. (2017). Monitoring of griffon vulture *Gyps fulvus* population of Kvarner area in 2017 LARUS, 52(Table 1), 74–75.
37. Kemper, C. M., Court, G. S. i Beck, J. A. (2013). Estimating raptor electrocution mortality on distribution power lines in Alberta, Canada. *Journal of Wildlife Management*, 77(7), 1342–1352. <https://doi.org/10.1002/jwmg.586>
38. Kruger, R., Maritz, A. i Rooyen, C. Van. (2004). Vulture Electrocutions on Vertically Configured medium voltage Structures in the Northern Cape Province South Africa. *Raptors Worldwide*, 437–441.
39. Lasch, U., Zerbe, S. i Lenk, M. (2010). Electrocution of raptors at power lines in Central Kazakhstan. *Waldokologie Online*, 9, 95–100.
40. Lehman, R. N., Kennedy, P. L. i Savidge, J. A. (2007). The state of the art in raptor electrocution research: A global review. *Biological Conservation*, 135(4), 459–474. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.10.039>
41. López-López, P., Ferrer, M., Madero, A., Casado, E. i McGrady, M. (2011). Solving man-induced large-scale conservation problems: The Spanish Imperial Eagle and power lines. *PLoS ONE*, 6(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017196>
42. Loss, S. R., Will, T. i Marra, P. P. (2014). Refining estimates of bird collision and electrocution mortality at power lines in the United States. *PLoS ONE*, 9(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101565>
43. Magaš, N. (1986). Osnovna geološka karta SFRJ, Cres 1:100000. Institut za geološka istraživanja Zagreb 1965.
44. Mihelič, T. i Denac, D. (2011). Eagle Owl *Bubo bubo* and White Stork *Ciconia ciconia* electrocution on middle voltage electric poles in Slovenia. Poster presented at International Conference on Power Lines and Bird Mortality in Europe, Budapest, Hungary. http://www.mme.hu/binary_uploads/6_termeszetvedelem/elektromos_halozat_es_mad_arvedelem/Posters/mihelicdenac_si.pdf
45. Moreira, F., Encarnação, V., Rosa, G., Gilbert, N., Infante, S., Amico, M. D., Martins R. i Catry, I. (2017). Wired : impacts of increasing power line use by a growing bird population. *Environ. Res. Lett.* 12 (2017) 024019

46. Narodne novine <https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/dodatni/403882.pdf> (3.11. 2018)
47. Nipkow, M., Fiedler, G., Schneider, R. i Haas, W. (2003). Protecting Birds from Powerlines : a practical guide on the risks to birds from electricity transmission facilities and how to minimise any such adverse effects. BirdLife International.
48. Parra, J. i Tellería, J. (2004). The increase in the Spanish population of Griffon Vulture *Gyps fulvus* during 1989–1999: effects of food and nest site availability. Bird Conservation International, (14:33–41).
49. Petz, B. (1985). Osnovne statističke metode za nematematičare. SNL, Zagreb
50. Ponce, C., Alonso, J. C., Argandoña, G., García Fernández, A. i Carrasco, M. (2010). Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. Animal Conservation, 13(6), 603–612. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2010.00387.x>
51. Prinsen, H., Boere, G., Pires, N. i Smallie, J. (2011). Review of the conflict between migratory birds and electricity power grids in the African-Eurasian region. CMS Technical Series No. XX, AEWA Technical Series No. XX. Bonn, Germany.
52. Prinsen, H., Smallie, J. J., Boere, G. C. i Pires, N. (2012). Guidelines on how to avoid or mitigate impact of electricity power grids on migratory birds in the African-Eurasian region. CMS Technical Series No. XX, AEWA Technical Series No. XX. Bonn, Germany.
53. Quantpsy.org <http://www.quantpsy.org/chisq/chisq.htm> (27.12.2018)
54. Rioux, S., Savard, J.-P. L. i Gerick, A. A. (2013). Avian mortalities due to transmission line collisions: a review of current estimates and field methods with an emphasis on applications to the Canadian electric network. Avian Conservation and Ecology, 8(2), art7. <https://doi.org/10.5751/ACE-00614-080207>
55. Rubolini, D., Gustin, M., Bogliani, G. i Garavaglia, R. (2005). Birds and powerlines in Italy: An assessment. Bird Conservation International, 15(2), 131–145. <https://doi.org/10.1017/S0959270905000109>
56. Sergio, F., Marchesi, L., Pedrini, P., Ferrer, M. i Penteriani, V. (2004). Electrocution alters the distribution and density of a top predator, the eagle owl *Bubo bubo*. Journal of Applied Ecology. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00946.x>
57. Skullsite <https://www.skullsite.com/> (27.10.2018)
58. Socscistatistics.com <https://www.socscistatistics.com/> (16.1.2019)

59. Sušić, G. (2013). Procjena stanja populacije bjeloglavih supova na području ornitoloških rezervata na Cresu, Krku i Prviću, te na Plavniku u 2013. godini. Rijeka. http://www.supovi.hr/wpcontent/uploads/2013/10/Procjena_stanja_populacije_sup_2013.pdf
60. Šegota, T. i Filipčić, A. (1996). Klimatologija za geografe. Školska knjiga, Zagreb.
61. Tintó, A., Real, J. i Mañosa, S. (2010). Predicting and Correcting Electrocution of Birds in Mediterranean Areas. *Journal of Wildlife Management*, 74(8), 1852–1862. <https://doi.org/10.2193/2009-521>
62. Tutiš, V., Kralj, J., Radović, D. i Barišić, S. (2013). Crvena knjiga ptica Hrvatske. Zagreb: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode. http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/03_prirodne/crvene_knjige_popisi/Crvena_knjiga_ptica_web.pdf
63. Zec, M., Katanović, I. i Čulig, P. (2017). Identifikacija najkritičnijih dijelova SN mreže za stradavanje ptica unutar Natura 2000 područja radi provođenja mjera zaštite ptica od elektrokcije - Konačni izvještaj.

ŽIVOTOPIS:

IME I PREZIME: Monika Korša

KONTAKT: monika.korsa@gmail.com

OBRAZOVANJE:

- 2016. – trenutno diplomski studij Znanosti o okolišu
- 2013. – 2016. preddiplomski studij Znanosti o okolišu
- 2009. - 2013. Druga gimnazija Varaždin

STRUČNA PRAKSA:

- Radna praksa u Udruzi BIOM
- Laboratorijska stručna praksa: ekotoksikologija bilja (Prirodoslovno-matematički fakultet)

DRUŠTVA I ORGANIZACIJE:

- Članica udruge studenata biologije BIUS
- Članica udruge BIOM

AKTIVNOSTI:

- Predsjednica udruge BIUS 2018. godine, članica upravnog odbora 2017. godine
- Sudionica projekta „Akademija regionalnog razvoja i fondova EU“ 2018.
- Članica organizacijskog odbora WiSe – Dan karijera na PMF-u, 2018.
- Voditeljica sekcije za ptice 2016. – 2019.
- Volontiranje na projektu „Kolizija“, ZOO Zagreb 2017.
- Edukator na manifestaciji „Noć biologije“, „Znanstveni piknik“, „Dan bioraznolikosti u parku Maksimir“

PROJEKTI:

- Voditeljica projekta „Monitoring planinske ševe na području Dinare“, 2018.
- Sudionica znanstveno-edukacijskog projekta „Šuma Žutica, 2018.“
- Voditeljica projekta „Zimsko prebrojavanje ptica močvarica na području posebnog ornitološkog rezervata Crna mlaka“, 2017.
- Sudionica znanstveno-edukacijskog projekta „Insula Tilagus, 2017.“
- Sudionica znanstveno-edukacijskog projekta „Mura-Drava, 2016.“
- Sudionica projekta „Znanstveno-edukativno praćenje proljetne i jesenske migracije ptica na zaštićenim područjima Općine Medulin i ornitološkog rezervata Palud“ 2016.

JEZICI:

- Engleski: vješta u čitanju, pisanju i govoru