

Nesreće na gradilištima uzrokovane udarom električne struje

PRIPREMIO:
Nenad Papić

Opisane su metode rada vještaka za elektrotehniku prilikom utvrđivanja tehničke ispravnosti električne instalacije i uređaja te pronalazjenja kvarova koji su mogli dovesti do strujnog udara, osim toga prikazani su realni slučajevi nesreća na gradilištima uzrokovani strujnim udarima niskog i visokog napona koji su bili predmet rada vještaka elektrotehničke struke

Uvod

Nesreće koje se događaju uslijed pojave opasnog dodirnog napona na električnoj instalaciji i električnim uređajima i dodira čovjeka s neispravnim dijelom instalacije ili kućištem uređaja mogu dovesti do strujnog udara koji može biti opasan za život i zdravlje čovjeka.

Vještačenje uzroka nesreća provode vještaci za elektrotehnička vještačenja pregledom i ispitivanjem električne instalacije i električnih uređaja.

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

Do strujnog udara može doći direktnim (izravnim) dodiranjem dijelova pod naponom ili indirektnim (neizravnim) dodiranjem dijelova pod naponom kao posljedice kvara na izolaciji električnih uređaja. Također do strujnog udara može doći približavanjem dijelovima pod visokim naponom.

Opisan je rad vještaka prilikom utvrđivanja uzroka strujnog udara koji se sastoji u utvrđivanju svih relevantnih činjenica u vezi s nesrećom, osiguranju mjesta rada te pregledu mjesta događaja niskona-

ponskih električnih instalacija i visokona-
ponskih postrojenja.

Također je opisano nekoliko slučajeva nesreća uslijed strujnog udara na gradilištima koji su bili predmet rada vještaka.

Rad vještaka prilikom utvrđivanja uzroka strujnog udara

Utvrđivanje činjenica i priprema za rad

Prije pregleda mjesta događaja trebaju se utvrditi sve relevantne činjenice u vezi s nesretnim događajem, kao i sljedeće:

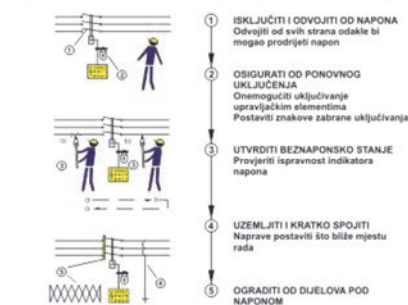
- ako se radi o smrtnom stradavanju, trebaju se dobiti informacije o položaju tijela u trenutku pronalaska unesrećenog o uvjetima okoline (suho ili mokro), vidljivim ozljedama na tijelu te o oštećenjima na odjeći i obući
- tražiti na uvid i pregledati tehničku dokumentaciju (sheme električne instalacije ili postrojenja)
- ako se radi o izvođenju radova na električnoj instalaciji treba tražiti na uvid i pregledati radni nalog i interne pravilnike ili upute za rad
- 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.

Osiguranje mjesta rada

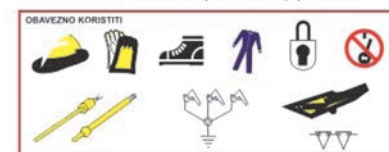
Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom propisuje pet osnovnih pravila sigurnosti nazvanih „pet zlatnih pravila“ za siguran rad u beznaponskom stanju koja čine zaštitne mjere za osiguranje mjesta rada, vidi sliku 1:

- isključiti i odvojiti od napona
- osigurati od slučajnog uključanja
- utvrditi beznaponsko stanje
- uzemljiti i kratko spojiti
- ograditi mjesto rada od dijelova pod naponom.

PET PRAVILA ZA OSIGURANJE MJESTA RADA NA ELEKTRIČNIM POSTROJENJIMA I INSTALACIJAMA



Na jednostavno napajanim strujnim krugovima niskog napona, izuzev nadzemnih vodova, ne treba uzemljivati i kratko spojati vodiče.



Slika 1. Pet pravila sigurnosti prilikom rada na električnim instalacijama i postrojenjima

Prema navedenim pravilima na jednostavno napajanim strujnim krugovima niskog napona (razvodnim postrojenjima i električnim instalacijama), izuzev nadzemnih vodova, ne treba uzemljivati i kratko spojati vodiče, te za rad najčešće treba primijeniti samo tri prva pravila za osiguranje mjesta rada:

- isključivanje i odvajanje od napona
- sprečavanje ponovnog uklopa
- utvrđivanje beznaponskog stanja.

Da bi se osiguralo mjesto rada prije pregleda mjesta događaja radi 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 on isključen s napajanja treba izvoditi samo uz nazočnost 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 uključivanja električne energije u objektu ili u jednom dijelu objekta.
- Ako su potrebne neke izmjene na električnoj instalaciji radi osiguravanja nužnog napajanja na drugim dijelovima objekta (na primjer kod objekta s više stambenih jedinica ili dijelu postrojenja), to trebaju prije pregleda mjesta događaja obaviti djelatnici Elektre ili električari zaduženi za održavanje postrojenja.
- Pregled visokonaponskih postrojenja trebaju obavljati djelatnici Elektre ili radnici poduzeća zaduženi za održavanje postrojenja.
- Pregled postrojenja trebaju obavljati kvalificirani zaposlenici koji dobro poznaju konkretno postrojenje.

Pregled električne instalacije

Pregled električne instalacije i električnih uređaja radi utvrđivanja njihova kvara ili neispravnosti kao mogućeg uzroka strujnog udara izvodi se u beznaponskom stanju. 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.

Pregled mjesta događaja kod niskonaponskih električnih instalacija

Prije pregleda mjesta događaja treba isključiti napajanje električne instalacije i trošila u objektu (prostoriji).

Pregled mjesta događaja (tijela nastradalog ako se radi o smrtnoj ozljedi) obavlja se radi 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.

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).

Dinamički dio očevida (pregled i ispitivanje električne instalacije i trošila) izvode stručne osobe (vještak elektrostruke uz pomoć električara). Vizualnim pregledom treba utvrditi sljedeće:

- mehanička oštećenja izolacije kabela i vodiča te 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 mogućega kvara.

Pregled mjesta događaja kod visokonaponskih postrojenja

Visokonaponska postrojenja treba pregledavati kvalificirani stručnjak koji najbolje poznaje postrojenje.

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

Mjesto događaja treba fotografirati u zatečenom stanju (opće i bliže snimke položaja sklopki, rastavljača i ostale rasklo-

pne opreme te uočene tragove oštećenja na njima – termička i mehanička oštećenja zbog proboja izolacije te električnog luka).

Realni slučajevi električnih udara na gradilištima

Prikazani su realni slučajevi nesreće na gradilištu tijekom rukovanja dizalicom te smrtno stradavanje radnika prilikom izvođenja građevinskih radova u blizini dalekovoda koji su bili predmet rada vještaka Centra za forenzična ispitivanja, istraživanja i vještačenja "Ivan Vučetić", (CFIIV "Ivan Vučetić").

Nesreća na gradilištu tijekom rukovanja dizalicom

Nesreća na radu dogodila se prilikom rukovanja građevinskom dizalicom u krugu gradilišta industrijskog objekta, slika 2. Do nesreće je došlo prilikom podizanja građevnog materijala na gornju etažu objekta, na način da se nastradali radnik stojeći na metalnoj skeli popođenoj daskama rukom uhvatio za metalnu cijev nosača na kojemu je stajala dizalica, te je u tom trenutku došlo do strujnog udara.



Slika 2. Nosač dizalice na gradilištu

Na temelju pregleda i ispitivanja električne instalacije na gradilištu (razvod-

nog ormara i produžnih električnih kabela) te dizalice zaključeno je da je na priključnoj električnoj instalaciji dizalice došlo do kratkog spoja, najvjerojatnije zbog spajanja oštećenog produžnog kabela s metalnim dijelovima ograde skele ili postolja dizalice. Prilikom spajanja oštećenog dijela kabela s metalnim dijelovima ograde skele ili postolja dizalice ti su dijelovi došli pod napon te je njihovim dodirnom moglo doći do strujnog udara i ozljeđivanja radnika.

Nesreća tijekom izvođenja građevinskih radova u blizini dalekovoda

Do nesreće na radu sa smrtnom posljedicom došlo je na gradilištu prilikom postavljanja čelične armature u oplatu betonskog zida na način da je radnik armaturom vjerojatno dodirnuo vodič dalekovoda visokog napona 110 kV koji se nalazio u blizini gradilišta na visini oko 7,5 m od zemlje, slike 3. do 5.

Rad se odvijao na način da je nakon što je postavljena oplata s obje strane zida



Slika 5. Oplata sa jedne i druge strane betonskog zida

do visine otprilike 3,5 metara, s gornje strane je postavljena armatura visine oko 6 metara.

Da se radilo na pravilan način, nakon postavljanja oplata s jedne strane zida, trebalo je postaviti armaturu, a zatim

oplatu s druge strane zida. U tom slučaju ne bi bilo potrebno isključivati napajanje dalekovoda.

Do strujnog udara je vjerojatno došlo tako što je nastradali radnik, stojeći na zidu, na visini oko 3,5 metara, prilikom podizanja čelične armature duljine oko 6 metara, jednim njenim krajem došao u blizinu ili je dodirnuo vod dalekovoda visokog napona 110 kV, koji se nalazio iznad zida na visini oko 7,5 metara od zemlje, pri čemu je došlo do proboja u obli-



ku električnog luka preko tijela nastradalog, koji je vjerojatno drugim krajem armature dodirnuo limeni oluk na krovu skladišta koji se nalazio u neposrednoj blizini.

Zaključak

Prilikom pregleda mjesta događaja za koje se sumnja da je došlo do električnog udara, prije ulaska vještaka na mjesto događaja, mora biti isključeno napajanje električnom energijom. Vještačenje uzroka električnog udara je kombinirano vještačenje vještaka za elektrotehnička vještačenja i sudskomedicinskog vještaka.

Pregled i ispitivanje na mjestu događaja nesreće izvodi vještak za elektrotehnička vještačenja, kao i pregled i ispitivanje električnih uređaja za koje se sumnja da su svojom neispravnosću mogli prouzročiti električni udar. Pregled električne instalacije i električnih uređaja na mjestu događaja radi utvrđivanja kvara ili neispravnosti na njima kao mogućeg uzroka strujnog udara izvodi se u beznaponskom stanju.

Pošujući pravila struke, a u slučaju rada na električnim postrojenjima i instalacijama to su zaštitne mjere poznate kao "pet zlatnih pravila" za osiguranje mjesta rada te uzimajući u obzir upute za rad i sve mjere zaštite na radu uz uporabu zaštitnih sredstava i osobnu zaštitnu opre-



Slika 3. Betonski zid na gradilištu u blizini vodiča dalekovoda



Slika 4. Čelična armatura pripremljena za ulaganje u oplatu betonskog zida

mu, umnogome bi pridonijelo smanjenju nesreća na radu zbog električnog udara. Opisana su dva realna slučaja strujnih udara na gradilištu, koji su bili predmet rada vještaka, te su prikazane okolnosti u kojima je došlo do nesreća na radu i provedena analiza mogućih uzroka nesreća.

Izvori

- [1] Komen, V.: "Sigurnost u primjeni električne energije: 8. Tehničke mjere sigurnosti kod radova na elektroenergetskim postrojenjima"
- [2] Mileusnić, E.: "Mjere sigurnosti i zaštite na radu kod primjene električne energije", ZIRS, Zagreb, 1999.
- [3] Mileusnić, E.: "Zaštita na gradilištima od udara električne struje", GRAĐEVINAR, 58 (2006) 11, pp. 909-916.
- [4] Papić, N.: Zapisnici o vještačenju i fotografije s očevida, CFIV "Ivan Vučetić", 2003. - 2016.
- [5] Papić, N.: "Tragovi na električnim instalacijama, Pregled električnih instalacija i utvrđivanje uzroka strujnog udara", Policijska akademija (prezentacija za Tečaj za kriminalističke tehničare), Zagreb, 2015. i 2017.
- [6] Papić, N.: "Elektrotehnička vještačenja", CFIV Ivan Vučetić, prezentacija (2016.), <http://www.forenzika.hr/973.aspx>
- [7] Papić, N.: "Nesreće uzrokovane strujnim udarom", Zbornik radova 6. međunarodnog stručno-znanstvenog skupa „Zaštita na radu i zaštita zdravlja“ u Zadru, Veleučilište u Karlovcu, pp. 969-974, 2016.
- [8] Papić, N.: Nesreće na radu uzrokovane udarom električne struje, SIGURNOST, 59 (2017) 3, pp. 245-253.
- [9] Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom, N.N., br. 88/12.