

## Trend razvoja zaščitnih stikal na diferenčni tok - 2. del

**Mitja Koprivšek**

### Mednarodna standardizacija

Naprave na diferenčni tok na nivoju mednarodnega elektrotehničnega komiteja obravnava tehnični odbor IEC TC23 (Electrical accessories), natančneje pododbor SC 23E (Circuit breakers and similar equipment for household use). Priprava predlogov sprememb standardov na področju RCD-jev pa poteka v delovni skupini WG2 (Shock hazard protective devices), ki jo sestavlja 45 strokovnjakov iz 20 držav, tudi iz Slovenije.

Razlika v delovanju podkomiteja SC in delovne skupine je, da WG pripravlja tekste standardov, SC pa jih sprejema z glasovanjem, kjer ima vsaka država članica en glas.

Sestanki WG2 so v zadnjih letih pogosti, vsaj dvakrat letno, zaradi priprave sprememb standardov na področju RCD.

### Zanesljivost delovanja naprav na diferenčni tok

Kadar govorimo o zanesljivosti v splošnem, govorimo o razpoložljivosti električne energije v inštalaciji ob upoštevanju določenih ekonomskih pogojev. Ob uporabi RCD v inštalaciji pa govorimo o zanesljivosti zaščite, ki jo ponuja ta proizvod. Ker so ekonomski pogoji pomembni za uporabnika, je treba določiti ciljno zanesljivost ob upoštevanju sprejemljive stopnje pogostnosti napak pod določenimi pogoji. Ta upošteva nivo zaščite, pogoje okolja, življenjsko dobo proizvoda, konstrukcijo proizvoda in njegovo skladnost s standardi. Seveda pa je jasno, da zanesljivost zaščite ni povezana samo s samim RCD, ampak vključuje celotno inštalacijo, vključno s preverjanjem delovanja ob zagonu in v uporabi.

V preteklosti je bilo v nekaterih državah izdelanih kar nekaj analiz zanesljivosti delovanja RCD in inštalacij, v katere so bili vgrajeni. V nadaljevanju sledi kratek povzetek pregleda, izdelanega za potrebe delovnih dokumentov IEC SC23E.

#### Nemčija: analiza od 1988 do 1991;

Pregledanih 44.000 RCD, inštaliranih od 1955 do 1990. Splošen rezultat pojavljanja napak je bil okrog 2.4 %. S sledenjem spremembam skozi čas (failures in time-FIT) pa so ugotovili, da je bila ta vrednost 300 (povprečno); najvišja je bila pri RCD-jih iz leta 1970 (440), proti letu 1989 pa se je znižala na 168.

#### Italija: analiza od 1990 do 1992;

Analiziranih je bilo okrog 21.000 RCD-jev inštaliranih od 1970 do 1991. Splošen odstotek napak je 7.5 %. Vendar pa

je bilo 50 % analiziranih RCD-jev vgrajenih v zadnjih petih letih študije. Pogostnost pojavljanja napak v tem delu analize je bila okrog 3.5 %.

#### Nemčija: letno poročilo o napakah na RCD-jih,

Pregledanih je bilo okrog 24.000 RCD-jev v letih od 1985 do 1998; skupno 310.000. Povprečna pogostnost napak je bila 4.6 %; v obdobju 1985-1989 3.4 %, v obdobju od 1993-1998 pa 5.6 %.

#### ZDA: analiza Nema leta 2000;

Obravnavanih je bilo okrog 2.700 RCD-jev, inštaliranih v letih med 1974 do 1998. Gre za dve skupini izdelkov, 160 kom, ki so sicer zelo podobni tistim po IEC 61008 in IEC 61009, in 2500 vgrajenih v vtičnice (SRCD). Rezultat: RCD 14.4 %, SRCD: 8.3%, skupno 8.8 %.

#### Švica: študija delovanja RCD-jev objavljena v letu 2002;

Študija je obravnavala vse napake na inštalacijah od leta 1970 dalje. Eden od bistvenih rezultatov je bil, da v 1.3 % inštalacij RCD ne deluje.

Komentar na gornje študije:

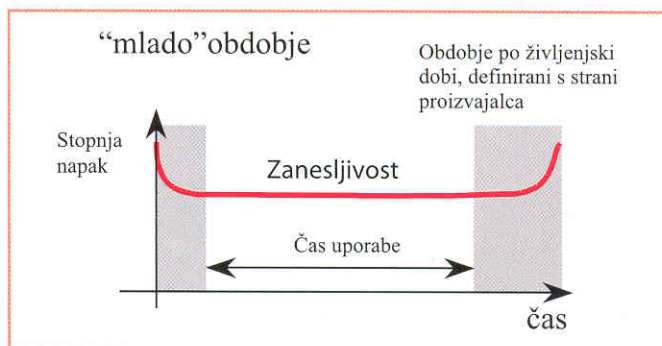
- Proizvodi v ZDA so izdelani po standardu UL 943, evropske analize pa upoštevajo tako IEC 61008 in 61009, ki pa sta bila objavljena v letu 1991.
- Izkazuje se dokaj visok odstotek nedelovanja RCD-jev, vendar so nekatere naknadne analize pokazale, da je realna vrednost pojava napake manjša in da je treba omenjene številke zaradi pravilne ocene zmanjšati za polovico.

Vplivi okolja, ki so jih zaznali v omenjenih študijah:

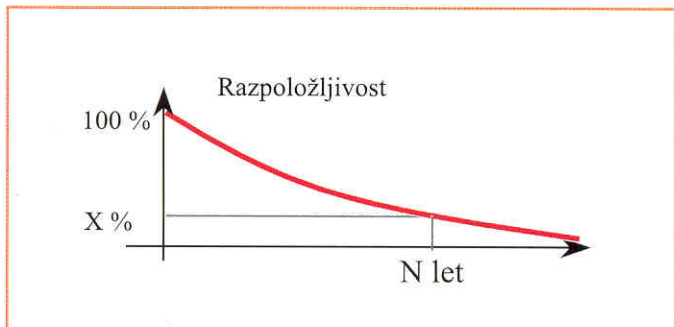
- Več študij omenja vlažnost okolja kot dejavnik, ki pomembno vpliva na pojav napake v delovanju RCD-ja. To omenjata tako ameriška kot nemška študija.
- Večje število napak pri RCD-jih starejšega datuma pripisujejo izboljšani tehnologiji izdelave zapenjalnih mehanizmov v modernih stikalih.
- Pri uporabi RCD-jev v kmetijskih pogojih, se stopnja napak povečuje; povečuje se tudi s starostjo vgrajenega aparata.
- V elektronskih izvedbah, je odpoved elektronskih komponent eden glavnih razlogov za odpoved RCD-ja.

### Definicije, ki se pojavljajo v delovnih dokumentih IEC:

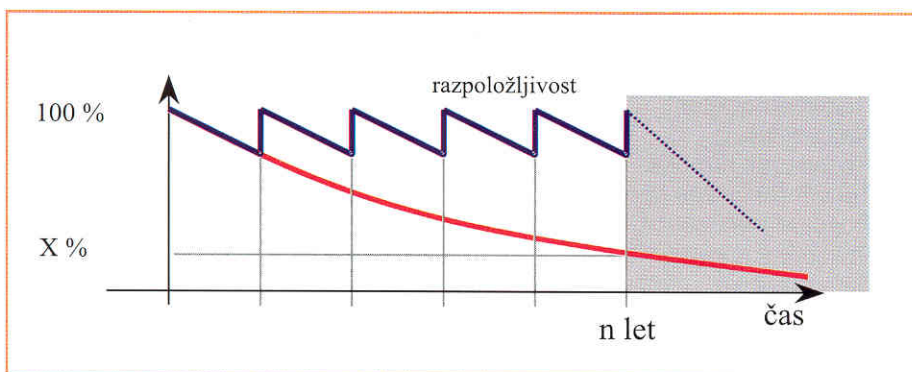
**Zanesljivost (Reliability):** sposobnost naprave, da izpolnjuje zahtevano funkcijo po predpisanimi pogoji. Ti pogoji pa vključujejo naslednje parametre: zahtevano funkcijo, pogoje okolice, sprejemljiv nivo napak, življenjsko dobo.



**Razpoložljivost zaščitne funkcije (Availability):** stanje zaščitnega ukrepa, ki opravi zahtevano funkcijo v pravem trenutku.



## Periodični preskusi delovanja

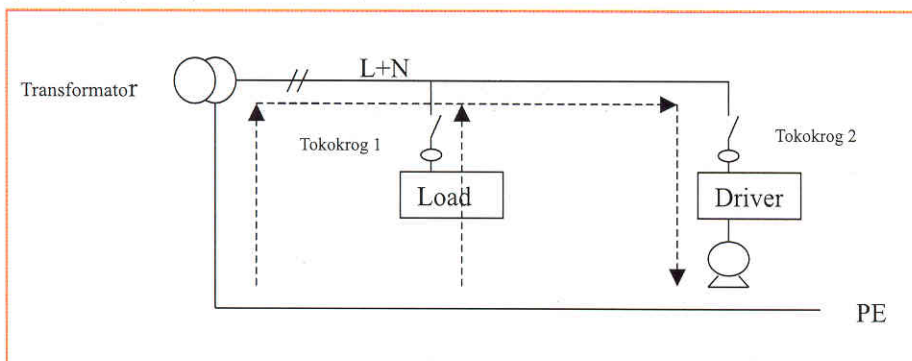


Graf shematsko prikazuje, kako se razpoložljivost zaščitnega ukrepa vzdržuje s periodičnim preskusom delovanja RCD-ja.

## Delovanje RCD-jev pri visokih frekvencah

Pojav visokofrekvenčnih diferenčnih tokov se širi s povečevanjem uporabe močnostne elektronike in frekvenčnih konverterjev za motorske pogone. Delovna skupina WG2 se je s tem problemom začela ukvarjati že pred časom. Strokovnjaki ugotavljajo, da lahko pri pojavu visokofrekvenčnih diferenčnih tokov pride do t. i. »oslepitve« ali pa do neželenega proženja. Informacij s tega področja je dokaj malo, zato je delovna skupina poslala na vse nacionalne odbore povpraševanje po informacijah.

Slika 4 kaže enostaven primer dveh tokokrogov. V tokokrogu 1 je vključen porabnik, ki ne povzroča visokofrekvenčnih



Slika 4: Vpliv konverterja (Driver) na porabnik (Load)

motenj, v tokokrogu 2 z motorskim pogonom pa je vključen frekvenčni konverter, ki povzroča visokofrekvenčne motnje. Zaradi kapacitivnosti med porabniki, kabli in vodnikom PE prihaja do visokofrekvenčnih tokov, ki tečejo skozi vodnik PE in se superponirajo s tokom napajanja. Oba tokokroga sta zaščitena z RCD-jem po IEC 61008 ali 61009, ki zagotavljata zaščito pri frekvencah 50/60Hz.

Pojavita se lahko dva problema:

- V tokokrogu 1 se lahko pojavi tok, ki ima superponirane komponente, katerih nivo, oblika in frekvenca nista definirani. Ob napaki lahko takšen tok povzroči t. i. »oslepitev« RCD-ja, ali pa na drugi strani povzroči neželeno proženje.
- V tokokrogu 2 pa se v normalni situaciji (brez napake) pojavi stalen tok skozi vodnik PE, katerega frekvenca, oblika in nivo niso znani oz. definirani. Ob napaki, najsi bo na elektromotorju, konverterju ali filtru, pa se pojavi tok napake, ki ima lahko bistveno višjo frekvenco. RCD, ki je vključen v ta tokokrog, mora zagotavljati zaščito tudi pri frekvencah, ki so različne od 50/60Hz.

Navedenih je nekaj meritev, ki so bile izvedene v našem prostoru (*vir*: 2). Meritve so bile izvedene na proizvodih, ki so danes na trgu in so povsem skladni z obstoječimi veljavnimi standardi IEC, EN in SIST. Izmerjena sta tip A in AC, oba s sinusnim signalom frekvence od 50 do 400 Hz.

Tip AC, 2p - prag proženja v odvisnosti od omrežne frekvence za posamezne  $I_{\Delta n}$

Tip A, 2p - prag proženja pri signalu SIN v odvisnosti od omrežne frekvence za posamezne  $I_{\Delta n}$

V obeh primerih, še posebej pa v primeru tipa A, gre za precejšnjo odvisnost praga proženja od frekvence toka napake.

## Trend razvoja na področju naprav na diferenčni tok

Delovna skupina IEC 23E WG2 je zelo dejavna in trenutno pripravlja predloge dokumentov, ki bodo predvidevali spremembe na naslednjih področjih:

Klasifikacija:

- Glede na pogoje okolja:
  - Kategorija GU: **General Use**: normalni pogoji v zgradbah in normalni pogoji EMC
- Glede na princip delovanja RCD deluje pravilno pri pojavu toka napake:
  1. RCD deluje pri napetosti od 0 do  $1.1 U_n$ , ne glede na število tokovodnih poti, ne izključi ob izgubi napajanja.
  2. RCD s samo dvema tokovodnima potema deluje znotraj napetosti 85 V in  $1.1 U_n$ , ne izključi ob izgubi napajanja.

3. RCD s tremi ali štirimi tokovodnimi potmi deluje znotraj napetosti  $0.7 U_n$  do  $1.1 U_n$ , ne izključi ob izgubi napajanja.
4. RCD iz točke 2 in 3 ni sposoben opravljati funkcijo tudi ob napajanju samo iz ene faze, ne izključi ob izpadu napajanja.
5. RCD deluje pri napetosti od  $U_x$  do  $1.1 U_n$ , ob izgubi napajanja izključi avtomatsko, če napajalna napetost pade pod  $U_x$ .
6. RCD iz točke 5, ki se ob izpadu napajanja izključi, vendar se po povrnitvi napajanja avtomatsko vključi.

Delo WG2 v skladu z definicijo zahtev za posamezne tipe stikal in definicijo preskusnih pogojev. Vsekakor pa se bo v bodoče sedanja klasifikacija na napetostno odvisne in neodvisne RCD-je spremenila v širšo paleto tipov.

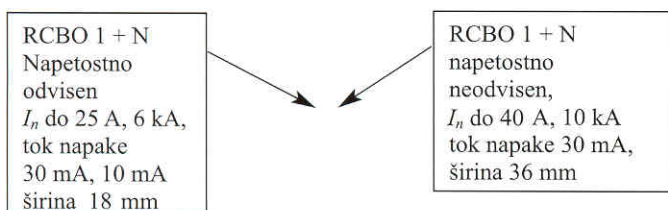
## Uporaba RCD

v stanovanjskih in podobnih inštalacijah:

- povečana uporaba selektivnih RCD-jev, ki bodo zagotavljali glavni zaščitni ukrep;
- povečana uporaba RCBO-jev, ki bodo s svojimi funkcijami zagotavljali dodatno zaščito pred napetostjo dotika;
- pojav novih RCBO-jev, ki bodo s svojimi dimenzijami v širini enega modula 18 mm zagotavljali bistveno višjo stopnjo zaščite.

Primer:

- MCB enopolni v širini 18 mm zagotavlja zaščito pred nadtokom (preobremenitev, kratek stik);
- RCBO v širini 18 mm bo dimenzijsko zamenjal MCB in dodatno zagotavljal še diferencialno zaščito.



V inštalacijah, ki bistveno odstopajo od pogojev v stanovanjskih inštalacijah, pa se bodo uporabljali RCD-ji, ki bodo ustrezali pogojem, ki bodo šele določeni v okviru mednarodne standardizacije.

### Viri:

1. *Elektrotechnische Zeitschrift ETZ Heft 3-4/2003, stran 58.*
2. *Delovanje zaščitnih stikal na diferenčni tok pri višjih frekvencah omrežja, Franc Pikel, diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko*
3. *Delovni dokumenti IEC 23E*
4. *Tehnična dokumentacija ETI d.d.*
5. *Standardi IEC, CLC, DIN VDE, SIST*

Avtor:  
 Mitja Koprivšek, univ. dipl. inž. el.  
 ETI d. d., Izlake