

dr Nedžad Hadžiefendić, dipl. inž.el.

Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

Laboratorija za ispitivanje niskonaponskih električnih i gromobranskih zaštitnih instalacija

**ZNAČAJ VIZUELNOG PREGLEDA U OKVIRU
VERIFIKACIJE KVALITETA NISKONAPONSKIH
ELEKTRIČNIH INSTALACIJA – PREVENTIVNA
ZAŠTITA OD POŽARA I ELEKTRIČNOG UDARA**

Jun 2024, Podgorica

VERIFIKACIJA

- ▶ Verifikacija kvaliteta podrazumeva da se prema standardu EN 60 364-6 izvrše odgovarajuća ispitivanja električnim merenjima i obavezan vizuelni pregled izvedenih električnih instalacija.
- ▶ Ispitivanje električnih instalacija električnim merenjem podrazumeva sledeće provere:
 - provera neprekidnosti zaštitnih provodnika,
 - merenje otpornosti izolacije električne instalacije,
 - provera efikasnosti sistema zaštita automatskim prekidanjem napajanja (merenjem otpornosti petlje kvara),
 - ispitivanje zaštitnog uređaja diferencijalne struje (ZUDS-a, odnosno FID sklopke ili eng. Residual Current Device (RCD)), ...

- Prema standardu vizuelnim pregledom se vrše sledeće provere:
- prisustvo protivpožarnih pregrada i ostalih mera predostrožnosti za sprečavanje brzog širenja požara,
 - izbor provodnika prema maksimalnoj trajno dozvoljenoj struji,
 - prisustvo i ispravnost položaja odgovarajućih uređaja za rastavljanje i rasklapanje,
 - izbor opreme i zaštitnih mera u zavisnosti od spoljašnjih uticaja,
 - identifikacija neutralnih i zaštitnih provodnika,
 - prisustvo jednopolnih šema,
 - identifikacija strujnih kola i uređaja za zaštitu od prekomernih struja, izbor prekidača,
 - prisustvo zaštitnih provodnika, uključujući i provodnike glavnog i dopunskog izjednačenja potencijala,
 - pristupačnost opremi (razvodnim ormanima, glavnim prekidačima i sl.)...

DVE KATEGORIJE NEREGULARNOSTI

- ▶ U zavisnosti od vrste opasnosti, otkrivene neregularnosti uočene vizuelnim pregledom mogu da se razvrstaju u dve kategorije: neregularnosti koje mogu da izazovu požar i neregularnosti koje mogu da izazovu električni udar.
- ▶ U prvom delu prezentacije analiziramo neregularnosti iz kategorije koje predstavljaju opasnost od nastanka požara sa kojima se tim stručnjaka Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu susretao prilikom vršenja periodičnih verifikacija kvaliteta niskonaponskih električnih instalacija u javnim, poslovnim i industrijskim objektima u periodu 2012–2023. godine

UZROCI NEREGULARNOSTI - OPASNOST OD POŽARA


Razvoj uslova za nastanak kvara dešava se usled:

- ▶ normalnog ili ubrzanog starenja izolacije (ako je ona izložena nepovoljnim ambijentalnim uslovima – povećanoj temperaturi, vlazi, koroziji itd.),
- ▶ usled mikrometarskih pomeraja (vibracija) na mestima električnih spojeva provodnika sa stezaljkama,
- ▶ kao i usled mehaničke i električne „ishabanosti“ komponenti električnih instalacija (zbog raznih mehaničkih pritisaka na provodnike električnih instalacija, električne preopterećenosti provodnika itd.).

KORISNIK OBJEKTA / STALNI VERIFIKATOR

- ▶ kada objekat dobije upotrebnu dozvolu svako ko je korisnik prostora u objektu uvek treba da bude svestan opasnosti koje mogu prouzrokovati kvarovi na električnim instalacijama i da bude sposoban da primeti efekte pojave kvara na njima, čime praktično neprekidno (čak i nesvesno) vrši njihov vizuelni pregled
- ▶ najopasniji kvarovi koji se ne mogu detektovati klasičnim zaštitnim komponentama, loš električni kontakt i redni električni luk, predstavljaju najčešće uzročnike požara izazvanih kvarovima na električnim instalacijama, a jedino ih korisnik objekta, koji se zatekao u objektu u trenutku razvoja tih kvarova, može detektovati čulom vida, sluha ili mirisa.

NAJČEŠĆE NEREGULARNOSTI NA TERENU – OPASNOST OD POŽARA

Fotografija primećene neregularnosti vizuelnim pregledom (ilustrativni primeri)	Opis problema
	<p>Prisustvo „licnovanih“ umetaka osigurača u razvodnim tablama i ormanima može da omogući preopterećenje strujnog kola koje će izazvati degradaciju PVC izolacije, a u kasnijoj fazi i početni požar [8]</p>
	<p>Pregrejane monofazne i trofazne utičnice na koje su priključeni prijemnici velike snage (na primer, TA peći) kao posledica lošeg električnog kontakta [9,10]</p>
	<p>Nastavljanje napojnih kablova prijemnika (posebno ukoliko se radi o napojnim kablovima prijemnika velikih nazivnih snaga) potencijalno može dovesti do pojave lošeg električnog kontakta i početnog požara [9,10]</p>

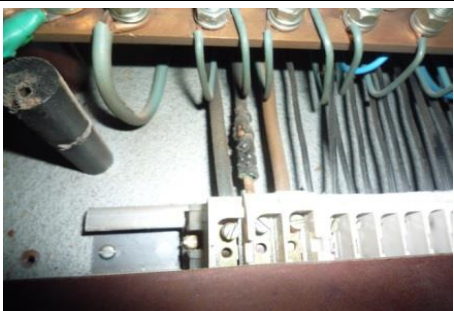
<p>Fotografija primećene neregularnosti vizuelnim pregledom (ilustrativni primeri)</p>	<p>Opis problema</p>
	<p>Termički oštećeni produžni kablovi ukazuju na potencijalni loš kontakt koji je nastao između „bananice“ utikača i „гнезда“ utičnice što može da izazove početni požar [9,10]</p>
	<p>Nedozvoljeno povezivanje klima uređaja na mrežu preko produžnog kabla (koji, uz to, može da bude nesertifikovan ili da trpi konstantnu mehaničku silu ako visi u vazduhu) iako proizvođač uređaja u uputstvu za upotrebu naglašava da se isključivo priključuje direktno na mrežu</p>
	<p>Upotreba dotrajalih ili oštećenih električnih rešoa, ispod kojih se, kao dodatna nepovoljna okolnost, ne nalazi nezapaljiva podloga (po pravilu ispod rešoa je potrebno postaviti keramičku ploču)</p>



Nepropisno izvedeni delovi električnih instalacija najčešće mogu na potencijalno loše izvedenim električnim vezama (kontaktima) da izazovu početni požar [9,10] ili da se usled instalacije provodnika smanjenog poprečnog preseka desi preopterećenje strujnog kola



Razvodni ormani izrađeni od zapaljivog materijala – drveta, iako važeći tehnički propisi zahtevaju da razvodni ormani budu izrađeni od metala – dva puta dekapiranog lima



Termičko oštećenje PVC izolacije faznog provodnika usled porasta temperature na lošem električnom kontaktu (redna klema) [9,10]

ČEK-LISTA ZA VRŠENJE VIZUELNOG PREGLEDA

Provere vizuelnim pregledom (opasnost od požara)	Opasnost postoji Da/Ne
Provera mogućnosti nesmetanog pristupa razvodnom ormanu ili tabli. Napomena: ukoliko dođe do požara neophodno je isključiti deo električne instalacije koji je pod naponom, što može da bude otežano i sporo ukoliko je nemoguće fizički pristup razvodnom ormanu.	
Provera da li su neki delovi razvodnog ormana ili table izrađeni nepropisno (npr. od zapaljivog materijala – drveni razvodni orman).	
Provera prisustva prljavštine (paučine, prašine, insekata, otpadnog materijala itd.) u razvodnom ormanu. Napomena: nakupljanje nečistoća pogoduje razvoju visokih temperature na potencijalnom lošem električnom kontaktu – laboratorijski dokazano [11].	

<p>Provere vizuelnim pregledom (opasnost od požara)</p>	<p>Opasnost postoji Da/Ne</p>
<p>Provera da li postoji mehaničko ili termičko oštećenje električne izolacije provodnika u razvodnom ormanu ili na razvodnoj tabli.</p>	
<p>Provera da li postoje licnovani umeci topljivih osigurača (najčešće u slučajevima kada nedostaje signalna pločica na licnovanom topljivom umetku). Napomena: Licnovanjem topljivih umetaka se potencijalno omogućava strujno propterećenje koje može da dovede do požara.</p>	
<p>Provera da li postoje mehanička ili termička oštećenja električnih komponenti u razvodnom ormanu ili tabli: kućišta ili kapa niskoučinskih osigurača, noževa ili postolja visokoučinskih osigurača, automatskih prekidača, prekidača, bimetalnih zaštitnih relea, stezaljki, itd. Napomena: Posebnu pažnju obratiti ako se primete istopljeni ili ugljenisani delovi električnih komponenti.</p>	

Provere vizuelnim pregledom (opasnost od požara)	Opasnost postoji Da/Ne
Provera zategnutosti kapa topljivih osigurača.	
Provera da li postoje mehanička ili termička oštećenja produžnog kabla.	
Provera kvaliteta konstrukcije produžnog kabla (debljina napojnog kabla).	
Provera kvaliteta konstrukcije produžnog kabla (tvrdoća plastičnog kućišta i njegova težina, kao i ispravnost prekidača (ukoliko postoji)).	
Dodirom proveriti zagrevanje kućišta opterećenog produžnog kabla.	
Laganim povlačenjem napojnog voda produžnog kabla proveriti čvrstoću spojeva njegovih žila sa ožičenjem unutar kućišta produžnog kabla.	

Provere vizuelnim pregledom (opasnost od požara)

Opasnost postoji
Da/Ne

Provera postojanja termičkih oštećenja napojnog kabla prijemnika (istopljeni ili ugljenisani delovi kabla ili njegovog šuko-utikača).

Provera da li su prijemnici veće snage (klima-uređaji, TA peći, grejalice, rešoi, električni radijatori) priključeni preko produžnih kablova (ukoliko jesu, o tome treba odmah obavestiti odgovornu osobu korisnika zgrade). Napomena: Proizvođači snažnih potrošača u uputstvu za upotrebu naglašavaju da ovakvi potrošači moraju da se priključuju direktno na šuko-utičnicu.

Provera da li postoje uslovi za pregrevanje provodnika usled lošeg odvođenja toplote (namotani provodnik (klupko), napojni kablovi prekriveni toplotno izolacionim materijalom).

Provere vizuelnim pregledom (opasnost od požara)

**Opasnost postoji
Da/Ne**

Provera da li je električni rešo direktno položen na zapaljivu podlogu. Napomena: Preporuka je da se ispod rešoa umeću keramičke ploče.

Dodirom proveriti čvrstoću spoja između utikača na napojnom kablju prijemnika i utičnice, a ako se radi o prijemniku veće snage (snage preko 1 kW) i zagrevanje tih spojeva.

Dodirom proveriti da li dolazi do pregrevanja utikača na napojnom kablju prijemnika, naročito ukoliko se radi o termičkim prijemnicima veće snage (TA peć, električni radiator, grejalica, šporet...).

- ▶ U drugom delu prezentacije analiziramo vizuelni pregled kojim treba da se utvrde vidljiva oštećena na električnoj instalaciji koja bi mogla da ugroze bezbednost korisnika objekta u slučaju nastanka opasnih situacija koje mogu da izazovu električni udar.

- ▶ Treba napomenuti da ispitivanja električnim merenjima (provera neprekidnosti zaštitnih provodnika, merenje otpornosti petlje kvara i ispitivanje zaštitnog uređaja diferencijalne struje (ZUDS-a, odnosno FID sklopke ili eng. Residual Current Device (RCD))) imaju za cilj proveru efikasnosti sistema zaštite od električnog udara.
- ▶ Treba naglasiti da se periodične verifikacije vizuelnim pregledima mogu proširiti i na priključene potrošače električne energije (prijemnike) i na dodatnu elektroinstalacionu opremu (npr. produžni kablovi).

NAJČEŠĆE NEREGULARNOSTI NA TERENU – OPASNOST OD ELEKTRIČNOG UDARA

Fotografija primećene neregularnosti vizuelnim pregledom (ilustrativni primeri)	Opis problema
	<p>Nepropisno izvedeni fazni provodnici (kao provodnici sa izolacijom žuto-zelene ili svetloplave boje, koje su redom rezervisane za obeležavanje zaštitnog i neutralnog provodnika) u razvodnim ormanima i tablama</p>
	<p>Nepropisno ili nedovoljno čvrsto izvedene galvanske veze u razvodnim ormanima i tablama (na primer, u razvodnim ormanima se često sreću prekinute ili na spojevima olabavljene bakarne pletenice koje vrata razvodnog ormara spajaju sa njegovim kućištem)</p>
	<p>Postojanje razvodnih kutija koje nisu propisno zatvorene elektroinstalacionim poklopcem (u njima je bilo i neizolovanih faznih provodnika pod naponom)</p>



Upotreba nesertifikovanih produžnih kablova (njihovi uobičajeni nedostaci su da su bez zaštitnog provodnika iako imaju zaštitne kontakte i da su žile provodnika premalog poprečnog preseka za deklarisanu maksimalnu jačinu struje) [6,7]



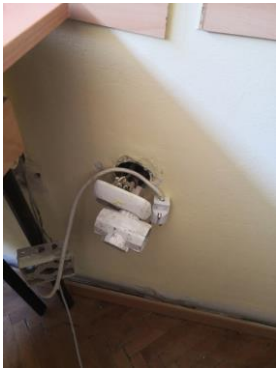
U razvodnom ormanu ne postoji zaštitna elektroizolaciona pregrada koja sprečava direktan dodir delova električne instalacije pod naponom (uobičajene su pregrade izrađene od pleksiglasa, pertinaksa ili plastike)



Elektroinstalacione komponente (primer – šuko-utičnice) sa oštećenom (polomljenom) PVC maskom – omogućen direktan dodir delova instalacije pod naponom, ili oštećena električna izolacija napojnih kablova prijemnika [8]



Nepropisno izvedene utičnice i nepropisno izvedeni produžni kablovi (bez zaštitnog kontakta) – povećana opasnost od električnog udara jer sistem automatskog isključenja napajanja u slučaju kvara nije efikasan



Mehanički odvojene šuko-utičnice od podloge (zida) kada delovi električne instalacije pod naponom postaju slobodno dostupne dodiru – izuzetno opasna situacija za decu ranog uzrasta



Na osnovu vizuelnog pregleda detektovane su šuko-utičnice čiji je zaštitni kontakt bio uvučen u podnožje kućišta utičnice, i samim tim bio van funkcije. Napomena: Ovaj problem se može detektovati i električnim merenjem pod uslovom da su ove utičnice obuhvaćene ispitivanjem.

ČEK-LISTA ZA VRŠENJE VIZUELNOG PREGLEDA

Provere vizuelnim pregledom (opasnost od električnog udara)	Opasnost postoji Da/Ne
Provera postojanja eventualnih nepovoljnih mikroklimatskih i drugih uslova na mestu ugradnje razvodnog ormara ili table (npr. povećana temperatura, vlažnost, zaprašivanje, korozija, vibracije itd.).	
Provera postojanja bakarne pletenice za galvansko povezivanje metalnih vrata i kućišta razvodnog ormara.	
Provera čvrstoće spojeva bakarne pletenice koja povezuje metalno kućište i vrata razvodnog ormara.	
Postojanje galvanske veze između zaštitne i neutralne sabirnice u razvodnom ormanu u slučaju primene nulovanja kao sistema zaštite u slučaju kvara.	
Provera tačnosti boje električne izolacije faznih, neutralnih i zaštitnih provodnika. Napomena: čest je slučaj da se u nedostatku provodnika crne, smeđe ili sive boje za fazne provodnike koriste provodnici plave ili žuto zeleno boje PVC izolacije.	

<p>Provere vizuelnim pregledom (opasnost od električnog udara)</p>	<p>Opasnost postoji Da/Ne</p>
<p>Provera ispravnosti bravice i mogućnosti potpunog otvaranja vrata razvodnog ormara. Napomena: razvodni ormari moraju biti zaključani zbog moguće opasnosti neovlašćenog pristupa (posebno je opasno zbog dece razvodne ormara držati otključane).</p>	
<p>Provera čvrstoće galvanske veze između zaštitne i neutralne sabirnice u razvodnom ormanu kada je primenjen sistem zaštite automatskim isključenjem napajanja u slučaju kvara – nulovanje.</p>	
<p>Provera funkcionalnosti glavnog prekidača za uključenje/isključenje napajanja razvodnog ormara ili table.</p>	
<p>Provera funkcija uključanja i isključenja zaštitnih uređaja diferencijalne struje (FID sklopka) instaliranih u razvodnom ormanu ili tabli.</p>	
<p>Postojanje mehaničkih oštećenja posmatrane električne komponente (naprsline ili polomljeni delovi komponente, deformacije itd.). Napomena: Česta su mehanička oštećenja (polomljena kućišta npr. produžnih kablova) kada su delovi unutar kućišta produžnog kabla pod naponom direktno pristupačni.</p>	

Provere vizuelnim pregledom (opasnost od električnog udara)	Opasnost postoji Da/Ne
--	-----------------------------------

Provera da li su sve utičnice u prostoriji istog tipa (sa ili bez kontakta za uzemljenje).	
Provera da li šuko-utičnica ima zaštitni kontakt koji nije oštećen (zakrivljen, uvučen u podnožje utičnice itd.). Napomena: Neretko u starim instalacijama „ušice“ zaštitnog kontakta se uvuku u kućište šuko-utičnice i tada je to analogno prekidu zaštitnog provodnika.	
Provera da li je razvodna kutija propisno zatvorena.	
Provera postojanja provodnika sa slobodnim neizolovanim krajevima (koji, uz to, mogu biti pod naponom). Proveriti da li među provodnicima sa slobodnim neizolovanim krajevima koji mogu da se dodirnu (ukoliko postoje) ima onih pod naponom (ukoliko ima, o tome treba odmah obavestiti odgovornu osobu korisnika zgrade).	
Provera da li postoje šuko-utičnice potpuno mehanički odvojene od podloge za koju su bile pričvršćene. Napomena: Tada delovi električne instalacije pod naponom postaju slobodno dostupni.	

Provere vizuelnim pregledom (opasnost od električnog udara)	Opasnost postoji Da/Ne
Postojanje sijaličnog grla koje je na dohvat ruke (na nebezbednom rastojanju), a ne sadrži sijalicu.	
Provera ispunjenosti bezbednosnih rastojanja ukoliko je primenjena mera zaštite postavljanjem van dohvata električnih komponenti koje sadrže izložene delove pod naponom.	
Provera postojanja eventualnih nepovoljnih mikroklimatskih i drugih uslova na mestima ugradnje električnih komponenti (npr. povećana temperatura, vlažnost, zaprašivanje, korozija itd.). Napomena: u takvim sredinama morala bi da se koristi kućišta sa odgovarajućim stepenom IP zaštite.	

Provere vizuelnim pregledom (opasnost od električnog udara)	Opasnost postoji Da/Ne
Provera postojanja mehaničkih oštećenja napojnog kabla prijemnika (nastavljan, priklješten, odsečen,...).	
Provera postojanja oštećenja napojnog kabla prijemnika usled dotrajalosti izolacije i/ili nepovoljnih uticaja okoline (ispucao kabl, otpali delovi izolacije kabla,...).	
Provera da li postoje neophodni provodnici za premošćenje na delovima mašinskih instalacija (pumpe, ventili, cevi, itd.) u slučaju da je neophodno galvansko spajanje svih stranih metalnih delova (u svrhu izjednačenja potencijala).	

HVALA NA PAŽNJI

- ▶ Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu
- ▶ Laboratorija za ispitivanje niskonaponskih električnih i gromobranskih zaštitnih instalacija
- ▶ www.etf.rs
- ▶ nedzad@etf.rs