

Milan Zdilar
HEP-ODS d.o.o. Elektrodalmacija Split
milan.zdilar@hep.hr

Petar Pujić
HEP-ODS d.o.o. Elektrodalmacija Split
petar.pujic@hep.hr

Tonko Garma
Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Split
garma@fesb.hr

Dragan Mučić
HEP-ODS d.o.o. Elektrodalmacija Split
Dragan.mucic@hep.hr

OPASNOST OD NAPONA KORAKA KOD DOMAĆIH ŽIVOTINJA

SAŽETAK

U ovom referatu obradili smo negativno djelovanje električne struje na životinje i problem nedovoljne zaštite od previsokog napona dodira i koraka kroz slučaj stradavanja domaćih životinja uslijed kvara na električnom trošilu u staji nastradalih životinja.

U našem slučaju zaštita od indirektnog dodira sa pripadajućim uređajima za automatsko isklapanje napajanja sa pripadnim uzemljenjem nije uspješno zaštitila nastradale životinje jer nije izvršeno nulovanje električnog trošila koji je uslijed kvara uzrokovao opasni napon koraka.

Ključne riječi: napon koraka, nulovanje, TN sistem, uzemljenje,

STEP AND TOUCH VOLTAGE RISKS IN CASE OF DOMESTIC ANIMALS

SUMMARY

This paper reports the influence of the electricity in terms of the excessive step and touch voltages, particularly in case of domestic animals. The aforementioned issue is elaborated based on the recent case of the accident of the domestic animals due to the malfunction of the electrical machinery in the barn populated by these animals.

In this case, the indirect contact protection using devices for automatic disconnection of the power supply (including corresponding grounding) did not successfully protect the injured animals. It is our belief this happened due to fact that electrical appliances neutral point was not grounded, resulting in the dangerous step and touch voltages.

Key words: step voltage, neutral point grounding, TN system, grounding system

1. UVOD

U ovom članku obraditi ćemo problem zaštite od previsokog napona dodira i koraka ljudi i životinja kroz konkretan slučaj stradavanja domaćih životinja uslijed električnog udara do kojeg je došlo zbog kvara na električnom trošilu u staji nastradalih životinja. U našem slučaju zaštita od indirektnog dodira sa pripadajućim uređajima za automatsko isklapanje napajanja sa pripadnim uzemljenjem nije uspješno zaštitila nastradale životinje.

Prilikom gradnje zgrada, gospodarskih objekata potrebno je odgovarajućim mjerama pri projektiranju, izgradnji i održavanju zaštititi ljude i životinje. Zaštita je potrebna kod svakog dijela koji može u nekoj situaciji biti pod naponom te na taj način predstavljati potencijalnu opasnost za živa bića i provodi se između ostalog uzemljenjima električnih dijelova i zaštitom automatskim isključivanjem napajanja. [1]

Uzemljenje se izvodi da osigura sigurnost živih bića, u prvome redu ljudi ali i domaćih životinja, za vrijeme normalnog ili poremećenog stanja električnog sustava, te da zajamči sigurnost ljudi s obzirom na napone koji se u uzemljivačkim sustavima javljaju pri raznim strujama zemljospoja. Uređaj ili elektroenergetsko postrojenje ovisno o namjeni može biti uzemljeno na nekoliko načina. Dio uređaja ili elektroenergetskog postrojenja može biti dio strujnog kruga ili ne mora pripadati strujnom krugu, pa se ovisno o tome izvode različita uzemljenja: gromobransko uzemljenje, pogonsko (radno) uzemljenje, zaštitno uzemljenje i združeno uzemljenje. [2]

Zaštita automatskim isključivanjem napajanja temelji se na dva elementa, postojanje zatvorenog strujnog kruga, tzv. kruga petlje koji omogućava protjecanje struje kvara (oblik kruga petlje ovisi o sustavu uzemljenja TT, TN i IT mreže) i prekidanje struje kvara primjenom prikladnih zaštitnih uređaja u tako kratkim vremenima da ne dođe do ozljeđivanja živih bića koja bi bila izložena naponu dodira. [3]

Dopušteno trajanje napona dodira prema IEC 60364 normi (koja je preuzeta i kao Hrvatska norma) je dano u Tablici I. Ako postoji rizik da napon dodira U_c prelazi dozvoljeni napon U_L , vrijeme isključenja napona kvara mora biti ograničeno uporabom zaštitnih uređaja.

Tablica I. Maksimalno vrijeme napona dodira prema IEC 60364 standardu [4]

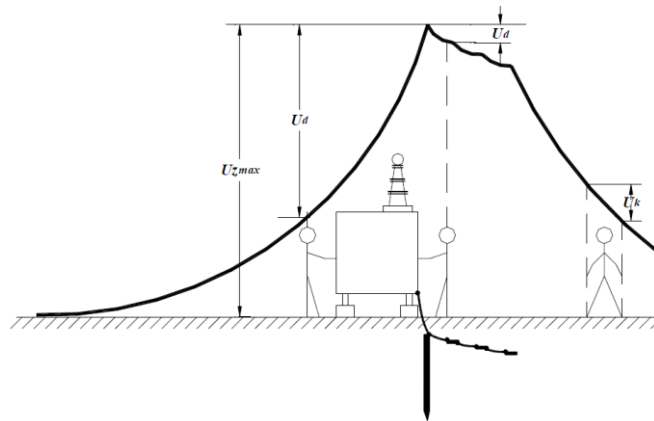
Suhi ili vlažni prostori i mjesta: $U_L \leq 50$ V											
Dozvoljeni napon (V)		< 50	50	75	90	120	150	220	280	350	500
Maksimalno vrijeme prekida zaštitnih uređaja (s)	AC	5	5	0,60	0,45	0,34	0,27	0,17	0,12	0,08	0,04
	DC	5	5	5	5	5	1	0,40	0,30	0,20	0,10
Vlažni prostori i mjesta: $U_L \leq 25$ V											
Dozvoljeni napon (V)		25	50	75	90	110	150	220	280		
Maksimalno vrijeme prekida zaštitnih uređaja (s)	AC	5	0,48	0,30	0,25	0,18	0,1	0,05	0,02		
	DC	5	5	2	0,80	0,50	0,25	0,06	0,02		

2. NAPON DODIRA I NAPON KORAKA

Nakon što uzemljivač obavi svoju funkciju i odvede struju jednopolnog kratkog spoja (zemljospojna struja) u zemlju mogu se pojaviti određeni problemi s gradijentom polja. Kod uzemljivača najveći otpor struji daju oni slojevi zemlje koji su najbliže uzemljivaču. Kako se struja širi, tj. kako presjek okolne zemlje postaje sve veći to je sve manji utjecaj otpora. Prelazi se neka granica utjecaja i ne uzima se u obzir udaljena zemlja. Čovjek ili domaća životinja mogu postati dio zatvorenog strujnog kruga dodiranjem dva mjesta koji su različitog potencijala, dodiranjem metalnog dijela uređaja koji se u slučaju kvara izolacije našao pod naponom, dodiranjem s jednim vodičem koji je pod naponom, dodiranjem s uzemljivačem (napon dodira) i kada dođe do napona koraka u trenutku kada struja prolazi kroz uzemljivač. [2]

2.1. Napon dodira

Slika 2.1. prikazuje raspodjelu potencijala oko uzemljivača. Krivulja B prikazuje raspodjelu potencijala oko uzemljivača. Sa x je predstavljena udaljenost od uzemljivača. Sa slike se može vidjeti kako se udaljavanjem od uzemljivača smanjuje potencijal.



Slika 2.1. Grafički prikaz napona dodira i koraka [2]. Značenje oznaka je slijedeće: U_{zmax} – maksimalni napon uzemljivača, U_d – napon dodira, U_k - napon koraka

Izraz 1 govori koliko bi iznosio dodirni napon ako bi čovjek dotaknuo dio postrojenja uzemljenog uzemljivačem kroz koji tada teče struja na udaljenosti od 1 m.

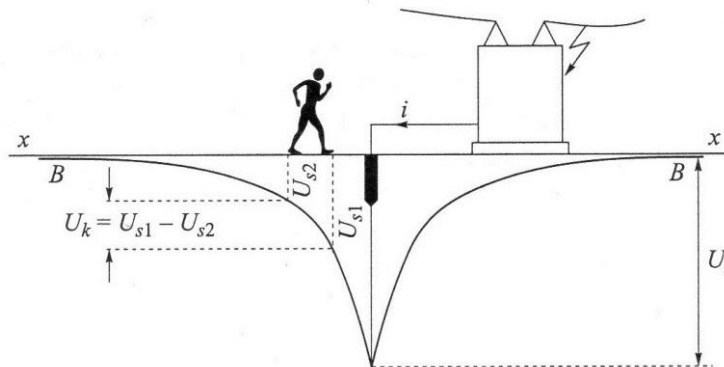
$$U_d = U_s - U_{s1} . \quad (1)$$

Gdje je:

- U_d - napon dodira,
- U_s - ukupni napon uzemljivača,
- U_{s1} - potencijal na udaljenosti 1m. [2]

2.2. Napon koraka

Slika 2.2. prikazuje kako dolazi do stvaranja napona koraka. Napon koraka predstavlja onu razliku potencijala koja se javlja između čovjekovih nogu kada on hoda u blizini uređaja ili postrojenja čiji uzemljivač provodi struju.



Slika 2.2. Raspodjela potencijala oko uzemljivača i napon koraka [2], gdje je U_{s1} – potencijal na mjestu stajanja lijeve noge, U_{s2} - potencijal na mjestu stajanja desne noge, B – gradijent potencijala uzemljivača, a x – promatrana dimenzija

Slično razmišljanje može se primijeniti u slučaju životinje, s tim da su duljine koraka drugačije obzirom na dimenzije životinje, način kretanja i sl. U izrazu 2. U_k je napon koraka koji je jednak razlici potencijala između lijeve noge i desne noge.

$$U_k = U_{s1} - U_{s2} . \quad (2)$$

Gdje je:

- U_k - napon koraka,
- U_{s1} - potencijal lijeve noge,
- U_{s2} - potencijal desne noge.

Napon koraka je veći što se osoba kreće bliže uzemljivaču, kao što se vidi iz krivulje gradijenta potencijala uzemljivača na sl. 2.2. Veličina napona dodira i koraka ovise o jakosti struje što teče kroz uzemljivač u zemlju, otporu rasprostiranja te o obliku krivulje raspodjele potencijala (gradijent polja). Oblik i razmak krivulja potencijala ovise o položaju, obliku i dimenzijama uzemljivača. [2]

3. DJELOVANJE ELEKTRIČNE STRUJE NA ČOVJEKOVO TIJELO

Djelovanje električne struje u slučajevima kada prolazi kroz ljudsko tijelo možemo podijeliti na toplinsko, kemijsko, biološko i mehaničko djelovanje. Kod toplinskog djelovanja tijelo se zagrijava, osobito na mjestu ulaza i izlaza struje iz tijela, do te mjere da nastaju teške vanjske i unutarnje ozljede. Kemijsko djelovanje se manifestira električkim rastvaranjem krvne plazme. Biološko djelovanje se očituje paralizom disanja, treperenjem srčanih klijetki i nepovoljnim utjecajem na živčani sustav. Prolaskom struje kroz tijelo dolazi do grčenja mišića što može izazvati kidanje krvnih žila, živaca, pa čak i lomova kostiju. [1]

Djelovanje u slučajevima kada električna struja ne prolazi kroz čovjekovo tijelo, ali se čovjek nalazi u blizini električnih postrojenja pod naponom možemo podijeliti na djelovanje električnim i magnetskim poljima i toplinskim zračenjem. Djelovanje električnim i magnetskim poljima izaziva stanovite promjene u stanicama, krvotoku, živčanom sustavu i slično, dok svjetlosno i toplinsko zračenje u neposrednoj blizini pojave električnog luka, stvara opekotine, odnosno ozljede očiju. [1]

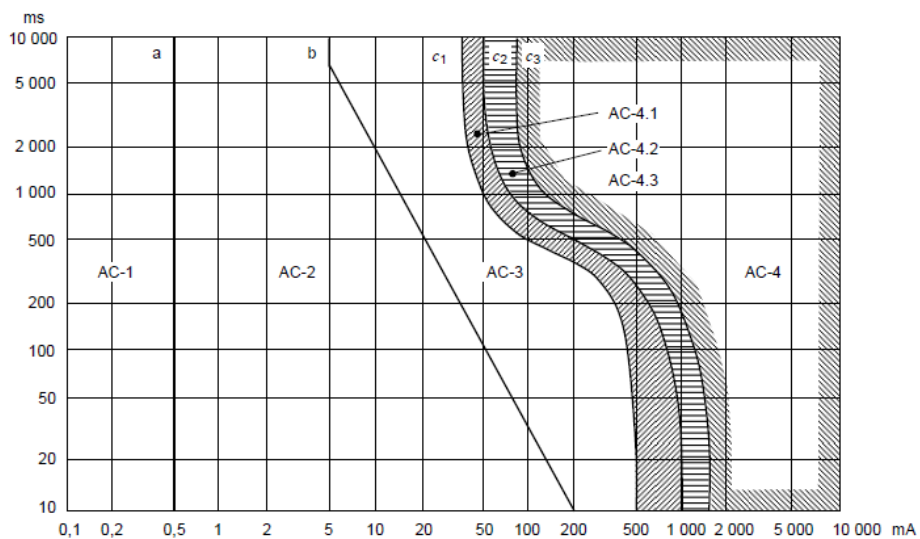
Posljedice djelovanja električne struje na čovjekovo tijelo mogu biti lakše ili teže prirode, a u najgorem slučaju nažalost i smrt. Čimbenici koji utječu na težinu povrede pri djelovanju električne struje na čovjekovo tijelo su jakost struje, vrijeme trajanja prolaza struje, putanja struje kroz tijelo, frekvencija izmjenične struje i individualne osobine čovjeka.

3.1. Jakost struje i trajanje prolaza struje kroz čovjekovo tijelo

Trenutačna jačina struje u vrijednosti i vremenu koji prolazi kroz ljudsko tijelo (posebno srce) je najvažniji aspekt zaštite od električne energije. Vrijednost impedancije tijela (čiji je važan dio otpornost kože) praktički se mijenja samo u skladu sa stanjem okoliša. Primjerice, ukoliko je relativna vlažnost u zraku povišena, povišena će biti i vlažnost kože.

U svakom je slučaju definiran sigurnosni napon (najveći prihvatljivi kontaktni napon u trajanju od najmanje 5 s) poznat je kao konvencionalni granični napon U_L u normi IEC 60479. [4]

Podaci o fiziološkom djelovanju električnih izmjeničnih struja različitih jakosti na čovjekovo tijelo dobiveni na temelju različitih ispitivanja te analiza ozljeda i smrtnih slučajeva (prolaz izmjenične struje frekvencije 50-60 Hz od jedne šake ka drugoj šaci ili od šake do stopala)



Slika 3.1. Djelovanje izmjenične električne struje na čovjekovo tijelo u ovisnosti od jačine struje i vremena trajanja dodira [1]. Definicija zona 1 do 4 dana je u tablici II.

Tablica II - Vremenske/strujne zone za AC od 15 Hz do 100 Hz za putanju od jedne ruke do stopala; [4]

Zone	Granice	Fiziološki učinci
1	Do 0.5 mA krivulja a	Moguća percepcija, početak osjeta
2	Od 0.5mA do krivulje b	Percepcija i nenamjerne mišićne kontrakcije su moguće, ali obično nemaju štetne električne fiziološke efekte
3	Od krivulje b i iznad	Snažne nenamjerne kontrakcije mišića. Teškoće pri disanju. Reverzibilne smetnje srčanih funkcija. Voljno odvajanje od dijela pod naponom možda nije moguće. Efekti rastu sa jačinom struje. Uobičajeno nikakvih organskih oštećenja ne bi trebali očekivati.
	iznad krivulje C ₁	Pato-fiziološki efekti se mogu dogoditi u vidu srčanih smetnji, smetnji dišnih putova i opekline i drugih staničnih oštećenja. Mogućnosti ventrikularne fibrilacije raste sa jačinom struje i vremenom izloženosti strujnom udaru.
4	C ₁ -C ₂	AC-4.1 vjerojatnost ventrikularne fibrilacije je do 5%
	C ₂ -C ₃	AC-4.2 vjerojatnost ventrikularne fibrilacije je do 50%
	Ispod krivulje C ₃	AC-4.3 vjerojatnost ventrikularne fibrilacije je iznad 50%

Prag percepcije je najmanja jakost struje koju osjeća osoba kroz koju protječe struja i ovisi o nekoliko parametara, kao što su područje tijela u kontaktu s elektrodom (područje kontakta), uvjeti dodira (suha ili vlažna koža, tlak, temperatura), kao i o individualnim fiziološkim karakteristikama pojedinca.

Prag reakcije ovisi o nekoliko parametara: koji dijelovi tijela su u kontaktu (područje kontakta), uvjeti dodira (suha ili vlažna koža, tlak, temperatura), kao i o individualnim fiziološkim karakteristikama pojedinca.

3.2. Faktor struje srca za različite putove struje

Proračun struje I_h koja protječe nekim drugim putem od referentnog puta "lijeva šaka – oba stopala", a koja predstavlja jednaku opasnost od fibrilacije srca kao struja I_{ref} koja teče referentnim putem "lijeva šaka – oba stopala", dana je izrazom (3).

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F} \quad (3)$$

Gdje je

- I_{ref} - struja kroz referentni put "lijeva šaka – oba stopala";
- I_h - struja kroz neki drugi određeni put;
- F - faktor struje srca za drugi određeni put. [1]

Za različite trenutne putove, u Tablici III dani su sljedeći faktori struje srca.

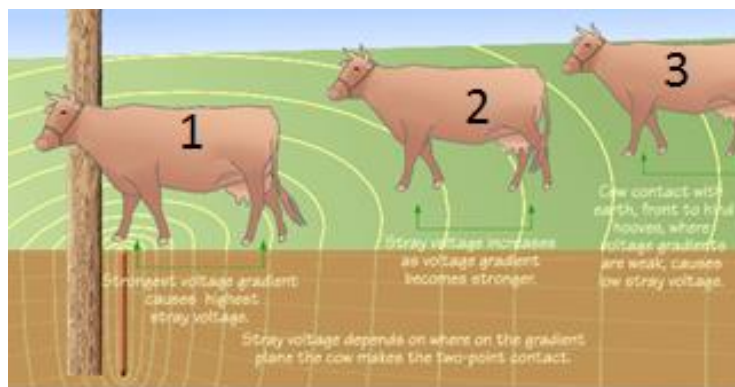
Put struje	Faktor struje srca
Lijeva ruka – lijevo stopalo, desno stopalo ili oba stopala	1,0
Obje ruke- oba stopala	1,0
Lijeva ruka – desna ruka	0,4
Desna ruka – desno stopalo, lijevo stopalo ili oba stopala	0,8
Leđa – desna ruka	0,3
Leđa – lijeva ruka	0,7
Prsa – desna ruka	1,3
Prsa – lijeva ruka	1,5
Stražnjica – lijeva ruka, desna ruka ili obje ruke	0,7
Lijevo stopalo-desno stopalo	0,04

4. NAPONI DODIRA I KORAKA KOD DOMAĆIH ŽIVOTINJA

Domaće životinje mogu biti izložene naponu dodira ili koraka na više različitih načina i na brojnim mjestima. Domaće životinje, kao i ljudi, ne osjećaju električne napone na način na koji osjećaju dodir, hladnoću, svjetlo, miris i sl. Ono što životinja osjeća je određena bol koja je posljedica struje koja teče kroz tijelo.[5]

Na slici 4.1 je prikazano kako tijelo krave može biti izloženo različitim naponima dodira i koraka, ovisno o tome koji su dijelovi tijela uključeni (desno prednje stopalo ulijevo, desno stražnje stopalo udesno, itd). Međutim, određivanje napona koraka može se pojednostaviti fokusiranjem na one situacije koje daju najveći napon koraka za kravu. U praksi se ovo svodi na mjerenja napona između najduljih od tipičnih udaljenosti koje krava može doseći (prednja lijeva – stražnja desna noga i obrnuto), za što se uzima iznos 1.5 m.

Napon koraka koji doživljava krava varira u ovisnosti o njenom kretanju. U realističnoj situaciji kakav je prikazana na slici 4.1 krave stoje na različitim mjestima ravnine gradijenta napona formirane na površini zemlje. Podsjetimo, ovaj gradijent posljedica je uzemljenja dalekovoda u temelju stupa.



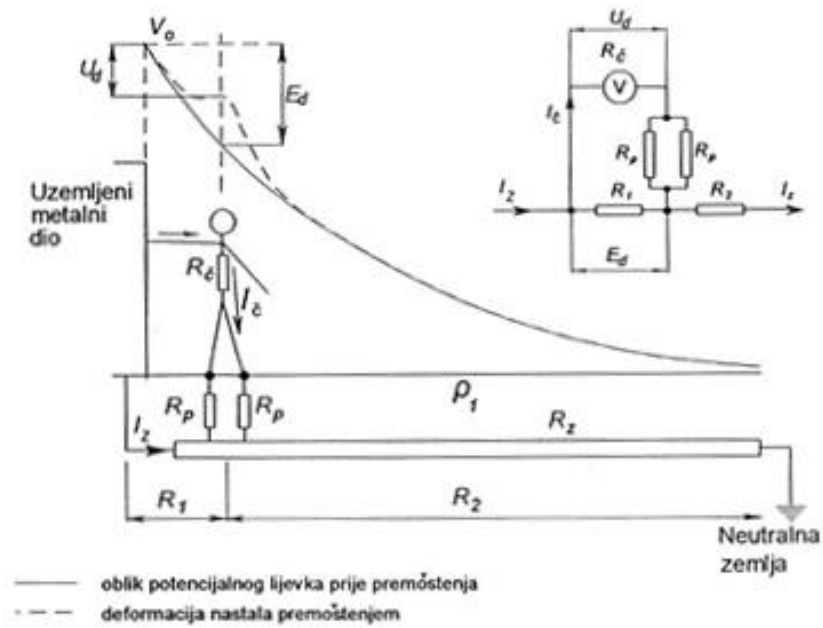
Slika 4.1. - Opasni naponi dodira (krava označena brojem 1) i koraka (sve 3 krave) za životinje u ovisnosti o gradijentu napona [5]

5. MJERENJE NAPONA DODIRA I KORAKA

Prema EN 50522 za mjerenje napona dodira mora se primijeniti U-I metoda. [1], [2] Napon dodira mora se odrediti uz uzimanje u obzir ljudskog tijela otpora 1 k Ω . Tijelo krave se razlikuje od tijela čovjeka. Prema [6], udio vode u tijelu krave, a time i otpor tijela, ovisi o okolišnoj temperaturi i relativnoj vlažnosti, proizvodnji mlijeka, itd. Za prosječni udio vode može se uzeti brojka od 75 %. S druge strane, za ljude postotak varira od 85 % kod novorođenčadi do 50-ak % kod starijih ljudi. Tijelo i udovi krave su većih dimenzija u usporedbi s čovjekom, što bi u kombinaciji s većim udjelom vode u tijelu te višestruko većim udjelom mlijeka za mliječne krave značilo da je opravdano uzeti manji nadomjesni otpor tijela. U mjerenjima opisanim u ovom članku, radilo se sa nadomjesnim otporom od 1 k Ω zato što egzaktni podatak o nadomjesnom otporu tijela krave nismo uspjeli pronaći. To bi značilo da su stvarni naponi koje krave „osjećaju“ niži od mjerenih.

Mjerna elektroda (mjerne elektrode) za simulaciju nogu moraju biti ukupne površine 400 cm² i moraju na tlo biti pritisnute ukupnom silom od najmanje 500 N. [2]

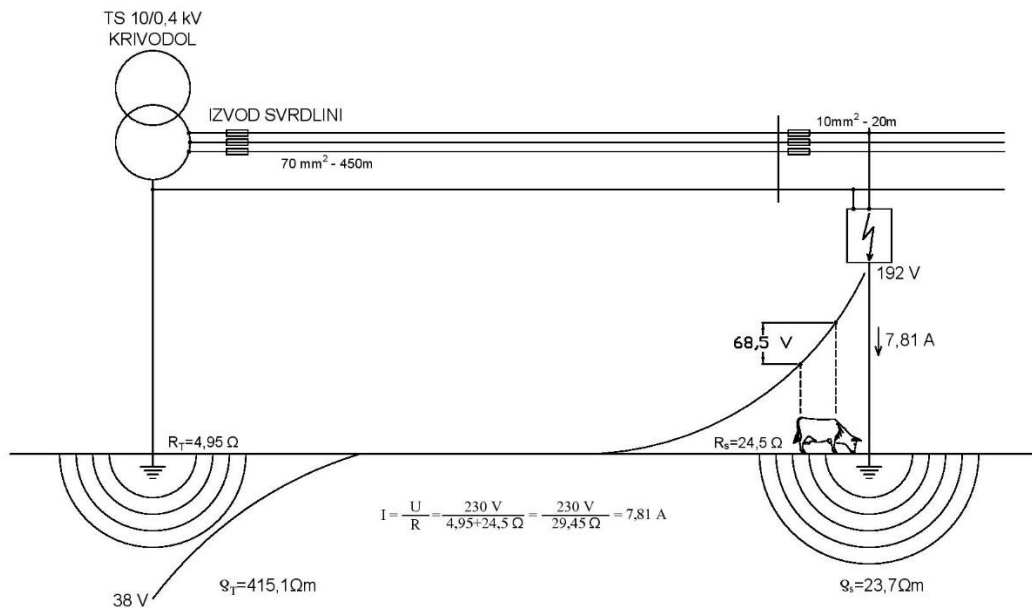
Ako nije potrebno uzeti u obzir dodatne zahtjeve, umjesto mjerne elektrode može se primijeniti sonda zabijena najmanje 20 cm u zemlju. Radi mjerenja napona dodira u nekom dijelu postrojenja elektroda se mora staviti na udaljenosti od 1 m od dostupnog dijela postrojenja, a u slučaju betona ili suhog tla elektroda se mora staviti na mokru krpu ili sloj vode. Šiljasta elektroda za simulaciju ruke mora moći pouzdano probiti prevlaku boje (ali ne i izolaciju). Jedna stezaljka voltmetra spoji se s elektrodom za simulaciju noge.



Sl. 5.1. Načelo mjerenja napona dodira (R_p - prijelazni otpor stopalo – stajalište, R_2 -otpor uzemljenja, I_z -struja uzemljivača, I_c -struja kroz tijelo, V_0 -potencijal uzemljivača)

6. OPIS KONKRETNOG DOGAĐAJA STRADAVANJA ŽIVOTINJA

Dana 09.09.2019, stradale su domaće životinje ispred staje u Krivodolu na području Imotske krajine. Izvidom na mjestu nesretnog događaja ustanovilo se da su tog jutra ispred staje kao posljedica strujnog udara, smrtno nastradala tri goveda i jedan jarac.



Slika 6.1. Shematski prikaz provedenih mjerenja

Prethodne noći tijekom jake grmljavine zbog prenapona došlo je do proboja bojlera u staji što je, zbog neispravno izvedene instalacije u staji (nije izvršeno nulovanje i nije izveden odgovarajući uzemljivački sustav), izazvalo protok struje preko bojlera i metalne vodovodne cijevi (koja je ujedno korištena kao dio uzemljenja) u zemlju. Uslijed toga, došlo je do napona koraka na površini zemlje u neposrednoj okolini vodovodne cijevi koji je ubio navedenu stoku ispred staje.

Pregledom instalacije ustanovljeno je da nije bilo provedeno spajanje neutralnog vodiča sa metalnom masom trošila (tzv „nulovanje“) zbog čega pri proboju bojlera nije došlo do isključenja osigurača. Otežavajuća okolnost pri tome je bila da je teren ispred štale bio od mokre razgažene zemlje što je poboljšalo vodljivost tla te smanjilo izolirajuće djelovanje životinjskih kopita/papaka. U konačnici, zbirni učinak je bio povećana brzina stradanja stoke. Nakon isključenja napona napajanja bojlera nestalo je i napona koraka.

Iz navedenog se može zaključiti da instalacija nije bila ispravno izvedena pa se nije mogla zatvoriti petlja koju čine priključno mjesto, fazni vodič, kućište bojlera i zaštitni vodič. Nije mogla poteći dovoljno velika struja kvara da osigurač reagira i prekine strujni krug u petlji kvara. Polazeći od pretpostavke da je osigurač pravilno dimenzioniran, isključenje bi se dogodilo dovoljno brzo pa životinje ne bi bile ugrožene.

Izmjeren je otpor uzemljenja i specifični otpor tla za TS 10/0.4 kV Krivodol 1 iz koje se napaja staja preko niskonaponskog izvoda Svrđlini. Mjerenje otpora uzemljenja je provedeno korištenjem standardne 3p metode, a specifičnog otpora tla u neposrednoj blizini predmetne stanice korištenjem četverovodne metode u Wenner-ovoj konfiguraciji. Dobiveni su rezultati otpora uzemljenja 4.95 Ω i specifičnog otpora tla 415.1 Ω m. Izvod Svrđlini koji napaja objekt izveden je nadzemnim samonosivim kabelom (elkaleksom) 4 x 70 mm² u duljini od 450 m. Izvod od razvodne ploče do štale izveden je elkaleksom 2 x 10 mm² u dulji od 20 m. Izmjeren je otpor uzemljenja staje od 24.5 Ω te specifični otpor tla od 23.7 Ω m.

Mjerenje napona koraka izvršeno je rekreiranjem kvara tako da je faza elkaleksa u staji uzemljena te krug uključen u režimu kontroliranog zemljospoja. Nakon što je izmjerena struja kvara (7.84 A), pristupilo se mjerenju napona koraka. Mjerenjem na samom ulazu u staju izmjeren je najveći napon koraka u iznosu od 45.7 V između dvije točke na razmaku od 1 m na površini zemlje (prema metodologiji opisanoj u poglavlju 5), odnosno 68.5 V na razmaku od 1.5 m (prema modelu životinje). Mjerenje je izvršeno korištenjem sonde izvedenih od čizama s metalnim potplatima te voltmetra i otpora 1 k Ω , kao što je obrazloženo u poglavlju 5.

7. ZAKLJUČAK

U ovom članku obradili smo problem zaštite od previsokog napona koraka domaćih životinja kroz konkretan slučaj stradanja domaćih životinja uslijed električnog udara do kojeg je došlo zbog kvara na električnom trošilu u staji nastradalih životinja.

U našem slučaju zaštita od indirektnog dodira sa pripadajućim uređajima za automatsko isklapanje napajanja sa pripadnim uzemljenjem nije uspješno zaštitila nastradale životinje jer nije izvršeno nulovanje (metalno kućište električnih trošila zaštitnim električnim vodičem nije spojeno s neutralnim vodičem) niti je napravljen odgovarajući uzemljivač. Tijekom grmljavine došlo je do proboja bojlera u staji što je, zbog neispravno izvedene instalacije u staji, izazvalo protok struje preko bojlera i metalne vodovodne cijevi u zemlju. To je bio direktan uzrok pojave, za stoku, smrtonosnog napona koraka na površini zemlje u neposrednoj okolini vodovodne cijevi.

Treba naglasiti važnost Faktor struje srca za različite putove struje. Kod čovjeka napon koraka ima vrlo mali Faktor struje srca za putanju lijevo stopalo-desno stopalo 0.04. Dok je kod domaćih životinja Faktor struje srca za istu putanju 1, što je 25 puta veće a time i opasnije za domaće životinje. Vjerojatno je i to razlog da se po novim pravilnicima više ne traži mjerenje napona koraka, nego samo napona dodira.

Zbog svega navedenog možemo zaključiti da je prilikom gradnje zgrada i gospodarskih objekata potrebno odgovarajućim mjerama pri projektiranju, izgradnji i održavanju zaštititi ljude i životinje da bi se izbjegli ovakvi nesretni događaji.

8. LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1kV, NN 105/10
- [2] MAJDANDŽIĆ, F., Uzemljivači i sustavi uzemljenja, Graphis, Zagreb, 2004.
- [3] Novinc, Ž., Elektrotehničke instalacije, Kigen, 2007
- [4] HRN IEC/TS 60479-1:2007 Učinci struje na ljude i domaće životinje -- 1. dio: Opća gledišta (IEC/TS 60479-1:2005)
- [5] <http://www.lanera.com/strayvoltage/strayvolt/sect4/index.html>, poveznica s Interneta, preuzeto na dan 21.2.2020.
- [6] Koska, S., Salajpal. K., Utjecaj visokih temperatura na metabolizam i reprodukciju krava, Stočarstvo, 66:2012 (3)