
Deo I – Uzroci nastanka požara

Električna struja kao uzrok požara

Električna struja kao uzrok požara

Statistički podaci o mestu nastanka kvara na električnim instalacijama čija je posledica bio nastanak požara obuhvataju sledeća mesta:

- kvarovi na provodnicima koji su ugrađeni u objekat (preko 33%),
- kablovi i utikači (blizu 20%)
- sijalice i razni izvori svetlosti (blizu 20%)
- prekidači, produžni kablovi i utičnice (preko 10%)
- osigurači, glavni prekidači, razvodne table (oko 5%)
- merni uređaji i njihova kućišta
- energetske transformatori
- ostala mesta u okviru električnog razvoda

Statistički podaci (11 evropskih zemalja) takođe pokazuju da se broj požara kao posledica kvara na električnim instalacijama u poslednjih deset godina povećao za 25%, dok je za isti period broj požara izazvan drugim uzrocima porastao za 5%.

Električna struja kao uzrok požara

Svakoj vrednosti električne struje odgovara određeni porast temperature koji mora biti ograničen, tj. temperatura ne sme dostizati tačku paljenja izolacije, okolnih predmeta i materijala. Materijali u neposrednoj blizini mogu da budu različiti: izolacija, konstruktivni elementi zgrade, bilo koje druge zapaljive i eksplozivne materije.

Najčešći uzroci paljenja koji su povezani sa električnom strujom:

- **pregrevanje električnih provodnika, namotaja i drugih uređaja kroz koje protiče električna struja,**
- **kratak spoj**
- **veliki prelazni otpor**
- **varničenje i električni luk**
- **kvarovi na elektrotermičkim uređajima**

Električna struja kao uzrok požara - pregrevanje

Električna struja pri prolazu kroz provodnik, ili prilikom korišćenja u mašinama i uređajima, delom se pretvara u toplotnu energiju. Svakoј vrednosti električne struje odgovara određeni porast temperature koji može da dovede do oštećenja izolacije i time do izazivanja požara.

U skladu sa Džul-Lencovim zakonom, količina toplote $Q[J]$ koju električna struja razvija u provodniku proporcionalna je kvadratu jačine struje $I[A]$, otporu provodnika $R[\Omega]$ i vremenu proticanja struje $T[s]$:

$$Q(t) = I^2 R T$$

Zbog toga, prolaskom struje dolazi do pregrevanja provodnika što prouzrokuje zagrevanje i paljenje izolacije. Nastalo preopterećenje najviše utiče na kontakte i na spojeve provodnika, posebno ako nisu pravilno izvedeni, pa do paljenja izolacije dolazi baš na tim mestima.

Električna struja kao uzrok požara - pregrevanje

Većina evropskih i nacionalni propis predviđa da je porast temperature za električne provodnike ne sme biti veći od 25 °C u odnosu na temperaturu ambijenta. Gumena izolacija na temperaturi preko 65 °C dehidrira, gubi elastičnost i puca što ima za posledicu da otpor izolacije naglo opada i dolazi do kratkog spoja.

Česti su slučajevi preopterećenja provodnika u domaćinstvima gde je električna instalacija dimenzionisana za mali broj potrošača što je uslovilo izbor provodnika malog poprečnog preseka. Vremenom su se domaćinstva opremila sa potrošačima velike snage, instalacija nije rekonstruisana, što ima za posledicu pregrevanje provodnika i izbijanje požara.

Presek provodnika [mm ²]	Dozvoljena struja [A]	
	za bakar	za aluminijum
1.0	12	-
1.5	16	-
2.5	21	16
4.0	27	21
6.0	35	27
10.0	48	38
16.0	85	51
25.0	88	69

Električna struja kao uzrok požara - pregrevanje

Do pregrevanja provodnika može doći i pri normalnim strujnim opterećenjima, pod uslovom da je na neki način sprečeno odvođenje toplote. Bilo kakvo sprečavanje oslobađanja toplote u okolni ambijent, prekrivanjem izolacije robom ili različitim materijalima koji mogu da stvore neki oblik spoljne toplotne izolacije, a što je često slučaj u poslovnim objektima, može izazvati paljenje energetskog kablova čak i u uslovima normalnog strujnog opterećenja. Za ekspertizu je važan i podatak da li se osećao specifičan miris gume koji se razvija prilikom pregrevanja izolacije.

U praksi se najčešće pale nekvalitetni i preopterećeni produžni kablovi.



Električna struja kao uzrok požara - pregrevanje

Najveće dozvoljene temperature za različite tipove izolacije

Tip izolacije	Najveća dozvoljena temperatura
PVC i prirodna guma	70 °C na provodniku
Umreženi polietilen i etil-propilen	90 °C na provodniku
Mineralna (sa PVC omotačem ili metalnim plaštom kada se kablovi dodiruju)	70 °C na omotaču
Mineralna (sa metalnim plaštom kada se kablovi ne dodiruju)	70 °C na provodniku

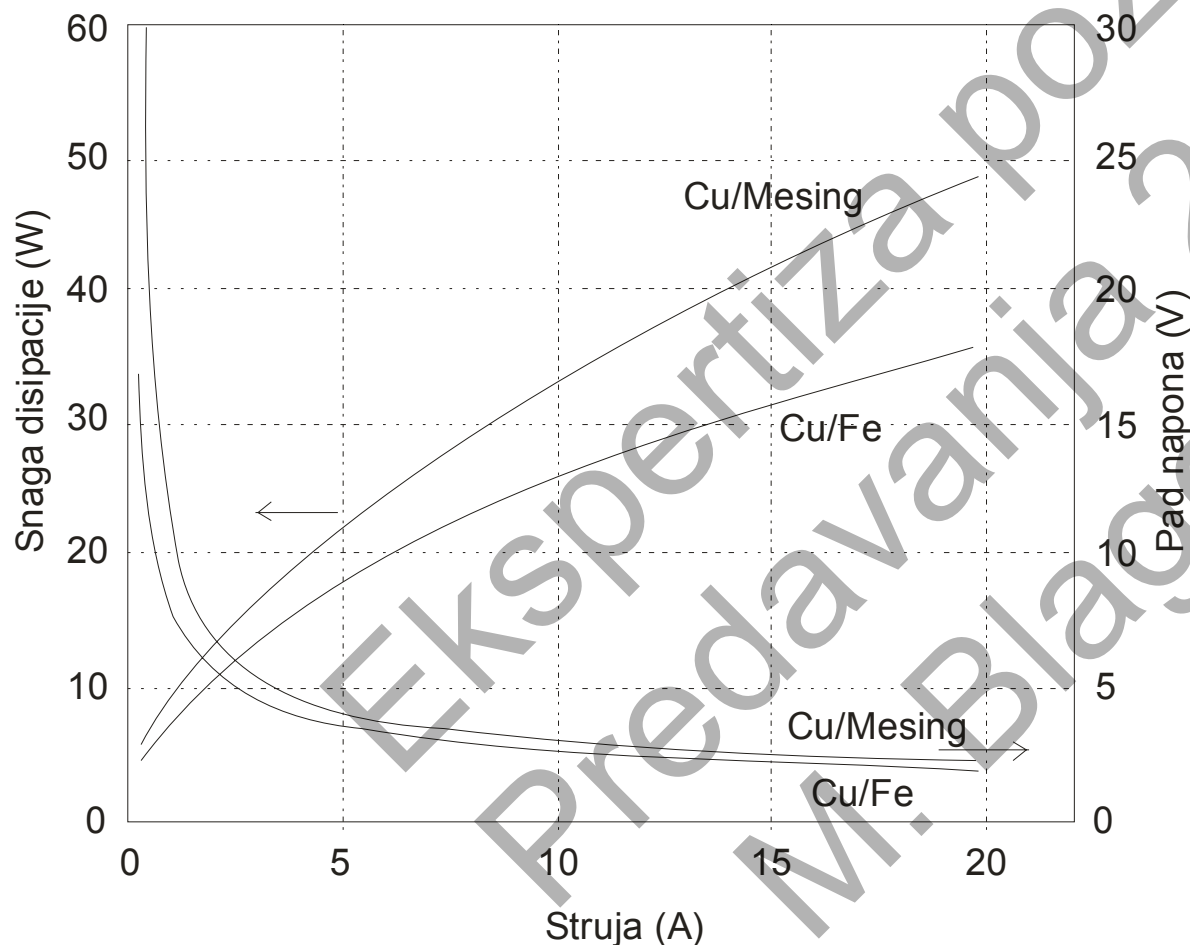
Električna struja kao uzrok požara – veliki prelazni otpori

Prelazni otpori nastaju na mestima gde se spajaju provodnici i na mestima njihovog spajanja sa tablama, mašinama, uređajima i aparatima. Kod dobro ostvarenih spojeva (dobar kontakt) prelazni otpori su mali tako da se ne razlikuju u drugim delovima strujnog kola. Kod loše ostvarenih spojeva ta mesta se intenzivno zagrevaju tako da dolazi do paljenja izolacije. Takođe, oksidacija na spojnim mestima stvara uslove za nastanak prelaznih otpora. Ova pojava je posebno izražena tamo gde provodnici nisu izrađeni od bakra. Razni potresi i vibracije mogu da doprinesu da kontakti olabave i da se jave prelazni otpori.

Ukoliko električni kontakt nije dobro pričvršćen i ima veliku otpornost, to ima za posledicu lokalno zagrevanje koje potpomaže proces oksidacije, a samim tim dolazi do mikropomeranja delova kontakta. Ovo je bespovratni proces, jer spoj postaje labaviji, nagomilava se oksid koji ima manju provodnost, otpornost na mestu kontakta raste i povećava se oslobađanje toplote. Temperatura na kontaktu raste, disipacija energije se povećava sve do momenta kada se stvore uslovi za paljenje zapaljivih materijala u neposrednoj blizini.

Prilikom vršenja uviđaja, ovoj činjenici treba posvetiti posebnu pažnju jer to može olakšati razjašnjenje događaja.

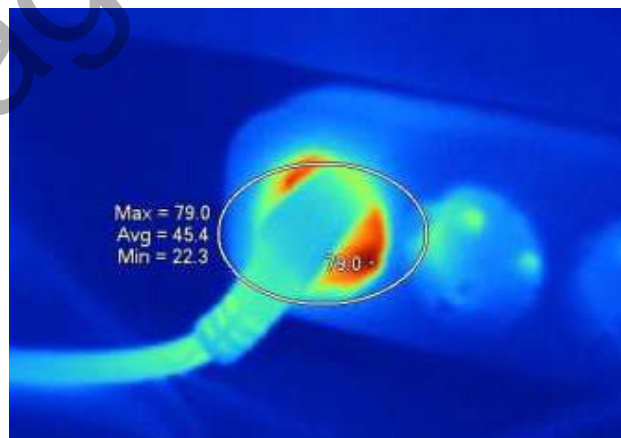
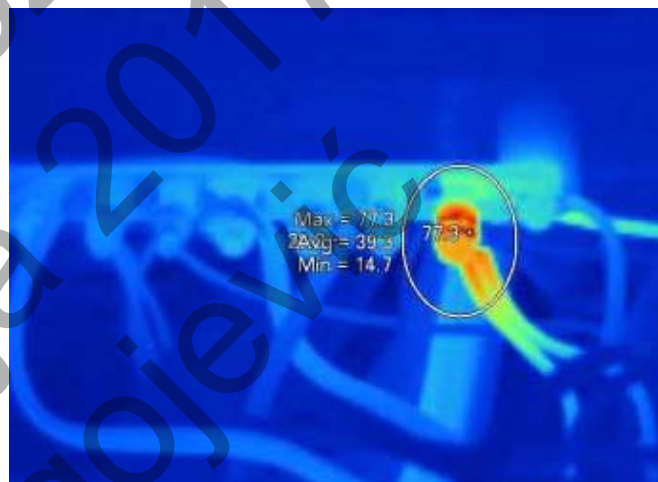
Električna struja kao uzrok požara – veliki prelazni otpori



Za kontakt Cu/Cu, pri struji jačine 1A oslobađa se oko 15 W, a pri struji od 2.5A približno 25 W. Na lošem spoju Cu/Cu formira se Cu_2O koji je dielektrik male provodnosti. Povećanje temperature potpomaže proces stvaranja metalnog oksida na površinama kontakta, pa se javljaju lokalna mikropražnjenja koja povećavaju temperaturu kontakta, dolazi do topljenja Cu_2O i kroz njega se stvaraju lokalni mostovi od čistog istopljenog metala, bez nečistoća. Ovaj proces je samoodrživ, pa se otpornost kontakta periodično menja od visoke do niske.

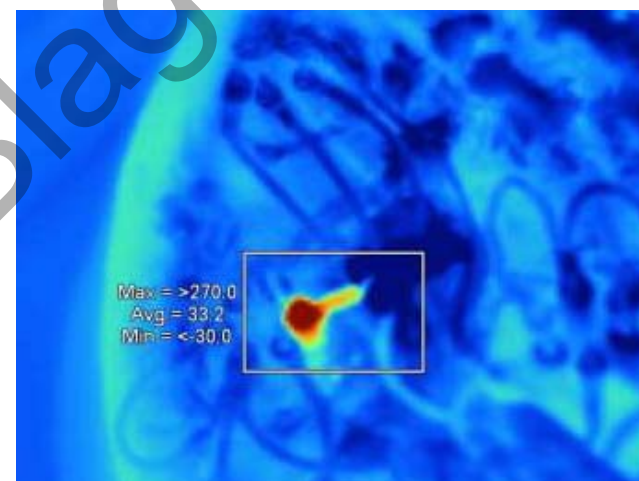
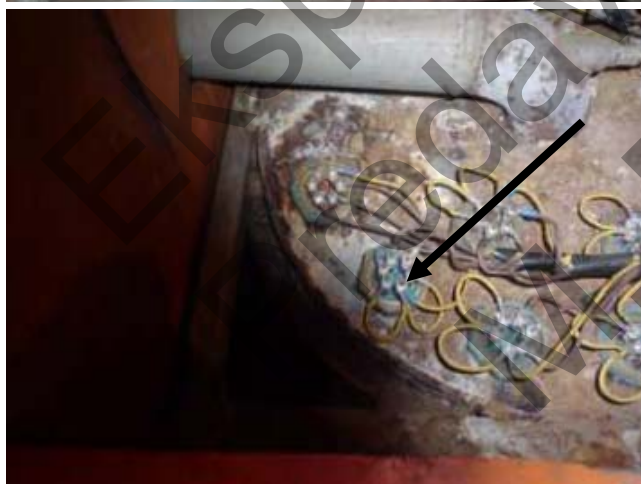
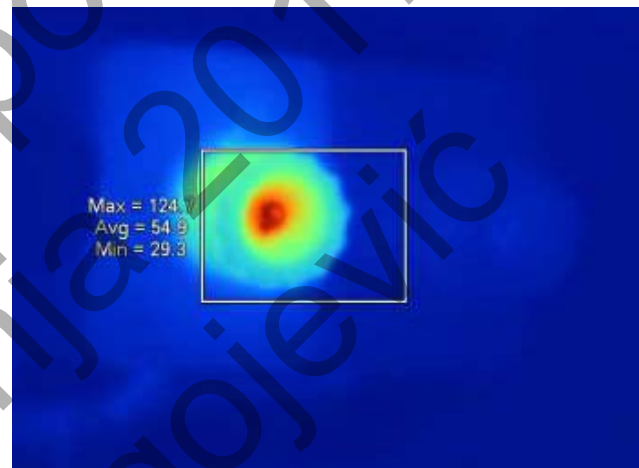
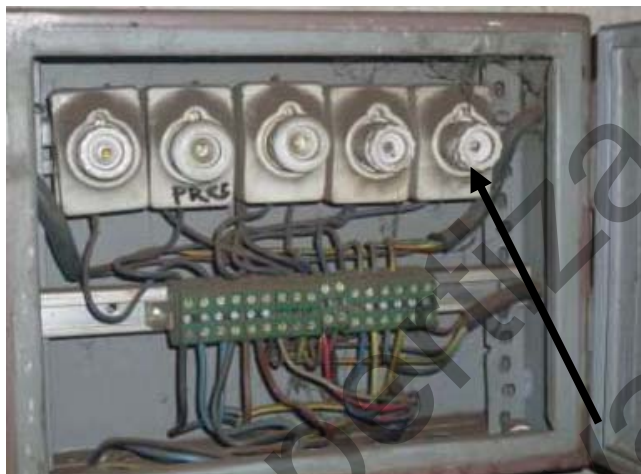
Električna struja kao uzrok požara – veliki prelazni otpori

Primeri tzv. “vrelh tačka” (dobijeni snimanjem termovizijskom kamerom)



Električna struja kao uzrok požara – veliki prelazni otpori

Primeri tzv. “vrelh tačaka” (dobijeni snimanjem termovizijskom kamerom)



Električna struja kao uzrok požara – veliki prelazni otpori



Primer topljenja dela sabirnice zbog oslobađanja toplote na lošem kontaktu.

Najčešća mesta nastanka lošeg kontakta (i kasnije rednog električnog luka:

- unutrašnjost prijemnika el. energije sa više spojeva
- priključak napojnog kabla prijemnika
- veza napojnog kabla sa utikačem
- spoj utikača i utičnice
- spoj utičnice sa instalacionim provodnikom
- stezaljke/kleme u razvodnom ormanu

Električna struja kao uzrok požara – veliki prelazni otpori

Veliki prelazni otpori su posebno izraženi i uzrok su velikog broja požara u slučajevima kada spojeve izvode nestručna lica, spajanjem bez lemljenja ili bez upotrebe rednih klemata, već samo prostim spajanjem i izoliranjem trakom. Kod takvih spojeva, pri jačini struje od 10 A temperatura dostiže od 50 do 90 °C, a pri 20 A ide do 130 °C pa čak do 300 °C, što može da izazove paljenje ne samo na spoju već i na rastojanju od nekoliko centimetara od spoja zbog VARNIČENJA.

Zbog toga može doći do paljenja različitih materija, kao na primer:

- predmeti od materijala male termičke inercije: posteljina, prekrivači, jastuci, itd., ako su postavljeni blizu utičnice – *snaga disipacije potrebna za paljenje je 28 W*
- komponente električne instalacije od plastike – *snaga disipacije potrebna za paljenje je 30 W*
- predmeti i konstrukcije od drveta – *snaga disipacije potrebna za paljenje iznosi 35 do 50 W*
- komponente od aluminijuma na provodniku – *snaga disipacije potrebna za paljenje je 45 do 50 W*

Električna struja kao uzrok požara – varničenje i el. luk

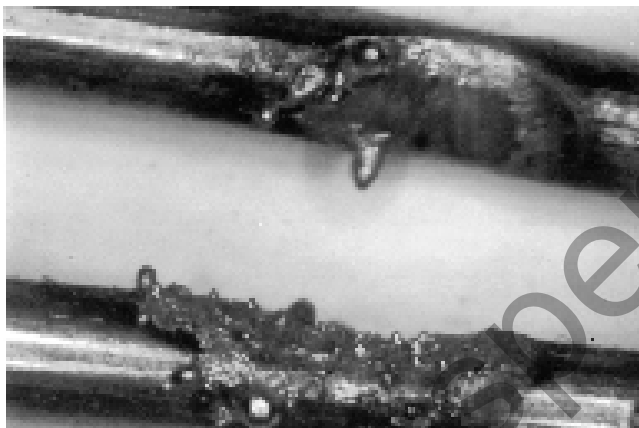
Varničenje i električni luk su veoma česti uzrok požara. Varničenje je utoliko opasnije ukoliko se u blizini nalaze lako zapaljive i eksplozivne materije. Električni luk najčešće ima temperaturu 1500 - 4000 °C i može zapaliti svaki materijal bilo dodiranjem bilo zračenjem. Naročito treba voditi računa o zračenju prilikom utvrđivanja uzroka požara. Treba tačno utvrditi rastojanje zapaljenog materijala od električnog luka, pa zatim proveriti da li je do paljenja moglo da dođe zračenjem toplote.

Najčešći uzroci varničenja su:

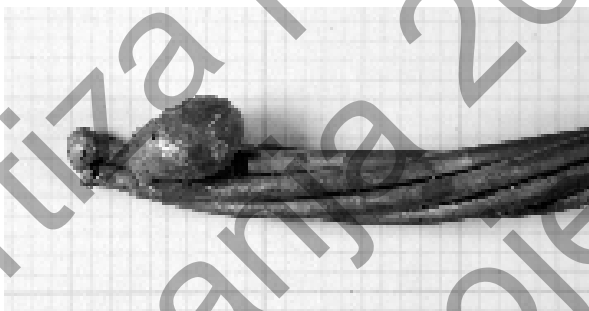
- prekid strujnog kola raznim uređajima
- prekid strujnog kola mehaničkom silom
- kao prateća pojava električnog zavarivanja ili sečenja metala
- slabi - labavi kontakti
- varničenje u električnim mašinama (kolektor, klizni prstenovi, četkice)
- oštećenje izolacije i dodirivanje provodnika položenih na malom međusobnom rastojanju ili blizu uzemljenih konstrukcija ili dodirivanje golih provodnika

Električna struja kao uzrok požara – varničenje i el. luk

Karakteristični tragovi na mestima električnog luka su zatopljenja u obliku kuglica, tzv., „perle“, međutim, treba razlikovati ta zatopljenja od onih koja su nastala pod dejstvom požara, dakle koja nisu rezultat električnog luka.



“Perle” nastale el. lukom



“Perle” koje su nastale kao posledica požara



Vizuelni metodi za ekspertizu se **NE PREPORUČUJU**, ali treba obratiti pažnju na:

- sjaj, boju i oblik kuglica
- glatkoću i zaokrugljenost kuglica
- veličinu kuglica (vrlo male kuglice, manje od 1 mm su posledica električnog luka, a one veće od 3 mm su posledica požara)

Električna struja kao uzrok požara – električni luk

Redni električni luk.

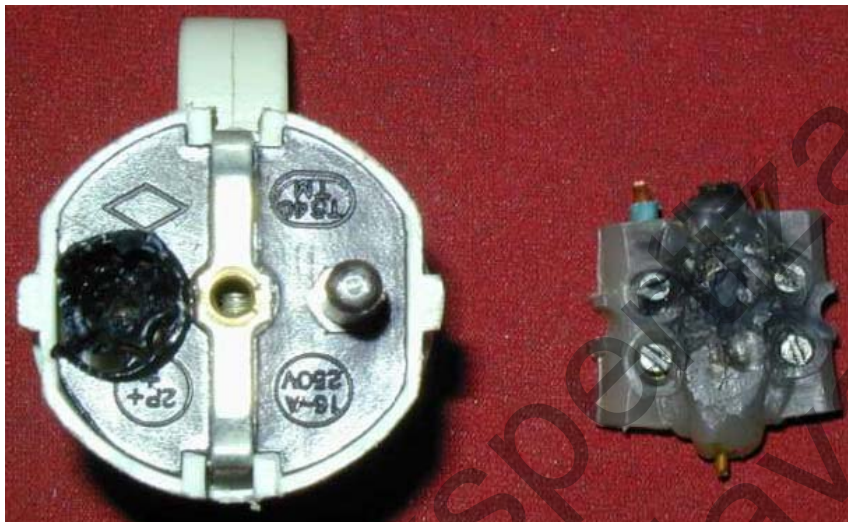


Paralelni električni luk
(faza-nula, faza-faza, faza-zaštitini provodnik)



Električna struja kao uzrok požara – električni luk

Primeri oštećenja zbog lošeg električnog kontakta i kao posledica rednog električnog luka



Električna struja kao uzrok požara – elektrotermički uređaji

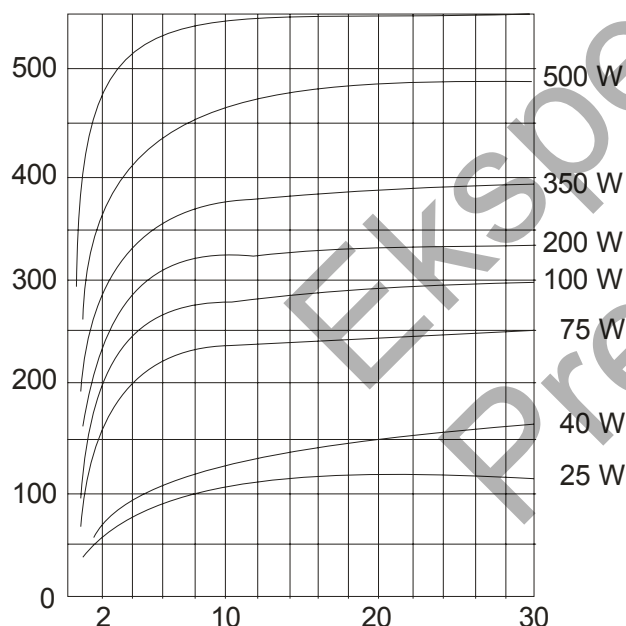
Veoma često na zgarištima se nalaze električne rešoi, grejalice, šporeti, pegle, a ponekad i improvizovane naprave za grejanje koje svojom grejnom površinom mogu da izazovu požar ako je usijana i ako se dovede u dodir sa materijalom koji može da gori. Da bi se navedeni aparati ili naprave mogli da izazovu požar potrebno je:

- da se nalaze u centru požara
- da se u blizini nalazi materijal koji može da gori
- grejne površine moraju da daju dovoljnu toplotu da se materijal zapali

Ako se aparat nalazio u centru požara, tj. ako je izazvao požar, onda je njegova glazura (emajl) glatka - sjajna i ispućala, u protivnom je nagorela, zatopljena i začađavila (čađ se nahvatala po površini). Na zagrejanim površinama se nalaze ostaci potpuno ugljenisanog materijala, dok na drugim, nezagrejanim površinama toga nema. Osim navedenog, potrebno je istaći da ako se sumnja da je uključeni aparat za zagrevanje izazvao požar, onda je po pravilu požar razorio izolaciju spojnog gajtana, usled oštećenja izolacije došlo je do kratkog spoja, pa se navedeni tragovi veoma lako nalaze.

Električna struja kao uzrok požara – elektrotermički uređaji

Potrebno je po položaju prekidača utvrditi da li je uređaj bio uključen ili ne. Treba pregledati viljuške utičnice (može da se desi da su usled potresa ispale iz zida) i ukoliko su čiste, znači da su u vreme požara bile u utikaču. Na zgarištu mogu da se nađu grejni električni aparati u isključenom položaju, a da su ipak prouzrokovali požar. To se objašnjava time, da su grejne površine ostale još dovoljno tople i posle isključenja i da su upalile prisutni materijal, a često i izolaciju spojnog gajtana koji se nepažljivo prebaci preko nje posle isključenja. U tom slučaju treba sa grejne površine uzeti uzroke za analizu radi ispitivanja vrste izgorelog materijala.



Opasnost za izazivanje požara predstavljaju i sijalice kada dodiruju zapaljivi materijal ili se nalaze u njihovoj neposrednoj blizini. Posebnu opasnost predstavljaju sijalice sa užarenom niti, dok su fluorescentne sijalice manje opasne. Temperatura fluorescentnih cevi ne prelazi 50 °C. Kod njih postoje prigušnice i starteri koji kada su neispravni takođe predstavljaju opasnost za izbijanje požara. Isto tako, kod fluorescentnih sijalica kada svetle pa se u njima smanji vakuum, dolazi do pregrevanja i otvorenog plamena.

Električna struja kao uzrok požara – elektrotermički uređaji

Elektromotori zauzimaju značajno mesto kao uzrok požara. Preopterećenje elektromotora nastaje najčešće iz sledećih razloga:

- zbog nepravilnog izbora motora za obavljanje radnog zadatka
- zbog nepažnje rukovaoca
- zbog kvara mehanizma koji pokreće motor

Ako se trofazni elektromotor napaja iz dve faze, njegova brzina obrtaja u velikoj meri opada, a jačina struje se poveća toliko da u slučaju da nema sigurne zaštite, izolacija statora ili motora se zapali. To je vrlo opasno za elektromotore koji rade pod punim opterećenjem. Do toga da motor radi na dve faze može doći:

- usled pregorevanja jednog osigurača u napojnoj mreži motora
- usled kvara na kontaktu jedne faze u motornoj sklopki
- usled prekida jedne faze u napojnom strujnom krugu motora
- usled zaribavanja osovine i motora
- usled zaribavanja i zaglavljivanja mehanizma koji pokreće elektromotor

U praksi najčešće do ovih pojava dolazi kod ventilatora zbog prisustva stranih predmeta u ventilacionom kanalu

Električna struja kao uzrok požara – kratak spoj

Primarni kratak spoj je spoj do koga dolazi na vazduhu u sredini koja je bogata kiseonikom i to je spoj koji je uzrok nastanka požara.

Sekundarni kratak spoj je spoj do koga dolazi u odsustvu vazduha (kiseonika), a u prisustvu N_2 i gasovitih proizvoda sagorevanja, CO, CO₂ itd. To je spoj koji nastaje kao posledica požara.

Električna struja kao uzrok požara – kratak spoj

Kratak spoj je najčešći uzrok požara kada su u pitanju elektroinstalacije – **PRIMARNI KRATAK SPOJ**. Veoma često se događalo, a i sada je to slučaj, da se kratak spoj uzima za uzrok požara čim se nađe mesto proboja, bez detaljnijeg razmatranja i ispitivanja tog dela provodnika. Takav rad je pogrešan, jer su nađeni kratki spojevi u većini slučajeva nastali kao posledica požara – **SEKUNDARNI KRATAK SPOJ**, a uzrok požara je nešto drugo. Nađeni kratki spoj se mora detaljno ispitati, pa tek onda izreći sud o njegovom karakteru.

Kratak spoj je pojava u električnim mrežama u kojima dolazi do međusobnih spajanja preko malog otpora bilo koje tačke različitih veza električnog strujnog kruga. Ukupni otpor električnog strujnog kruga u trenutku kratkog spoja naglo se smanjuje, što dovodi do znatnog povećanja jačine struje i to upoređujući sa normalnom jačinom struje. Na slici su prikazani tipovi kratkog spoja:



Karakterističan trag kratkog spoja je istopljeni provodnik i drugi delovi instalacije i uređaja kao posledica električnog luka, čija temperatura može iznositi 1500 - 4000 °C. Topljenje najčešće ima izgled kuglica nastalih topljenjem metala provodnika ili na drugim delovima, kroz koje prolazi električna struja. Pored toga, kraj provodnika sa čela ima glatku površinu i zaobljeni oblik.

Električna struja kao uzrok požara – kratak spoj

Karakterističan trag kratkog spoja je istopljeni provodnik i tragovi na instalacijama i uređajima kao posledica električnog luka, čija temperatura može iznositi 1500 - 4000 °C. Topljenje najčešće ima izgled kuglica nastalih topljenjem metala provodnika ili na drugim delovima, kroz koje prolazi električna struja. Pored toga, kraj provodnika sa čela ima glatku površinu i zaobljeni oblik.



Električna struja kao uzrok požara – kratak spoj

Topljenje do koga dolazi usled kratkog spoja, razlikuje se od topljenja koje nastaje usled delovanja toplote u toku požara. Topljenje koje nastaje usled delovanja požara širih je razmera i nema oštro izraženu granicu. Površina takvog provodnika izgleda kao da je prekrivena sitnim neravnim školjkama.

Kod provodnika i delova od aluminijuma je gotovo nemoguće utvrditi tragove kratkog spoja jer je temperatura topljenja aluminijuma oko $660\text{ }^{\circ}\text{C}$, a prosečna temperatura plamena iznosi $800 - 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$, tako da se ti delovi potpuno istope, a vrlo često i sagore u požaru.

Kratki spojevi najčešće nastaju zbog oštećene izolacije provodnika. Do razaranja izolacije dolazi:

- usled mehaničkog oštećenja
- zbog starenja
- zbog stalnog i sistematskog preopterećenja
- usled delovanja vlage i agresivnih hemijskih sredstava

Električna struja kao uzrok požara – kratak spoj

Ako je kratak spoj bio uzrok požara, onda je sigurno kroz provodnik na kome je došlo do spoja, duže vremena proticala vrlo jaka struja sve do struje kratkog spoja, koja se može izračunati iz dužine provodnika, poprečnog preseka i specifičnog otpora materijala.

Postojanje lokalnog usijanja na mestu kratkog spoja koje nastaje usled plamena električnog luka, pruža pod izvesnim okolnostima vrlo važan podatak za rešavanje njegovog karaktera. Zbog tog usijanja stvaraju se specijalni termički uslovi po kojima se na karakterističan način vrši odstupanje materijala sa mesta kratkog spoja.

Na primer, kada se desi kratki spoj u cevi krovnog stuba ili u priključnim cevima provodnicima na njihovim gornjim suženim delovima (poklopcu i sl.) se u većoj količini nahvata sloj bakar-oksida i bakar-oksida. Vreli gasovi koji nastaju kod primarnog kratkog spoja povlače za sobom i metalne pare i idu prema gore jer ih potiskuje još uvek hladan vazduh iz spoljnih prostorija.

Električna struja kao uzrok požara – kratak spoj

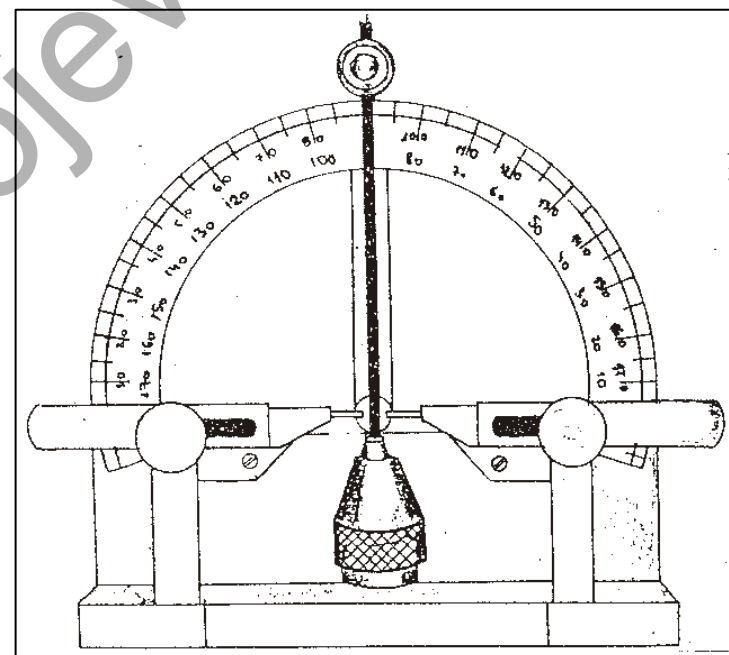
Ako se radi o sekundarnom kratkom spoju onda nema strujanja vrelih gasova kao kod primarnog kratkog spoja, pa sloj taloga na mestima oko kratkog spoja ima sasvim drugi sastav (ovde se moraju uzeti u obzir i pojave koje nastaju pri gašenju požara od strane vatrogasaca. Prostorno ograničeno usijanje, koje je moralo delovati na mestu kratkog spoja sve do izbijanja požara, na karakterističan način menja bakar provodnika. Ovo različito delovanje toplote pokazuje se pre svega u promeni strukture sastava bakarnog provodnika.

Kao što je poznato, bakarna žica se pri izradi provlači kroz niz otvora za smanjivanje debljine, sve dok se ne dobije željeni prečnik. Pri tom se kristali, iz kojih se sastoji bakarna žica, poređaju u izduženom obliku sa prostiranjem u pravcu ose provodnika. Tu žica dobija tzv. "teksturu". Ako se sada tako dobijena bakarna žica, snabdevena "teksturom", usija usled toplote dobijene strujom, "tekstura" se gubi i to na način što se kristali, koji su upravljani po dužnoj osi žice, povećavaju pri visokoj temperaturi na račun manjih, susednih kristala i time stvaraju statistički nesimetričnu podelu.

Električna struja kao uzrok požara – kratak spoj

Sistematsko ispitivanje provodnika uzetih sa mesta požara pokazalo je da bakarni provodnik, osiromašen kiseonikom može da izdrži ugao savijanja do 90° čak i desetak i više puta dok konačno ne pukne.

Kod bakarnog provodnika koji se lomi pri prolazu uglova od 360° , 180° , 90° i kod uglova od 60° i 45° puca, može se uslovno zaključiti da je nastali **kratki spoj primarnog karaktera**. Ako se nađe jasna razlika lomljivosti bakarnog provodnika ispred i iza mesta kratkog spoja, skoro u svim slučajevima - polazi se od toga da je kratki spoj izazvao požar.



Električna struja kao uzrok požara – kratak spoj

Kada dođe do povećanja jačine struje preko dozvoljene granice, umetak koji je vezan za napojni vod topi se i zaštićena grana strujnog kola se isključuje. Zbog toga su osigurači i drugi zaštitni uređaji **najvažniji stvarni dokazni materijal**. Njih treba pregledati na svim mestima u zoni centra požara, na glavnim i pomoćnim razvodnim tablama. Ako se napravi propust i ne pregledaju osigurači na razvodnim tablama, vrlo je teško i skoro nemoguće, dokazati da su požar prouzrokovali električni uređaji. Kod pregleda osigurača treba striktno voditi računa na koji se deo mreže odnosi koji osigurač.

Ako je poznata nominalna struja osigurača i presek provodnika ili kabela, vrlo se lako može odrediti da li je osigurač standardan ili je predimenzioniran.

Prečnik [mm]	0.1	0.15	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Broj žica	1	1	1	1	2	2	3	5	7
Nominalna struja [A]	4	6	10	15	20	25	35	50	60

Električna struja kao uzrok požara – kratak spoj

Stanje osigurača posle požara pokazuje da li je električna mreža bila pod naponom ili ne. U skladu sa stanjem osigurača moguća su dva slučaja:

- Ako provodnici imaju oštećenu izolaciju, tako da su se gole žice dodirivale, a osigurači nisu pregoreli, onda to znači da u mreži u vreme požara nije bilo struje ili je isključena na samom početku požara.
- Ako su osigurači pregoreli, tada je za vreme požara bilo struje u mreži, došlo je do kratkog spoja, pa treba pronaći to mesto.

Na osnovu izgleda pregorelog umetka topljivog osigurača ponekad se može utvrditi način pregorevanja. Ako dođe do pregorevanja usled kratkog spoja, bakarna žica (licna) se potpuno istopi, pa se njeni tragovi mogu pronaći na zidovima porculanskog umetka u obliku kuglica. Kod preopterećenja, a ponekad i kod primarnog kratkog spoja, usled postepenog zagrevanja dolazi do lepljenja peska (ako je osigurač originalan) na bakarnu licnu, pa tek onda do prekida. Iz ovih razloga svi osigurači se moraju pažljivo otvoriti, detaljno pregledati i sve to uneti u zapisnik.

Električna struja kao uzrok požara – kratak spoj

Ispitavanju patrone osigurača prilazi se na sledeći način. Patrona se otvara sa donje strane pri čemu se na papir istrese sadržaj, koji čini kvarcni pesak i ostaci topive žice. Treba napomenuti da signalna oznaka za ispravnost i jačinu patrone (boja zavisna od jačine patrone) na donjem delu patrone nije uvek merilo ispravnosti patrone. Često, zbog spoljne temperature dolazi do otpadanja signalne pločice, a da topiva žica ne pregori. Zbog toga je potrebno patronu obavezno rastvoriti ili ispitati instrumentom. Na osnovu sadržaja patrone vrši se analiza načina pregaranja.

Pregledom patrone osigurača može se utvrditi sledeće: *Ukoliko se vide istopljene čestice kvarcnog peska, to ukazuje da je patrona osigurača bila duže vremena preopterećena i to postepenim opterećenje. To ukazuje na to da je potrošač bio jači nego što je dozvoljeno, pa je duže vremena preopterećivao patronu osigurača. Zbog toga je dolazilo do zagrevanja topive žice, ali ne i do njenoga izgaranja. Na tako užarenu žicu se lepio kvarcni pesak. Tek nakon nekog vremena došlo je do prekida topive žice. Takva oštećenja patrona osigurača obično su retka u objektu koji je zahvaćen požarom jer tamo uglavnom dolazi do momentalnih kratkih spojeva.*

Adresa za kontakt:

**Dr Milan Blagojević, red. prof.
Fakultet zaštite na radu u Nišu
18106 Niš, Čarnojevića 10a**

E-mail:

milan.blagojevic@znrfak.ni.ac.rs

Termini za konsultacije:

Utorak 10.00 – 12.00

Četvrtak 10.00 – 12.00