

Vladimir Caha, univ.spec.el.
HEP - Nastavno obrazovni centar, Velika
vladimir.caha@hep.hr

mr. sc. Viktor Lovrenčić, dipl.ing.el.
C&G d.o.o. Ljubljana, Slovenija
viktor.lovrencic@c-g.si

Ana Lovrenčić, studentica
Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
ancka.lovrencic@gmail.com

IZOLACIJSKE RUKAVICE ZA ELEKTRIČARE – USPOREDBA MEĐUNARODNIH NORMI I ISKUSTAVA

SAŽETAK

Izolacijske rukavice za električare su veoma značajan element sigurnog rada posebno kod izvođenja rada pod naponom (RPN). Na niskom i srednjem naponu se rukavice koriste kod RPN s metodom u dodiru. Izolacijske rukavice za električare kao osnovna zaštitna oprema (OZO) se moraju koristiti u skladu sa zahtjevima propisa, normi i internih uputa. Električarske izolacijske rukavice izrađene prema normi HRN EN 60903:2007 osnovna su OZO elektromontera pri RPN na električnim postrojenjima. Referat prezentira važne zahtjeve ove norme (izrada, oznake, klase, način uporabe, održavanje, tipska i periodička ispitivanja, skladištenje i radni vijek) te daje kratku usporedbu sa zahtjevima ispitivanja prema odgovarajućim IEC, IEEE i ASTM normama. Dio prezentiranih podataka su rezultat višegodišnjeg radnog iskustva kontrolno-ispitnog laboratorija HEP – Nastavno obrazovnog centra, pa su sukladno tome u referatu iznesene i određene preporuke.

Ključne riječi: pogon električnih postrojenja, osobna zaštitna oprema, izolacijske rukavice

ELECTRICIAN'S INSULATING GLOVES – INTERNATIONAL STANDARDS AND EXPERIENCES COMPARISON

SUMMARY

Electrician's insulating gloves are very important element of safe work, especially in live work (LW). Those are being used as a part of "contact" method (also known as "rubber glove") while working live on low and medium voltage installations and represent basic personal protective equipment (PPE) that must comply with applicable regulations, standards and company's internal instructions. Electrician's insulating gloves produced according to HRN EN 60903:2007 standard are use as basic PPE for electricians working on live installations. This paper will present important requirements of HRN EN 60903:2007 standard (make, markings, class, manner of use, maintenance, type and periodic tests, storage and expected life span of use) and short comparison with requirements stated in matching IEC, IEEE and ASTM standards. Part of presented data will be derived from perennial work experience of HV testing laboratory in HEP – Nastavno obrazovni centar, and some experience based recommendations will be given, too.

Key words: work on electric installations, personal protective equipment, insulating gloves

1. UVOD

Općenito je područje zaštite na radu u EU detaljno regulirano [1] - [4] pa tako i u Hrvatskoj [5] - [8] i Sloveniji [9] - [12] kao članicama EU. Zaštita na radu je regulirana propisima (EU direktive [1] - [4]), nacionalnim zakonima i pravilnicima, normama te specijaliziranim priručnicima odnosno internim uputama.

Poslodavac je obavezan osigurati da su mjesta rada koja se koriste u svakom trenutku sigurna, održavana, prilagođena za rad i u ispravnom stanju, u skladu s pravilima zaštite na radu. Poslodavac je obavezan osigurati da sredstva rada i osobna zaštitna oprema (OZO) u uporabi budu u svakom trenutku sigurni, održavani, prilagođeni za rad i u ispravnom stanju te da se koriste u skladu s pravilima zaštite na radu, tehničkim propisima i uputama proizvođača tako da u vrijeme rada ne ugrožavaju radnike.

Usredotočili smo se na uže specijalizirano područje zaštite pri radu, na područje sigurnosti i zdravlja na radu s električnim postrojenjima, instalacijama i opremom s naglaskom na radu pod naponom (RPN) odnosno uporabi OZO i u konkretnom primjeru uporabi izolacijskih rukavica.

Za pravilno razumijevanje analize zaštite na radu pod naponom i uporabi OZO u Hrvatskoj i Sloveniji važno je napomenuti da je uvođenje RPN u Sloveniji regulirano ugovorom o prijenosu znanja između HEP NOC i C&G Ljubljana što nas dovodi do mogućeg zaključka da bi iskustva u obje susjedne države morala biti praktično identična.

Tijekom 2014. godine doneseno je više hrvatskih propisa koji uređuju sigurnost i zaštitu zdravlja na radu, a posebice se to odnosi na Zakon o zaštiti na radu (ZZR) (N.N., br. 71/14., 118/14. i 154/14) [5] koji je na snazi od 19. lipnja 2014. godine. Zakon je u cijelosti usklađen s odredbama temeljne Direktive Vijeća 89/391/EEC od 12. lipnja 1990. godine o uvođenju mjera za poticanje poboljšanja sigurnosti i zdravlja radnika na radu [1] i [2].

Područje sigurnosti i zdravlja na radu s električnim postrojenjima, instalacijama i opremom uređuju dva pravilnika u Hrvatskoj:

- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN, br. 88/12) [6],
- Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava (NN., br. 39/06) [7].

Područje sigurnosti i zdravlja na radu s električnim postrojenjima, instalacijama i opremom uz krovni Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1), Ur. l. RS, št. 43/11 [9] uređuju dva pravilnika u Sloveniji:

- Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka, Ur. l. RS, št. 29/1992 [10],
- Pravilnik o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu, Ur. l. RS, št. 89/99 in 39/05 [11].

Pravilnikom [6] su propisana pravila, čijom primjenom se otklanjaju opasnosti za sigurnost i zdravlje od djelovanja električne energije te prava i dužnosti poslodavca, radnika i drugih osoba u svezi s provedbom tih pravila.

Pravilnikom [7] se propisuje opće obveze poslodavca u svezi s osobnim zaštitnim sredstvima koja radnici upotrebljavaju pri radu te obveze poslodavca glede ocjenjivanja osobnih zaštitnih sredstava (OZS) te obavještanja, savjetovanja i suradnje s radnicima. OZS su sredstva koja radnik nosi, drži ili na bilo koji drugi način upotrebljuje pri radu, tako da ga štite od jednog ili više rizika vezano za njegovu sigurnost i zdravlje. OZS predstavljaju osobnu zaštitnu opremu (OZO) koja se daje na korištenje osobama izloženim za vrijeme rada određenim opasnostima koje se drugim mjerama ne mogu otkloniti. OZO upotrebljavaju radnici pri radovima, pri kojima nije moguće otkloniti rizike za sigurnost i zdravlje te u slučajevima kada poslodavac ne može u dovoljnoj mjeri smanjiti rizike primjenom osnovnih pravila zaštite na radu ili odgovarajućom organizacijom rada.

Pravila za sigurnost i zdravlje na radu, propisana Pravilnikom [6], primjenjuju se na radu sa, na ili u blizini električnih građevina, električnih vodova, električnih postrojenja, električnih instalacija i električne opreme (u daljnjem tekstu: električna postrojenja), sukladno hrvatskim normama HRN EN 50110 [13] i [14].

Pravilnik [6] je pozivanjem na hrvatske norme niza HRN EN 50110 [13] i [14] obvezao poslodavce da procjenjuju rizike (rizik je umnožak vjerojatnosti nastanka opasnog ili štetnog događaja i štetnosti toga događaja, odnosno njegove posljedice) kada se izvode radovi sa, na ili u blizini električnih postrojenja. Nova norma HRN EN 50110:2013 objavljena ožujka 2013. a primjenjuje se od ožujka 2016.

Nova norma EN 50110-1:2013 Pogon električnih postrojenja [13] donijela je jasne zahtjeve procjene rizika kod rada.

Struci su od velike pomoći specijalizirani priručnici i interne upute [18] - [20] koje daju pojašnjenja i smjernice za odabir OZO kada je radnik izložen opasnosti zbog udara električne struje.

Pravila o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme prije uporabe od strane djelatnika obvezuju poslodavce u Sloveniji kao i u Hrvatskoj da poštuju propise:

- Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme (NN, br. 89/10) [8],
- Pravilnik o osebni varovalni opremi (Ur. l. RS, št. 29/05, 23/06 in 76/11) [12].

Pravilnik [8] regulira stavljanje na tržište OZO uključujući postupke ocjenjivanja sukladnosti. OZO koja nosi propisanu oznaku sukladnosti (npr. CE znak) smije se staviti na tržište EU. Izjava u skladnosti za izolacijske rukavice se poziva na normu HRN EN 60903:2007 Rad pod naponom -- Rukavice od izolacijskog materijala (IEC 60903:2002+Corr.:2003, MOD; EN 60903:2003) [15].

Otvora se pitanje kako je s OZO odnosno u konkretnom slučaju s izolacijskim rukavicama kada su napustile skladište poslodavca te ih je počeo uporabljati djelatnik. Kako je s obvezama oko privremenog skladištenja, čišćenja te provjeravanju (pregled, testiranju) kvalitete OZO u doba uporabe odnosno kako je s periodikom provjeravanja kvalitete izolacijskih rukavica s ciljem osiguranja kriterija zaštite pri radu.

2. PROPISI I NORME U FAZI STAVLJANJA NA TRŽIŠTE OSOBNE ZAŠTITNE OPREME

2.1. Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme (OZO)

Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme (NN, br. 89/10) [8] uređuju se uvjeti za stavljanje na tržište OZO i bitni sigurnosni zahtjevi kojima OZO mora udovoljavati, radi osiguranja zaštite zdravlja i sigurnosti korisnika. OZO se može staviti na tržište i u uporabu ako uz pravilno održavanje i uporabu za namijenjenu svrhu, čuva zdravlje i jamči sigurnost korisnika i nema utjecaja na zdravlje i sigurnost.

Vrste OZO-a s naznakom kategorije kojoj pripadaju utvrđene su u prilogu Pravilnika [8]. Izolacijske rukavice pripadaju kategoriji III, koja obuhvaća OZO koja je namijenjena zaštiti od smrtnih opasnosti te opasnosti koje mogu ozbiljno i nepopravljivo oštetiti zdravlje i čije trenutne učinke, koje predviđa proizvođač ili njegov ovlaštenu predstavnik, korisnik ne može pravovremeno utvrditi.

OZO oblikovana za zaštitu tijela ili dijela tijela od učinaka električne struje, mora biti dovoljno izolirana od napona kojima korisnik može biti izložen u najnepovoljnijim predvidljivim uvjetima [8].

U tu se svrhu sastavni materijali i ostale komponente tih klasa OZO moraju tako izabrati ili projektirati i ugraditi, da osiguravaju da struja propuštanja mjerena kroz zaštitnu oblogu u uvjetima ispitivanja pri naponima koji se podudaraju s onima kojima se mogu susresti »in situ« (na mjestu rada), bude svedena na minimum i u svakom slučaju, ispod maksimalno uobičajene dopuštene vrijednosti koja odgovara prihvatljivoj graničnoj vrijednosti [8].

Zajedno s njihovom ambalažom, tipovi OZO namijenjeni isključivo za uporabu tijekom rada ili aktivnosti na električnim instalacijama, koje jesu ili mogu biti pod naponom, moraju nositi oznake na kojima se navodi njihova klasa zaštite odnosno odgovarajući radni napon, njihov serijski broj i datum proizvodnje [8].

Izvan zaštitne obloge OZO-a mora biti osiguran prostor za naknadno upisivanje datuma stavljanja u uporabu i datuma periodičkih testova ili pregleda koji se moraju obaviti [8].

Proizvođačeve upute moraju naznačiti isključivu uporabu za koju su ti tipovi OZO namijenjeni, te prirodu i učestalost dielektričnih ispitivanja, kojima se moraju podvrći tijekom vijeka korištenja.

Pravilnik [8] regulira stavljanje na tržište OZO uključujući postupke ocjenjivanja sukladnosti. OZO koja nosi propisanu oznaku sukladnosti (npr. CE znak) smije se staviti na tržište EU.

OZO smatra se usklađenom s bitnim zahtjevima Pravilnika [8], ako nosi propisanu oznaku sukladnosti, te za koju proizvođač može, na zahtjev, osigurati izjavu o sukladnosti ili priložiti potvrdu

izdanu od ovlaštenog tijela. Potvrdom potvrđuje da je OZO usklađena s odgovarajućim hrvatskim normama kojima su prihvaćene usklađene europske norme.

2.2. Norma HRN EN 60903:2007

Pregledom internacionalnih normi nalazimo veći broj značajnih normi koje daju pravila, upute ili značajke na području sigurnosti od električnog luka. Navesti ćemo najznačajnije norme povezane s temom rada odnosno testiranja i izbora OZO. Norme određuju pravila za većinu OZO od odjeće, rukavica te kacige s vizicom, ali ćemo u središte pozornosti postaviti zaštitnu odjeću od električnog luka.

Hrvatska kao članica EU je dužna preuzeti evropske norme (EN) što se prepoznaje dodatkom HRN ispred EN standarda.

Posebno je za ovaj rad zanimljiv niz koji daje pravila, upute ili značajke kada se izvode radovi sa, na ili u blizini električnih postrojenja te kod uporabe OZO:

- HRN EN 50110-1:2013 Pogon električnih postrojenja - 1. dio: Opći zahtjevi (EN 50110-1:2013), Operation of electrical installations - Part 1: General requirements (EN 50110-1:2013) [13],
- HRN EN 50110-2:2010 Pogon električnih postrojenja -- 2. dio: Nacionalni dodaci (EN 50110-2:2010), Operation of electrical installations -- Part 2: National annexes (EN 50110-2:2010) [14].

Aktualnost evropske norme EN 50110 je vidljiva iz njenih čestih dopuna: EN 50110-1:1996, EN 50110-1:2004, EN 50110-1:2013 [16]. Hrvatski zavod za norme (HZN) je slijedio dopune te se nakon ukidanja HRN EN 50110-1:2008 od ožujka 2016 primjenjuje HRN EN 50110-1:2013 koja je donijela značajne dopune posebno na području procijene rizika te zaštite od električnog luka.

Svaki električar koji sigurno izvodi RPN na NN ima u osnovnom kompletu OZO nužno izolacijske rukavice i kožne nadrukavice (Slika 1).




Slika 1. Osobni komplet izolacijskih rukavica i kožnih nadrukavica za RPN na NN

Prema hrvatskoj normi HRN EN 60903:2007 Rad pod naponom - Rukavice od izolacijskog materijala (IEC 60903:2002 + Corr.:2003, MOD; EN 60903:2003) izolacijske rukavice su obzirom na mjesto uporabe klasificirane prema naponskoj razini postrojenja (Tablica I), one za niski napon moraju biti minimalno klase 00 za postrojenja izmjeničnog napona do 500 V, odnosno klase 0 za postrojenja izmjeničnog napona od 500 V (750 V istosmjernog napona) do 1.000 V (1.500 V istosmjernog napona), a klase 1, 2, 3 i 4 uporabljaju se u sredjenaponskim postrojenjima [15].

Napomena: IEC je već objavio novu normu IEC 60903:2014 te CENELEC pripremio verziju FprEN 60903:2014.

Izolacijske rukavice za visoki napon (110 kV i više napone) ne postoje jer bi progresivnim dimenzijama bile neprihvatljive i u potpunosti neuporabljive.

Promotrimo li oznake otisnute na rukavima izolacijskih rukavica (Slika 2) dobiti ćemo potpunu informaciju o namjeni i specifičnostima svake pojedine vrste rukavica. Prema normi HRN EN 60903:2007 ove oznake sastoje se od sljedećih elemenata [17]:

- IEC simbola za rad pod naponom ,
- oznake proizvođačke norme EN 60903 ili IEC 60903,

- klasa rukavice (00, 0, 1, 2, 3, ili 4),
- kategorija svojstava otpornosti na određene uvjete ili agense s oznakama A, Z, M, H, C, P ili R gdje su: A -otpornost prema kiselinama, Z – otpornost prema ozonu, M – visoka mehanička otpornost, H – otpornost prema ulju, C – otpornost na vrlo niske temperature do -40°C, P – otpornost prema kombinaciji prethodno navedena tri agensa (A + H + Z) ili R otpornost prema kombinaciji prethodno navedena tri agensa uz visoku mehaničku otpornost (A + H + Z + M),
- veličina rukavica T 8, 9, 10 ili 11,
- mjesec i godina proizvodnje,
- pravokutnici za upisivanje prve uporabe i/ili periodičkog ispitivanja,
- CE oznaka, oznaka ili logo proizvođača, te serijski broj proizvodnje [4].



Slika 2. Izolacijske rukavice klase 00 [17]


Tablica I. Klase izolacijskih rukavica prema naponskim razinama i njihovi ispitni naponi.

Klasa izolacijske rukavice	Nazivni izmjenični/istosmjerni napon uporabe [kV]	Ispitane izmjeničnim/istosmjernim naponom [kV]
00	0,5/0,75	2,5/4
0	1/1,5	5/10
1	7,5/11,25	10/20
2	17/25,5	20/30
3	26,5/39,75	30/40
4	36/54	40/60

Na niskom naponu izolacijska rukavica može poslužiti kao idealna izolacijska pregrada (barijera) između sitnih dijelova na različitim fiksnim potencijalima prilikom izvlačenja ili uvlačenja vodiča na mjestu njihova učvršćenja (npr. između kontaktnih vijaka električnog brojila) [17].

Ponekad se uz kombinaciju izolacijske rukavice i kožne nadrukavice (Slika 3) elektromonteri odlučuju nositi i treći, pamučni par rukavica ispod samih izolacijskih rukavica. Naime, ruke se prirodno znoje, a znojenje je posebno izraženo tijekom toplih mjeseci i unutar zatvorenih prostora s nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima. Ove pamučne podrukavice sakupljaju znoj, sprječavaju klizanje ruke unutar manžete izolacijske rukavice i omogućuju bolju kontrolu dijelova koji se pridržavaju rukama. Za pamučne podrukavice ne postoje posebni uvjeti i ograničenja [17].

Nadrukavice štite elektromontera od mehaničkih rizika (posjekotina, uboda...), ali one jednako tako štite i izolacijske rukavice od oštećenja, pa slobodno možemo reći kako indirektno pružaju i dio dielektričke zaštite. Kožne nadrukavice izrađuju se prema europskoj normi EN 388:2003 i EN 420:2003, te se sukladno tome na njima moraju nalaziti sljedeće oznake [17]:

- IEC simbol za mehaničku otpornost ,
- ime proizvođača, identifikacijski ili zaštitni znak (logo),

- tjedan i godina proizvodnje,
- veličina (A, B, C, D),
- slovo "S" (silikonizirane).



Slika 3. Kožne nadrukavice [17]

Kao alternativno rješenje za navedenu kombinaciju izolacijskih rukavica i kožnih nadrukavica razvile su se kompozitne rukavice (Slika 4) koje istovremeno pružaju i električki i mehaničku zaštitu elektromontera tijekom rada pod naponom. One se izrađuju prema europskoj normi HRN EN 60903:2007, te u sustavu označavanja sadrže sve oznake navedene za izolacijske rukavice i kožne nadrukavice. No, u ovom slučaju materijale izrade čine dvije vrste gume, različitih mehaničkih i dielektričkih svojstava, obavezno naglašenih različitih boja i dimenzija. Naime, vanjski sloj čini tvrđa guma tamne boje i relativno male debljine u odnosu na unutarnji sloj rukavice, a njena funkcija je mehanička zaštita unutarnjeg svjetlijeg sloja mekše gume relativno veće debljine, čija funkcija je dielektrička zaštita elektromontera [17].

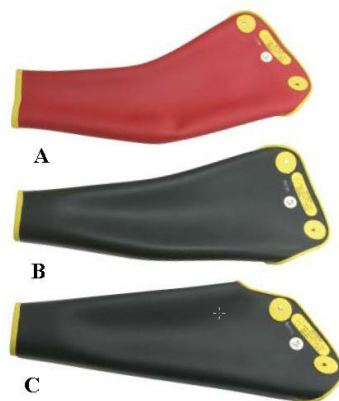
Odnos boja ima funkciju lakšeg otkrivanja oštećenja mehaničke zaštite rukavice prilikom vizualnog pregleda, jer tada se ispod oštećenog vanjskog tamnijeg sloja jasno ističe svjetliji sloj čime se indicira nepovratno oštećenje rukavice i generira njeno obavezno trenutno uklanjanje iz uporabe. Dugačke i kratke kompozitne rukavice i izolacijski rukavi upotrebljavaju se najvećim dijelom u srednjenaponskim postrojenjima [17].



Slika 4. Kratke kompozitne rukavice [17]

Na slici 4 prikazane su različite izvedbe (oblici) kratkih kompozitnih rukavica koje omogućuju ergonomičniji rad u određenim uvjetima, pa tako razlikujemo: A – rukavice s ravnom manžetom koje se proizvode kao standardni oblik u većini slučajeva, B – rukavice s konturnom manžetom koje oblikom sprječavaju zapinjanje i pomicanje rukavice ako se ruke znatno savijaju u laktu, C - rukavice sa zvonastom manžetom za teže zimske i ljetne uvjete, te D – rukavice s manžetom u obliku lijevka s istom ulogom kao i rukavice sa zvonastom manžetom. Dakle, rukavice tipa B i D omogućuju umetanje veće količine radne odjeće (rukava) u rukavicu zimi, a ljeti kada se koristi najmanje odjeće omogućuju bolje strujanje zraka i smanjuju znojenje ruku.

Maksimalna duljina prikazanih kompozitnih rukavica iznosi 495 mm i time se uvjetuje obavezna uporaba dodatne zaštite (izolacije) ruku do samih ramena elektromontera. Taj uvjet ispunjavaju izolacijski rukavi (također kompozitnog sastava), a primjeri izvedbi i njihova primjena prikazani su na sljedećim slikama (Slika 5) [17].



Slika 5. Izolacijski rukavi [17]

Na slici 5 prikazani su: A - više zakrivljeni izolacijski rukav, B – blaže zakrivljeni izolacijski rukav i C – ravni izolacijski rukav, a na slici 6 prikazana je uporaba kombinacije kratkih kompozitnih rukavica i izolacijskih rukava [17].



Slika 6. Izolacijski rukavi [17]

Naravno, u uporabi su i dugačke kompozitne rukavice čiji rukavi sežu do ramena elektromontera.

Gledajući s ekonomskog aspekta, dugačke kompozitne rukavice (Slika 7) imaju značajnu prednost u održavanju jer se jednokratno (istovremeno) ispituje cijela rukavica, dok je za kombinaciju kratke kompozitne rukavice i izolacijskog rukava potrebno provesti dvostruko više ispitivanja.



Slika 7. Dugačke kompozitne rukavice [17]

2.3. Održavanje izolacijskih rukavica nakon prve uporabe

Zapitali smo da izolacijske rukavice zajedno s njihovom ambalažom moraju nositi oznake na kojima se navodi njihova klasa zaštite odnosno odgovarajući radni napon, njihov serijski broj i datum proizvodnje. Izvan zaštitne obloge mora biti osiguran prostor za naknadno upisivanje datuma stavljanja u uporabu i datuma periodičkih testova ili pregleda koji se moraju obaviti [8].

Bitno je napomenuti kako se uz datum unesen u pravokutnik na rukavici obavezno vodi i pisani registar za svaku pojedinu rukavicu u uporabi ili skladištu, jer su oznake na rukavici podložne blijedenju uslijed uporabe i održavanja rukavica koje predviđa pranje isključivo sapunicom i čistom vodom. Nakon redovitog pranja rukavice se suše bez izlaganja direktnim izvorima topline i oblažu puderom kako se stjenke ne bi slijepile.

Korisnik prilikom rada s izolacijskim rukavicama mora poštivati sljedeće uvjete (Slika 8):

- rukavi radnog odijela i odjeće ispod radnog odijela moraju biti učvršćeni oko zapešća i uloženi u izolacijsku rukavicu,
- na prstima i zapešću ne smije nositi nikakve metalne ili nemetalne oštre predmete (nakit, ručni sat ...),
- preko izolacijskih rukavica obavezno mora nositi kožne, po mogućnosti silikonizirane (jer ne upijaju vlagu), zaštitne nadrukavice koje moraju biti barem 5 cm kraće od izolacijskih rukavica kako ne bi poništile njihova izolacijska svojstva.



Slika 8. Pravilno nošenje kombinacije izolacijske rukavice i kožne nadrukavice [17]

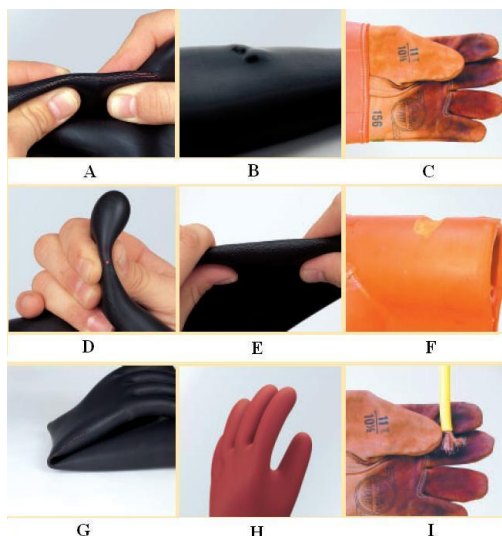
Proizvođačeve upute moraju naznačiti isključivu uporabu za koju su ti tipovi OZO namijenjeni, te prirodu i učestalost dielektričnih ispitivanja, kojima se moraju podvrći tijekom vijeka korištenja.

Uvjeti ispitivanja izolacijskih rukavica izuzetno su strogi. Kao prva mjera predostrožnosti korisnik ovog tipa OZO dužan je svakodnevno, prije i nakon uporabe, vizualno pregledati rukavice, napuhnuti ih zrakom i uvjeriti se kako ne postoje oštećenja kroz koja bi se ubačeni zrak ispuštao.

Na slici 9 prikazane su moguće vrste oštećenja rukavica, a koje treba otkriti vizualni pregled. Redom to su [17]:

- A) pukotine i posjekotine koje nastaju učestalim savijanjem ili sabijanjem rukavice,
- B) oštećenje u obliku „plika“ koje mogu uzrokovati ulja i naftni derivati,
- C) mrlje nastale prolaskom ulja ili naftnih derivata kroz zaštitnu nadrukavicu,
- D) rupe nastale prodorom drvenih ili metalnih dijelova, ogrebotine ili posjekotine,
- E) raspadanje izolacijskog materijala koji je duže vrijeme bio izložen UV zračenju (sunčevo svjetlo),
- F) oštećenja nastala termičkim naprezanjima izolacijskog materijala ili naprezanjima u obliku trenja,
- G) oštećenja nastala normalnim naprezanjem linije presavijanja (naprezanje na ovim mjestima ekvivalentno je rastezanju rukavice u iznosu do 2 puta nazivne duljine),

- H) oštećenje ozonom (oksidacija) unutarnje stjenke rukavice kada se rukavice skladište izvrnute iznutra prema van,
- I) oštećenja u obliku zaostalih drvenih ili metalnih ivera.



Slika 9. Na što obratiti pažnju prilikom vizualnog pregleda rukavica [17]

Kao druga mjera predostrožnosti izolacijske rukavice moraju zadovoljiti i uvjete ispitivanja u kontrolno-ispitnom laboratoriju.

Naime, prema normi HRN EN 60903 rukavice klase 00 i 0 mogu se smatrati ispravnima i na osnovi periodičkog ispitivanja samog korisnika napuhivanjem zraka i provjerom odsutnosti rupa u rukavicama. Ali, isto tako se na osnovi zahtjeva korisnika i u slučaju bilo kakve sumnje korisnika u habanje (stanjenost) materijala koje prilikom napuhivanja nije rezultiralo ispuštanjem zraka one ispituju naponima prema vrijednostima navedenim u Tablici I (minimalno svakih 6 mjeseci za rukavice koje su u redovitoj uporabi, minimalno jedanput godišnje ako su rukavice skladištene – prije same uporabe). Za rukavice klase 1, 2, 3 i 4 napuhivanje zrakom kako bi se provjerilo odsustvo rupa nužno je od strane korisnika prije i nakon svake uporabe, ali se ne smatra dostatnim za zadovoljenje potrebe periodičkog ispitivanja koje se evidentira ispitnim izvještajem. Tako je za njih uvjet dielektrično ispitivanje svaka 3 mjeseca ako su u svakodnevnoj uporabi, a svakih 6 mjeseci ako su skladištene. Razlog tomu je relativno brza degradacija gumenog materijala koji osim dielektričnih svojstava gubi i neka mehanička svojstva.

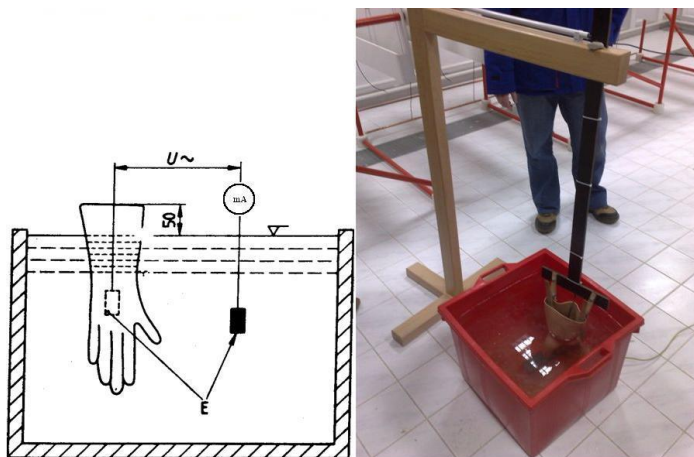
Ovo periodičko ispitivanje traje 1 minutu, pri čemu ne smije doći do električkog proboja rukavice, niti struja odvoda (određena vrijednost struje koja ipak prolazi kroz izolacijski materijal) smije premašiti propisanu vrijednost.

Za klase 00 i 0 ove vrijednosti kreću se između 12 i 18 mA za nove, nekorištene rukavice, tj. između 10 i 16 mA za korištene rukavice i rukavice koje su bile skladištene više od godinu dana. Dani rasponi vrijednosti struje odvoda navedeni su zbog propisanih vrijednosti za svaku od više postojećih dimenzija rukavica.

Za klase 1, 2, 3 i 4 dozvoljena struja odvoda iznosi 10 mA za nove, nekorištene rukavice, odnosno 8 mA za korištene rukavice i rukavice koje su bile skladištene više od godinu dana. Struja odvoda predstavlja mjerilo za kontrolu pohabanosti rukavica (stanjivanja izolacijskog materijala). Zadovolje li izolacijske rukavice sva tri navedena uvjeta (vizualni pregled, električka neprobojnost i dozvoljenu struju odvoda) možemo biti sigurni u njihovu potpunu ispravnost.

U suprotnom, rukavice se istog trenutka povlače iz uporabe, vidljivo označavaju kao neispravne i uništavaju rezanjem vrhova prstiju rukavica, jer prema uvjetima tehnologije rada pod naponom na ovoj osobnoj zaštitnoj opremi nisu dozvoljeni apsolutno nikakvi popravci ili preinake. Ispravne izolacijske rukavice zbog izuzetno dobrih dielektričnih svojstava materijala od kojih su izrađene i uz mogući maksimalni napon pri normalnoj uporabi ne propuštaju struju odvoda veću od 1 mA. Objašnjenje je vrlo jednostavno: dodirna površina između ruke i rukavice te rukavice i dijela postrojenja pod naponom nekoliko su puta manje od dodirne površine između vode (elektroda) i izolacijske rukavice tijekom ispitivanja. Iz ovoga podatka lako možemo zaključiti kako su izolacijske rukavice izrađene s faktorima sigurnosti 8-10, odnosno kako su namjerno „predimenzionirane“.

Na slici 10 prikazano je ispitivanje izolacijske rukavice klase 00 izmjeničnim ispitnim naponom 2,5 kV. Izolacijska rukavica ispunjena je običnom vodom do visine 5-8 cm od kraja rukavice koji se ostavlja suhim, te je nakon toga uronjena u posudu s vodom. Ostavljeni suhi dio rukavice dielektrički se ne provjerava jer u pravilu korisnik nikada ne koristi ovaj dio rukavice pri dodirivanju dijelova pod naponom, pa je dostatan vizualni pregled. Voda uz unutarnje i vanjske površine rukavice predstavlja elektrode. Priprema rukavice za ovaj način ispitivanja nalaže da rukavice prije početka ispitivanja odstoje u ovom položaju barem nekoliko minuta kako bi se neutralizirali eventualni mjehurići zraka unutar rukavice i postiglo maksimalno obuhvaćanje „elektrodom“. Jednako valjano ispitivanje pružiti će i postupak u kojem su identično postavljene elektrode od metalnih kuglica promjera do 1 cm. U posudi s vodom nalazi se vodič na potencijalu zemlje, a unutar izolacijske rukavice u vodu se uranja vodič na potencijalu 2,5 kV u odnosu na potencijal zemlje. Mjerni krug sadržava precizni miliampermetar spojen u seriju s vodičem elektrode na potencijalu zemlje ili precizna strujna mjerna kliješta postavljena oko vodiča elektrode na potencijalu zemlje.



Slika 10. Način ispitivanja izolacijske rukavice klase 00 u laboratoriju HEP NOC-a [17]

2.4. Međunarodna iskustva periodičkog ispitivanja izolacijskih rukavica nakon prve uporabe

Razvojem normi dolazi do promjena pojedinačnih preporuka te tako nalazimo u IEC 60903:2002 (Annexe E (informative) - In-service recommendations) i najnovijoj IEC 60903:2014 (Annexe A (informative) - In-service recommendations) nekoliko promijenjene zahtjeve u svezi s periodičkim ispitivanjem izolacijskih rukavica.

Formalno u EU još uvijek važi norma IEC 60903:2002 (Annexe E) odnosno EN 60903:2003.

Svaki put prije uporabe, obje rukavice para trebaju biti vizualno pregledane i podvrgnute ručno primijenjenom zračnom ispitivanju, gdje je to izvedivo (Slika 11). Ako se misli da je bilo koja od rukavica nesigurna, par se ne smije koristiti i treba ga vratiti na ispitivanje.



Slika 11. Način ispitivanja izolacijske rukavice napuhavanjem zrakom

Nijedne rukavice klase 1, 2, 3 i 4, čak ni one koje se drže u skladištu, ne bi smjeli uporabiti osim ako su testirane u roku od najviše šest mjeseci. Najčešća razdoblja testiranja trenutno se kreću od 30 do 90 dana.

Ispitivanja se sastoje od inflacije zraka radi provjere propuštanja zraka, vizualnog pregleda pod tlakom, a zatim rutinskog dielektričnog testa.

Za klasu 00 i rukavice klase 0 može se smatrati da je provjera propuštanja zraka i vizualna provjera dovoljna. Međutim, rutinski se dielektrični test može provesti na zahtjev poslodavca.

Nova norma IEC 60903:2014 (Annexe A) donosi minimalne korekcije:

- niti jedne rukavice ne bi smjeli dati u uporabu ukoliko nisu testirane unutar 12 mjeseci (od datuma proizvodnje),
- niti jedne rukavice ne bi smjeli uporabiti ukoliko nisu testirane unutar 6 mjeseci nakon početka uporabe,
- dopušta se nacionalnim zahtjevima definiranje periodičkog testiranja rukavica 00 i 0.

U svijetu se koristi norma ASTM F1236 Standard Guide for Visual Inspection of Electrical Protective Rubber Products i norma ASTM F496 Standard Specification for In-Service Care of Insulating Gloves and Sleeves.

Slobodno možemo reći da u svijetu postoji praksa:

- rukavice klase 1 do 4 se periodički testiraju svakih 3 mjeseca,
- rukavi se periodički testiraju svakih 6 mjeseci,
- rukavice klase 00 i 0 se mijenjaju svakih 6 mjeseci nakon otvaranja originalne ambalaže.

Prema informaciji iz Austrije gdje se izvodi RPN samo na NN razini, koriste se rukavice klase 00 i 0 dok izdrže mehanički test zrakom i vizualni pregled.

U Kanadi, Ontario, izolacijske rukavice svih klasa od 00 do 4 svaka 3 mjeseca periodički dielektrički testiraju uz prethodno pranje i sušenje (Slika 12)



Slika 12. Način ispitivanja izolacijskih rukavica u KINECTRICS, Toronto (Izvor: Ana Lovrenčić)

3. ISKUSTVA HEP NOC I REZULTATI ISPITIVANJA IZOLACIJSKIH RUKAVICA

Na osnovi 12 godina rada kontrolno-ispitnog laboratorija HEP NOC te provedenih gotovo 13.000 vizualnih i dielektričkih ispitivanja, što osnovne zaštitne opreme, što drugih izolacijskih sredstava koje upotrebljavaju električari u svom svakodnevnom radu u postrojenjima niskog i srednjeg napona, moguće je izdvojiti nekoliko općenitih zapažanja koja su se pokazala dostatnim za izdavanje preporuka korisnicima ove specifične vrste zaštitne opreme.

Izolacijske rukavice za električare jedna su od najosjetljivijih i po rezultatima ispitivanja najlošijih stavki u lancu zaštite električara od rizika električnog udara. Uzevši u obzir i zaštitu električara – specijalista za rad pod naponom na niskom naponu i zaštitu uklopničara u postrojenjima srednjeg napona rezultati ispitivanja dostavljenih izolacijskih rukavica koje su u uporabi su dosta zabrinjavajući.

Rezultati ispitivanja više stotina rukavica unazad 4 godine govore kako je postotak neispravnih rukavica u rasponu 7,50 % do čak 20,31 %. Pri tome negativne rezultate, neovisno od klase rukavica ostvaruju „desne“ rukavice zahvaljujući većem habanju (većina korisnika su dešnjaci). Dugoročni cilj sa aspekta zaštite na radu bio bi svesti ovaj postotak na razinu ispod 5 %.

Od pristiglih rukavica klase 00 i 0 gotovo 90 % njih nakon početka uporabe nije bilo na periodičkom dielektričkom ispitivanju. Ovo ne bi predstavljalo problem kada bi se one redovito vizualno pregledavale i o tome vodile evidencije (upisani datumi pregleda na samim rukavicama), te pravovremeno mijenjale novima. Obzirom da je materijal izrade prirodni lateks očekivani životni vijek rukavica je 2 do maksimalno 3 godine, a u uporabi se, nažalost, mogu naći i puno stariji primjerci. Treba imati na umu da atest proizvođača vrijedi maksimalno 1 godinu ako su rukavice u originalnoj ambalaži pravilno skladištene, a da propisani rok za periodičko pregledavanje (i/ili ispitivanje) započinje trenutkom raspakiranja rukavica.

Uz rukavice klase 00 i 0 uvijek u kompletu bi se trebale koristiti kožne nadrukavice koje štite izolacijske rukavice od mehaničkih oštećenja i mogućih termičkih posljedica uslijed nastanka eventualnog kratkog spoja. Kožne nadrukavice trebale bi biti izrađene prema normi EN 388, odnosno EN 420 s tendencijom posjedovanja što veće klase otpornosti na različita mehanička oštećenja (brojčane oznake ispod simbola „čekić i nakovanj“ koje označavaju mehaničku otpornost prema abraziji, sječenju, kidanju i probijanju u rasponu 1-4, odnosno 5). Za kožne rukavice ne postoji propisano periodičko ispitivanje.

Izolacijske rukavice klase 1-4 uglavnom čine standardnu opremu koja se nalazi u trafostanicama, a rjeđe su u kompletima električara kao dio svakodnevne osobne zaštitne opreme. Nažalost, zbog toga se na njih vrlo često zaboravi, pa neke stoje godinama kao dio inventara. O njihovoj ispravnosti trebala bi se povesti veća briga, jer su rezultati vizualnih pregleda i dielektričkih ispitivanja tih rukavica u velikoj većini slučajeva negativni. Gumeni materijal nakon dugotrajnog stajanja postaje krt i porozan, te je preporuka smanjiti količinu ovih rukavica u skladištima (ako nije moguće i trafostanicama), odnosno pristupiti njihovoj nabavi prije planiranih periodičkih revizija postrojenja. Svrha je da guma uvijek bude „svjež“ i da vrijedi atest proizvođača, a da se nakon 3 mjeseca uporabe one ponovno dielektrički ispituju.

U navedenim višim klasama rukavica postoji i izvedba kompozitnih rukavica koje se sastoje od dvije gume različitih mekoća i boja: svjetlija unutarnja (izolacijska zaštita) i tamnija vanjska (mehanička zaštita). Ove rukavice su nešto kruće za nošenje i nespretnije za rukovanje, a istovremeno izloženije prodoru stranih tijela kroz rukavicu (žičica, vijaka, metalnih strugotina i sl.). Zbog tamnijeg vanjskog sloja vizualnim pregledom je dosta teško utvrditi takve vrste oštećenja. Stoga je njihova periodička provjera izuzetno rigorozna, jer osim napuhivanja zrakom i potapanjem u posudu s vodom podrazumijeva obavezno dielektričko ispitivanje svaka 3 mjeseca (6 mjeseci ako su stajale uskladištene).

Razlozi koji dovode do navedenih negativnih pojava na rukavicama su različiti. Naime, velika većina korisnika izolacijskih rukavica smatra kako je odgovornost za nabavu prikladnih izolacijskih rukavica, njihovo periodičko ispitivanje, održavanje i pravovremenu zamjenu tuđa odgovornost, a ne njihova, što je samo djelomično točno. Korisnik izolacijskih rukavica dužan je provoditi svakodnevnu kontrolu svoje osobne zaštitne opreme, ali i pravovremeno obavijestiti nadležne ako je došlo do oštećenja rukavica i podnijeti zahtjev za zaduženje novih. Preporuka je kreiranje jednostavnog obrasca o oštećenju osobne zaštitne opreme kojim bi se brže i jednostavnije mijenjala oštećena oprema. Također, za same korisnike koji svakodnevno ili često upotrebljavaju izolacijske rukavice preporučena količina aktivno zaduženih (nabavljenih) pari je 2 (dva). Razlog je jednostavan, oštećenjem jedne rukavice ili para ne obustavlja se rad do nabave i zaduženja novog para rukavica.

Spomenimo i zapažanje kako većina korisnika djelomično ili u potpunosti zanemaruje pisane upute o načinu uporabe, skladištenja i transporta, te korisničkom pregledu, iako su te upute ispisane na

vrećicama u kojima rukavice dolaze ili u zasebno priloženim papirnatim uputama. Prilikom uporabe jedan manji dio oštećenja na rukavicama nastao je uslijed nošenja nakita (prstenja, narukvica i satova) ispod ovih rukavica što se inače strogo zabranjuje.

Cijeli niz problema proizlazi iz načina skladištenja i transporta rukavica. Mnogi korisnici krivo smatraju kako je najbolji način čuvanja izolacijskih rukavica u njihovoj originalnoj ambalaži (najlonska vrećica). Pri tome se rukavice transportiraju s ostalim alatima i opremom koja vrlo lako može probiti ili oštetiti i originalnu najlonsku vrećicu i same rukavice. Preporučeni način skladištenja i transporta je u posebnoj plastičnoj kutiji, kožnoj ili tekstilnoj torbi ili futroli.

Izolacijske rukavice se nikada ne bi trebale izlagati dugotrajnom UV zračenju (Slika 13), te ih treba skladištiti u tamnim i suhim prostorima.

Iako u malom postotku zabilježenih slučajeva, treba uzeti u obzir i mogućnost oštećenja gume kod rukavica skladištenih u trafostanicama uslijed djelovanja ozona (O_3) koji nastaje u visokonaponskim i sredjenaponskim postrojenjima, ako nisu dobro ventilirana. Rješenje je ondje imati rukavice koje su kemijski obrađene kako bi bile otporne na ozon, te nose odgovarajuću oznaku dodatne otpornosti na ozon (Z) ili kombinaciju različitih otpornost na npr. ulje, kiseline i ozon (R).



Slika 13. Oštećenja izolacijske rukavice klase 2 sunčevim svjetlom (Izvor: HEP NOC)

Ispitnom izvještaju tipskog ispitivanja koje dolazi u kompletu s novim rukavicama, a koje provodi proizvođač rukavica, treba vjerovati. Na umu treba imati kako elektromonteri kao krajnji korisnici i osobe koje naručuju ovu opremu imaju u slučaju bilo kakve sumnje ili osiguranja kvalitete naručene robe imaju puno pravo podnijeti zahtjev i za potvrdom (ponavljanjem) dijela ispitivanja. Ovo je česta nedoumica kada od trenutka nabave do trenutka uporabe prođe podosta vremena. Najkritičnija mjesta za gubitak mehaničke čvrstoće/elastičnosti i dielektrične čvrstoće rukavica koje su dugo stajale su područja između prstiju rukavice zbog oštrijih kontura i debljine sloja materijala koji je nastao izlijevanjem gume u kalup (Slika 14).



Slika 14. Mjesto proboja kompozitne izolacijske rukavice klase 3 pri dielektričkom ispitivanju (Izvor: HEP NOC)

Higijena izolacijskih rukavica održava se isključivo sapunicom i vodom, a zabranjena je uporaba deterdženata, abrazivnih sredstava i otapala. Nakon pranja rukavice treba osušiti prirodnim putem, bez uporabe izvora topline, te ih s unutrašnje strane posuti s nešto talka kako se stjenke ne bi zalijepile.

Naravno, izolacijske rukavice treba čuvati i od onečišćenja uljima, mastima i kemikalijama, te izbjegavati uporabu pri niskim temperaturama. Ako je vanjsku površinu ipak potrebno očistiti od neke specifične vrste onečišćenja, tada se smiju upotrijebiti samo sredstva koje za tu vrstu onečišćenja preporučuje proizvođač rukavica.

Iako naizgled najmanje bitno od svih zahtjeva norme HRN EN 60903, zahtjev za čitljivost i postojanost oznaka na rukavicama na osnovi kojih se rukavice identificiraju itekako ima smisla. Gubitak ovih oznaka, uslijed uporabe (habanje, onečišćenje) i održavanja (pranje), prvenstveno oznaka klase i datuma posljednjeg pregleda/ispitivanja, može biti osnova za rashodovanje rukavica i nabavu novih. Preporučljivo je u kutiji rukavica sačuvati originalne upute i prateću deklaraciju, naljepnice ispitivanja, ili osigurati nedvosmisleni identifikaciju upisivanjem dodatnih informacija (npr. broj posljednjeg ispitnog izvještaja) sredstvom koje je otpornije na brisanje (trajni marker, određene vrste tinte ili pečata).

Pojavi li se nedoumica korisnika/osoba zaduženih za nabavu osobne zaštitne opreme oko toga treba li uputiti izolacijske rukavice na periodičko ispitivanje ili jednostavno pristupiti nabavi novog para rukavica (zbog ekonomskih razloga), postoji vrlo jednostavan i jasan kriterij koji kaže: premašuje li cijena ispitivanja rukavica (uključujući i trošak transporta do lokacije ispitivanja i natrag do korisnika) jednu trećinu nabavne cijene novih rukavica - isplativije je nabaviti novi par rukavica.

4. ZAKLJUČAK

Izolacijske rukavice, bez obzira na njihovu klasu i učestalost uporabe treba redovito vizualno pregledavati i po potrebi upućivati na dielektričko ispitivanje. Za njihov dugi radni vijek i ispravnost izuzetno su važni svi uvjeti nabave, pravilne uporabe, održavanja, periodičkih pregleda, skladištenja i transporta, kako je navedeno u uputama proizvođača i u normi HRN EN 60903. Iako su prakse ispitivanja različite dobro bi bilo detaljnije raspisati interni pravilnik o minimalnim zahtjevima za nabavu, održavanje i ispitivanje ove vrste opreme, prema kojim bi se norma HRN EN 60903 iz domene dragovoljne primjene prebacila u domenu obavezne.

Pri tome bi svakako bilo poželjno izbaciti suvišne (nebitne) informacije o nekim vrstama ispitivanja koje korisniku i nisu toliko bitne (npr. tipskim ispitivanjima), a dati jednostavne i sažete informacije kako provoditi periodički pregled/ispitivanje i nabavu. Preporuka bi bilo i primjereno obrazovanje ili informiranje svih korisnika u lancu nabave, uporabe i kontrole (zaštite na radu) ove osobne zaštitne opreme u obliku objave uputa na intranetskim stranicama tvrtke, web stranicama i organiziranja ciljanih seminara ili posjeta kontrolno-ispitnim laboratorijima i slično.

5. LITERATURA

- [1] Direktiva Vijeća 89/391/EEZ od 12. lipnja 1989. o uvođenju mjera za poticanje poboljšanja sigurnosti i zdravlja radnika na radu (SL L 183, od 29. 6. 1989.).
- [2] Direktiva 2007/30/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 20. lipnja 2007. kojom se mijenja Direktiva Vijeća 89/391/EEZ, njezine pojedinačne direktive i direktive Vijeća 83/477/EEZ, 91/383/EEZ, 92/29/EEZ i 94/33/EEZ u odnosu na pojednostavljenje i racionalizaciju izvješća o praktičnoj provedbi (SL L 165, od 27. 6. 2007.).
- [3] Direktiva Vijeća 89/686/EEZ od 21. prosinca 1989. o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na osobnu zaštitnu opremu (SL L 399, od 21. 12. 1989.)
- [4] UREDBA (EU) 2016/425 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 9. ožujka 2016. o osobnoj zaštitnoj opremi i o stavljanju izvan snage Direktive Vijeća 89/686/EEZ (SL L 81, od 31.3.2016.).
- [5] Zakon o zaštiti na radu (N.N., br. 71/14., 118/14. i 154/14).
- [6] Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN, br. 88/12).
- [7] Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava (NN., br. 39/06).
- [8] Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme (NN, br. 89/10).
- [9] Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1), Ur. I. RS, št. 43/11.
- [10] Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka, Ur. I. RS, št. 29/1992,
- [11] Pravilnik o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu, Ur. I. RS, št. 89/99 in 39/05.
- [12] Pravilnik o osebni varovalni opremi (Ur. I. RS, št. 29/05, 23/06 in 76/11),
- [13] HRN EN 50110-1:2013 Pogon električnih postrojenja -- 1. dio: Opći zahtjevi (EN 50110-1:2013), Operation of electrical installations -- Part 1: General requirements (EN 50110-1:2013).
- [14] HRN EN 50110-2:2010 Pogon električnih postrojenja -- 2. dio: Nacionalni dodaci (EN 50110-2:2010), Operation of electrical installations -- Part 2: National annexes (EN 50110-2:2010).
- [15] HRN EN 60903:2007 Rad pod naponom -- Rukavice od izolacijskog materijala (IEC 60903:2002+Corr.:2003, MOD; EN 60903:2003).
- [16] V. Lovrenčić, G. Opaškar, „SIST EN 50110-1:2013 Obratovanje električnih postrojev - 1. del: Splošne zahteve“, 36. Posvetovanje o močnostni elektrotehniki in sodobnih inštalacijah, Kotnikovi dnevi, Radenci, 26.-27.3.2015.
- [17] V. Čaha, „Usporedna analiza radnih postupaka RPN i u beznaponskom stanju u HEP ODS-u“, Specijalistički rad, Osijek: Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera, Elektrotehnički fakultet.
- [18] Opći uvjeti izvođenja radova pod naponom na niskom naponu, OUIR – NN (Bilten HEP- a 239/11).
- [19] Uvjeti za izvođenje radova pod naponom – radni postupci na niskom naponu, UIR – NN (Bilten HEP- a 240/11).
- [20] Technical data sheet LV (EDF-SERECT 2001) - Tehnički opis alata (TOA NN, prijevod HEP-NOC, Velika 2011).
- [21] Dokumentacija Odjela kontrolno-ispitni laboratorij HEP NOC, 2018.