

Ante Kiso ing.el.  
Odjel za stručne studije, Sveučilište u Splitu  
[antekiso3@gmail.com](mailto:antekiso3@gmail.com)

Eduard Škec dipl.ing.el.  
HEP-ODS d.o.o. Elektrodalmacija Split  
[Eduard.Skec@hep.hr](mailto:Eduard.Skec@hep.hr)

## ZAŠTITA PTICA NA SREDNJENAPONSKIM NADZEMNIM VODOVIMA

### SAŽETAK

Zaštita ptica predstavlja jedan od dugotrajnih problema s kojima se suočava HEP ODS, a ovaj referat se fokusira na proučavanje načina na koji ptice dolaze u kontakt s nadzemnim vodovima, način njihovog stradavanja i mjere zaštite koje se poduzimaju kako bi se stradanje ptica spriječilo, odnosno svelo na najmanju moguću mjeru. Referat također razmatra utjecaj nadzemnih vodova na život ptica u područjima očuvanja značajnim za ptice tzv. POP područja (područja značajna za očuvanje i ostvarivanje povoljnog stanja divljih vrsta ptica od interesa za Europsku uniju, stanja njihovih staništa, te područja značajna za očuvanje migratornih vrsta ptica, posebno močvarnih područja od međunarodne važnosti), te kako ih štitimo od negativnih utjecaja nadzemnih mreža i smanjujemo njihov negativni utjecaj na srednjenaponsku mrežu.

**Ključne riječi:** zaštita, ptice, srednjenaponska mreža, nadzemni vodovi

## PROTECTING BIRDS ON MEDIUM VOLTAGE OVERHEAD LINES

### SUMMARY

Protecting birds is one of the long-term problems faced by HEP ODS, this report focuses on the study of the ways in which the birds come into contact with overhead lines, the manner of their death and protection measures to be taken in order to prevent death of birds, and reduced to a minimum. The paper also examines the impact of overhead power lines on bird life in the areas of conservation importance for birds called POP areas (areas important for conservation and the achievement of a favorable state of wild bird species of interest to the European Union, the state of their habitat, and areas important for the conservation of migratory species of birds, especially of wetlands of international importance), as well as to protect them from the negative impacts of overhead lines and reduce their negative impact on the medium voltage network.

**Key words:** protection, birds, medium voltage, overhead line

### 1. UVOD

Republika Hrvatska se odlikuje raznolikošću ornitofaune koja je istovremeno i vrlo ugrožena, zbog čega zaštita ptica predstavlja jedan od zadataka za HEP ODS. Pritom se podrazumijeva planiranje i smještaj trasa nadzemnih vodova u POP područjima, te poduzimanje zaštitnih mjera na elementima koji su opasni za ptice. Slijedom toga potrebno je proučiti način na koji ptice mogu stradati od strujnog udara, kao i mjesta u srednjenaponskoj mreži na kojima dolazi do stradavanja ptica. Iz toga proizlaze tehnička rješenja za zaštitu ptica na srednjenaponskim nadzemnim vodovima.

## 2. HRVATSKA ORNITOFAUNA

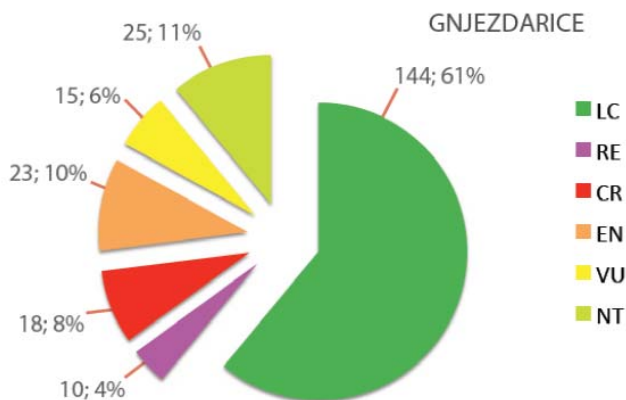
Hrvatska pripada među ornitofaunom najbogatije, najraznolikije i u pogledu zaštite ptica najvažnije europske zemlje. Istovremeno je hrvatska ornitofauna vrlo ugrožena, ponajviše zbog sve većeg antropogenog utjecaja na okoliš. Jedan od važnih uzroka ugroženosti predstavlja elektroenergetska mreža, te se procjenjuje da je zbog stradanja na električnim vodovima (zbog elektroekucije ili zbog ozljeda od sudara) ugroženo 7,5 % ugroženih vrsta ptica, među kojima valja istaknuti grabljivice.

Donošenjem Uredbe o ekološkoj mreži (NN 124/2013) proglašena je Ekološka mreža Republike Hrvatske koja je uz područja očuvanja značajnih za vrste i stanišne tipove (POVS) sačinjena i od 38 Područja očuvanja značajnih za ptice (POP). Pravilnik o ciljevima očuvanja i osnovnim mjerama za očuvanje ptica u području ekološke mreže (NN 15/14) donosi za HEP ODS posebno važne mjere zaštite iz domene energetike.

Hrvatska se prema broju vrsta ptica ubraja među bogatije europske zemlje. Iako teritorij Hrvatske zauzima manje od 1% ukupne površine Europe, u njoj se gnijezdi gotovo polovina od 524 europske vrste gnjezdara. U Hrvatskoj je zabilježeno ukupno 385 vrsta ptica, od čega 285 predstavljaju vrste koje tu redovno obitavaju, a ostalo su rijetke, slučajne, neredovite ili izumrle vrste. O bogatstvu ptičjim vrstama neke zemlje najviše govori podatak o broju gnjezdara, a u Hrvatskoj je ukupno zabilježeno gnježđenje 243 vrste ptica, od kojih je 230 vrsta recentnih gnjezdara.

Procjenom rizika od izumiranja provedenom za 235 gnjezdećih, 39 preletničkih i 28 zimujućih populacija (ukupno 284 vrste, 302 populacije) izrađen je Crveni popis ptica Hrvatske 2010. Popis ukupno obuhvaća 117 vrsta, odnosno oko 40 % ukupno procjenjivanih vrsta i populacija. Dvije trećine Crvenog popisa čine *ugrožene* (kategorije CR, EN i VU) te *izumrle* (RE) vrste i populacije (81 vrsta, 84 populacije).

Crveni popis gnjezdara Hrvatske obuhvaća 91 vrstu, odnosno 39% od ukupno 235 procjenjivanih gnjezdara. Preostale 144 gnjezdare svrstane su u kategoriju najmanje zabrinjavajućih (LC) gnjezdara.



Slika 1. Raspodjela vrsta gnjezdara Hrvatske po IUCN kategorijama ugroženosti

Unatoč velikom bogatstvu hrvatske ornitofaune, iz ovih podataka je vidljivo da je ona istovremeno i vrlo ugrožena. Čak je 10 vrsta gnjezdara u Hrvatskoj izumrlo, a 56 ih je ugroženo. U najvećoj mjeri za to je odgovoran sve veći antropogeni utjecaj koji je doveo do uništenja ili promjene velikog broja staništa ptičjih vrsta.

Uzroci ugroženosti, koji imaju ili se pretpostavlja da će u bližoj budućnosti imati znatnije negativne učinke na populacije ugroženih vrsta ptica u Hrvatskoj, mogu se svrstati u devet kategorija: korištenje bioloških resursa; promjene prirodnih sustava; intenziviranje poljoprivrede i akvakultura; uznemiravanje; prijevoz, vodovi i koridori; stambeni i komercijalni razvoj; onečišćenje; proizvodnja energije i rudarstvo; invazivne i ostale problematične vrste, genski materijal i bolesti.

## 3. PODRUČJA OČUVANJA ZNAČAJNA ZA PTICE U DISTRIBUCIJSKIM PODRUČJIMA HEP ODS-A

Kada govorimo o područjima značajnim za očuvanje ptica moramo napomenuti da je Uredbom o ekološkoj mreži (NN 124/13) proglašena ekološka mreža Republike Hrvatske, utvrđen je popis vrsta i

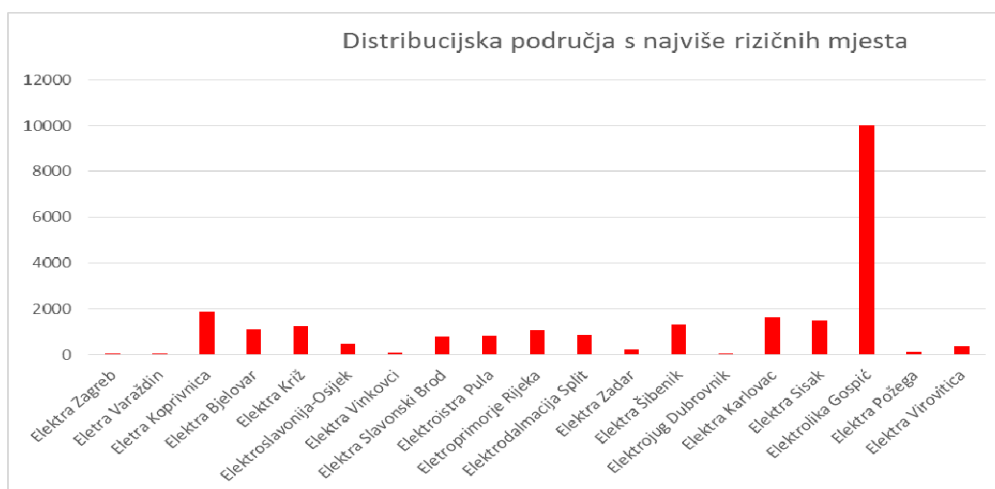
stanišnih tipova koje ekološka mreža obuhvaća te je napravljen kartografski prikaz ekološke mreže. Nastavno na uredbu donesen je Pravilnik o ciljevima očuvanja i osnovnim mjerama za očuvanje ptica u području ekološke mreže (NN 15/14), koji propisuje ciljeve očuvanja i osnovne mjere za očuvanje ciljnih vrsta ptica u područjima ekološke mreže, te način provedbe mjera očuvanja. Temeljem Pravilnika HEP ODS ima obvezu planiranja i izgradnje elektroenergetske infrastrukture tako da se spriječi elektrokucija ptica na srednjenaponskim dalekovodima. Za ispunjavanje obveza iz Pravilnika (praćenje rizika od elektrokucije i provođenja mjera sprječavanja stradavanja ptica u skladu s utvrđenim rizicima unutar ekološke mreže) nužno je utvrđivanje udjela nadzemne srednjenaponske mreže u područjima očuvanja značajna za ptice (POP) za svako distribucijsko područje. To znači da je za svako distribucijsko područje potrebno utvrditi gdje se preklapaju POP područja i distribucijska mreža, te je potrebno utvrditi karakteristike srednjenaponskih nadzemnih vodova koje utječu na stradavanje ptica od elektrokucije.

To su:

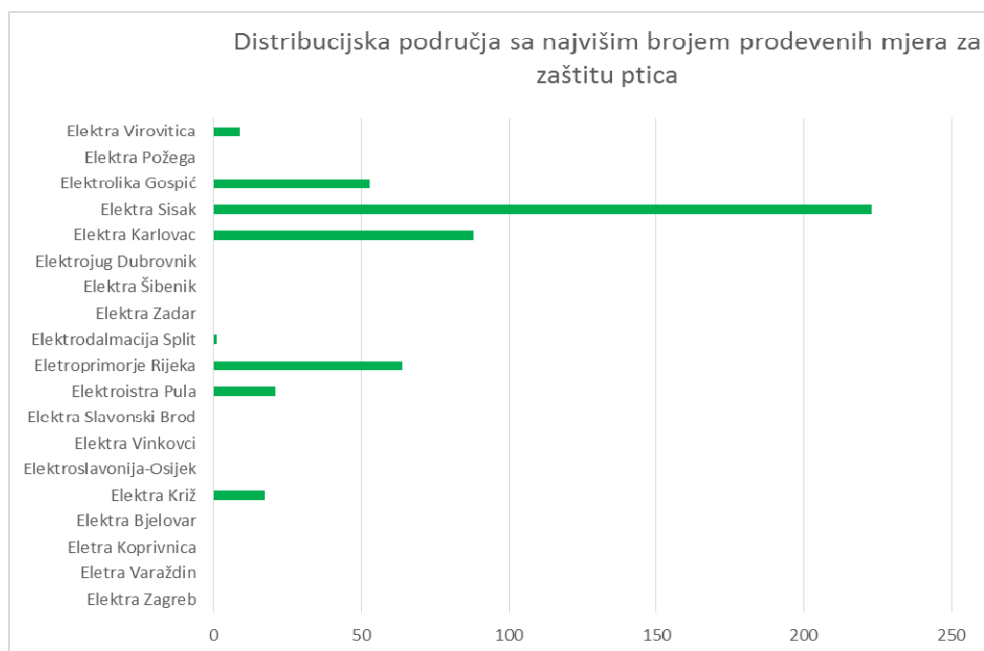
- duljina vodova,
- vrsta stupova,
- oblik glave nosnih stupova,
- podatak o vrsti izolacije na nosnim stupovima,
- ukupan broj rastavljača na DV i otcjepima,
- broj stupnih TS na DV i otcjepima,
- te broj provedenih mjera zaštite od strujnog udara.

### 3.1. Srednjenaponska mreža u POP područjima

Budući da se samo neki dijelovi distribucijske mreže poklapaju s POP područjima, srednjenaponsku mrežu možemo podijeliti u HEP ODS distribucijska područja. Prema tim distribucijskim područjima možemo prikazati podatke o broju rizičnih mjesta za ptice.



Slika 2. Distribucijska područja s najviše rizičnih mjesta za ptice



Slika 3. Distribucijska područja s najvećim brojem provedenih zaštitnih mjera

### 3.2. HEP ODS i zaštita ptica

Godine 2004. potpisan je Sporazum o suradnji između Ministarstva kulture i Hrvatske elektroprivrede pri provođenju mjera zaštite zaštićene vrste bijele rode (*Ciconia ciconia*), između Ministarstva kulture i Hrvatske elektroprivrede. Time je HEP preuzeo obvezu osiguranja povoljnih uvjeta za gniježđenje bijele rode na mjestima koja su u neposrednom dodiru sa sustavom za distribuciju električne energije. Mjere zaštite bijele rode provode se sustavno već 10 godina. Prema podacima za 2013. godinu, na stupovima distribucijske mreže HEP ODS-a evidentirana su čak 903 rodina gnijezda unutar 14 distribucijskih područja. U distribucijskim područjima se vodi računa o lokacijama na kojima obitavaju rode, prati se stanje nosača za rodina gnijezda te se isto po potrebi popravljiva ili zamjenjuje, a u određenim slučajevima izmješta se cijelo gnijezdo. U prosjeku se godišnje radi između 50 i 100 intervencija vezanih za zaštitu roda.

Prve zakonske obveze koje se tiču provedbi mjera zaštite ptica za HEP ODS proizašle su iz Zakona o zaštiti prirode iz 2005. godine. Prema njima HEP ODS postao je obveznik provedbe zaštite ptica na postojećim srednjenaponskim nadzemnim vodovima koji u visokom stupnju ugrožavaju ptice. S ciljem identificiranja srednjenaponskih vodova koji u visokom stupnju ugrožavaju ptice, od 2009. godine kontinuirano se prikupljaju podaci o stradavanju ptica na srednjenaponskim nadzemnim vodovima po svim distribucijskim područjima. Na vodovima gdje je zabilježeno učestalo stradavanje ptica, temeljem tehničkih rješenja provode se mjere za zaštitu ptica od strujnog udara.

Uvođenjem Sustava upravljanja okolišem prema normi ISO 14001 2013. godine donesena je Politika upravljanja okolišem za HEP ODS. Također je donesena je radna uputa o provedbi mjera zaštite ptica od strujnog udara kojom se propisuje način praćenja stradavanja ptica od strujnog udara na srednjenaponskim vodovima, te postupak provedbe mjera zaštite. Provođenje mjera zaštite ptica od elektrokcije zapravo je od višestruke koristi jer smanjivanjem broja ptica stradalih od elektrokcije, smanjuje se broj smetnji i prekida u opskrbi kupaca električnom energijom i potreba za hitnim intervencijama, a ujedno se i poštuju zakonski propisi s područja zaštite prirode.

## 4. STRADAVANJA PTICA OD STRUJNOG UDARA

Često se prilikom projektiranja i izgradnje nadzemnih vodova jako malo pažnje obraća na okoliš. Pritom najviše mislimo na ptice koje energetske vodove koriste kao mjesta za gniježđenje, mjesta za odmor ili mjesta za promatranje. Razlikujemo dvije potencijalne opasnosti za ptice, kada govorimo o nadzemnim vodovima, a to su opasnost od sudara s nadzemnim vodovima (kolizije) i opasnost od strujnog udara (elektrokcije). Do elektrokcije najčešće dolazi prilikom uzlijetanja ili slijetanja na

električne stupove kada su ptice u istovremenom doticaju s dvije faze ili s jednom fazom i uzemljenim dijelovima stupa i na taj načini izazivaju kratki spoj.

Kada govorimo o biološkim obilježjima ptica koji utječu na elektrokciju važan faktor je veličina ptica. Velike ptice, odnosno ptice s velikim rasponom krila imaju veću vjerojatnost elektrokcije, jer njihova krila mogu vrlo lako taknuti dvije faze.

U stradavanje ptica od elektrokcije moramo u obzir uzeti i klimatološke prilike. Do elektrokcije može doći u bilo kojem godišnjem dobu ili u bilo kojim vremenskim uvjetima. No ipak, neka su godišnja razdoblja poput zime, kada padaju kiša i snijeg, opasnija za ptice budući da je perje mokro i bolje provodi struju. Jedan od faktora na koji također moramo obratiti pažnju jest izgled krajolika. U područjima s oskudnom vegetacijom bez visokih stabala, elektroenergetski vodovi privlače velik broj različitih ptica grabljivica i sova koje ih koriste prilikom lova za lakši pronalazak plijena. Pritom ptice najčešće odabiru najviše stupove koji pružaju najbolji pregled terena. Što se tiče karakteristika elektroenergetskih vodova koje doprinose povećanju rizika od elektrokcije, do stradavanja od strujnog udara uglavnom dolazi na srednjenaponskim dalekovodima (u slučaju HEP ODS-a 10 kV, 20 kV i 35 kV vodovi) gdje je razmak između dva vodiča ili vodiča i uzemljenih dijelova stupa relativno malen, a često su korištena nepovoljna tehnička rješenja za ptice. Na niskonaponskim i visokonaponskim dalekovodima stradavanje od strujnog udara je smanjeno zbog niskog napona, odnosno širokog razmaka između vodiča u slučaju visokonaponskih dalekovoda.

#### **4.1. Rizični dijelovi SN mreže za ptice**

HEP ODS na teritoriju cijele Republike Hrvatske koristi više od 24 tisuće kilometara srednjenaponske nadzemne mreže s više od 11 tisuća stupnih trafostanica, te velikim brojem rastavljača. Od ukupno nešto više od 16 tisuća stupova na 35 kV naponskoj razini u nadzemnoj mreži HEP ODS-a koriste se najvećim dijelom čelično rešetkasti stupovi (71%) i betonski stupovi (28%), a korištenje drvenih stupova je gotovo zanemarivo. Na naponskim razinama 20 kV i 10 kV, od ukupnog broja od gotovo 334 tisuće stupova najvećim dijelom se koriste drveni stupovi (73%), zatim betonski (20%) i čelično rešetkasti (7%).

Stradavanje ptica od elektrokcije ovisi velikim dijelom o obliku glave stupa i načinu pričvršćenja vodiča s izolatorom na konzolu, odnosno stup, te u pojedinim slučajevima ovisi i o vrsti materijala od koje je stup napravljen. Oblici glava stupova i načini zavješavanja vodiča razlikuju se ovisno o naponskim razinama, tako da možemo odvojeno promatrati slučajeve na naponskoj razini 30(35) kV, a posebno na 10 kV i 20 kV.

##### **4.1.1 Stupovi u SN mreži**

Na slici 4. a) prikazane su dvije karakteristične izvedbe nosnog stupa tipa jela na dalekovodu nazivnog napona 10 kV - čelično-rešetkasta izvedba i izvedba na drvenom stupu. Na slici 4. b) prikazan je stup tipa bačva, koji se rijetko koristi u distribucijskoj mreži na naponskim razinama 10 kV i 20 kV. Ovakvi stupovi su uglavnom čelično-rešetkaste izvedbe, a vodiči su u pravilu spojeni na konzolu preko ovjesnih izolatora, kao što je prikazano na slici. Razmaci, kod stupova tipa jela i bačva, između konzole i vodiča pojedine faze su dovoljno veliki, tako da nema rizika od stradavanja ptica od elektrokcije.

Na slikama 4. c) i 4. d) prikazane su izvedbe stupova koje se često koriste u distribucijskoj mreži na dalekovodima nazivnog napona 10 kV i 20 kV, a predstavljaju veliku prijetnju za stradavanje ptica od elektrokcije. Radi se o stupovima tipa delta i gama, koji se izvode u čelično-rešetkastoj izvedbi i u izvedbi na betonskom stupu, s betonskom ili čeličnom konzolom. Stradavanje ptica na stupu delta, prikazanom na slici 4. c), u slučaju kada se radi o čelično-rešetkastoj izvedbi i izvedbi na betonskom stupu s potpornim izolatorima u sve tri faze, može nastati na sljedeće načine:

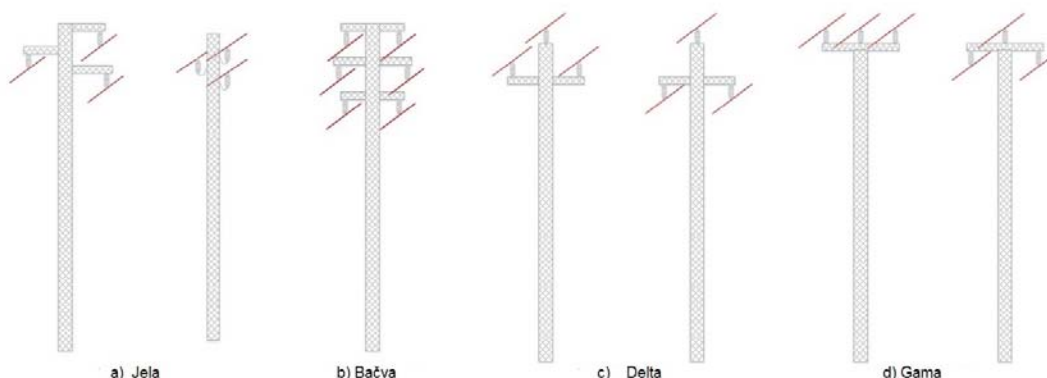
- ptica sleti na vodič srednje faze i dodiruje stup,
- ptica sleti na stup i dodiruje vodič srednje faze (malo vjerojatno kod betonske izvedbe),
- ptica sleti na vodič u krajnjim fazama i dodiruje konzolu,
- ptica sleti na konzolu i dodiruje vodič u krajnjim fazama.

S aspekta stradavanja ptica, jako je sličan i stup gama, prikazan na slici 4. d). Stradavanje ptica od strujnog udara na ovom stupu, u slučaju kada se radi o čelično-rešetkastoj izvedbi i izvedbi na betonskom stupu s potpornim izolatorima u sve tri faze, može nastati na sljedeće načine:

- ptica sleti na vodič bilo koje faze i dodiruje konzolu,

- ptica sleti na konzolu i dodiruje vodič bilo koje faze,
- ptica sleti na konzolu i istovremeno dodiruje vodiče dvije faze.

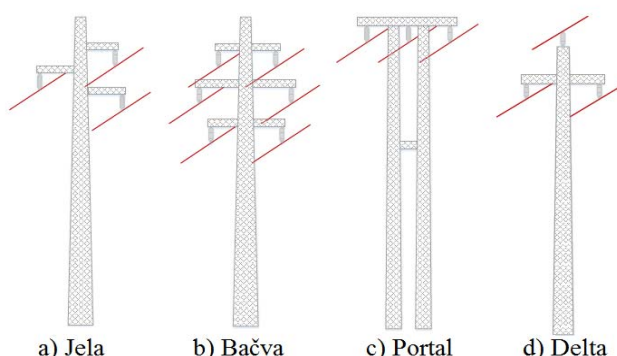
U svakom od ovih slučajeva dolazi do zatvaranja strujnog kruga od vodiča, preko ptice, uzemljene konzole i/ili stupa i dalje u zemlju.



Slika 4. Stupovi 10 i 20 kV naponske razine

Na slici 5. a) prikazana je karakteristična izvedba nosnog stupa tipa jela na dalekovodu nazivnog napona 35 kV. Ovakvi stupovi su uglavnom čelično-rešetkaste izvedbe ili betonske izvedbe, a vodič je u pravilu spojen na konzolu preko ovjesnih izolatora. Razmaci između vodiča gornje faze i donje konzole, na strani stupa gdje se nalaze dvije faze, su relativno veliki (cca 3,5 m), pa stoga nisu prepoznati kao opasnost za ptice. Kod stupa bačva prikazanog na slici 5. b) imamo sličnu situaciju kao stupa jela. Ovakvi stupovi su uglavnom čelično-rešetkaste izvedbe ili betonske izvedbe, a vodiči su u pravilu spojeni na konzolu preko ovjesnih izolatora, kao što je prikazano na slici. Razmaci između konzole i vodiča pojedine faze su poprilično veliki tako da nema rizika od stradavanja ptica od elektrokcije. Na slici 5. c) prikazana je karakteristična izvedba nosnog stupa tipa portal, kojeg se također može susresti na dalekovodima nazivnog napona 35 kV, ali ni približno toliko često kao dva prethodno obrađena stupa. Ovakvi stupovi su najčešće drveni ili betonski, a vodiči su na konzolu spojeni preko ovjesnih izolatora. Ovakva vrsta stupa je također jako povoljna s aspekta stradavanja ptica od strujnog udara.

Daleko najopasnija vrsta stupa je prikazana na slici 5. d). Radi se o stupu delta. Ovakav stup je najčešće betonski s betonskom ili čeličnom konzolom ili čelično-rešetkasti, a način vodiči su preko izolatora spojeni na konzolu preko dva ovjesna izolatora u krajnjim fazama i preko potpornog izolatora u srednjoj fazi. Upravo ovaj način spajanja vodiča preko potpornog izolatora u srednjoj fazi predstavlja rizik za stradavanje ptica od strujnog udara, dok dvije krajnje faze ne predstavljaju opasnost za stradavanje ptica od strujnog udara. Ovaj stup se rijetko koristi u mreži.



Slika 5. Stupovi 30 i 35 kV naponske razine

#### 4.1.2 Rastavljači

Osim stupnih mjesta, izuzetno opasna mjesta u mreži nazivnog napona 35 kV, 20 kV i 10 kV, na kojima dolazi do stradavanja ptica od strujnog udara, su rastavljači. Postoje stupna mjesta s linijskim rastavljačima, zatim s otcjepnim rastavljačima, te stupna mjesta gdje se na istom stupu nalaze linijski i otcjepni rastavljač. Zajedničko svim rastavljačima jest da su pristupačni pticama za slijetanje, imaju



uzemljenu konzolu i stup na kojima se nalaze, a s druge strane imaju lako dostupne neizolirane strujne mostove i noževe rastavljača. Ptica, ako stoji na konzoli ili se kreće po rastavljaču, lagano može dotaknuti strujne mostove i noževe rastavljača i stradati od strujnog udara između dvije faze ili između neke od faza i uzemljene konzole ili stupa. Ovdje se prvenstveno misli na ptice većeg raspona krila, iako mogu stradati i one manjeg raspona krila ako se provlače između elemenata rastavljača.

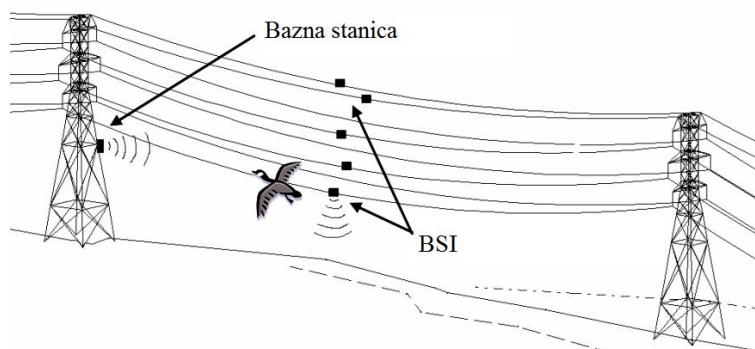
#### 4.1.3 Stupne trafostanice

Veliku opasnost za stradavanje ptica od strujnog udara predstavljaju stupne transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV, prvenstveno zbog konstrukcijskih rješenja na vrhu transformatorske stanice. Vrh trafostanice je pticama pristupačan za slijetanje, ali s druge strane veliku opasnost za njih predstavljaju neizolirani strujni mostovi prema osiguračima i odvodnicima prenapona, koji su lako dostupni za dodir. Kada ptica većeg raspona krila sleti na konzolu u vrhu trafostanice, koja je uzemljena, i dodirne neki od strujnih mostova, dolazi do strujnog udara. Ista je situacija kada ptica sleti na neki od strujnih mostova, pa krilima dotakne konzolu ili drugi strujni most, također se kroz nju zatvara strujni krug i dolazi do stradavanja. Ptice malog raspona krila slijeću po svim dijelovima stupne trafostanice, posebice vrapci. Oni na stupnim trafostanicama ne stradavaju na vrhu trafostanice ili negdje na konstrukciji, već u iskrištima transformatora kad uđu u prostor između dva šiljka.

#### 4.2. Praćenje stradavanja ptica od elektrokcije

Praćenje stradanja ptica obavlja se tijekom redovnih ili izvanrednih pregleda nadzemnih srednjenaponskih vodova, te se bilježe podaci o lokaciji stradavanja, kao i o stradaljoj ptici. U pravilu se ne zna točan datum stradavanja ptica (osim u slučaju kada ptica prouzroči trajni kvar), već se bilježi datum kada je stradavanje utvrđeno. Praćenje pogonskih događaja odvija se kroz informacijski sustav DISPO kojim su obuhvaćeni prisilni i planirani zastoji opskrbe električnom energijom koji traju dulje od tri minute. Dakle, kvarovi koje su prouzročile ptice uslijed strujnog udara neće biti zabilježeni ovim informacijskim sustavom ako ne uzrokuju zastoj koji traje dulje od tri minute. U slučaju prisilnih zastoja duljih od tri minute, elektromonteri izlaze na teren odmah po dojavi i definiraju uzrok kvara, te taj podatak prenose dežurnom dispečeru koji ga uz pomoć šifarnika unosi u informacijski sustav DISPO.

Jedna od najpopularnijih metoda za praćenje broja ptica, u Europi, koje nastradaju od koliziji i od elektrokcije jest BSI, odnosno Bird Strike Indicator. BSI je uređaj koji se postavlja direktno na opasne vodove, te pomoću akcelerometara očitava vibracije prilikom kolizije ptice s vodom ili vodovima. Uređaj može funkcionirati u svim vremenskim uvjetima i pruža kontinuirano prikupljanje podataka. Prikupljanje podataka, kao i promjene na uređaju, mogu se izvršavati bežično pomoću bazne stanice.

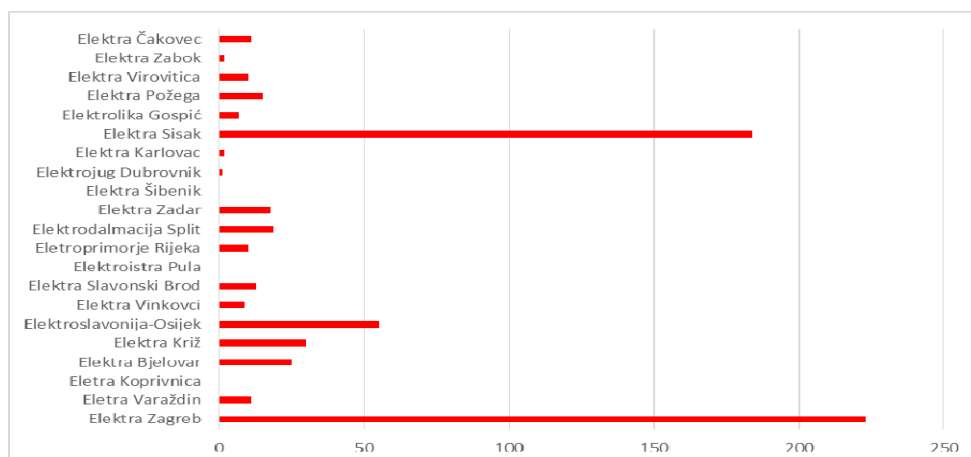


Slika 6. Prikaz BSI uređaja i bazne stanice za prikupljanje podataka

#### 4.3. Podaci o stradavanju ptica od elektrokcije

Temeljem podataka o broju stradalih ptica koja distribucijska područja dostavljaju u sjedište Društva na godišnjoj bazi, slijedi pregled prikupljenih podataka po godinama za razdoblje 2009. - 2013. Podaci se odnose samo na distribucijska područja koja su u određenoj godini prijavila stradavanje ptica, dok distribucijska područja koja nisu označena na slici 7. nisu prijavila stradavanje niti jedne ptice za tu godinu. Podaci koji su prikazani na slici 7. ujedno su i službeni podatci HEP ODS-a. Opravdano možemo

zaključiti da će biti zabilježen još veći broj nastradalih ptica od elektrokcije i kolizije, uglavnom zbog povećanja pažnje javnosti kad je u pitanju ova problematika.



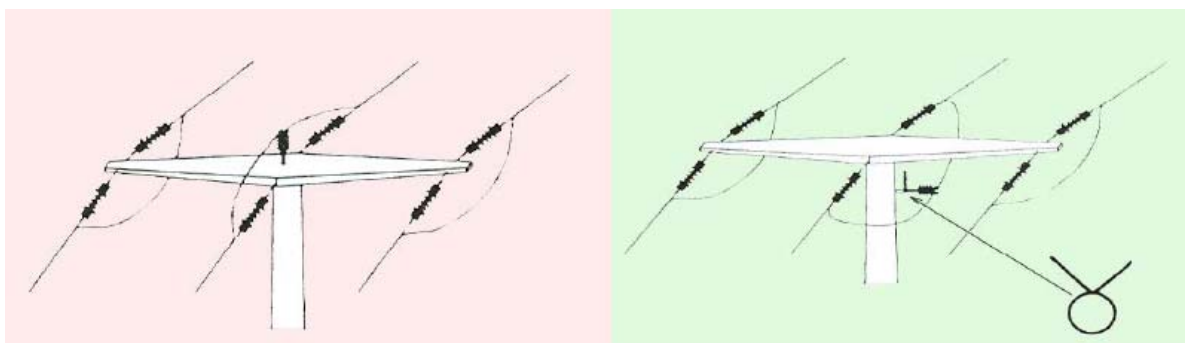
Slika 7. Grafički prikaz broja stradalih ptica po distribucijskim područjima u razdoblju od 2009. do 2013.

## 5. TEHNIČKA RJEŠENJA ZA ZAŠTITU PTICA NA SN VODOVIMA

Kada govorimo o tehničkim rješenjima za zaštitu ptica na nadzemnim vodovima moramo razlikovati dva problema. To su stradavanje ptica od kolizije i elektrokcije. Ova dva problema zahtijevaju različita rješenja.

### 5.1. Tehnička rješenja za zaštitu ptica od elektrokcije

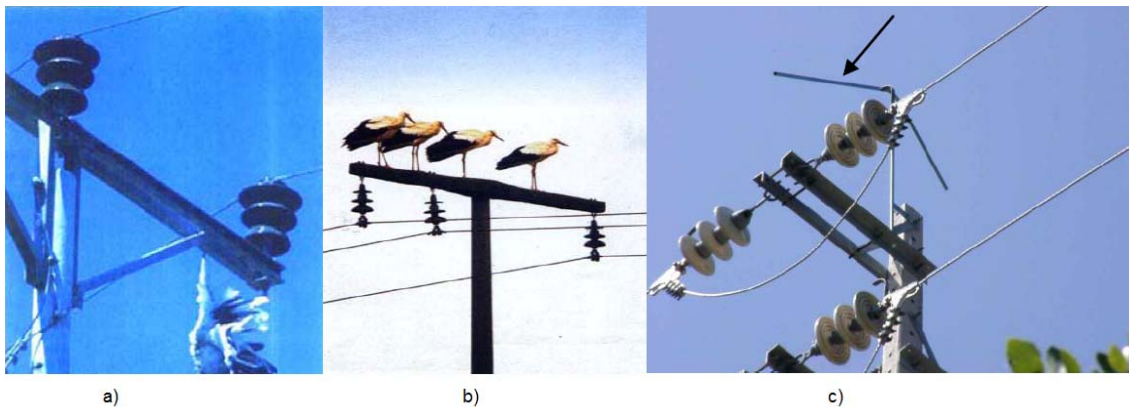
Kada govorimo o elektrokciji, moramo pristupiti rješavanju problema tako da spriječimo kontakt ptice s opasnim mjestima u srednjenaponskoj mreži. Jedno od rizičnih mjesta su stupovi na kojima je primijenjeno tipsko rješenje sa zateznim ovješavanjem i vođenjem srednje faze iznad konzole (glave) stupa. Takvo ovješavanje moguće je izvesti ispod konzole pomoću istog potpornog izolatora uz malo prilagođenje pričvršćenja izolatora na stup.



Slika 8. a) nesigurno ovješavanje vodiča, b) sigurno ovješavanje vodiča za ptice

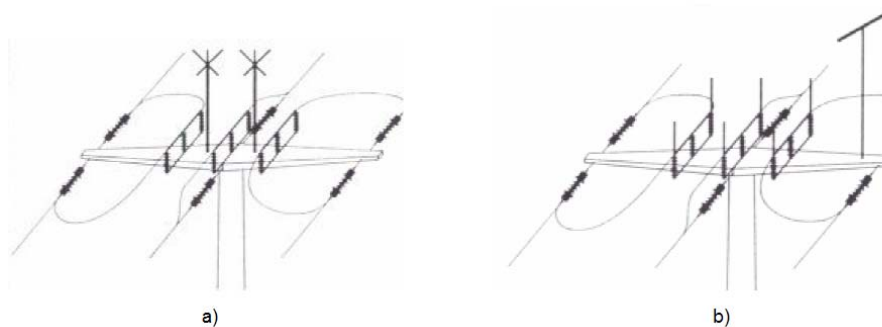
Problem kod stupa sa zateznim ovješanjem dodatno mogu zakomplicirati postavljena iskrišta s izolatorima kao jedna od metoda koordinacije izolacije na vodu. Razmaci između iskrišta su često mjesto uvlačenja i stradavanja ptica, te ispada vodova kao konačne posljedice ovoga. Nove metode prenaponske zaštite s metaloksidnim odvodnicima prenapona, koji se osim na kraju voda mogu ugrađivati uz određene uvjete i duž voda, učinila su ugradnju dodatnih iskrišta nepotrebnim. Proizvođači izolatora (posebno polimernih) više ne traže ugradnju iskrišta, već se putni val na vodu prazni direktno preko izolatora. Također je moguće umjesto potpornih izolatora za nosno ovješanje iznad konzola koristiti štapne izolatore za nosno ovješanje ispod konzola kao na slici 9. Isto tako je moguće postaviti zaštitnu prečku iznad izolatora koja sprječava slijetanje ptice na sami izolator. Ovakvo rješenje ne zahtijeva kompletnu zamjenu glave stupa, već predstavlja jednostavno i brzo rješenje kao na slici 9. c).





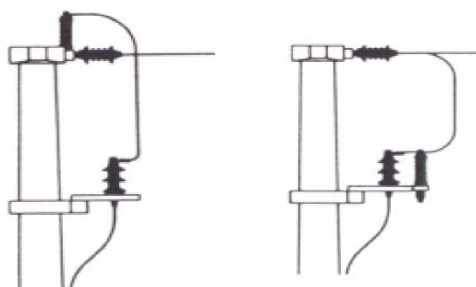
Slika 9. a) nesigurno postavljanje nosnih izolatora b) sigurno postavljanje nosnih izolatora c) zaštitni nosač iznad izolatora

Sljedeće rizično mjesto su linijski rastavljači. Radi svoje osnovne funkcije aktivni dijelovi rastavljača moraju biti vidljivi i dodatna izoliranja i rastavne izolacijske kape nisu prihvatljive. No, na takvim mjestima nameće se jednostavno rješenje, a to je montiranje izolacijskih prečki iznad linijskih rastavljača ili ugradnja izolacijskih štapova u obliku Andrijinog križa između polova rastavljača vertikalno na vrhu stupa slika 10. a) ili ugradnja jednog "T" izolacijskog nosača isto kao i prečke za slijetanje ptica, slika 10. a). Budući da takvo rješenje nije moguće primijeniti na otcjepne rastavljače, na njih se ugrađuju šiljci.



Slika 10. a) izolacijski štapovi u obliku Andrijinog križa b) "T" izolacijski nosač

Još jedno rizično mjesto za ptice je krajnji stup i prijelaz u podzemni kabel. Na ovakvim stupovima se, uz ovješnja vodiča zateznim izolatorima, nalaze i dodatni elementi kao što su odvodnici prenapona i kabelski završeci. Zahvaljujući konstrukcijskim svojstvima metaloksidnih odvodnika prenapona, najčešće s kućištem od polimernih materijala, te kabela i kabelskih završetaka također od polimernih materijala, raspored odvodnika prenapona i kabelskih završetaka ne mora biti više razdvojen, već se traži direktan, što bliži spoj. Tako je pojednostavljena konstrukcija i raspored opreme na stupu, dok su glava stupa i zatezna konzola slobodni za slijetanje ptica. Ako želimo postići dodatni stupanj zaštite, možemo spoj odvodnika prenapona i kabelskog završetka i spojnog mosta pokriti dodatnim izolacijskim kapama koje je moguće ukloniti prilikom održavanja.



Slika 11. a) nesiguran raspored za ptice, b) siguran raspored za ptice

Sljedeće rizično mjesto je stupna trafostanica koja je i ujedno najsloženiji element za tehničko rješenje za zaštitu ptica. Njihovim ispravnim odabirom, te rasporedom koji će uzeti u obzir činjenicu da glava nosivog stupa stanice mora biti slobodna, a sva približavanja aktivnih dijelova prema masi koje ptice ili male životinje mogu premostiti, potrebno je izolirati (izolacijskim cijevima ili spiralnim ovojnicama). I ovdje, kao i kod završnog stupa s prijelazom u kabel, tehničko rješenje da odvodnik prenapona, koji se tradicionalno zbog potencijalne opasnosti rasprskavanja u slučaju kvara postavlja na vrhu stanice, treba što prije napustiti i uklopiti ga u podnožje nosača osigurača. Tako konstrukcija stanice postaje znatno pojednostavljena, a broj ugrađenih sastavnica se reducira, što je poželjno za postizanje povećanog stupnja zaštite. Priključak spojnog vodiča na primarnoj strani transformatora (SN strana) također treba biti izoliran, jer uslijed zagrijavanja transformatora u pogonu priključni izolatori postaju topliji, a time i privlačniji životinjama. Za to izoliranje razvijena je cijela paleta izolacijskih pokrova koji se u pogonu mogu jednostavno demontirati, a po obavljenim radovima (revizija ili zamjena transformatora) jednostavno vratiti u prethodni položaj. Što se tiče sekundarne (NN strane) transformatora, i ovdje je potrebno izolirati i zaštititi priključke od slučajnog dodira malih životinja ili ptica. Ovdje također vrijedi pravilo da izolacijski pokrovi trebaju biti demontažni (zbog već opisanih razloga), a zbog prenaponske zaštite sekundarnog namota transformatora trebaju omogućiti i priključak adaptera za niskonaponske metaloksidne odvodnike prenapona.



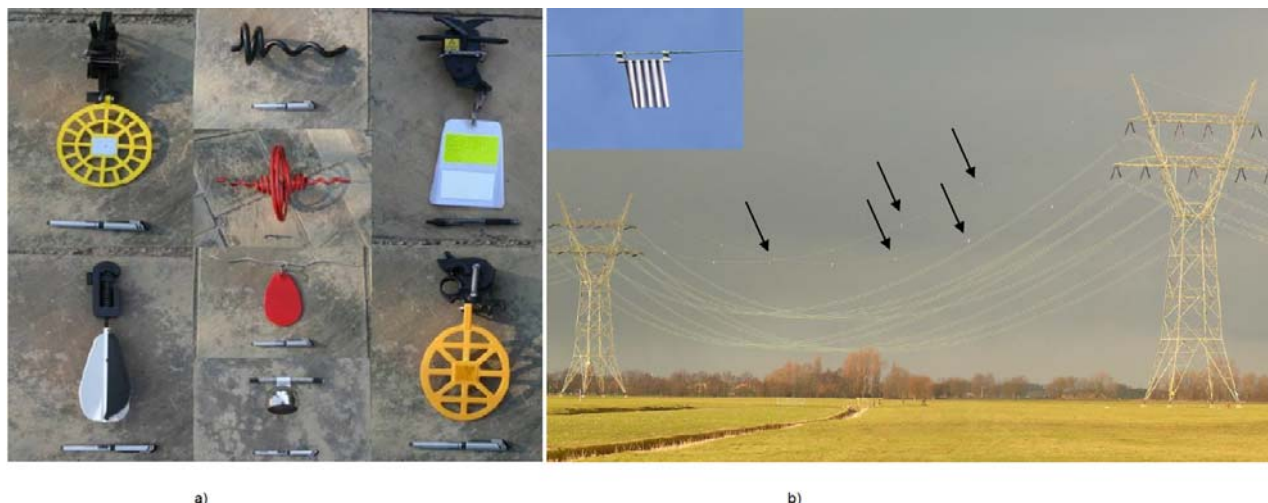
Slika 12. Prikaz izoliranja SN i NN priključaka na stupnoj trafostanici, te izoliranja strujnih mostova na stupnoj trafostanici

Tamo gdje postavljanje zaštitnih naprava i prepreka nije dovoljno da ptice ne koriste stupove kao mjesta za gniježđenje postavljaju se umjetna gnijezda. Takva umjetna gnijezda postavljaju se na visinu koja je dovoljna da bi ptice izabrale takvu vrstu staništa kod je s druge strane dovoljno daleko od vodiča, i dijelova koji su po naponom. Rješenje koje se također može koristiti, u slučajevima kada gnijezda postanu velika i svojom veličinom predstavljaju opasnost za ptice i sami vod, jest premještanje kompletnog gnijezda na montažni drveni stup. Taj stup je iste visine kao i onaj na kojem je gnijezdo i udaljen je otprilike nekoliko metara od distribucijskog stupa.

## 5.2. Tehnička rješenja za zaštitu ptica od kolizije

Kada govorimo o zaštiti ptica od kolizije, prvo moramo napomenuti da veliki broj ptica strada upravo u ovakvom kontaktu s nadzemnim vodovima. Nizozemska istraživanja pokazuju da ptice najviše lete u rano jutro, te kasnu večer. Budući da je tada vidljivost slaba, u Nizozemskoj godišnje od kolizije strada oko milijun ptica, dok u Njemačkoj ta brojka iznosi oko 30 milijuna. Iz ovako velikih brojki proizlazi i posebna pažnja kada su u pitanju ptice i njihovo stradavanje.

Glavne mjere za sprječavanje sudara su: planiranje rute, postavljanje podzemnih kabela, izmjena uzemljivačkog sustava na vodovima, te preinake na samim vodovima. Najučinkovitija metoda je preinaka vodova. To podrazumijeva postavljanje prepreka koje sprječavaju slijetanje ptica na dalekovode, postavljanje naprava koje su vidljive, te tako 'upozoravaju' ptice da je ispred njih nadzemni vod. Najbolje rješenje bi svakako bilo postavljanje podzemnih kablova, no ta opcija je izrazito skupa.



Slika 13. a) Razna obilježja koja se postavljaju na nadzemne vodove u Mađarskoj b) "plašljivci" za ptice koji se u Nizozemskoj instaliraju na srednjenaponske i visokonaponske vodove

## 6. ZAKLJUČAK

Kada govorimo o zaštiti ptica na SN nadzemnim vodovima, moramo naglasiti dva glavna načina stradavanja, a to su elektrokcija i kolizija. Obradujući ovu temu teško je ne primijetiti kako se u Hrvatskoj malo pozornosti pridodaje ovako velikom problemu. Da bi mogli kvalitetno zaštititi ptice, ali i nadzemnu mrežu od nepotrebnih kvarova, moramo kvalitetno pratiti broj ptica koji strada u kontaktu s vodovima. Primjerice, ovaj problem je u Europi prepoznat još osamdesetih godina i njemu se pridodaje velika pažnja.

Budući da se broj stradalih ptica, barem kod nas, prati kada dođe do ispada dijela mreže zbog elektrokcije, nemamo jasnu sliku o broju stradalih ptica. Samim time nemamo ni adekvatnu zaštitu od ovakvih događaja. Zaštita bi zaista trebala biti na puno većoj razini nego što je sad, pogotovo zato što većina zaštitnih mjera ne zahtijeva velike kapitalne investicije i ponovno projektiranje nadzemnih vodova.

U budućnosti pri projektiranju vodova, stupnih trafostanica, te rastavljača na nadzemnim vodovima, treba obratiti pažnju na vrstu ptica koje se nalaze u istom području. Također treba biti posvećeno više pažnje lokaciji opasnih mjesta, tj. rastavljači i stupne trafostanice ne bi trebali biti na otvorenom području, budući da će takva mjesta ptice najvjerojatnije koristiti kao mjesta za promatranje, odmor i gniježđenje. Isto tako je potrebno vodove učiniti puno vidljivijima za ptice pomoću jednostavnih naprava koje bi radikalno smanjile broj ptica stradalih od kolizije. Sve mjere je puno lakše primijeniti po samoj izgradnji vodova, no većina ovih mjera je jednostavno primjenjiva i na postojećim vodovima, pa iz tog razloga nema potrebe za velikim brojem stradavanja ugroženih ptica, ni za kvarovima i ispadanjima dijelova mreže prilikom stradavanja istih.

## 7. LITERATURA

- [1] Bošnjak J., Vranić M. : Prilog tipizaciji tehničkih rješenja za zaštitu ptica i malih životinja na srednjenaponskim elektroenergetskim postrojenjima.
- [2] Tomšić A. : Pristup rješavanju zaštite ptica od strujnog udara na stupovima i tehničkim komponentama srednjenaponskih vodova, Svibanj 2010.g.
- [3] Malenica M. : Rizici stradavanja ptica od elektrokcije na srednjenaponskoj nadzemnoj mreži HEP ODS-a u ekološkoj mreži Natura 2000, Zagreb 2015.g.
- [4] Haas D., Nipkow M., Fiedler G., Schneider R., Hass W., Schurenberg B. : Protecting birds from powerlines (NABU- German Society for Nature Conservation, Birdlife in Germany), March, 2005
- [5] Dejanović M. : Aktivnosti Elektre Sisak na očuvanju biološke raznolikosti- zaštita ptica, Svibanj 2012.g.
- [6] Review of the conflict between migratory birds and electricity power grids in the African-Eurasian region, 29. March 2012.