

DOI: [10.46793/CIGRE37.C3.06](https://doi.org/10.46793/CIGRE37.C3.06)**C3.06****RAZVOJ I PRIMENA POSEBNIH MERA U CILJU ZAŠTITE PTICA OD KOLIZIJE U
PRENOSNIM SISTEMIMA****DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF SPECIAL MEASURES AT
PROTECTING BIRDS FROM COLLISIONS IN TRANSMISSION SYSTEMS****Milica Milutinović, Tijana Papović, Dragan Raković, Tijana Stanić***

Kratak sadržaj: Kolizija ptica sa infrastrukturnim objektima, kao što su visokonaponski nadzemni vodovi-dalekovodi, predstavlja značajan ekološki problem, kako u Evropi, tako i u Srbiji. Kolizija može imati negativan uticaj na populaciju ptica, smanjenje biološke raznovrsnosti, a samim tim i na ekološku ravnotežu. Ovaj problem se najčešće javlja kada ptice udaraju u električne provodnike ili prelaze ispod njih, a posebno je izražen u područjima migracija. Zbog svog položaja, Srbija se smatra značajnim područjem za ornitofaunu Evrope, jer je domaćin velikom broju ptica koje migriraju između Evrope, Azije i Afrike. Broj vrsta ptica na teritoriji Srbije čini oko 75% ukupne ornitofaune Evrope. Uzimajući u obzir značaj biodiverziteta, a u cilju smanjenja negativnih uticaja, pitanje kolizije ptica sa infrastrukturnim objektima, a samim tim i visokonaponskim nadzemnim vodovima, dobija sve veću pažnju. U skladu sa prethodno navedenim, razvijeni su različiti pristupi sprečavanja kolizije ptica, razvijaju se preventivne strategije i politike kako bi se osigurao održiv sistem zaštite prirode i stabilan rad prenosnih sistema.

Ključne reči: *Птице, колизија, далеководи, преносни систем*

Abstract: The collision of birds with infrastructural objects, such as highvoltage overhead power lines, represents a significant ecological problem, both in Europe and in Serbia. The collision can have a negative impact on the bird population, reducing biological diversity, and thus on the ecological balance. This problem most often occurs when birds hit electrical conductors or pass under them, and is especially pronounced in migration areas. Due to its location, Serbia is considered an important area for the ornithofauna of Europe, as it hosts a large number of birds that migrate between Europe, Asia and Africa. The number of bird species on the territory of Serbia makes up about 75% of the total bird fauna of Europe. Taking into account the importance of biodiversity, and with the aim of reducing negative impacts, the issue of collision of birds with infrastructure facilities, and therefore with high-voltage overhead lines, is receiving more and more attention.

* Milica Milutinović, Elektromreža Srbije AD Beograd, milica.milutinovic@ems.rs
Tijana Papović, AD Elektromreža Srbije, Beograd, tijana.papovic@ems.rs
Dragan Raković, Elektromreža Srbije, dragan.rakovic@ems.rs
Tijana Stanić, Elektromreža Srbije, tijana.stanic@ems.rs

In accordance with the above, different approaches to preventing bird collisions have been developed, preventive strategies and policies are being developed to ensure a sustainable system of nature protection and stable work of transmission systems.

Key words: *birds, collision, overheadine, ohl, transmission system operator, tso*

1 UVOD

Razvoj industrije i modernizacija energetskeg sistema doveli su do ekspanzije infrastrukture, poput visokonaponskih nadzemnih vodova, vetroturbina i telekomunikacijskih stubova. U mnogim slučajevima, ovi objekti predstavljaju ozbiljan rizik za ptice, jer mogu uzrokovati smrtonosne sudare. Ptice, naročito migratorne, često ne prepoznaju objekte kao opasne, što dovodi do tragičnih incidenata. Ptice igraju ključnu ulogu u ekosistemima širom sveta. One su važni oprašivači, kontrolišu populacije insekata i drugih malih životinja, te pomažu u disperziji semena. Međutim, uprkos svojoj ulozi u prirodi, ptice se suočavaju sa brojnim pretnjama, uključujući gubitak staništa, klimatske promene ali i sudare sa različitim vidovima nadzemne infrastrukture. Sistemi prenosa električne energije, poput visokonaponskih dalekovoda, često se pružaju preko velikih površina, što povećava verovatnoću sudara-KOLIZIJE. Problem se pogoršava time što mnoge ptice tokom migracija lete na visinama na kojima je rizik od sudara veći. Kolizija ptica sa visokonaponskom prenosnom mrežom može imati negativan uticaj na populacije ptica, naročito na osetljive i ugrožene vrste. Ovaj problem se najčešće javlja kada ptice udaraju u provodnike ili prelaze ispod njih, a najviše su ugrožene veće ptice, kao što su čaplje i rode. S obzirom na značaj biodiverziteta i zaštitu životne sredine, pitanja kolizije ptica sa visokonaponskom mrežom dobijaju sve veću pažnju u ekološkim studijama i planiranju energetskeg projekata.

1.1 Biodiverzitet u Srbiji i Evropi

Tri glavna međunarodna sporazuma bave se očuvanjem ptica u Evropi. To su Konvencija o očuvanju migratornih vrsta divljih životinja (poznata kao „Bonska konvencija“) iz 1979. godine [1], Sporazum o očuvanju afričko-evroazijskih migratornih ptica vodenih staništa (AEWA) iz 1999. godine [2] i Konvencija o očuvanju evropskih divljih životinja i prirodnih staništa iz 1979. godine (poznato kao „Bernska konvencija“) [3]. Unutar EU, Direktiva o pticama (Direktiva 2009/147/EC Evropskog parlamenta i Saveta o očuvanju divljih ptica) takođe uspostavlja opšti sistem zaštite ptica [4]. Direktiva o pticama i Direktiva o staništima su kamen temeljac politike biodiverziteta EU i na njima je zasnovana međunarodna ekološka mreža zaštićenih područja Natura 2000. Pomenute konvencije i direktive omogućavaju svim državama članicama EU da rade zajedno, u okviru zajedničkog zakonodavnog okvira, na očuvanju najugroženijih i najvrednijih vrsta i staništa u Evropi širom njihovog prirodnog područja unutar EU, bez obzira na političke ili administrativne granice.

Područje naše zemlje je veoma povoljnog položaja sa stonovišta ekologije, ornitofauna Srbije je izuzetno bogata. Broj vrsta ptica na teritoriji Srbije čini oko 75% ukupne ornitofaune Evrope, što se može smatrati značajnim diverzitetom za relativno malu površinu koju naša zemlja zauzima. U Srbiji se do sada redovno beleži prisustvo 333 vrste, od čega je 310 vrsta ptica strogo zaštićeno dok su 42 zakonom zaštićene vrste - Pravilnikom o proglašenju strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva („Sl. glasnik RS“ br. 5/2010 i 47/2011, 32/2016, 98/2016).

2 RAZLOZI KOLIZIJE I ANALIZA, IDENTIFIKACIJA MESTA STRADANJA

2.1 Razlozi kolizije

Jedan od razloga zbog kojeg ptice ne prepoznaju pretnje kao što su provodnici i stubovi je to što energetska infrastruktura nije prirodno uklopljena u njihovo okruženje. Time ptice često ne uspevaju da pravovremeno registruju opasnost i izbegnu udarac. Prozirni i tvrdi materijali izolatora koji se koriste u izgradnji visokonaponskih nadzemnih vodova takođe doprinose ovom problemu. Kolizija sa visokonaponskim vodovima, bilo stubovima, provodnicima ili zaštitnom užadi predstavlja jedan od mogućih uzroka smrtnosti ptica na Evro - Afričkom migratornom putu. Podaci iz brojnih studija ukazuju da se 80 % svih kolizija sa dalekovodima dešava prilikom kolizije sa zaštitnom užadi, pre nego sa provodnicima, jer su manjeg dijametra, pa su slabije uočljivi [5].

Na učestalost kolizije utiču brojne biološke karakteristike samih vrsta ptica kao što su:

- veličina tela;
- težina;
- manevarske sposobnosti;
- ponašanje u toku letenja;
- vid;
- starost i pol;
- doba dana i period godine;
- stanište i njegova upotreba.

Dokazano je da postoji veza između veličine ptice, njenih manevarskih sposobnosti i učestalosti kolizije. Teže ptice, kao i one koje brzo lete, češće su žrtve kolizije. Ovo se pre svega odnosi na labudove, ptice vodenih staništa (patke, čaplje, liske i gnjurce) i mnoge vrste šljunkarica [6]. Ptice sa sporim manevarskim sposobnostima u toku letenja, kao što je velika droplja, nisu u stanju da u zadnjem momentu uoče i izbegnu provodnike i zaštitnu užad dalekovoda. Istraživači su utvrdili da je kolizija droplji na dalekovodima česta u državama zapadne Evrope, Kini i Mongoliji (Alonso i Martin 2005, Kessler 2007). Takođe vidno polje ptica ima značajnu ulogu u koliziji, uočavanje vodova i zaštitnih užadi zavisi od same njihove vidljivosti i karakteristika vidnog polja. Slep tačka u frontalnoj hemisferi kao i pomeranja glave radi gledanja na dole, za više od 25 do 35 stepeni dovodi do sporije reakcije na mogućnost sagledavanja provodnika, i samim tim nemogućnost uočavanja istog. Vrste koje su podložne velikim slepim tačkama u vidnom polju su rode, čaplje, droplje i ždralovi, u tom slučaju su podložnije koliziji u odnosu na neke druge vrste [7].

Kao još jedan od razloga koji utiče na koliziju ptica jesu vremenski uslovi kao i površine iznad kojih ptice lete.

Magla

- Smanjena vidljivost: Magla ozbiljno smanjuje vidljivost, što otežava pticama da uoče provodnike dalekovoda visokog napona. Kada je vidljivost smanjena, ptice mogu lakše da pogode žice jer ih ne prepoznaju na vreme.
- Povećana koncentracija ptica na nižim visinama: U magli, ptice često lete niže kako bi bolje orijentisale i prilagodile svoj let. Ova niža visina može dovesti do većeg broja sudara sa vodovima, jer lete u zoni gde se često nalaze provodnici.

Kiša

- **Smanjenje vidljivosti:** Kiša, poput magle, takođe smanjuje vidljivost, a mokre žice mogu biti teže vidljive pticama. Kišoviti uslovi često smanjuju letne sposobnosti ptica, što može uticati na njihove manevarske sposobnosti i povećati rizik od sudara.
- **Smanjena kontrola leta:** Ptice koje lete u kišnim uslovima mogu imati teže kontrole nad svojim letom zbog vlažnosti, što može povećati verovatnoću nesreća u koliziji sa provodnicima.

Rečne površine

- **Migracija ptica:** Rečne površine su važna migraciona staništa za mnoge vrste ptica. Ptice koje prelaze rečne površine često koriste tokove vode kao vodiče za kretanje, pa je moguće da u blizini tih površina postoji veći broj ptica koje su sklonije sudarima sa visokonaponskim vodovima, naročito u područjima gde postoje velike mreže vodova.
- **Refleksija i smanjenje orijentacije:** Na vodenim površinama (poput reka ili jezera) može doći do refleksije svetlosti, što može zbuniti ptice, naročito tokom sumraka ili zore. To može dodatno povećati šanse za sudar sa vodovima, jer ptice mogu biti zbunjene u vezi sa smerom i visinom leta.

Noćni letovi

- Iako ovo nije direktno povezano sa maglom, kišom ili rekama, važno je napomenuti da u uslovima slabije vidljivosti (npr. magla, oblačno vreme ili noću) ptice koje lete, a posebno migratori, imaju povećan rizik od sudara sa žicama. Zbog smanjenog vremena za reakciju i smanjenog vida, ptice se mogu sudariti sa žicama.

2.2 Analiza, indentifikacija mesta stradanja

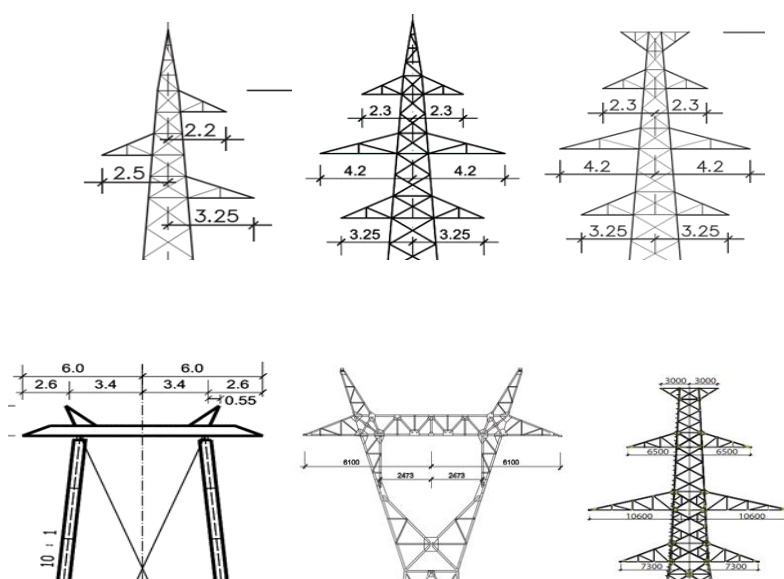
Identifikacija i analiza mesta stradanja ptica usled kolizije sa visokonaponskim vodovima obuhvata širok spektar aktivnosti: od istraživanja migratornih putanja i mesta stradanja, primene preventivnih tehnoloških rešenja do praćenja i evaluacije efikasnosti tih rešenja. Kroz ovaj proces, moguće je prikupiti dodatna saznanja koja bi pomogla u efikasnijoj primeni mera zaštite ptica od kolizije sa visokonaponskim vodovima, što će doprineti smanjenju broja stradalih ptica i doprineti očuvanju ugroženih vrsta.

Metode koje se koriste pri analizi i indentifikaciji su:

- **Vizuelna i fizička istraživanja:** Na terenu se često postavljaju kamere ili se obavljaju direktna posmatranja tokom migratornih perioda kako bi se identifikovali potencijalni rizici.
- **Koristi se i tehnologija:** GPS praćenje ptica može pomoći u analizi njihovih migratornih putanja i pronalaženju potencijalnih tačaka stradanja. Takođe, automatski sistemi za detekciju kolizija mogu biti instalirani na određenim mestima.
- **Post-mortem analiza:** Kada dođe do stradanja ptica, važno je izvršiti post-mortem analize kako bi se utvrdilo tačno mesto na kojem je došlo do nesreće i utvrdio uzrok.

3 MERE ZAŠTITE PTICA

Kako bi se smanjila učestalost kolizija, potrebna je pažljiva analiza i projektovanje infrastrukture. Prilikom planiranja, rizik od kolizije se može svesti na najmanju moguću meru, najpre vešt看im trasiranjem dalekovoda, kako bi se izbegla područja važna za ugrožene vrste ptica kao i mesta veće koncentracije ptica, a ukoliko to nije moguće rizici se mogu ublažiti projektovanjem nižih struktura, kraćih raspona između stubova dalekovoda i naravno markera na određenim linijama provodnika. Kod postojeće energetske infrastrukture zaštiti ptica od kolizije pristupa se na drugačiji način, odnosno vrši se modifikacija postojećih vodova. Jedna od najefikasnijih mera zaštite je primena markera-divertera, kao i prilagođavanje dizajna i konfiguracija stubova. U Akcionarskom društvu „Elektromreži Srbije“ Beograd (u daljem tekstu: EMS AD) postoje jednosistemske i dvosistemske vodove, sa jednim ili dva zaštitna užeta za naponske nivoe 110 kV, 220 kV i 400 kV. Najzastupljeniji tipovi stubova su Jela, Portal i Y. Na slici 1. dati su prikazi svih tipova stubova u Srbiji.



Slika 1. : Skice tipova stubova u EMS AD

Vizuelno označavanje visokonaponskih nadzemnih vodova datira još iz 1960. godine kada su prvi put primenjeni markeri iliti diverteri za zaštitu ptica. Oni se postavljaju na određene razdaljine duž linije provodnika sa ciljem smanjenja verovatnoće sudara provodnika dalekovoda i ptica prilikom leta. Testirani su različiti tipovi materijala, boja i oblika: različite veličine, PVC spirale, plastične ili neopren trake, fiksne i rotirajuće reflektivne plastične ploče koje vise, metalne fotoluminiscentne avio-kugle (‘vazduhoplovne lopte’) u dve kontrastne boje, uređaji za osvetljenje napajani samim provodnikom, itd (Prinsen i sar. 2011; RPS 2021). Postavljanjem divertera rizika od kolizije ptica prema brojnim literaturnim izvorima kreće se od manje od 10% do preko 90%, sa prosekom od oko 50% (Barrientos i sar. 2011; [8]). Ono što je do sada naučno potvrđeno su načela upotrebe divertera prikazana na Slici 2.

Based on current scientific understanding, the following *principles* contribute to a *marker being more effective and useable*.

While each characteristic is crucial on its own, their combination culminates in

An "Optimal" Marker



Slika 2. Osnovni principi postavljanja divertera za provodnike –Renewables Grid Initiative 2024

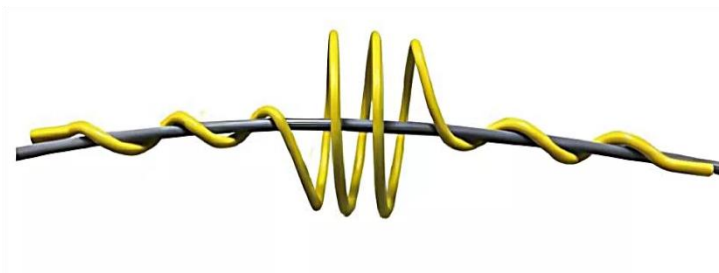
Principi koji se najviše primenjuju u praksi kod odabira divertera su sledeći:

- Veći diverteri su i vidljiviji
- Rotirajući i okretljiviji diverteri
- Kontrastnih boja u svim vremenskim uslovima
- Vidljivi u sumrak i tokom noći
- Postavljanje na kratkim razmacima
- Izdržljivost-duži vremenski period u svim vremenskim uslovima
- Pristupačnost cene samih divertera, montaže

Diverteri/markeri dele se na statičke/pasivne i dinamičke/aktivne.

Pasivni markeri su spiralni, pločasti i loptasti.

Spiralni markeri su spiralnog oblika i postavljaju se oko žice. Napravljeni su od reflektujućih ili fluorescentnih materijala različite obojenosti i dimenzija (Slika 3).



Slika 3. Spiralni marker

Izvor: Henvon.com

- **Pločasti markeri** su različite pločice, zastavice i slični oblici koji su živo obojeni, ali nemaju mogućnost pomeranja delova ili je mogućnost pomeranja vrlo ograničena (Slika 4)



Slika 4. Pločasti marker

Izvor: pr-tech.com

- **Loptasti markeri** su kugle koje se postavljaju na žice i obično su jarkih boja (npr. crvene, žute) kako bi privukle pažnju ptica (slika 5.)

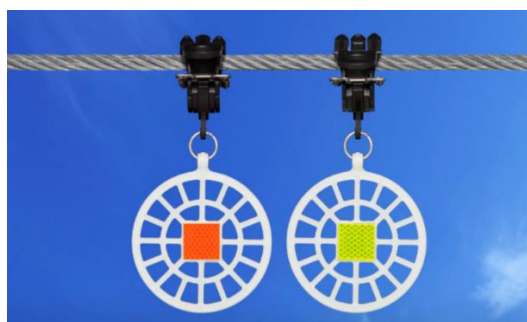


Slika 5. Loptasti marker

Izvor: P&R Tech

Aktivni markeri su rotirajući, trakasti i led markeri.

- **Rotirajući markeri** se okreću u svim pravcima usled vetra, čime stvaraju pokret i dodatno privlače pažnju ptica odnosno povećavaju vidljivost prepreke (Slika 6).



Slika 6. Rotirajući marker

Izvor: P&R Tech

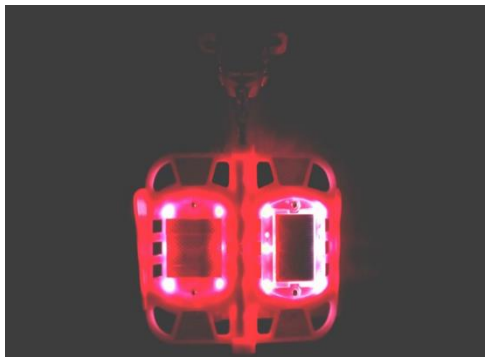
- **Trake-markeri** su reflektujuće ili fluorescentne trake koje vise sa provodnika i pomeraju se na vetru, čineći provodnike vidljivijima (Slika 7).



Slika 7. Trakasti markeri

Izvor: Sicame

- **Led markeri** su markeri koji trepere ili svetle noću, povećavajući vidljivost žica (Slika 8)



Slika 8. Led markeri

Izvor: Indolite

Neki od ovih divertera su dizajnirani tako da se lako montiraju i demotiraju bez posebnog alata. Montiranje se može vršiti manuelno korišćenjem robota ili dronovima kao što je prikazano na slici 9.



Slika 9. Robot za postavljanje markera-levo i dron za postavljanje markera-desno

(Izvor:Raptor Protection Slovakia)

Neki od proizvođača divertera su još u eksperimentalnim studijama koje pokazuju obećavajuće rezultate od čak 98% smanjenja kolizije ptica, jedna od njih je studija Dywer et al. (2019) and Baasch et al. (2022) on the Avian Collision Avoidance System (ACAS), koristeći UV noćno osvetljenje. Za sada su sprovedene samo dve studije u Americi, dok se u Evropi planira primena eksperimenta u Belgiji i Francuskoj.

EMS AD kao pionir u zaštiti ptica od kolizije, primenila je praksu postavljanje divertera na investicionom projektu izgradnje DV 110 kV TS Bela Crkva TS Veliko Gradište i DV 400 kV TS Kragujevac 2 – TS Kraljevo 3. Prostor uz Dunav, između Banatske Palanke i Rama predstavlja jedno od najvažnijih područja za seobu ptica močvarica u Srbiji i Evropi. Područje na kojima se proteže koridor je od međunarodnog značaja za ptice i predstavlja deo globalne mreže područja od izuzetne važnosti za zaštitu ptica. Kako bi se sprečio sudar ptica i slepih miševa, na provodnicima i zaštitnim užadima, za potrebe EMS AD je izrađen Elaborat prolaska dalekovoda DV TS Bela Crkva – TS Veliko Gradište u blizini međunarodno značajnog područja za ptice „Labudovo Okno“ – RS016IBA. Elaboratom je predviđena montaža visećih fluorescentnih i crno-belih traka. Na OPGW užetu su naizmenično postavljene crveno-bele kugle i fluorescentne i crno-bele trake, a na provodnicima naizmenično fluorescentne i crno-bele trake. Tip stuba koji je na ovom prostoru korišćen u cilju smanjenja kolizije je stub „Y“ sa provodnicima i zaštitnim užadima postavljenim u dve paralelne ravni na vertikalnom rastojanju koje nije veće od 9 m u glavi stuba. Takođe, EMS AD u saradnji sa Pokrajinskim zavodom za zaštitu prirode, dugi niz godina učestvuje u zaštiti stepskog sokola. Do sada je postavljano 200 gnezda na području AP Vojvodine u proteklih 20 godina, a saradnja je produžena do 2030. godine. EMS AD nastavlja da prati svetske prakse u zaštiti ptica, shodno tome je napravljen iskorak ka sledećem projektu koji će se baviti monitoringom kolizije ptica i dalekovoda, sa uporednom analizom efikasnosti različitih tipova divertera (markera) za ptice, izradom mape rizika od kolizije i uzimanje u obzir različite osetljivosti vrsta.

4 ZAKLJUČAK

Procene smrtnosti ptica zbog kolizija sa dalekovodima u Evropi variraju. Nije lako precizno odrediti tačan procenat smrtnosti, što predstavlja problem za zaštitu ptica, naročito za vrste koje lete na nižim visinama ili migriraju kroz područja sa velikim brojem dalekovoda. Važni faktori su sastav prisutne faune ptica, vremenske prilike i vidljivost, lokacija dalekovoda, da li oni presecaju važna staništa ptica na kojima se hrane, odmaraju, gnezde ili glavne migratorne putanje. Prema literaturnim podacima, najveći rizik kod visokonaponskih dalekovoda, povezan je sa zaštitnim užetom jer je malog dijametra i slabo je uočljiv za ptice. Vrste koje imaju tendenciju da se grupišu u velika jata, imaju veću verovatnoću sudara sa dalekovodima. Poseban problem nastaje kod čestih kretanja velikih jata između lokaliteta za hranjenje i gnežđenje, ili ako dalekovodi prolaze preko glavnih migratornih puteva. Kolizija ne predstavlja samo pitanje očuvanja vrsta, već može uzrokovati i ekonomske i finansijske posledice, s obzirom na to da može doći do oštećenja dalekovoda, te je iz tog razloga od izuzetnog značaja unaprediti korelaciju ptica i dalekovoda, u cilju zaštite biodiverziteta i prenosnih sistema.

5 LITERATURA

- [1] Zakon o potvrđivanju konvencije o očuvanju migratornih vrsta divljih životinja („Sl.glasnik RS – Međunarodni ugovori“, br. 102/2007)
- [2] Zakon o potvrđivanju Sporazuma o očuvanju afričko-evroazijskih migratornih ptica vodenih staništa: („Sl.glasnik RS – Međunarodni ugovori“, br. 13/2018-2)

- [3] Zakon o potvrđivanju konvencije o očuvanju evropske divlje flore i faune i prirodnih staništa („Sl.glasnik RS – Međunarodni ugovori, br. 102/2007)
- [4] Does Nature Always Matter? Following Dirt through History, Ellen Stroud, 2003
- [5] Reducing Avian Collision with Power Lines, the Avian Power Line Interaction Committee and the Edison Electric Institute, 2012
- [6] Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. Wildlife Society Bulletin, Brown W.M. & Drewien R.C. (1995)
- [7] Bird Collision with Power lines: Failing to see the way ahead? Biological Conservation, Graham R. Martin, Jessie Shaw, 2010
- [8] Bird Collision with Power Lines: State of the Art and Priority Areas for Research, Biological Conservation, J. Bernardino, K. Bevanger, R. Barrientos, J.F. Dwyer, A.T. Marques, R.C. Martins, J. M. Shaw, J.P. Silva, F. Moreira, 2018
- [9] Barrientos i sar. 2011; Bernardino i sar. 2018
- [10] Alonso i Martin 2005, Kessler 2007
- [11] Martin i Shaw 2010, Martin 2011
- [12] Dwyer et al. (2019) and Baasch et al. (2022) on the Avian Collision Avoidance System (ACAS)
- [13] <https://www.zzps.rs>
- [14] <https://www.birdlife.org>
- [15] <http://renewables-grid.eu>
- [16] <https://dravce.sk/>
- [17] EMS AD- Elaborat prolaska dalekovoda DV TS Bela Crkva – TS Veliko Gradište u blizini međunarodno značajnog područja za ptice „Labudovo Okno“ – RS016IBA