

Prenosna električna oprema – tveganja, varna uporaba, pregledi in preizkusi

Elektrika je razmeroma varna oblika energije, če se uporablja odgovorno, vendar vseh neposrednih in posrednih nevarnosti ne moremo povsem izključiti. Pri dotiku z deli pod napetostjo obstaja nevarnost električnega udara – patofiziološkega učinka električnega toka na človeško telo. Nezgode z električnim tokom pogosto vključujejo uporabo prenosne električne opreme in nedovoljene posege na električni opremi strojev in fiksnih električnih inštalacijah. Tveganja je mogoče zmanjšati z zaščitnimi ukrepi v skladu z veljavnimi predpisi in standardi. Uporabnik mora zagotoviti, da je vsa električna oprema ustrezna in varna ob nabavi in da se nato med uporabo v takem stanju tudi vzdržeje.



neposrednih in posrednih nevarnosti ni mogoče povsem odpraviti. Vsaka oseba, ki pride v stik z deli pod napetostjo, je izpostavljena nevarnosti električnega udara – patofiziološkega učinka prehoda električnega naboja (električnega toka) skozi človeško telo. Tveganja so večja v določenih delovnih razmerah, na primer v vlažnem okolju. Nezgode pogosto vključujejo uporabo električnega orodja in nedovoljeno delo na električni opremi in električnih inštalacijah. Tveganje je mogoče zmanjšati z zaščitnimi ukrepi in ustreznim vzdrževanjem v skladu z veljavnimi predpisi in standardi.

Uvod

Vsakodnevna uporaba električne energije je vedno bolj neizogibna. Na delovnih mestih in v vsakdanjem življenju uporabljamo vedno več električne opreme (orodja, strojev, naprav, pripomočkov ...). Tu so relativno novi in široko dostopni načini proizvodnje (na primer fotovoltaični sistemi) in uporabe električne energije (kot so električna vozila).

Električna energija je relativno varna oblika energije, če se uporablja odgovorno. Vendar pa vseh

Neposredne nevarnosti

Glavna nevarnost grozi v primeru neposrednih ali posrednih dotikov z deli pod napetostjo, ki imajo lahko za posledico električni udar in opekline. Človeško telo je zelo občutljivo na električni tok. Šibki tokovi povzročajo predvsem funkcionalne motnje, medtem ko so posledice večjih tokov lahko pregrevanje tkiva in hude opekline. Oba učinka sta lahko usodna.

Predvsem elektrotehnično usposobljeni delavci so lahko v pri-

Avtor:

mag. Ivan Božič, univ. dipl. inž. el.,
predstojnik Centra za tehnično
varnost in strokovne naloge
ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.
Chengdujska cesta 25
1260 Ljubljana Polje

meru nevarnih delovnih praks izpostavljeni znatnim tveganjem zaradi nevarnosti električnega obloka, zlasti pri delu v bližini ali pri delu pod napetostjo.¹ Električni oblok lahko na primer nastane zaradi nenamernega kratkega stika. Tudi če traja le zelo kratek čas, lahko nastala toplota povzroči zelo globoke in težko ozdravljive opekline. Hkrati lahko intenzivno UV-sevanje, ki spremlja pojav električnega obloka, povzroči tudi poškodbe na očeh.

Nekatera oprema deluje z napetostmi, ki so tako nizke, da ne morejo povzročiti električnega udara, vendar tudi pri teh nizkih napetostih lahko pride do obloka ali opeklin zaradi pregrelih vodnikov. Dober primer za to je kratek stik na 12 V DC-avtomobilskem akumulatorju, ki lahko povzroči zelo močan oblok ali celo eksplozijo akumulatorja.

Posredne nevarnosti

Pri uporabi električne energije obstajajo tudi posredne (sekundarne) nevarnosti, ki lahko ogrožajo tudi tiste, ki ne uporabljajo ali delajo z električno energijo. Poškodovane električne napeljave in naprave lahko privedejo do uhajavih tokov, iskrenja in pregrevanja, kar lahko povzroči vžig gorljivih materialov ali atmosfer. Posledice požarov in eksplozij so lahko številne človeške žrtve, poškodbe in velika materialna škoda.

Tudi manjši električni udar, ki ni neposredno nevaren, lahko pov-



zroči hude in trajne poškodbe, če ob tem na primer oseba pade z lestve, odra ali pa se poškoduje zaradi vrtečih se delov opreme.

Okoliščine, v katerih se dogajajo nezgode

Po podatkih Mednarodne organizacije za delo (ILO) je približno polovica nezgod z elektriko povezana z aktivnostmi na delovnih mestih.² Druga polovica se zgodi doma ali ob preživetju prostega časa. Podatki nekoliko odstopajo od države do države in iz leta v leto.³ Električna energija je vzrok za približno 5 odstotkov vseh smrtnih nezgod na delu in za približno en odstotek vseh nezgod.^{4, 5} To pomeni, da je smrtnost razmeroma visoka. To še posebej velja za nezgode v okoljih z visoko napetostjo.⁴ Nezgode so pogosto posledica enega ali več naslednjih dejavnikov.

1. Človeški faktor:

- uporaba neustrezne električne opreme,
- pomanjkanje zavedanja o nevarnosti,
- neuporaba osebne varovalne opreme,
- neustrezna usposobljenost,
- neupoštevanje navodili.

2. Fizikalni dejavniki (ti so najpogosteje povezani s slabim vzdrževanjem):

- napaka pri ozemljitvi – najpogosteje že na sami vtičnici ali priključnem kablu,
- odpoved – okvara varnostnih naprav in opreme, na primer stikala RCD,
- napaka v izolaciji, na primer poškodovana izolacija na kablu ali izolacijskem ohišju.

Razmerje med obema skupinama je približno 80/20.⁴ Nevarnosti so večje na nekaterih področjih, na primer:⁶

- v vlažnih prostorih – neprimerne ali poškodovane opreme in/ali njena okolica lahko zlahka postane »živa« oziroma na nevarnih električnih potencialih, na primer ohišja električne opreme za suhe razmere imajo prezračevalne odprtine za hlajenje, ki omogočajo dostop razlitim prevodnim tekočinam, in preseganje dopustnih napetosti dotika, ki so v takih okoljih omejene na 24 V ali 12 V;
- na prostem – poleg tega da je oprema lahko vlažna, je na prostem pogosto izpostavljena tudi drugim škodljivim vplivom: tresljam in vibracijam med transportom in visokim temperaturam, ostrim robovom, olju, gibajočim se predmetom ... med uporabo;
- v utesjenih prostorih s prevodnimi in ozemljenimi površinami.

Navedene razmere se pogosto

pojavljajo v industrijskih panogah in okoljih, kot so: gradbišča, kmetijstvo, kovinskopredelovalna industrija, vzdrževanje ... V nekaterih evropskih državah je več kot polovica smrtnih nezgod posledica dotika neizoliranih nadzemnih vodov.⁶

Nesreče pogosto vključujejo uporabo električne opreme in nepooblaščenih del na električnih inštalacijah ter na električni opremi strojev in ostale opreme. Po ISSA7 je razmerje nezgod na prenosni električni opremi (ročno električno orodje in ostalo prenosno orodje in naprave) v primerjavi z vsemi električnimi nezgodami približno 1 : 5. Nekateri deli opreme predstavljajo večje tveganje kot drugi. Podaljški z vtiči in vtičnicami, povezave in kabli, še posebej tisti, povezani s prenosno električno opremo, so še posebej izpostavljeni poškodbam.

Večina nezgod se zgodi pri običajni nizki omrežni fazni napetosti 230 V AC (proti zemlji) oziroma 400 V AC (med faznimi vodniki).⁴ Nizka napetost ne pomeni majhne nevarnosti! Prav tako lahko v določenih okoliščinah tudi stik z malo napetostjo (pod mejno vrednostjo 50 V AC oziroma 120 V DC) povzroči nezgodo z resnimi posledicami. Na kritičnih področjih je treba omejiti napetost celo pod 24 V AC ali 60 V DC.



Slika 1: Primer okolja z visokimi tveganji: vlažne razmere, delo na prostem, uporaba prenosne električne opreme (Vir: www.kopp-ag.de)

Varna delovna praksa Ocena tveganja

Pri ocenah tveganja posameznih tipičnih delovnih mest je treba upoštevati vse nevarnosti, ki so povezane z električno energijo, in izbrati ustrezne ukrepe za odpravo ali zadostno zmanjšanje tveganj. Oseba, ki opravlja presojo, mora imeti ustrezno znanje in izkušnje s področja ocenjevanja tovrstnih tveganj in z načrtovanjem varnih delovnih postopkov.

Varne električne inštalacije in oprema

Električne inštalacije, sistemi, varnostne naprave in električno gnan delovna oprema (stroji, naprave, prenosna ročna in ostala oprema – v nadaljevanju električna oprema) morajo biti oblikovani in izdelani za varno obratovanje. Električna oprema mora biti v skladu z ustreznimi bistvenimi zdravstvenimi in varnostnimi zahtevami ustreznih direktiv EU^{8, 9} in nacionalne zakonodaje. Varnostne značilnosti električnih inštalacij so zelo pomembne tudi za varno uporabo električne opreme. Skladnost inštalacij s serijo standardov IEC 60364 zagotavlja ustrezne varnostne lastnosti inštalacij.¹¹ Uporaba visoko občutljivih stikal na pre-

ostali tok (RCD) je obvezna ali pa se priporoča v vseh najbolj tveganih okoljih (vlažni prostori, gradbišča, pri delih na prostem ...). Zelo pomembna je izbira ustrezne vrste RCD glede na pričakovano obliko okvarnih tokov.¹⁰ V nekaterih okoljih se varnost lahko zagotovi tudi z uporabo male napetosti (izmenične pod 50 V oziroma enosmerne pod 120 V). Enakovredna oprema na baterijski pogon, če je na razpolago, dodatno prispeva k zmanjšanju tveganj.



Slika 2: Nekaj izvedb prenosnih zaščitnih stikal na diferenčni tok (PRCD), nekateri tipi imajo dodatne varnostne funkcije in so primerni za uporabo na najbolj tveganih področjih. (Vir: <http://www.kopp-ag.de>)

Varen način uporabe

Električne inštalacije in opremo je treba uporabljati na varen način. Vsa električna oprema je namenjena za uporabo z določeno napetostjo in v določenem okolju, kot so prah, vlaga, določeno temperaturno območje, eksplozivne atmosfere itd. Informacije o razmerah okolja in o ostalih ome-

jitvah in tveganjih morajo biti na voljo na sami opremi ali v navodilih za uporabo. Električne inštalacije in opremo je treba primerno vzdrževati, da je ves čas trajanja primerna za uporabo v predpisanim okolju.

Nove električne inštalacije kot tudi njene spremembe in dopolnitve obstoječih je treba pred uporabo preveriti, da se potrdi skladnost z varnostnimi predpisi in standardi. Potrebno je tudi periodično preverjanje v ustreznih časovnih presledkih.¹¹

zadostujeta že prva dva načina vzdrževanja prenosne električne opreme.

Pregledi, preizkusi in meritve na prenosni električni opremi

Pogostost periodičnih pregledov in preizkusov se določi na podlagi navodil proizvajalcev in ocene tveganja. Pri tem igra pomembno vlogo okolje, v katerem se oprema uporablja, kot na primer:

- okolje, kjer je velika verjetnost mehanskih poškodb in hitre obrabe,
- slabe vremenske razmere,

veliki meri odvisen od vrste električne opreme – predvsem od namembnosti in načina zaščite pred neposrednim in posrednim dotikom. V nadaljevanju so naštetih preizkusi in meritve, ki jih je treba v celoti izvesti za opremo, ki se napaja z omrežno napetostjo in je zaščitena proti posrednemu dotiku s samodejnim izklopom napajanja (razred I). Za drugo vrsto opreme se izvedejo le nekateri od naštetih preizkusov in meritev.

Ustrezen sistem vzdrževanja električne opreme naj vključuje.⁶

- vizualni pregled, ki ga opravi uporabnik pred vsako uporabo,
- periodične vizualne preglede strokovnjakov,
- periodične preglede in preizkuse pooblaščenih oseb, ki vključujejo tudi potrebne meritve.

Uporabniki, ki delajo z električno opremo, morajo biti ustrezno usposobljeni, imeti morajo ustrezne spretnosti in znanja za opravljanje dela na varen način. Poučiti jih je treba tudi o načinu opravljanja vizualnega pregleda ustreznosti opreme. Na voljo jim morajo biti navodila v razumljivi obliki in jeziku. V nekaterih manj zahtevnih okoljih in pri uporabi manj zahtevne opreme lahko

- ekstremne temperature/tlak,
- prisotnost vlage in prahu,
- uporaba v eksplozivni atmosferi.

Poleg rednih so ob določenih pogojih potrebni še izredni pregledi in preizkusi – v celoti ali delni. Vzroki so lahko naslednji:

- pri vizualnih pregledih uporabnika so odkrite poškodbe, okvare, sumi na nevarno stanje,
- po popravilu,
- po daljšem obdobju neuporabe,
- oprema je bila prisotna ob nezdodah ali skorajšnjih nezdodah,
- oprema je »iz druge roke« in zgodovina ni znana.

Obseg preizkusov in meritev je v

Polariteta

Preverjanje polaritete električnih kablov – pravilnost priključitve električnih vodnikov.

Neprekinjenost zaščitnega vodnika

Upornost vsakega zaščitnega tokokroga med PE-sponko in odgo-varjajočo točko, ki je del vsakega zaščitnega tokokroga, mora biti izmerjena s tokom med najmanj 0,2 A in 10 A. Večji toki povečujejo točnost meritve – še posebej pri majhnih vrednostih upornosti, kot na primer pri večjih prerezih in/ali krajših vodnikih. Izpeljati je

treba ustrezne varnostne ukrepe, saj je meritev neprekinjenosti zaščitnega tokokroga lahko nevarna za merilca ali druge prisotne osebe.

Impedanca okvarne zanke in ustreznost naprave za nadtokovno zaščito

Zaščita pred posrednim dotikom mora biti izvedena z nadtokovno zaščitno napravo, tako da ta v primeru okvare med deli pod napetostjo in izpostavljenim prevodnim delom ali zaščitnim vodnikom samodejno izklopi napajanje tokokroga v dovolj kratkem času. Meritev mora biti izvedena na vsakem zaščitnem tokokrogu. Med izvajanjem preizkusa impedance zanke se lahko poškodujejo občutljivi deli električne opreme, zato je treba upoštevati navodila in opozorila proizvajalca.



Slika 4: Preizkuse in meritve električne opreme se izvaja s standardizirano merilno opremo. (Foto: Ivan Božič)

Meritev impedance okvarne zanke mora biti izvedena z merilno opremo, ki odgovarja standardu IEC 61557-3. Meritve morajo biti izvedene ob priključitvi opreme na napajalne vire, ki naj bodo enaki tistim, na katerih bo oprema delovala.

Preizkus upornosti izolacije

Preizkus upornosti izolacije se praviloma izvaja z napetostnim

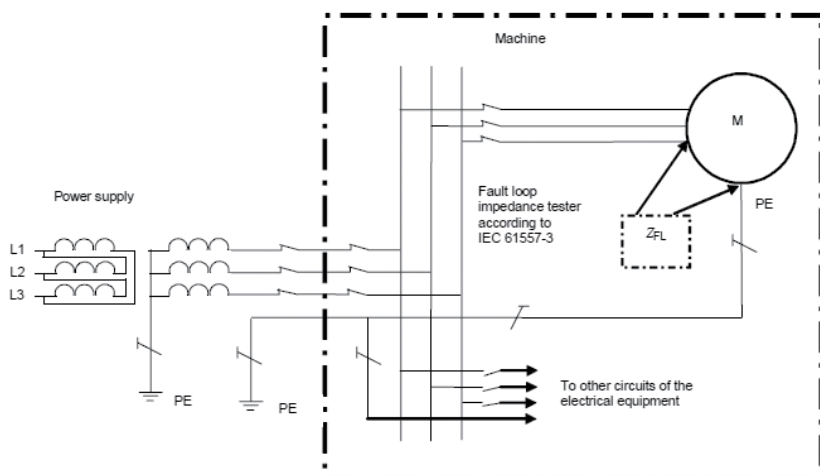
virom 500 V DC. Upornost običajno ne sme biti manjša kot 1 MΩ. Za določene dele električne opreme je dovoljena manjša vrednost. Preizkus se lahko izvaja ločeno na posameznih delih celotne električne inštalacije.

Če električna oprema stroja naprave vsebuje prenapetostne zaščite, ki bi lahko delovala med preizkusom, je dovoljeno:

- te naprave odklopiti ali
- zmanjšati preizkusno napetost do vrednosti, ki je manjša kot zaščitni nivo prenapetostnih zaščitnih naprav, ne sme pa biti manjša od nazivne napajalne napetosti.

Zaščita proti preostali napetosti

Kjer je potrebno, se preveri, da se po izklopu napajanja v predpisanim času napetost na priključnih sponkah zniža na vrednost, ki ni nevarna za uporabnika. V nasprotnem primeru so potrebni ustrezni varnostni ukrepi.



Slika 3: Navodila in shema za izvajanje meritev impedance okvarne zanke na električni opremi strojev (Vir: standard EN 60204-1: Električna oprema strojev)

Preizkus delovanja

Preizkusiti je treba delovanje električne opreme. Preizkušeni morajo biti zlasti tokokrogi, ki so pomembni za električno varnost (na primer zaznavanje okvare v ozemljitvi).

Drugi preizkusi

V navodilih lahko proizvajalec za določene vrste opreme priporoča izvajanje še nekaterih dodatnih preizkusov in meritev. Primeri:

- hrup: brusilniki, vrtalniki, sesalniki,
- optično sevanje: laserski merilniki,
- moč: vrtalniki,
- temperatura: spajkalniki.

Če so rezultati pregledov, preizkusov in meritev negativni oziroma zunaj dovoljenih nivojev, je treba opremo ustrezno označiti in izločiti iz uporabe. Po popravilu in odpravi napak je treba opremo ponovno preizkusiti, da se dokaže in potrdi, da je varna za uporabo.

Literatura

1. Electricity at work, Safe working practices', HSE Books, second edition, 2007, <http://www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg85.htm>.
2. Mager Stellman, J. (ed.) (1998). Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. Geneva: International Labour Office.
3. Electrical Fatalities 1995-2011', Health and Safety Authority, Ireland, 2012, <http://www.hsa.ie/eng/Topics/Electricity/#Danger>.

4. Gefahren des elektrischen Stromes, BGETEM, 2011, http://etf.bgetem.de/htdocs/r30/vc_shop/bilder/firma53/mb_009_a03-2011.pdf.

5. 'Kinds of accident', Health and Safety Executive, edition 10/12, www.hse.gov.uk/statistics/causinj/kinds-of-accident.htm.

6. 'Electrical safety and you, A brief guide', HSE Books, published 04/12, <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg231.pdf>.

7. 'Guideline on managing safety in the use of portable electrical equipment in the workplace', ISSA - International Social Security Association, 2009, <http://www.issa.int/Resources/Resources/Guideline-on-Managing-Safety-in-the-Use-of-Portable-Electrical-Equi->

[pment-in-the-Workplace](http://www.issa.int/Resources/Resources/Guideline-on-Managing-Safety-in-the-Use-of-Portable-Electrical-Equipment-in-the-Workplace).

8. 'The Low Voltage Directive (LVD) 2006/95/EC', <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/electrical/lvd/>.

9. 'Directive 2006/42/EC on machinery', <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/documents/legislation/machinery/>.

10. 'Measures for reducing electric shock hazards on low-voltage systems - an analysis', KAN - Kommission Arbeitsschutz und Normung, 2003, http://www.kan.de/fileadmin/user_upload/docs/Fachbeitraege/Articles_EN/FI-Schutz-Ueberleg-e.pdf.

11. 'Operation of electrical installations', EN 50110-1:2007, European Committee for Electrotechnical Standardization, 2007.



Poslovna skupina Sava