

N. Papić*

NESREĆE NA RADU UZROKOVANE UDAROM ELEKTRIČNE STRUJE

UDK 614.825
PRIMLJENO: 17.1.2017.
PRIHVAĆENO: 29.5.2017.

SAŽETAK: Električni udari (strujni udari) nisu tako česti uzroci nesreća i smrtnog stradavanja, ali se pojavljuju i kao takvi su predmet istraživanja kako vještaka za elektrotehnička vještačenja, tako i doktora, sudsko-medicinskog vještaka. Vještak za elektrotehniku, pregledom mjesta događaja nesreće, utvrđuje okolnosti i pronalazi tragove, te otkriva kvar na električnoj instalaciji ili uređaju koji je mogao dovesti do strujnog udara.

Doktor, pregledom osobe koja je doživjela strujni udar, zaključuje na temelju tragova na tijelu i dodatnih pregleda o uzroku ozljeda, odnosno u slučaju smrtnog stradavanja na temelju obdukcije, daje svoj nalaz i mišljenje o uzroku smrti.

U radu su opisane metode rada vještaka za elektrotehniku prilikom utvrđivanja tehničke ispravnosti električne instalacije i uređaja i pronalaženja kvarova na istima koji su mogli dovesti do strujnog udara. Opisano je više realnih slučajeva iz područja rada vještaka elektrotehničke struke, te su prikazani tragovi kod nesreća zbog strujnog udara kod visokog i niskog napona.

Na kraju je izvršena analiza prikazanih nesreća i navedeni su mogući uzroci koji su doveli do nesreća na radu.

Ključne riječi: nesreće na radu, strujni udar, vještačenja, elektrotehnička vještačenja, sudsko-medicinska vještačenja

UVOD

Nesreće koje se događaju zbog pojave opasnog dodirnog napona na električnoj instalaciji i električnim uređajima i dodira čovjeka s neispravnim dijelom instalacije ili kućištem uređaja mogu izazvati strujni udar koji može biti opasan za život i zdravlje čovjeka. Također se događaju i nesreće prilikom rada, većinom električara, na električnim instalacijama i postrojenjima.

Vještačenje uzroka nesreća provodi se pregledom i ispitivanjem električne instalacije i električnih uređaja u objektu i/ili postrojenju od

vještaka za elektrotehnička vještačenja. Također se vještače i izuzeti električni uređaji (aparati) koji se dostavljaju na vještačenje radi sumnje da su zbog kvara mogli dovesti do strujnog udara. U oba slučaja radi se o kombiniranom vještačenju za koje je pored elektrotehničkog vještačenja potrebno i sudsko-medicinsko vještačenje u vezi s ozljedom i uzrokom ozljeđivanja, odnosno smrti unesrećenog.

Elektrotehničkim vještačenjem utvrđuje se je li strujni udar nastao zbog tehničkog kvara i/ili nepravilnosti na električnoj instalaciji ili električnom uređaju, ili je isto posljedica nepravilnog korištenja električnih uređaja.

Do strujnog udara dolazi kada čovjek doirne metalni dio (kućište uređaja) koje je zbog

*Nenad Papić, dipl. ing. el., (npapic@mup.hr), samostalni vještak za tehnička vještačenja, Centar za forenzična ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“, MUP RH, Ilica 335, 10000 Zagreb.

oštećene ili neispravne izolacije poprimilo određeni napon prema zemlji i istovremeno dodiranjem drugog, uzemljenog dijela (na primjer vodovodne mreže, radijatora ili stajanjem dodiranjem s podlogom) zatvori strujni krug. Tada nastaje razlika potencijala koja uzrokuje protjecanje električne struje kroz tijelo. Strujni udar može imati i smrtnu posljedice.

Strujni udar može nastati direktnim (izravnim) dodiranjem s dijelovima pod naponom ili indirektnim (neizravnim) dodiranjem dijelova pod naponom kao posljedica kvara na izolaciji električnih uređaja.

Također do strujnog udara može doći približavanjem dijelovima pod visokim naponom.

Postupak utvrđivanja uzroka strujnog udara provodi se na sljedeći način: pronalazi se kvar na električnoj instalaciji ili električnom uređaju koji je mogao uzrokovati strujni udar ili se utvrđuju nepravilnosti koje su mogle dovesti do strujnog udara. Da bi se utvrdio uzrok strujnog udara, potrebno je pregledati mjesto događaja. Pregled električne instalacije i električnih uređaja zbog utvrđivanja kvara i/ili nedostataka na istima kao mogućeg uzroka strujnog udara izvodi se u beznaponskom stanju.

UTVRĐIVANJE ČINJENICA I PRIPREMA ZA RAD

Prije pregleda mjesta događaja trebaju se utvrditi sljedeće činjenice:

- mjesto i vrijeme događaja
- tko je nastradali i što je radio u vrijeme kad se dogodila nesreća
- ako se radi o smrtnom stradavanju, treba dobiti informacije o položaju tijela u trenutku pronalaska unesrećenog, te uvjetima okoline (suho ili mokro), vidljivim ozljedama na tijelu, te oštećenjima na odjeći i obući
- od očevidaca događaja treba dobiti informacije o vremenu zapažanja i opisu događaja

- tražiti na uvid i pregledati tehničku dokumentaciju (sheme električne instalacije ili postrojenja)
- ako se radi o izvođenju radova na električnoj instalaciji, tražiti na uvid i pregledati radni nalog i interne pravilnike ili upute za rad
- dobiti informacije o vrsti priključka objekta na niskonaponsku mrežu
- dobiti informacije kada i na koji način je isključeno napajanje objekta (ili postrojenja) električnom energijom
- dobiti informacije je li došlo do isključenja napajanja proradom zaštite
- dobiti informacije što je od električne instalacije i uređaja bilo u funkciji u trenutku događaja.

OSIGURANJE MJESTA RADA

Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom propisuje pet osnovnih pravila sigurnosti nazvanih „pet zlatnih pravila“ za siguran rad u beznaponskom stanju koja čine zaštitne mjere za osiguranje mjesta rada:

1. isključiti i odvojiti od napona
2. osigurati od slučajnog uključenja
3. utvrditi beznaponsko stanje
4. uzemljiti i kratko spojiti
5. ograditi mjesto rada od dijelova pod naponom (*Mileusnić, 1999.*).

Za osiguranje mjesta rada prije pregleda mjesta događaja zbog utvrđivanja uzroka strujnog udara treba učiniti sljedeće:

- Prije ulaska na mjesto događaja potrebno je utvrditi je li napajanje električnom energijom isključeno zbog sigurnosti ljudi prilikom kretanja i obavljanja pregleda mjesta događaja.
- Pregled priključka objekta na električnu mrežu i provjeru je li isti isključen s napajanja treba izvoditi samo uz pomoć djelatnika Elektre ili električara zaduženog za održavanje električne instalacije u objektu.

- Provjerom je potrebno sigurno utvrditi da je objekt isključen s mrežnog napajanja te osigurati da za vrijeme rada u objektu ne dođe do ponovnog uključanja električne energije u objektu ili u jednom dijelu objekta.
- Ako je potrebno izvršiti neke izmjene na električnoj instalaciji zbog osiguravanja nužnog napajanja na drugim dijelovima objekta (na primjer kod objekta s više stambenih jedinica i slično), navedeno trebaju prije pregleda mjesta događaja obaviti djelatnici Elektre.
- Kod pregleda visokonaponskih postrojenja treba raditi uz pomoć djelatnika Elektre ili radnika poduzeća zaduženih za održavanje postrojenja.
- Pregled postrojenja treba obavljati uz pomoć kvalificiranih zaposlenika koji dobro poznaju konkretno postrojenje.

PREGLED ELEKTRIČNE INSTALACIJE

Pregled električne instalacije i električnih uređaja zbog utvrđivanja kvara i/ili nedostataka na istima kao mogućeg uzroka strujnog udara izvodi se u beznaponskom stanju (*Papić, 2015.*). Rad u beznaponskom stanju je svaki rad na električnom postrojenju i instalaciji koji nisu pod naponom, a koji se može obavljati poslije provedbe svih mjera zaštite za sprečavanje električnih opasnosti bilo kojeg podrijetla (*Komen, 2017.*).

Pregled niskonaponskih električnih instalacija

Prije pregleda mjesta događaja treba isključiti napajanje električne instalacije i trošila u objektu (prostoriji) isključenjem zaštitne strujne sklopke (tzv. "FID-ovke") ili isklapanjem automatskih osigurača, odnosno vađenjem patrona (uložaka) rastalnih osigurača iz njihovih ležišta. Prije toga treba zatražiti od djelatnika Elektre da isključe napajanje na samom objektu vađenjem glavnih osigurača iz kućnog priključnog ormarića (tzv. "pancera").

Tek kada je provjereno da je isključeno napajanje električnom strujom, može se pristupiti pregledu mjesta događaja. Dodatno svaki puta

treba provjeriti ispitivačem napona da nema napona na pojedinom strujnom krugu (na primjer u priključnici).

Pregled mjesta događaja (tijela nastradalog ako se radi o smrtnoj ozljedi), obavlja se zbog utvrđivanja ima li na tijelu ozljeda koje su nastale zbog djelovanja električne energije (tzv. "biljezi"), odnosno termičkih oštećenja (ozljeda) na koži. Pregled nastradalog najprije bi trebao obaviti liječnik koji na temelju obdukcije daje svoje mišljenje o uzroku smrti (*Marcikić, 2007.*).

Mjesto događaja treba fotografirati u zatečenom stanju bez "diranja" (inventara, trošila, dijelova električne instalacije, položaja prekidača, razvodnih ormara sa zaštitnom sklopkom i osiguračima i drugoga).

Vizualno treba pregledati pojedine dijelove električne instalacije u prostoriji (prekidače i rasvjetna tijela, utičnice i priključena trošila te ostale dijelove, električne kabele i drugo) i pri tome fotografirati.

Dinamički dio očevida (pregled i ispitivanje električne instalacije i trošila) izvode stručne osobe elektrostruke (vještak elektrostruke uz pomoć električara).

Pregledom kućnog priključnog ormara individualnih objekata potrebno je utvrditi tehničke karakteristike i stanje glavnih osigurača.

Pregled razvodnih ormara u objektu izvodi se zbog utvrđivanja stanja zaštitnih uređaja (zaštitne strujne sklopke i osigurača). Pregled treba obavljati uz pomoć tehničke dokumentacije i/ili uz pomoć stanara (korisnika).

Vizualnim pregledom treba utvrditi sljedeće:

- mehanička oštećenja izolacije kabela i vodiča i tragove oštećenja na vodičima zbog preskoka ili kratkog spoja
- tragove oštećenja na mjestima spajanja i priključenja (spojevi, utičnice, razvodne kutije)
- je li uređaj bio priključen na električnu instalaciju te je li uređaj bio uključen odnosno je li radio

- tragove oštećenja na kućištu uređaja i tragove oštećenja na izolaciji priključnog kabela
- nakon demontaže kućišta uređaja detaljno pregledati unutrašnjost uređaja i utvrditi mjesto eventualnog kvara.

Pregled visokonaponskih postrojenja i električnih instalacija

Visokonaponska postrojenja treba pregledavati uz pomoć kvalificiranog zaposlenika koji najbolje poznaje postrojenje.

Prije pregleda treba uz pomoć zaposlenika provjeriti je li postrojenje u beznaponskom stanju.

Mjesto događaja treba fotografirati u zatečenom stanju (opće i bliže snimke položaja sklopki, rastavljača i ostale rasklopne opreme, te uočene tragove oštećenja na istima - termička i mehanička oštećenja zbog proboja izolacije te električnog luka).

REALNI SLUČAJEVI ELEKTRIČNIH UDARA KOD NISKO NAPONA

Prikazani su realni slučajevi strujnih udara koji su se dogodili prilikom rada na niskonaponskim instalacijama, odnosno prilikom rada uporabom električnih uređaja, a isti su bili predmet rada vještaka.

Strujni udar kod montaže svjetiljke

Prvi slučaj dogodio se električarima prilikom montaže svjetiljke na spušteni strop prostorije i to prije priključenja svjetiljke na električnu instalaciju (Papić, 2015.); (slika 1).

Poginuo je radnik koji je montirao kućište svjetiljke na metalnu konstrukciju spuštenog stropa stojeći prilikom rada na metalnim ljestvama.

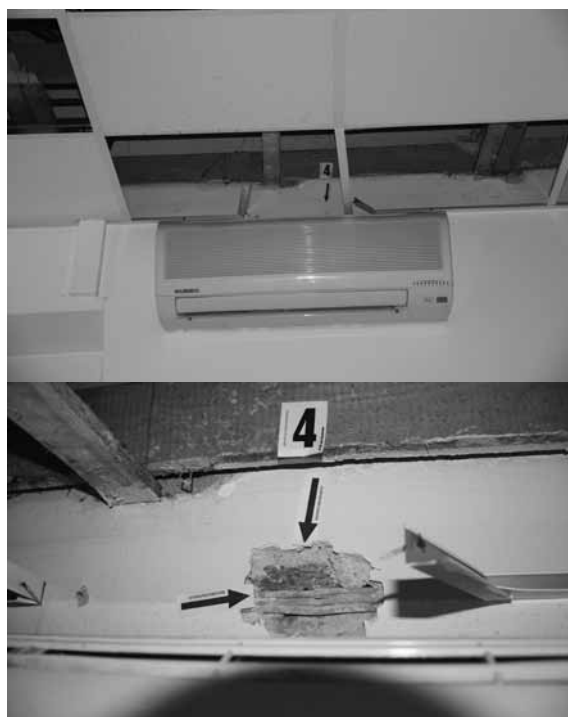
Pregledom i ispitivanjem električne instalacije u prostoriji vještak je utvrdio postojanje napona na metalnom kućištu svjetiljke. Vještak je došao do zaključka da je proboj napona nastao spojem metalne konstrukcije spuštenog stropa s

postojećom električnom instalacijom. Naknadno je utvrđeno mjesto gdje je došlo do oštećenja električnog kabela prilikom učvršćenja metalne konstrukcije spuštenog stropa na zidu prostorije (slika 2).



Slika 1. Mjesto događaja pri montaži svjetiljke na spušteni strop

Figure 1. Lamp installation site on a suspended ceiling

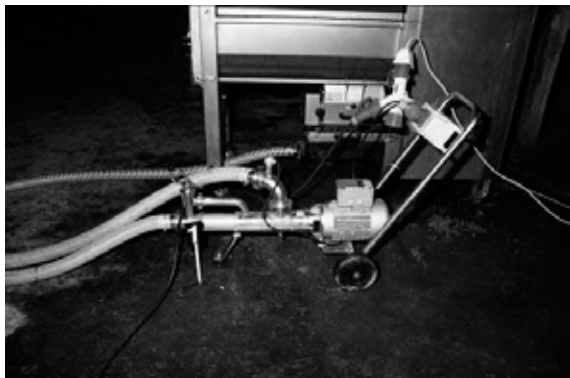


Slika 2. Mjesto kvara i oštećenje na električnoj instalaciji

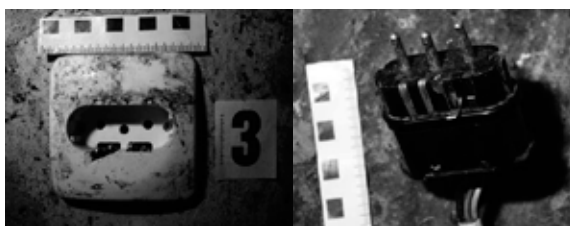
Figure 2. Malfunction site and damage on electrical installation

Pumpa za pretakanje tekućina

Drugi slučaj dogodio se prilikom rada pumpe za pretakanje mošta (*Papić, 2009.*), na način da je u vlažnim uvjetima došlo do proboja napona na priključnom kabelu koji nije imao ispravno priključen vodič za uzemljenje, što je u slučaju dodira moglo dovesti do električnog udara (slike 3 i 4).



Slika 3. Pumpa za pretakanje mošta
Figure 3. Grape must pump



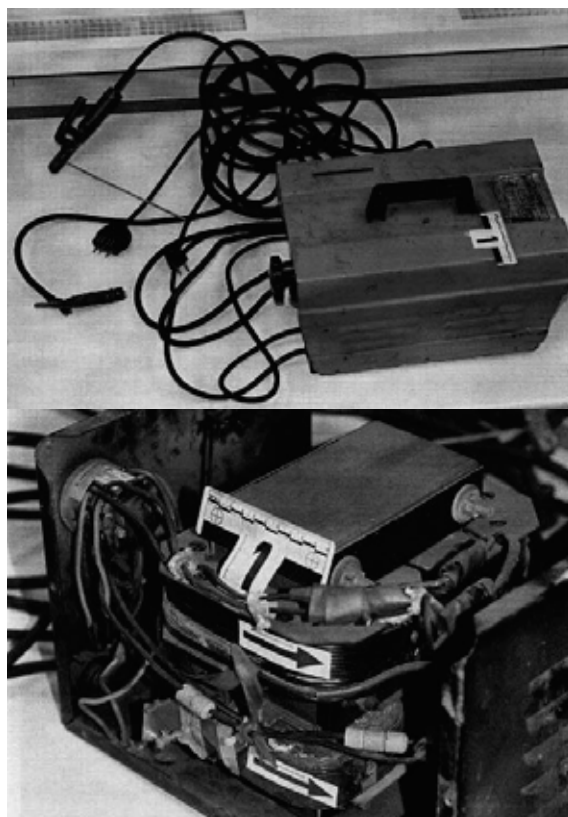
Slika 4. Utikač priključnog kabela pumpe i utičnica na koju je bio priključen
Figure 4. Pump connection cable plug and power socket

Vještak nije prisustvovao pregledu mjesta događaja, već je na vještačenje dobio pumpu i priključni kabel. Pregledom i ispitivanjem pumpe nije utvrđena neispravnost iste, ali je utvrđena neispravnost produžnog kabela kojim je pumpa bila priključena na električnu mrežu.

Aparat za zavarivanje

Treći slučaj dogodio se prilikom zavarivanja na način da je radnik na metalnoj konstrukciji doživio strujni udar preko aparata za zavarivanje (*Papić, 2005.*). Vještak je dobio aparat na vještačenje te je nakon rastavljanja utvrdio kvar na

transformatoru aparata koji je doveo do proboja izolacije i pojave napona na kućištu aparata (slika 5).



Slika 5. Aparat za zavarivanje i tragovi na transformatoru
Figure 5. Welding machine and traces on transformer

REALNI SLUČAJEVI ELEKTRIČNIH UDARA KOD VISOKOG NAPONA

Prikazana su dva slučaja električnih udara u trafostanicama i jedan slučaj nesreće koji se dogodio na gradilištu u blizini dalekovoda koji su bili predmet rada vještaka (*Papić, 2004., 2009., 2014.*).

Električar u trafostanici

Prvi slučaj dogodio se električaru koji je nepažnjom, odnosno uporabom neodgovarajućeg instrumenta doživio strujni udar u trafostanici, na sreću bez smrtne posljedice. Vjerojatno želeći izvršiti neko mjerenje u trafostanici, radnik je

koristeći mjerni instrument za niski napon preživio strujni udar zbog preskoka visokog napona kod približavanja dijelovima pod naponom. Na slikama 6 i 7 prikazana su oštećenja na rasklopnom postrojenju i instrumentu.



Slika 6. Znak upozorenja i tragovi na rasklopnom postrojenju

Figure 6. Warning sign and traces on switchgear



Slika 7. Tragovi na mjernom instrumentu

Figure 7. Traces on measuring instrument

Građevinski radnik u trafostanici

Drugi slučaj je, nažalost, završio tragično, a do strujnog udara je došlo kada je građevinski radnik neoprezno došao u blizinu visokog napona 6 kV u dio trafostanice koji je bio pod naponom. Nastradali nije radio u trafostanici i nije se trebao naći na mjestu gdje je došlo do preskoka visokog napona. Na slici 8 vide se tragovi na mjestu preskoka napona.



Slika 8. Tragovi na mjestu događaja u trafostanici

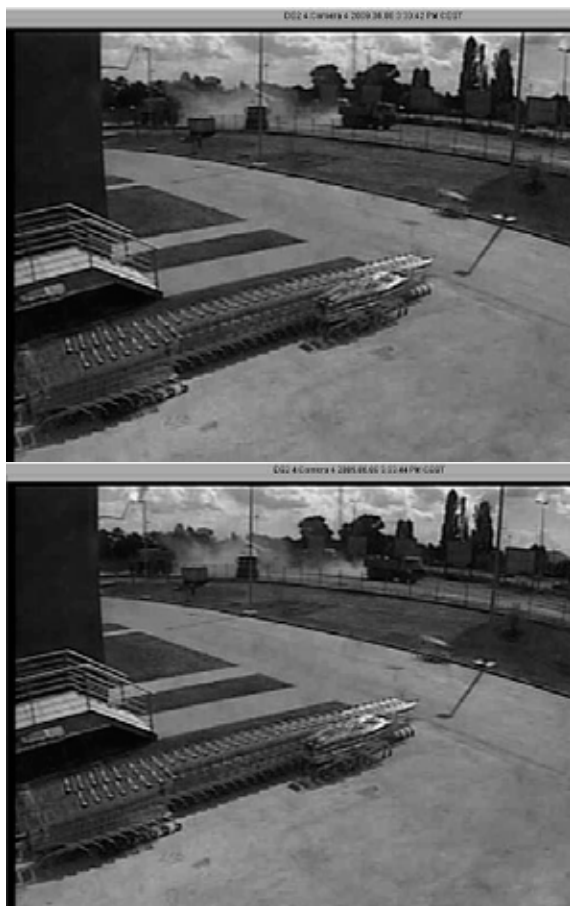
Figure 8. Traces found on the substation accident site

Preskok napona s dalekovoda 110 kV

Treći slučaj dogodio se na gradilištu kada je došlo do preskoka visokog napona s dalekovoda 110 kV koji prolazi iznad gradilišta, na kamion-pumpu prilikom manipulacije cjevovodom pumpe za beton. Kada se metalni dio zadnjeg elementa cjevovoda pumpe približio na udaljenost od vodiča dalekovoda tako da je električno polje između vodiča i cjevovoda prekoračilo probojnu vrijednost električnog polja za zrak, došlo je do proboja i preskoka visokog napona s dalekovoda na pumpu.

Kao posljedica preskoka visokog napona nije došlo do ozljeđivanja radnika koji je rukovao pumpom za beton, ali su nastala oštećenja na ogradi, te na električnoj instalaciji i uređajima tehničkog nadzora u obližnjem trgovačkom centru.

Događaj je zabilježen na videosnimkama nadzornih kamera, a kao posljedica događaja nastao je prekid opskrbe električnom energijom područja Zagreba koji je napajan preko dalekovoda.



Slika 9. Snimci nadzorne kamere prije i u trenutku preskoka napona s dalekovoda na pumpu za beton
Figure 9. Security camera footage before and during voltage flashover from power line to concrete pump

ANALIZA UZROKA NESREĆA ZBOG STRUJNIH UDARA

- Jedan od mogućih uzroka nesreća uzrokovanih strujnim udarom je nepoštovanje pravila sigurnosti prilikom rada na električnim postrojenjima i instalacijama, tzv. "pet zlatnih pravila". Da se električar prije početka radova u beznaponskom stanju držao pravila o isključivanju napajanja prije rada i utvrđivanju beznaponskog stanja, nesreća prilikom montaže lampe vjerojatno se mogla izbjeći.
- Drugi mogući uzrok nesreća je uporaba neispravne električne instalacije, što se i dogodilo prilikom rada pumpe, gdje je korišten neispravan produžni kabel, odnosno pumpa je priključena kabelom s neispravnim utikačem na utičnicu bez odgovarajuće mehaničke zaštite za vlažne uvjete rada.
- Treći slučaj nesreće primjer je kada više različitih nepravilnosti mogu dovesti do nesreće. Kvar na aparatu za zavarivanje nastao zbog starenja izolacije doveo je do proboja napona na sekundarnu stranu (strujni krug zavarivanja) i na masu, a kabeli na sekundarnoj strani su oštećeni tako da je bio moguć dodir vodiča pod naponom.
- Kod drugog i trećeg navedenog slučaja treba spomenuti i važnost periodičkog pregleda i ispitivanja radne opreme u rokovima koji ne mogu biti dulji od tri godine, koja se obavljaju zbog otkrivanja i otklanjanja nedostataka koji bi mogli ugroziti sigurnost i zdravlje radnika. Da su se izvršila navedena periodička ispitivanja prema Pravilniku o pregledu i ispitivanju radne opreme, velika je vjerojatnost da do nesreće ne bi došlo.
- Uzrok stradanja električara od visokog napona je nepravilan rad kada je isti zbog nepažnje koristio mjerni instrument za niski napon, umjesto odgovarajućeg indikatora napona za visoki napon 6 kV. Radove u postrojenjima visokog napona mogu obavljati samo osposobljene i stručne osobe, ali se najčešće događa da stradavaju iskusni električari koji postaju previše samouvjereni upravo zbog vlastitog iskustva, te dolazi do „ljudske pogreške“.
- Vjerojatni uzrok nesreće građevinskog radnika u trafostanici je nepoštovanje pravila da se radovi izvode u beznaponskom stanju, odnosno sprečavanje mogućnosti da se dođe u dodir s dijelovima pod naponom.
- Slučaj preskoka napona s dalekovoda 110 kV na cjevovod kamiona pumpe za beton dogodio se prilikom rada u blizini napona zbog približavanja dijelovima pod naponom na razmak manji od minimalno dopuštenog (zaštitni razmak manji od 2000 mm za 110 kV), odnosno kod građevinskih radova nije bila održana sigurnosna udaljenost veća od 3000 mm za 110 kV (Papić, 2016.).

- U navedenom i sličnim primjerima da ne bi došlo do nesreće kod građevinskih radova transportnim sredstvima u blizini dalekovoda isti se smiju obavljati bez posebnih zaštitnih mjera protiv dodira dijelova pod naponom ako su razmaci između primijenjenih sredstava rada i dijelova pod naponom veći od sigurnosne udaljenosti D_s prikazane u Tablici 1. Sigurnosne udaljenosti D_s propisane su Pravilnikom o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom.

Tablica 1. Sigurnosna udaljenost D_s **Table 1. Safety distance D_s**

Nazivni napon mreže (kV)	Sigurnosna udaljenost D_s (mm)
do 1,0	1000
od 1,0 do 35	2000
od 35 do 110	3000
od 110 do 220	4500
od 220 do 380	5500

ZAKLJUČAK

Pregled električne instalacije i električnih uređaja zbog utvrđivanja kvara i/ili nedostataka na njima kao mogućeg uzroka strujnog udara izvodi se u beznaponskom stanju.

Pregled i ispitivanje na mjestu događaja izvodi vještak za elektrotehnička vještačenja, kao i pregled i ispitivanje električnih uređaja za koje se sumnja da su svojom neispravnosću mogli uzrokovati električni udar.

Pregled nastradalog i utvrđivanje ozljeda i uzroka stradavanja obavlja liječnik, patolog ili vještak sudske medicine.

Vještačenje uzroka električnog udara je kombinirano vještačenje vještaka za elektrotehnička vještačenja i sudsko-medicinskog vještaka.

Poštovanje pravila struke, a u slučaju rada na električnim postrojenjima i instalacijama to su zaštitne mjere poznate kao "pet zlatnih pravila" za osiguranje mjesta rada, uz poštovanje uputa

za rad i svih mjera zaštite na radu te uporabe zaštitnih sredstava i osobne zaštitne opreme, pod uvjetom da su električne instalacije i postrojenja izvedena i održavana u ispravnom stanju, umnogome bi pridonijelo smanjenju nesreća na radu zbog električnog udara.

LITERATURA

Komen, V.: *Sigurnost u primjeni električne energije: 8. tehničke mjere sigurnosti kod radova na elektroenergetskim postrojenjima*, dostupno na: veleri.hr/...sigurnost.../SUPEE-POG-08. pristupljeno: 4.1.2017.

Marcikić, M., Dumenčić, B., Matuzalem, E., Čačinović, V.: *Electrocution, Three cases of high-voltage deaths, 16th Alps-Adria-Panonia Meeting on Forensic Medicine*, Debrecen, 2007.

Mileusnić, E.: *Mjere sigurnosti i zaštite na radu kod primjene električne energije*, ZIRS, Zagreb, 1999.

Papić, N.: *Zapisnici o vještačenju CFIV „Ivan Vučetić“*, Zagreb, 2003.-2016.

Papić, N.: *Tragovi na električnim instalacijama, Pregled električnih instalacija i utvrđivanje uzroka strujnog udara*, Policijska akademija (prezentacija za Tečaj za kriminalističke tehničare), Zagreb, 2015.

Papić, N.: *Elektrotehnička vještačenja*, CFIV „Ivan Vučetić“, prezentacija (2016.), dostupno na: <http://www.forenzika.hr/973.aspx>, pristupljeno: 4.1.2017.

Papić, N.: *Nesreće uzrokovane strujnim udarom, Zbornik radova 6. međunarodnog stručno-znanstvenog skupa „Zaštita na radu i zaštita zdravlja“ u Zadru*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2016., str. 969-974.

Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom, N.N., br. 88/12.

Pravilnik o pregledu i ispitivanju radne opreme, N.N., br. 16/16.

WORKPLACE ACCIDENTS CAUSED BY ELECTRIC SHOCK

SUMMARY: Even though electric shocks are not common causes of accidents and deaths, when they do happen they are investigated by electrical engineering experts and doctors or pathologists. An electrical engineering expert examines the accident scene, determines the circumstances of the accident, finds evidence and proceeds to identify the electrical installation or device malfunction that could have caused the electric shock. A medical doctor examines the person who has suffered an electric shock, drawing conclusions on the cause of injury based on body marks and additional examinations. In case of death, a pathologist gives his report on the cause of death based on the autopsy.

This paper describes the methods used by electrical engineering experts to determine the technical functionality of electrical installations and equipment in order to find defects that could lead to electric shock. Several real-life examples from electrical experts' experience are presented in the paper describing defects caused by low voltage and high voltage electric shocks.

In conclusion, an analysis of the reviewed examples is offered identifying the possible causes of these electric shock workplace accidents.

Key words: accidents, electric shock, forensic analysis, electrical engineering, forensic medicine

*Professional paper
Received: 2017-01-17
Accepted: 2017-05-29*