

Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom podľa novej STN 33 2000-4-41: 2018-02

doc. Ing. Ivan BOJNA, PhD., STU FEI v Bratislave

ÚVOD

Vo februári 2018 bola vydaná v anglickom jazyku norma STN 33 2000-4-41: 2018-02 „Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 4-41: Zaistenie bezpečnosti. Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom“. Norma obsahuje prevzatý európsky dokument HD 60364-4-41: 2017 bez akýchkoľvek národných doplnkov. Následne sa začala pripravovať slovenská verzia normy, ktorá bola odovzdaná odbornej verejnosti na pripomienkovanie v júni 2018. V tom istom mesiaci boli na ÚNMS SR postúpené pripomienky viacerých pripomienkovateľov vrátane zástupcov SEZ-KES. Napriek očakávaniu, do času odovzdania tohto príspevku do tlače v októbri 2018, slovenská verzia normy nebola vydaná. Zásadným rozdielom oproti anglickej verzii má byť zaradenie viacerých dôležitých národných doplnkov, ktoré by mali byť v podstate bez veľkých zmien prevzaté z predchádzajúceho vydania z roku 2007.

V čase písania tohto príspevku teda platila anglická verzia z februára 2018 spolu s následne vydanou opravou O1 z mája 2018. Oprava O1 na úvodnej stránke uvádza: „Táto norma čiastočne nahrádza normu STN 33 2000-4-41 z októbra 2007. Súbežná platnosť do 7. 7. 2020“. Už tento text vnáša pre používateľov normy nejasnosti a nejednoznačnosti:

1. Čo znamená *čiastočná náhrada*, nie je nikde vysvetlené. Na žiadosť o vysvetlenie odpovedal ÚNMS SR takto: „Prax je aj pri európskych normách taká, že pri čiastočnom nahradení ani CENELEC neuvádza informáciu o tom, konkrétne ktoré časti sú nahradené a ktoré zostávajú platiť naďalej, aj keď z hľadiska používateľa by to isto bola užitočná informácia“. To nepotrebuje ďalší komentár.
2. Čo znamená *súbežná platnosť*? Nová norma je platná, teda principiálne možno podľa nej postupovať aj bez zohľadnenia súbežne platných národných doplnkov vo vydaní 2007. Pritom sú to mnohé zásadné doplnky (napr. požiadavky na hodnoty *odporu uzemnenia* v sieti TN, alebo *čas odpojenia* až do 30 s vo výnimočných prípadoch v distribučných rozvodoch). Môže sa teda stať, že sa zriadi nová (prípadne rekonštruovaná) napájacia sieť TN podľa vydania 2018, kde sa vôbec nesledujú hodnoty odporu uzemnenia pri neutrálnom bode, či inde v rozvode.

Ako by sa teda malo postupovať? Pri aplikácii noriem v praxi sa má dodržiavať nepísaná zásada: Pri nesúlade ustanovení v rôznych normách treba z hľadiska bezpečnosti postupovať vždy podľa prísnejších požiadaviek.

Nové vydanie normy síce neprináša prevratné zmeny z hľadiska samotnej podstaty ochrany pred zásahom elektrickým prúdom, zmenili sa však viaceré konkrétne ustanovenia pri jednotlivých spôsoboch ochrany, pričom niektoré zo zmien sú klasifikované ako významné technické zmeny. V ďalšom sú uvedené najdôležitejšie zmeny STN 33 2000-4- 41: 2018-02 oproti vydaniu 2007.

1 TERMINOLÓGIA

V pripomienkovanom návrhu slovenskej verzie normy došlo k prospešnej zmene. Nezmenený zostal jeden zo základných termínov *ochranné opatrenie*, za užitočnú zmenu však možno považovať nahradenie predchádzajúceho podobne znejúceho (a neraz preto máťúceho) termínu *opatrenie* termínom *prostriedok* (možno predpokladať, že to tak zostane aj vo vydannej norme). Vo vydaní 2018 by už preto nemalo dôjsť k zámene významu týchto dvoch termínov:

- *ochranné opatrenie* – zaisťuje súčasne základnú ochranu aj ochranu pri poruche,
- *prostriedok* (predtým *opatrenie*) – zaisťuje bud' základnú ochranu, alebo ochranu pri poruche.

Menej významnou terminologickou zmenou je navrhnuté nahradenie termínu *system* termínom *sústava* (TN, TT, IT). V tejto súvislosti je však užitočné pripomenúť zásadný významový rozdiel medzi termínmi *sústava/system*, resp. *sieť*:

- *sústava* – charakterizuje druh rozvodu v sieti alebo v inštalácii (pozri v norme napr. články 411.4, 414.5, 414.6).
- *sieť* – charakterizuje fyzický rozvod od zdroja až po posledný pevný obvod (pozri napr. národnú prílohu N2 v norme).

Žiaľ, aj v samotných normách súboru STN 33 2000 sa termíny *sieť*, *sústava*, *system* nepoužívajú vždy jednotne a správne. Napríklad STN 33 2000-1 používa korektne termín *sieť*, terminologická STN 33 2000-2 však v rovnakom význame používa termín *system*. Iný príklad: STN 33 2000-4-444 v novopostavených budovách vyžaduje *sieť* TN-S. To však často nie je splniteľné. Napríklad pri napájaní z verejnej rozvodnej siete zdroj a prívod k budove neovplyvňuje projektant či prevádzkovateľ budovy, ale dodávateľ energie – prívod do budovy je obvykle v sústave TN-C. Teda v norme správne má byť: v novopostavených budovách sa vyžaduje *sústava* TN-S. *Sieť* ako celok je v takomto prípade TN-C-S.

Spomenúť možno aj v norme použitý všeobecný termín *ochranné pospájanie* (protective equipotential bonding). Podľa STN EN 61140 (33 2010) čl. 5.3.3.1 ochranným pospájaním môže byť napr. ochranné pospájanie v zariadení, ale napríklad aj uzemnené alebo neuzemnené ochranné pospájanie v elektrickej inštalácii, i ďalšie druhy ochranného pospájania. V anglickej verzii STN 33 2000-4-41: 2018-02 je názov článku 411.3.1.2 „Protective equipotential bonding“ (t. j. Ochranné pospájanie). Obsahom článku je však

pospájanie v inštalácii, preto nie je jasné, prečo sa v harmonizačnom dokumente HD 60364-4-41: 2017 (a tým aj v prevzatej STN) nepoužil jednoznačný termín *hlavné ochranné pospájanie*, ako to bolo v pôvodnom vydaní z roku 2000. Termín *hlavné ochranné pospájanie* totiž aj naďalej používajú viaceré súvisiace normy, napr. STN 33 2000-1 (termín B.1.13.3), STN 33 2000-4-444 (obr. 44.R2), STN 33 2000-5-54 (príloha C.1) i najnovšia STN 33 2000-6: 2018-07 (prílohy E, F).

2. HLAVNÉ TECHNICKÉ ZMENY OPROTI PREDCHÁDZAJÚCEMU VYDANIU 2007

2.1 Čl. 411.3.1.2 Ochranné pospájanie

Článok sa týka „hlavného“ ochranného pospájania. Text článku je modifikovaný a rozšírený, i keď podstata ochranného pospájania v budove zostala zachovaná.

Podľa súčasného znenia, kovové časti vstupujúce do budovy, ktoré nie sú súčasťou elektrickej inštalácie a mohli by vytvoriť nebezpečný rozdiel potenciálov, musia sa pripojiť na hlavnú uzemňovaciu svorku/prípojnicu (HUS) prostredníctvom vodičov na ochranné pospájanie. Ako príklady takýchto kovových častí norma uvádza: kovové potrubia technických zariadení budov (napríklad plynové potrubia, potrubia dodávky vody, potrubia centrálnych vykurovacích systémov), cudzie vodivé časti stavebných konštrukcií či prístupné kovové výstuže stavebných betónových armatúr. V článku však nie je obsiahnutá *zásadná požiadavka na pripojenie ochranného vodiča*.

Poznámka

V prvom vydaní normy v roku 2000 bolo priamo v tomto článku ustanovené, aby k hlavnému ochrannému pospájaniu bol pripojený aj hlavný ochranný vodič. Vo vydaní 2018 (podobne ako už v predchádzajúcom vydaní 2007) sa aj termín *hlavný ochranný vodič* z neznámeho dôvodu prestal používať (naproti tomu, napr. najnovšia STN 33 2000-6: 2018 vyžaduje uviesť v revíznej správe parametre *hlavných ochranných vodičov*). Pripojenie ochranného vodiča k HUS v STN 33 2000-4-41 požaduje až následne článok 411.4.2. Aj keď to v ňom nie je explicitne uvedené, je logické, že k hlavnej uzemňovacej svorke/prípojnici sa má pripojiť „hlavný“ ochranný vodič (minimálne požadované prierezy stanovuje STN 33 2000-5-54 čl. 544.1).

Zmenou v článku 411.3.1.2 je aj to, že ak vodivé časti prichádzajú zvonka do budovy, musia byť navzájom pospájané vnútri budovy v najbližšom prakticky dostupnom mieste ich vstupu.

Ďalšou zmenou je, že kovové rúry vstupujúce do budovy, ktoré majú izolačnú vložku/sekciiu inštalovanú na mieste vstupu do budovy, nemusia sa pripojiť na ochranné pospájanie.

2.2 Čl. 411.3.2 Samočinné odpojenie pri poruche

- V článku 411.3.2.1 je doplnené nové ustanovenie, aby ochranný prístroj zaisťujúci samočinné odpojenie napájania bol vhodný na bezpečné odpojenie aspoň fázových vodičov (line conductors). Znamená to, že popri hlavnej funkcii – zaistení samočinného odpojenia napájania pri poruche, ochranný prístroj musí zaistiť aj bezpečné odpojenie aspoň krajných vodičov.

Poznámka 1

Bezpečné odpojenie (angl. *isolation*) je definované ako opatrenie určené na uvedenie všetkých alebo určitých úsekov elektrickej inštalácie do stavu bez napätia z bezpečnostných dôvodov. Každá elektrická inštalácia musí mať prostriedky na bezpečné odpojenie od každého napájania (napr. pri údržbe, opravách, zabránenie opätovnému samočinnému spusteniu motora po jeho zastavení a pod.).

V tejto súvislosti treba upozorniť na podobne znejúce anglické termíny v normách, význam ktorých sa môže zamieňať:

- insulation: izolácia,
- isolation (nem. Trennung) – bezpečné odpojenie (vhodnejší by bol ekvivalent oddelenie).

Poznámka 2

K anglickým termínom *line* a *live*:

Termín „line conductor“, má slovenský ekvivalent „krajný vodič“ (STN EN 61140: 2016 čl. 3.16.10). V minulosti sa v striedavých sústavách nazýval fázový vodič;

Anglický termín „live conductor“ má slovenský ekvivalent „pracovný vodič“ (STN IEC 60050-195: 1999 čl. NA.2). Je to vodič, ktorý slúži na vedenie prúdu pri prevádzke elektrickej siete, elektrickej inštalácie alebo elektrického zariadenia; pracovnými vodičmi sú: krajné, neutrálne a stredné vodiče.

Naproti tomu, termín „live part“ má slovenský ekvivalent „živá časť“ (definícia je v STN EN 61140: 2004, keďže súčasná norma z r. 2016 v anglickom jazyku neobsahuje slovenské ekvivalenty).

Z uvedeného vidno, že anglický výraz live v slovenských normách nemá jednotný ekvivalent. Namiesto termínu *pracovný vodič* by bol preto logickým ekvivalentom *živý vodič*. Termín *pracovný vodič* sa v normách zachováva zrejme z historických dôvodov, čo však neraz pri preklade anglických textov (vrátane noriem) spôsobuje nejasnosti.

- V článku 411.3.2.2, ktorý stanovuje maximálny čas odpojenia pri samočinnom odpojení napájania, došlo k jednej významnej zmene. Čas odpojenia 0,4 s bol v predchádzajúcom vydaní stanovený pre všetky koncové obvody s menovitým prúdom do 32 A. Vo vydaní 2018 je požiadavka stanovená samostatne pre rôzne druhy obvodov. Pre koncové obvody napájajúce iba pevne pripojené spotrebiče sa

podmienka nezmenila, avšak výrazne sa sprísnila pre obvody so zásuvkami. Podľa súčasného znenia platí:

Čas odpojenia 0,4 s platí pre koncové obvody s menovitým prúdom nepresahujúcim:

- 32 A napájajúcich iba pevne inštalované spotrebiče,
- 63 A s jednou alebo viacerými zásuvkami.

Výrazne zväčšený rozsah menovitého prúdu obvodov so zásuvkami je zrejme odôvodnený tým, že veľká časť úrazov elektrickým prúdom je zapríčinená práve ručnými a prenosnými spotrebičmi, ktoré sa napájajú pohyblivým prívodom zo zásuvky.

2.3 Čl. 411.3.3 Ďalšie požiadavky na zásuvky a na napájanie mobilných zariadení určených na vonkajšie použitie

Zrejme z rovnakého dôvodu ako v predchádzajúcom bode, sprísnila sa požiadavka na doplnkovú ochranu prúdovým chráničom pri samočinnom odpojení napájania pri poruche v obvodoch so zásuvkami.

Podľa novej normy doplnková ochrana prúdovým chráničom (RCD) s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom neprevyšujúcim 30 mA sa vyžaduje pre:

- zásuvky na striedavý menovitý prúd nepresahujúci 32 A, ktoré sú určené na všeobecné použitie a je predpoklad, že ich budú používať laici (doteraz to boli zásuvky do 20 A),
- mobilné zariadenia určené na vonkajšie použitie so striedavým menovitým prúdom nepresahujúcim 32 A (tu sa podmienka nezmenila).

Článok 411.3.3 neplatí pre sústavy IT, ak poruchový prúd v prípade prvej poruchy neprevyšuje 15 mA.

Poznámka

V európskej norme HD 60364-4-41: 2017 (na rozdiel od predchádzajúceho vydania 2007) nie je vysvetlenie pojmu „zásuvky na všeobecné použitie“. Do predloženého návrhu slovenskej verzie normy sa preto v rámci pripomienkovania odporučilo doplnenie národnej poznámky, ktorá uvádza:

Zásuvkami na všeobecné použitie nie sú:

- zásuvky, ktoré sú pod dozorom znalých osôb alebo poučených osôb, napr. v určitých komerčných alebo priemyselných priestoroch, alebo
- osobitné zásuvky, ktorých nežiaduce vypnutie by mohlo byť príčinou značných škôd (napr. zásuvky určené na pripojenie špeciálneho druhu zariadenia, ako sú zariadenia kancelárskej a výpočtovej techniky, chladničky a pod.).

V čase odovzdania tohto príspevku do tlače slovenská norma ešte nebola vydaná, teda nebolo známe, či a ako bol takto navrhnutý národný doplnok akceptovaný.

2.4 Čl. 411.3.4 Doplnujúce požiadavky pre obvody so svietidlami v sústavách TN a TT

Vo vydaní HD 60 364-4-41: 2017 je zaradený nový článok 411.3.4, ktorý vyžaduje v určitých priestoroch na bývanie vo svetelných obvodoch v systémoch TN a TT prúdový chránič s menovitým rozdielovým prúdom 30 mA.

Nejednoznačný výklad tohto ustanovenia vyvolal rozsiahlu polemiku v odborných kruhoch, a to nielen v jednotlivých krajinách vrátane SR, ale následne aj priamo v rámci CENELEC. Anglické znenie textu „premises designed to accommodate a single household“ nie je v norme vysvetlené a ani na základe oficiálnej žiadosti o vysvetlenie sa CENELEC nevyjadril, o aké konkrétne priestory ide. Prvotné ohlasy v Nemecku či v ČR považujú tieto priestory za obytný priestor v domácnostiach, a tak sa to zaviedlo aj v národných normách týchto krajín. Naproti tomu, spracovateľ slovenskej verzie v predloženej návrhu normy zaujal stanovisko, že termínom „obytné jednotky“ sa rozumejú všetky ubytovacie zariadenia, napríklad hotely, penzióny, internáty, zariadenia pre seniorov, nájomné byty a podobne.

V rámci pripomienkovania návrhu normy sa v súlade s nemeckou a českou normou navrhla zmena príslušnej časti textu v znení: „V obytných priestoroch samostatných domácností sa musí v koncových striedavých obvodoch napájajúcich svietidlá zriadiť doplnková ochrana prúdovým chráničom (RCD) s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom nepresahujúcim 30 mA.“ Argumentom je, okrem iného, aj to, že na rozdiel od domácností sa nepredpokladá, že by s elektrickou inštaláciou napr. v hoteloch manipulovali hostia – laici. Ako už bolo spomenuté, v čase odovzdania tohto príspevku do tlače nebolo známe konečné znenie slovenskej verzie normy.

2.5 Článok 411.4.4 – charakteristiky ochranných prístrojov a impedancie obvodov

Článok 411.4.4 stanovuje podmienky pre charakteristiky ochranných prístrojov určených na samočinné odpojenie napájania vo vzťahu k impedancii poruchovej slučky v tvare:

$$Z_s \times I_a \leq U_0 .$$

V poznámke k tomuto článku sa konštatuje, že v sústavách TN rozdielové poruchové prúdy sú významne väčšie ako $5 I_{\Delta n}$. Z toho dôvodu sú v poznámke uvedené aj čísla výrobných noriem a niektoré ďalšie podrobnosti, ktoré v sústave TN musia spĺňať ochranné prístroje, aby sa dosiahli požadované časy samočinného odpojenia pri poruche.

2.6 Článok 411.6 – samočinné odpojenie napájania v sústavách IT

- Článok 411.6.2 stanovuje v sieti IT požiadavky na odpor uzemnenia neživých častí R_A . Pre striedavé siete zostala podmienka pre odpor uzemnenia neživých častí nezmenená:

$$R_A \times I_d \leq 50 \text{ V}$$

V novej norme je však vypustená podmienka pre odpor uzemnenia v jednosmerných sieťach s odôvodnením, že v jednosmernej sieti IT veľkosť poruchového prúdu I_d pri prvej poruche sa môže považovať za zanedbateľne malú.

Poznámka

V uvedenom vzťahu (aj v analogických vzťahoch na viacerých iných miestach v norme) je hodnota dovoleného dotykového napätia U_d stanovená konkrétnou hodnotou: v striedavých sieťach 50 V, v jednosmerných sieťach 120 V. Treba si však uvedomiť, že STN 33 2000-4-41 mlčky uvažuje iba priestory so „základnými“ vonkajšími vplyvmi. To však v norme nikde nie je explicitne uvedené. Preto by bolo vhodnejšie v príslušných vzťahoch namiesto „pevných“ hodnôt uviesť všeobecný symbol dotykového napätia U_d . Alebo aspoň upozorniť na skutočnosť, že hodnota U_d pri niektorých vonkajších vplyvoch je nižšia ako 50 V AC, resp. 120 V DC (napr. určité priestory s vplyvom vody, korózneho ohrozenia či iné). Nižšiu hodnotu U_d síce stanovujú niektoré normy časti 7 súboru STN 33 2000, avšak tie nezahŕňajú všetky existujúce druhy priestorov (napr. priemyslové priestory s nebezpečným pôsobením vplyvu vody).

- Článok 411.6.3.1, stanovuje podmienky pre sústavy IT, ktoré sú navrhnuté tak, aby nenastalo samočinné odpojenie napájania pri prvej poruche. V takýchto sústavách sa výskyt prvej poruchy musí indikovať prístrojom na sledovanie izolačného stavu. Nová norma konkretizuje typy prístrojov, ktoré na to možno použiť:
 - sledovač izolačného stavu (IMD), ktorý sa môže kombinovať s prístrojom na vyhľadávanie poruchy izolácie (IFLS),
 - monitor rozdielového prúdu (RCM) za predpokladu, že rozdielový prúd je dostatočne veľký, aby sa dal detegovať; norma zároveň upozorňuje, že takýto prístroj nie je schopný detegovať symetrické poruchy izolácie.
- Nová norma už neobsahuje článok 411.6.3.2, ktorý predtým stanovoval, že monitor rozdielového prúdu (RCM) alebo prístroj na vyhľadávanie poruchy izolácie sa smie použiť na zisťovanie prvej poruchy (IFLS) iba v tom prípade, ak bol inštalovaný ochranný prístroj, ktorý pri prvej poruche odpojí napájanie.

2.7 Článok 412 Ochranné opatrenie: dvojité alebo zosilnená izolácia

Článok 412.2.4.1 stanovuje kritériá pre elektrické rozvody z hľadiska požiadaviek na kryty. Znenie článku je upravené, aj keď podstata zostala zachovaná. Nová norma špecifikuje požiadavky na vodiče (uloženie v elektroinštalačných úložných kanáloch a žľaboch, alebo v elektroinštalačných rúrkach) a na káble (primeraná odolnosť voči elektrickým, tepelným a mechanickým namáhaniam). Predchádzajúce odkazy na normy IEC sú nahradené odkazmi na aktuálne normy EN.

2.8 Príloha D – Ochranné prostriedky, ak sa samočinné odpojenie napájania podľa článku 411.3.2 nedá realizovať

V norme je zaradená nová normatívna príloha D, ktorá obsahuje ustanovenia pre prípady, kedy sa samočinné odpojenie napájania nedá realizovať v požadovaných časoch z dôvodov, že:

- sú inštalované elektronické zariadenia s obmedzeným skratovým prúdom, alebo
- vyžadované časy odpojenia sa nedajú ochranným prístrojom dosiahnuť.

V takýchto prípadoch sa použijú tieto ochranné prostriedky:

1. V inštaláciách s výkonovými elektronickými meničmi na menovité napätie U_0 vyššie ako 50 V AC, resp. 120 V DC musí sa pri poruche medzi pracovným a ochranným vodičom alebo zemou znížiť výstupné napätie zdroja na hodnotu nanajviš 50 V AC alebo 120 V DC. Pre elektrotechnikov v praxi je dôležité a užitočné ustanovenie, podľa ktorého výrobca elektronického meniča musí poskytnúť primerané metódy vykonávania východiskovej revízie a periodických revízií inštalácie.
2. S výnimkou prípadov uvedených v bode 1, musí sa zriadiť doplnkové ochranné pospájanie, pričom napätie medzi súčasne prístupnými vodivými časťami nesmie prekročiť hodnotu 50 V AC alebo 120 V DC.

Poznámka

Pôvodná, už neaktuálna príloha D, ktorá porovnávala štruktúru IEC 60364-4-41: 2001 a IEC 60364-4-41: 2005, bola vypustená.

ZÁVER

Vo februári 2018 vydaná anglická verzia normy STN 33 2000-4-41 vyvolala v odbornej verejnosti pomerne rozsiahlu a intenzívnu polemiku najmä z dôvodu, že z predchádzajúceho vydania 2007 neprevzala žiadne národné doplnky. Napríklad požiadavky na odpor uzemnenia v sieti TN, ktoré preberaný európsky harmonizačný dokument HD 60364-4-41: 2017 v podstate vôbec neobsahuje. V sústave TN-C, ktorá sa

z historických dôvodov u nás v značnej miere stále vyskytuje a používa, vodič PEN je súčasne ochranným aj pracovným vodičom. Dôsledkom je, že aj v normálnej prevádzke bez poruchy je na neživých častiach elektrických zariadení spojených s vodičom PEN napätie proti zemi ovplyvnené (zvýšené) pracovným prúdom vo vodiči PEN. Preto je hodnota odporu uzemnenia v sústave TN-C podstatne významnejšia ako v sústave TN-S. Aj z toho dôvodu je potrebné, aby slovenská verzia STN 33 2000-4-41 obsahovala zásadné národné doplnky.

Vydal: **SLOVENSKÝ ELEKTROTECHNICKÝ ZVÄZ -
KOMORA ELEKTROTECHNIKOV SLOVENSKA**
Radlinského 28, 811 07 Bratislava
www.sez-kes.sk, sekretariat@sez-kes.sk

Autori: Kolektív

Vydanie: Prvé, november 2018

Počet strán: 96

Publikácia je nepredajná a je určená pre účastníkov 49. konferencie elektrotechnikov Slovenska.

Za obsah príspevkov zodpovedajú autori.

Publikácia neprešla jazykovou úpravou.

ISBN 978 – 80 – 972318 – 8 – 0

