

Antun Tomšić, el.ing.  
HEP – ODS d.o.o., Elektra Zagreb  
[antun.tomsic@hep.hr](mailto:antun.tomsic@hep.hr)

## PRISTUP RJEŠAVANJU ZAŠTITE PTICA OD STRUJNOG UDARA NA STUPOVIMA I TEHNIČKIM KOMPONENTAMA SREDNJENAPONSKIH VODOVA

### SAŽETAK:

U radu su prikazane aktivnosti i mjere koje je potrebno provoditi glede zaštite ptica od strujnog udara na stupovima i tehničkim komponentama srednjenaponskih vodova kako kod izgradnje tako i za vrijeme njihovog korištenja.

Dan je pregled postojeće zakonske regulative i preporuka koje reguliraju i prate provođenje zaštite ptica od strujnog udara na stupovima i tehničkim komponentama srednjenaponskih vodova.

Prikazane su i mjere koje je potrebno primijeniti na poslovima planiranja i provođenja redovnog održavanja na stupovima i tehničkim komponentama srednjenaponskih vodova a s ciljem da se onemogući stradavanje ptica, na koji način će se osigurati i veća raspoloživost i pouzdanost pogona elektrodistribucijske mreže i smanjiti će se troškovi redovnog održavanja.

**Ključne riječi:** zaštita ptica, male životinje, komponente elektroenergetskog sustava, transformatorska stanica, izolacijski sustavi

## APPROACH TO ELECTRIC SHOCK PROTECTION OF BIRDS ON THE POLES AND COMPONENTS OF MEDIUM VOLTAGE LINES

### SUMMARY

The paper brings activities and measures which are necessary to be implemented concerning the protection of birds from electric shock on the poles and the technical components of medium voltage lines as in the construction and during their use.

It is given the review of existing legislation and recommendation which regulate and follow the implementation of the protection of birds from electric shock on the poles and the technical components of medium voltage lines.

There are also shown measures which are need to be applied on jobs planning and implementation of regular maintenance on poles and technical components of medium lines in order to prevent bird endangering, to ensure greater availability and reliability of the electricity distribution network drive and reduce the costs of regular maintenance.

**Key words:** bird protection, small animals, components of electrical power systems, transformer substations, insulation systems

## 1. UVOD

Energetika je jedan od sektora koji ima značajan utjecaj na biološku i krajobraznu raznolikost, stoga je gospodarenje i upravljanje u energetsom sektoru potrebno temeljiti na načelima očuvanja sastavnica biološke i krajobrazne raznolikosti s posebnim naglaskom na zaštićena područja, područja ekološke mreže. Isto tako potrebno je ugrađivati uvijete i mjere zaštite prirode te smjernice očuvanja ekološke mreže pri planiranju lokacija energetskih objekata u prostornim planovima.

Stradavanje ptica zbog strujnog udara (elektrokucija), danas za mnoge vrste ptica (orlove, rode, bjeloglave supove, ždralove, ušare, i dr.), predstavlja jedan od važnijih uzroka ugroženosti populacija. Da bi stradavanja ptica sveli na najmanju moguću mjeru kod planiranja i izvođenja zahvata izgradnje vodova srednjeg napona te njegove eksploatacije, potrebno je provoditi mjere za zaštitu ptica. Isto tako potrebno je i izbjegavati lociranje elektroenergetskih vodova srednjeg napona u nacionalno i regionalno značajnim staništima i koridorima sezonskih i dnevnih migracija ptica.

Na sedmom sastanku zemalja članica potpisnica Konvencije o zaštiti migratornih vrsta održanoj u Bonu 2000. godine usvojena je rezolucija koja se bavi ovom problematikom a koja obvezuje zemlje potpisnice Konvencije da poduzimaju različite mjere kako bi se stradavanje ptica zbog elektrokucije svelo na najmanju moguću razinu. Zakon o zaštiti prirode slijedom toga predviđa mjere zaštite ptica od strujnog udara. Stoga je vrlo važno da se pri planiranju izgradnje novih vodova rade kvalitetne studije utjecaja na okoliš, da se načine realne procjene negativnog učinka planiranog zahvata na ptičje populacije i da se ugrade mjere zaštite tamo gdje je to potrebno. O istim problemima potrebno je voditi računa i kod zamjene dotrajalih vodova s novima.

## 2. ZAKONSKA REGULATIVA

Zakon o zaštiti prirode (NN 70/05) i Zakon o izmjenama i dopunama zakona o zaštiti prirode (NN 139/08) članak 88. regulira problematiku zaštite ptica od strujnog udara. U članku se navodi da se stupovi i tehničke komponente sredjenaponskih vodova izvode na način da se ptice zaštite od strujnog udara, a za stupove i tehničke komponentama koji su izgrađeni prije stupanja na snagu ovoga Zakona i koji u visokom stupnju ugrožavaju ptice u roku od pet godina od dana stupanja na snagu ovoga Zakona moraju se provest nužne mjere radi zaštite ptica od strujnog udara.

Nadalje obveza zaštite ptica od elektrokucije proizlazi i iz Konvencije o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (Bernska konvencija) od 2000. godine koje je Republika Hrvatska stranka. U svrhu praćenja provedbe Preporuka Stalnog odbora Bernske konvencije br. 110(2004) o smanjivanju negativnih utjecaja nadzemnih vodova na ptice i male životinje na sredjenaponskim vodovima, Republika Hrvatska dužna je izvijestiti Tajništvo Konvencije o provedbi navedenih preporuka.

Odredbe ovog zakona i Bernske konvencije treba promatrati ne samo sa motrišta zaštite ptica i malih životinja nego i s motrišta pouzdanosti i raspoloživosti elektroenergetskih distribucijskih mreža, jer zbog kvara koji je nastao kao posljedica stradavanja ptica i malih životinja dolazi do zastoja u opskrbi električnom energijom većeg broja potrošača ovisno o broju potrošača koji se napajaju s dotičnog zračnog voda na kojemu je nastao kvar.

Budući da se stradavanje ptica i malih životinja događa i na stupnim transformatorskim stanicama TS 10(20)/0,4 kV i energetskim transformatorima velikih snaga i sabirničkim sustavima transformatorskih stanica 110/x kV i TS 30(35)/10(20) kV potrebno je u razmatranje zaštite ptica uvrstiti i ove elektroenergetske objekte i njihove tehničke komponente na kojima se događa stradavanje ptica i malih životinja [1].

Tragom ovih aktivnosti, 2004. godine Ministarstvo kulture i HEP sklopili su sporazum o provođenju mjera zaštite bijele rode (*Ciconia ciconia*), kojim HEP preuzima obvezu osiguranja povoljnih uvjeta za gniježđenje ove vrste na mjestima koja su u neposrednom dodiru sa sustavom za distribuciju električne energije.

Budući da se do danas još uvijek otvaraju mnoga pitanja vezana za konkretne korake u provođenju ovih zakonskih odredbi, kao što su definiranje teritorija u Republici Hrvatskoj i vrste ptica koje su u visokom stupnju ugrožene od elektroenergetskih vodova srednjeg napona i njihovih tehničkih komponenti, načina provođenja zaštite koja je ekološki najprihvatljivija kao i obavezi daljnjeg motrenja i održavanja izmještenih gnijezda bijelih roda i sličnih obaveza, nameće se potreba pisanja pravilnika koji bi regulirao sva sporna pitanja i sudionike u provođenju i nadzoru istih. Takav pristup prvotno je i bio definiran u Zakonu o zaštiti prirode od 23.10.2003. (N.N. br. 162/03), gdje je točka 4 tog članka glasila " (4) Način izvedbe stupova i tehničkih komponenti sredjenaponskih vodova, odnosno mjere zaštite ptica iz stavka 2. ovoga članka ministar će propisati pravilnikom uz suglasnost ministra nadležnog za energetiku".

### 3. PRAĆENJE POGONSKIH DOGAĐAJA

Praćenje pogonskih događaja, do uvođenja informacijskog sustava DISPO, vodilo se kroz Knjigu pogonski događaja na SN postrojenjima i Knjigu kvarova na NN postrojenjima.

Uvođenjem informacijskog sustava DISPO praćenje pogonskih događaja postaje jedinstveno i sveobuhvatnije.

Program DISPO informacijski je sustav namijenjen za analizu kvalitete električne energije prema kriteriju stalnosti opskrbe, odnosno pouzdanosti rada distribucijskog sustava.

Informacijskim sustavom integralno se sagledavaju pogonski događaji u distribucijskom sustavu od naponske razine 110 kV do 0,4 kV. Obuhvaćeni pogonski događaji su prisilni i planirani zastoji te zastoji po nalogu Opskrbe ili NDC-a, a koji traju dulje od tri minute.

Zastoji i kvarovi promatraju se kao tri tipa: A – planirani, B – prisilni i C – po nalogu.

Jedan od uzroka prisilnog zastoja je kvar. Najniže mjesto kvara je komponenta u sklopu promatrane jedinice. Jedinice i komponente dane su u šifarniku mjesta kvara. Uzroci kvarova dani su u šifarniku uzroka kvarova.

Da bi se praćenje pogonskih događaja nastalih zbog kvara kojega su prouzročile ptice i male životinje moglo dobro pratiti informacijski sustav DISPO dorađen je na način da se omogući i praćenje kratkotrajnih prisilnih zastoja i prolaznih zastoja s uspješnim APU-om. Dopunjen je šifarnik uzroka kvara što omogućuje da se iz zapisanih pogonskih događaja dobije izvješće o kvarovima čiji su mogući uzrok ptice i male životinje. Na taj način osiguravaju se korisne informacije za planiranje poslova redovnog održavanja i otklanjanja nedostataka na tehničkim komponentama.

### 4. EDUKACIJA DEŽURNIH RADNIKA U CENTRIMA UPRAVLJANJA I EKIPA INTERVENTNIH ELEKTROMONTERA NA TERENU

U slučajevima prisilnih zastoja, nakon pronalaženja kvara potrebno je da elektromonteri na terenu jednoznačno definiraju uzrok kvara i dežurnom dispečeru prenesu točan podatak o uzroku kvara kojega će onda on uz pomoć šifarnika unijeti u informacijski sustav DISPO.

Za zastoje prolaznog karaktera kada automatski ponovni uklop (APU) uspješno uključi vod, potrebno je osigurati nadzor na vodu uz pomoć dojavljivača kvarova lokalno ili daljinski upravljivih. Količinu i razmještaj dojavljivača potrebno je odrediti na temelju egzaktnih pokazatelja o broju prorada APU-a, odnosno mjestima češćih kvarova u koliko se oni ažurno vode ili na temelju iskustva.

Svjetlosni indikatori kvara posjeduju kriterij koji omogućuje pokazivanje prolaznih kvarova u trajanju od 24 sata (led dioda koja trajno svijetli). Na temelju prepoznatog dijela voda u kojem je bio uzrok prorade zaštite, dežurna ekipa će izvršiti pregled tehničkih komponenti koje češće nego druge otkazuju (dolaze u poziciju kvara) i po mogućnosti otkriti mjesto koje je bilo uzrok prorade APU-a.

Za takve slučajeve potrebno je dodatno educirati elektromontere na terenu kako bi posebnu pozornost posvetili mogućim prolaznim kvarovima koje uzrokuju ptice i male životinje, a najčešće su to:

- mjesta na uzemljenim stupovima naročito onima koji se nalaze uz šumarke i mjesta s mogućom hranom za ptice i male životinje,
- stupne transformatorske stanice gdje su zračni razmaci smanjeni i gdje postoji velika vjerojatnost da će nastati kvar uzrokovan stradavanjem ptica i malih životinja (potporni izolatori, postolje VN osigurača, iskrište elektroenergetskog transformatora, odvodnici prenapona, ...),
- mjesta na SN zračnim vodovima s nedovoljno zategnutim vodičima, gdje će u trenutku slijetanja i uzlijetanja većeg broja ptica, na vodiče dalekovoda, doći do približavanja vodiča i moguće prorade zaštite i automatskog ponovnog uklopa.

Dosadašnja saznanja govore da se u malom broju pogona organiziraju pregledi zračnih vodova nakon jednog ili manjeg broja prorada APU-a. Stoga se nakon učestalih pojava prorada APU-a na vodovima predlaže obavezan obilazak trase i utvrđivanje njihovog uzroka.

## 5. POSLOVI REDOVNOG ODRŽAVANJA SN ZRAČNIH MREŽA

U Pravilniku o održavanju elektrodistribucijskih objekata i postrojenja u dijelu koji se odnosi na preglede SN mreža i stupnih transformatorskih stanica potrebno je u tekstu pregleda dodati aktivnosti koje će osigurati prepoznavanje mogućih mjesta stradavanja ptica i malih životinja:

- kod uzemljenih stupova na zračnim vodovima i stupnih transformatorskih stanica potrebno je pregledati mjesto uz temelj stupa i transformatorske stanice te ustanoviti da li postoje ostaci uginulih ptica i malih životinja,
- na glavi stupa potrebno je pregledati da li su dovoljni zračni razmaci između uzemljenih dijelova stupa i dijelova koji su pod naponom kako ne bi došlo do strujnog udara na ptice i male životinje [1],
- na energetskom transformatoru potrebno je pregledati iskrište da li na njemu postoje tragovi stradavanja ptica i malih životinja, isto tako potrebno je izvršiti pregled i ostalih dijelova stupne transformatorske stanice naročito one komponente gdje imamo smanjene zračne razmake između uzemljenih dijelova i dijelova pod naponom (potporni izolatori, postolja VN osigurača, SN odvodnici prenapona,... [1] ).

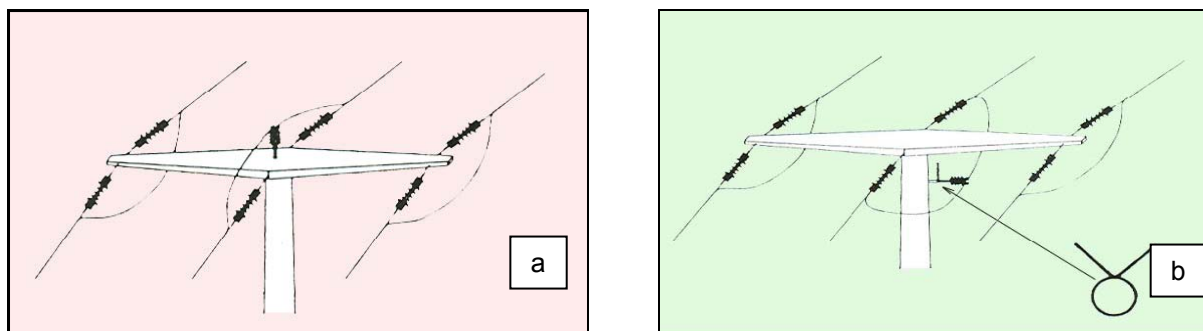
Za sve te aktivnosti predlaže se po potrebi dodatno educirati elektromontere na poslovima održavanja, kako je to opisano u prethodnoj točki.

## 6. POSLOVI PROJEKTIRANJA I NOVE IZGRADNJE

Već u samom projektnom zadatku potrebno je definirati da se stupovi i tehničke komponente srednjenaponskih vodova koji prolaze kroz područja s visokim stupnjem ugroženosti, izvode na način da se ptice zaštite od strujnog udara [1] - [4].

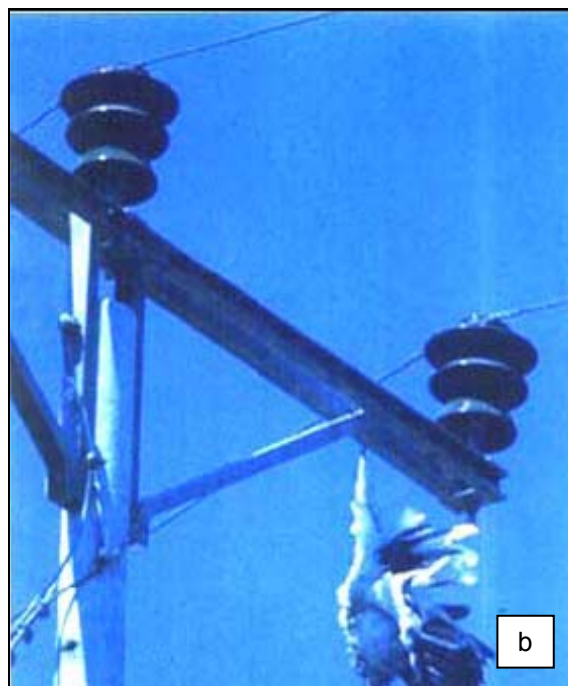
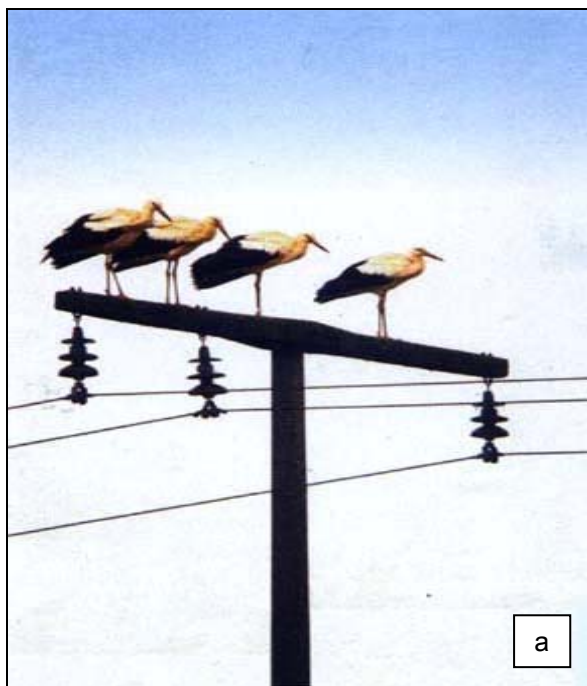
Često puta je prilikom izbora projektnih rješenja moguće izabrati rješenje koje je jednakovrijedno što se tiče troška i pravila struke, a da je glede zaštite ptica i malih životinja puno kvalitetnije. Navodimo nekoliko primjera:

- primjer postojećeg tipskog rješenja sa zateznim ovješanjem i vođenjem srednje faze iznad konzole, a što je moguće izvesti uz pomoć istog potpornog izolatora i ispod konzole uz malo prilagođenje pričvršćenja izolatora na stup (slika 1),



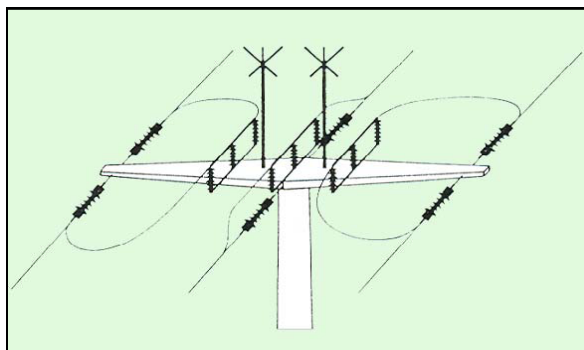
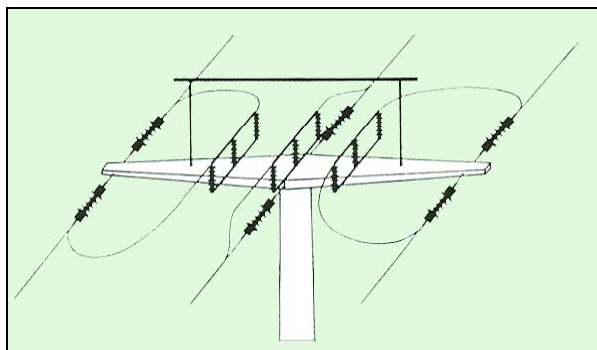
Slika 1 Prikaz rasterećenja vodiča, nesigurnog (a) i sigurnog (b) načina glede zaštite ptica

- primjer zavješanja SN vodiča na stupnim transformatorskim stanicama, često puta se susreće rješenje s dva potporna izolatora (sigurnosni vez) na vrhu transformatorske stanice za dvostruko zavješanje vodiča. Umjesto toga rješenja sigurnije je rješenje s dva štapna izolatora dovoljne dužine što će onemogućiti dodir ptice s dijelom vodiča koji je pod naponom kada ptica stane na vrh transformatorske stanice [1],
- Strujne mostove od zavješanja pa do odvodnika prenapona i spoja na VN stranu transformatora isto tako je moguće što kraćim i jednostavnijim putem dovesti a da se ptice što manje ugroze[1],
- Umjesto potpornih izolatora za nosno zavješanje iznad konzola moguće je koristiti štapne izolatore za nosno zavješanje ispod konzola slika 2,



Slika 2. Nosno zavješanje na linijskim stupovima, dobar (a) i loš (b) primjer zavješanja

- Na stupovima s linijskim rastavljačima pojavljuje se problem zaštite ptica s izolacijskim komponentama, jer radi svoje osnovne funkcije aktivni dijelovi rastavljača moraju biti vidljivi i dodatna izoliranja i rastavne izolacijske kape nisu prihvatljive. Na takvim mjestima je dovoljno predvidjeti postavljanje izolacijske prečke iznad linijskog rastavljača, ili ugradnju izolacijskih štapova u obliku andrijinog križa između polova rastavljača vertikalno na vrhu stupa, ili ugradnjom jednog "T" izolacijskog nosača isto kao i prečke za slijetanje ptica slika 3,



Slika 3. Prikaz dva rješenja zaštite za ptice kod linijskih rastavljača

Postoje i slučajevi kada se zaštita neće moći postići na do sada opisane načine već će biti potrebno provesti dodatno izoliranje. Takve slučajeve je potrebno prepoznati i njih primjenjivati u predjelima gdje obitava veći broj ptica i malih životinja i gdje je onda i veća mogućnost stradavanja istih. Do tih saznanja može se doći pregledom krajobraza gdje ćemo smjestiti naša postrojenja, kroz razgovor s tamošnjim udrugama za zaštitu prirode, lovačkim udrugama i samim stanovništvom koje je često puta dobro informirano.

Prilikom izbora sustava za djelomično izoliranje uz upotrebu zaštitnih pokrova i toploskupljajućih cijevi potrebno je voditi računa da su to atestirani elementi od materijala otpornog na klizne struje, UV zrake, eroziju i stvaranje tragova. Ugrađeni sustav mora imati izolacijsku razinu, koja će kod nastanka dozemnog spoja, odnosno povišenja napona vodič - zemlja zdravih faza na linijski napon, izdržati pogonskim zahtjevima.

U svakom slučaju potrebno je znati da se ti sustavi ne smiju tretirati kao zaštita od izravnog dodira, znači oni su samo u funkciji zaštite ptica i malih životinja od elektrokcije.

Predgotovljeni elementi kao što su zaštitne kape za izolatore na stupovima, rastavne izolacijske kape za provodne izolatore na transformatorima stupnih transformatorskih stanica, posebno oblikovane izolacijske rastavne kape za zatezne stezaljke vodiča i drugi izolacijski predgotovljeni elementi moraju sa svojim dimenzijama odgovarati točno dimenzijama tehničkih komponenti koju štite i moraju se lako montirati i demontirati u slučaju potrebe zamjene istih ili u slučajevima kvara.

Da bi smanjili mogući rizik od uzdužnog pucanja toploskupljajućih cijevi kod njihovog grijanja, uvijek je dobro odabrati veći promjer cijevi od ponuđenih dimenzija, što će rezultirati jačom debljinom stijenke a izgledati će i estetski bolje. Kod navlačenja većih duljina cijevi preko dijelova koji se štite, potrebno je paziti da se ne oštetiti unutrašnjost cijevi na oštrim rubovima ili na preostalim vrhovima vijaka na raznim spojevima.

Pored do sada opisanih pristupa sprječavanja elektroekucije postoje još neka vrlo efikasna rješenja, ali isto tako i vrlo skupa, a to su kod postojećih vodova zamjene golih vodiča s izoliranim vodičima ili "univerzalnim" kabelima, kod nove izgradnje donošenje odluke da se umjesto zračnih vodova grade kabelski vodovi. Jedan takav primjer imamo još od davne 1976. godine u njemačkom gradu Bergenhusenu kada su radi zaštite bijele rode svi zračni vodovi zamijenjeni kabelskim podzemnim vodovima.

## **7. PRAĆENJE PROVOĐENJA MJERA ZAŠTITE PTICA I MALIH ŽIVOTINJA OD STRUJNOG UDARA NA STUPOVIMA I TEHNIČKIM KOMPONENTAMA SN MREŽA**

Prilagođenjem informacijskog sustava DISPO, za potrebe zapisivanja kvarova koji su nastali kao posljedica stradanja ptica i malih životinja omogućeno je praćenje ovih uzroka i izrada izvješća.

Tako bi se na temelju praćenja i raščlambi moglo etapno pristupati izgradnji i postavljanju opreme i sredstava zaštite ptica i malih životinja od elektroekucije i sprečavanja prekida isporuke električne energije potrošačima.

Uz provođenje mjera zaštite i postavljanjem sigurnosnih sustava za zaštitu ptica i malih životinja na srednjenaponskim zračnim vodovima predlaže se vođenje evidencije o djelotvornosti upotrebljenih sustava za zaštitu ptica i malih životinja, a u suradnji s ornitolozima i ekolozima.

## **8. ZAKLJUČAK**

Do sada je u HEP Operatoru distribucijskog sustava d.o.o. na zaštiti postojećih komponenti elektroenergetskog sustava (srednjenaponski zračni vodovi, transformatorske stanice različitih prijenosnih omjera, rasklopna postrojenja, niskonaponske mreže-gnijezda bijelih roda) učinjen veliki broj projekata koji su pokazali da je zaštitu ptica i malih životinja i obrnuto zaštitu elektroenergetskih postrojenja od kvarova nastalih elektroekucijom ptica i životinja moguće uspješno i vrlo brzo provesti.

Za postizanje veće učinkovitosti u provođenju zakonskih odredbi predlaže se poboljšanje praćenja i prepoznavanja mjesta ugrožavanja ptica i malih životinja na srednjenaponskim zračnim vodovima i ostalim dijelovima elektroenergetske distribucijske mreže te veća briga o ekologiji i zaštiti okoline prilikom izgradnje, obnove i održavanja elektrodistribucijskih mreža.

## **LITERATURA**

- [1] Tomšić A., Vuković Ž., Zaštita ptica i malih životinja u elektroenergetskim distribucijskim mrežama – dosadašnja iskustva u DP"Elektroslavonija" Osijek – Pogon Đakovo, CIGRE Sedmo savjetovanje Cavtat 2005
- [2] Bošnjak J. – Vranić M., Prilog tipizaciji tehničkih rješenja za zaštitu ptica i malih životinja na srednjenaponskim elektroenergetskim postrojenjima, Ekologija 2005
- [3] Bern Convention, Recommendation No.110(2004) of the Committee on minimizing adverse effects of above-ground electricity transmission facilities (power lines) on birds
- [4] Tyco Electronics Energy Division d.o.o., Priručnik za ugradnju sustava za poboljšanje izolacije na SN i VN transformatorskim stanicama, 2004.