

Ochrana při poruše rozvodných el. zařízení nad 1 000 V AC

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí

Václav Macháček, ČENES, revizní technik elektro, člen TNK 22 a 97

Zrušením platnosti ČSN 33 2000-4-41 z února 2000, včetně k ní vydaných změn Z1, Z2 a opravy 1 (platnost ukončena k 1. únoru 2009) došlo v podstatě i k vypuštění z norem ČSN celého souboru základních ustanovení a způsobů ochrany před dotykem neživých částí pro zařízení nad 1 000 V AC a 1 500 V DC a souvisejících dotykových a krokových napětí. ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 ze srpna 2007 (Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem) problematiku elektrických instalací nad 1 000 V AC již neobsahuje, a ochranu při poruše zařízení nad 1 000 V AC tudíž neřeší.

Cílem tohoto příspěvku je upozornit elektrotechnickou veřejnost na platnou podnikovou normu energetiky PNE 33 0000-1 (Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě), která zůstala jedinou platnou technickou normou komplexně řešící i opatření ochrany před úrazem elektrickým proudem při poruše rozvodných zařízení nad 1 000 V AC. Předmětná norma je velmi obsáhlým dílem, jež navazuje na mnoho technických norem, zákonů, vyhlášek, a je v současné době jediným zcela komplexním materiálem, který je k dispozici českým (popř. slovenským) odborníkům.

Úvod

Soubor opatření a způsoby ochrany před dotykem neživých částí elektrických zařízení nad 1 000 V AC, zajišťující ochranu před úrazem elektrickým proudem v případě poruchy zařízení, stanovovaly (kromě dalšího) dříve platné technické normy ČSN 34 1010:1965, ČSN 33 2010:1987 (návrh) a ČSN 33 2000-4-41:1966 a již zmíněná ČSN 33 2000:2000-02 a tři postupně vydávané podnikové normy energetiky PNE 33 0000-1.

Ze současně platných norem řeší uvedenou problematiku aktualizovaná **PNE 33 0000-1 ed. 4 Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě**.

Poslední čtvrté vydání podnikové normy energetiky PNE 33 0000-1, platné od 1. ledna 2008, vychází ze třetího vydání z roku 2003, které zcela nahradila, dále ze zkušeností s používáním předchozí normy a z posledních aplikací vydaných ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, ČSN 33 2000-5-54 ed. 2 a ČSN 33 2000-6. Je základní bezpečnostní normou pro navrhování a provoz rozvodných zařízení distribučních soustav a přenosové soustavy. Tvoří ucelený soubor z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem zařízení nn, vn, vvn, zvn a může být v přiměřené míře použita i pro průmyslové a komunální rozvodné sítě AC do 1 000 V i nad 1 000 V. Norma neřeší požadavky na sítě DC s napětím do 1 500 V a nad 1 500 V.

Další text tohoto příspěvku je zaměřen zejména na problematiku dovolených dotykových napětí, která jsou v normě nově

řešena. Jedná se tudíž o problematiku vyžadovanou při ověřování znalostí pro získání osvědčení daného stupně odborné elektrotechnické způsobilosti nad 1 000 V ve smyslu stále platné vyhlášky č. 50/1978 Sb.

Způsoby vlastní ochrany při dotyku neživých částí (ochrany před nepřímým dotykem), na kterých mohou vzniknout při poruše rozvodných zařízení nad 1 000 V AC nebezpečná napětí, článek blíže nerozvádí, neboť jsou podrobně popsány v příslušné pasáži PNE.

Poznámka:

Za neživou část, kterou je nutné chránit proti nepřímému dotyku, je považována vodivá část elektrického zařízení, které se lze dotknout a která není při obvyklém užívání živá, ale může se stát živou v případě poruchy.

Neživé části rozvodného elektrického zařízení nad 1 000 V AC jsou všechny neživé vodivé části zařízení a přístrojů, které mohou při poruše izolace nebo zásahem oblouku přijít do styku s živými částmi zařízení.

Důležité související technické normy pro provedení ochrany neživých částí zařízení nad 1 000 V AC:

- ČSN 33 3201 *Elektrické instalace nad AC 1 kV,*
- ČSN EN 50341-1 *Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 45 kV – Část 1: Všeobecné požadavky – Společné specifikace,*
- ČSN EN 50341-3 *Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 45 kV – Část 3: Soubor Národních normativních aspektů (změna Z2),*
- ČSN EN 50423-3 *Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 1 kV do AC 45 kV, včetně – Část 3: Soubor Národních normativních aspektů,*

- PNE 33 0000-2 ed. 3 *Stanovení základních charakteristik vnějších vlivů působících na rozvodná zařízení distribuční a přenosové soustavy,*
- PNE 33 0000-4 ed. 2 *Příklady výpočtů uzemňovacích soustav v DS a PS dodavatele elektřiny,*
- PNE 33 0000-8 *Navrhování a umístování svodičů přepětí v distribučních sítích nad 1 kV do 45 kV,*
- PNE 33 3301 *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně.*

Dovolená dotyková napětí U_{TP} pro omezené trvání průtoku proudu u elektrických zařízení nad 1 000 V AC

Z hlediska nebezpečí úrazu elektřinou je rozhodující proud, který prochází lidským tělem. Proto prostředky ochrany před úrazem elektrickým proudem v rozvodných elektrických zařízení musí splňovat některou z těchto podmínek:

- trvale zamezit přístup k živým i neživým částem při provozu elektrického zařízení s napětím vyšším, než je mezní hodnota bezpečného napětí,
- omezit proud protékající lidským tělem při dotyku s neživými částmi elektrických zařízení na úroveň, která není nebezpečná,
- omezit dobu, po kterou při dotyku s neživými částmi elektrických zařízení protéká proud lidským tělem tak, aby nenastaly nebezpečné patofyziologické účinky u zasažených osob.

Mezní proud protékající lidským tělem lze však těžko exaktně stanovit – pro praxi je výhodnější vycházet z **dotykových napětí**. Mezní hodnoty napětí, která jsou z hlediska dotyku ještě bezpečná, se volí pro dané zařízení podle prostoru, ve kterém je zařízení umístěno, a podle doby trvání poruchy zařízení.

Dovolené dotykové napětí U_{TP} (napětí na lidském těle) **pro omezené trvání průtoku proudu** u elektrických zařízení nad 1 000 V AC na neživých částech zařízení závisí na možnosti závažnosti úrazu v konkrétním prostoru a době trvání poruch. **PNE 33 0000-1 ed. 4 vychází při stanovení velikosti hodnot U_{TP} ze stejného principu jak pro elektrické stanice, tak pro vedení vn, vvn a zvn.** Každá zemní porucha je odpojována automaticky, popř. ručně. Neomezeně trvající dotyková napětí jako následek zemních poruch tudíž nevznikají.

Poznámka:

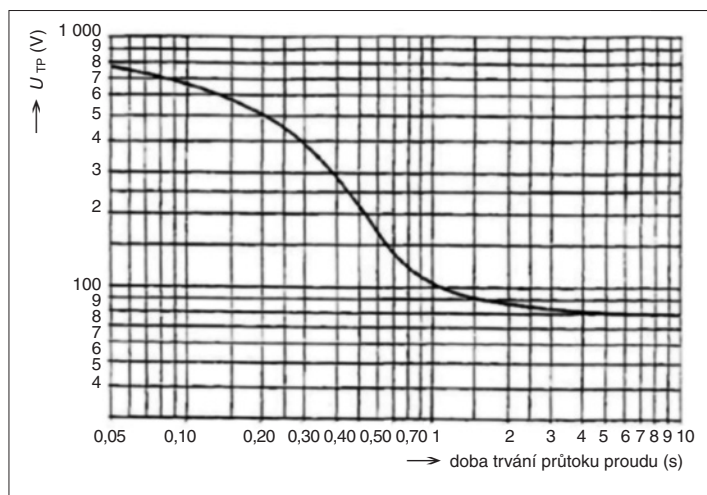
Pro kroková napětí (napětí v blízkosti neživých částí) PNE 33 0000-1 ed. 4 povolené hodnoty nestanovuje. Vychází přitom z ČSN 33 3201 a ČSN EN 50341-1, ze kterých vyplývá, že dovozené hodnoty krokových napětí jsou vyšší než povolená dotyková napětí, a tak splňuje-li uzemňovací soustava požadavky na dotyková napětí, lze předpokládat, že se obecně nevyskytnou žádná nebezpečná kroková napětí.

Dovolená dotyková napětí U_{TP} pro elektrické stanice

Meze dotykových napětí proti zemi jsou stanoveny podle grafu z obr. 1. Křivka představuje napětí, která se mohou objevit na lidském těle při dotyku holou rukou proti bosé noze. Při stanovení křivky nebyly uvažovány žádné přídatné odpory. Výpočty, které berou v úvahu přídatné odpory (např. obuvi a vysoce odporových povrcho-

vých materiálů), jsou reprezentovány křivkami na obr. 2.

Z průběhu křivky na obr. 1 byly odvozeny základní hodnoty dotykového napětí U_{TP} pro elektrické stanice, které jsou uvedeny v tab. 1. U druhu rozvodného zařízení pod bodem a) tab. 1 nelze vyloučit dotyk zařízení holou rukou proti bosé noze. U rozvodného zařízení pod bodem b) tab. 1 lze rozumně předpokládat, že osoby pohybující se v prostorech zařízení jsou obuty (viz křivky na obr. 2).



Obr. 1. Dovolená dotyková napětí U_{TP} pro omezené trvání průtoku (při trvání průtoku proudu > 10 s lze pro U_{TP} použít 75 V)

Tab. 1. Dovolená dotyková napětí U_{TP} pro elektrické stanice

Doba trvání (s)	$t_F \geq 5$	$t_F < 5$
a) Rozvodná zařízení dodavatele elektřiny, se kterými mohou přijít do styku laici a pracovníci seznámení, včetně distribučních transformoven vn/nn se společným uzemněním vn a nn. dovolené dotykové napětí U_{TP} (V)	75	viz obr. 2 a obr. 3 PNE a příloha C – ČSN 33 3201
b) Zařízení elektrických stanic vn, vvn, zvn v prostorech vnitřních i venkovních mimo distribuční transformovny vn/nn. dovolené dotykové napětí U_{TP} (V)	150	příloha C – ČSN 33 3201 – obr. C2 $2 \times U_{TP}$ podle tab. 9 PNE

Tab. 2. Dovolená dotyková napětí U_{TP} pro venkovní vedení vn

Doba trvání (s)	$t_F \geq 1$	$t_F < 1$
a) Venkovní vedení v místech, jako jsou hřiště, plavecké bazény, kempy, rekreační plochy a podobná místa, kde se mohou shromažďovat lidé s bosýma nohama. dovolené dotykové napětí U_{TP} (V)	75	viz obr. 5 PNE a ČSN EN 50341-1 čl. 6.2.4.3, obr. 6.2 (křivka U_{D1}) tab. G8
b) Venkovní vedení ve městech, obcích, v místech zastavěných nedaleko měst a obcí – místa, kde lze rozumně předpokládat, že lidé jsou obuti. dovolené dotykové napětí U_{TP} (V)	150	viz obr. 5 PNE a ČSN EN 50341-1 čl. 6.2.4.3, obr. 6.2 (křivka U_{D2})
c) Venkovní vedení v místech odlehlých (místa odlehlá – viz dále) a místech, která nejsou volně přístupná. dovolené dotykové napětí U_{TP} (V)	viz čl. 5.4.2.5.4 PNE a ČSN EN 50341-1 čl. 6.2.4.2	viz čl. 5.4.2.5.4 PNE a ČSN EN 50341-1 čl. 6.2.4.2

Tab. 3. Dovolené dotykové napětí a rezistivita půdy

Dovolené dotykové napětí U_{TP} (V)	Rezistivita půdy v povrchové vrstvě ρ_E ($\Omega \cdot m$)
150	500
180	1 000
250	2 000

Meze dotykových napětí v různých místech

Obr. 2 zobrazuje meze dotykových napětí, která se mohou objevit na lidském těle v různých typických lokalitách. Napěťové křivky U_{D2} , U_{D3} a U_{D4} ukazují působení progresivně rostoucích doplňkových odporů na meze dotykových napětí – na rozdíl od napětí U_D , jež působí jako napěťový zdroj v obvodu, ve kterém se dotýká osoba neživých částí zařízení při poruše s hodnotou napětí, zaručující bezpečnost osoby používající známé doplňkové odpory, tj. obuv, izolační materiál na povrchu stanoviště.

Napěťové křivky na obr. 2 platí pro:

- U_{D1} : $R_a = 0 \Omega$ (příklad 1),
- U_{D2} : $R_a = 1\,750 \Omega$, $R_{a1} = 1\,000 \Omega$, $\rho_E = 500 \Omega m$ (příklad 2),
- U_{D3} : $R_a = 4\,000 \Omega$, $R_{a1} = 1\,000 \Omega$, $\rho_E = 2\,000 \Omega m$ (příklad 3),
- U_{D4} : $R_a = 7\,000 \Omega$, $R_{a1} = 1\,000 \Omega$, $\rho_E = 4\,000 \Omega m$ (příklad 4).

Poznámka:

R_a je doplňkový odpor (přídatná rezistance); R_{a1} je odpor (rezistance) obuvi (1 000 Ω odpovídá průměrné hodnotě pro staré a vlhké boty); ρ_E je rezistivita půdy v povrchové vrstvě u zařízení.

Popis typických míst, které odpovídají příkladům 1 až 4 a napěťovým křivkám U_{D1} až U_{D4} na obr. 2:

- **Příklad 1** – křivka U_{D1}
Místa, jako jsou hřiště, plavecké bazény, kempy, rekreační plochy apod., kde se mohou shromažďovat lidé s bosýma nohama. Uvažuje se pouze odpor lidského těla bez jakýchkoliv doplňkových odporů.
- **Příklad 2** – křivka U_{D2}
Místa, kde se může rozumně předpokládat, že lidé jsou obuti, tj. např. chodníky veřejných cest, parkoviště apod. Je uvažován doplňkový odpor 1 750 Ω .
- **Příklad 3** – křivka U_{D3}
Místa, kde se může rozumně předpokládat, že lidé jsou obuti a rezistivita půdy je velká, např. 2 000 $\Omega \cdot m$. Bere se v úvahu doplňkový odpor 4 000 Ω .
- **Příklad 4** – křivka U_{D4}
Místa, kde se může rozumně předpokládat, že lidé jsou obuti a rezistivita půdy je velmi velká, např. 4 000 $\Omega \cdot m$. Bere se v úvahu doplňkový odpor 7 000 Ω .
Popisy typických míst podle příkladů 1 až 4 a křivek U_{D1} až U_{D4} na obr. 2 se staly

podkladem pro stanovení hodnot dovolených dotykových napětí U_{TP} pro venkovní vedení vn, jež jsou uvedeny v tab. 2.

Odlehlá místa ve smyslu ČSN EN 50341-3 a ČSN EN 50423-3

Odlehlými místy – okolí podpěrných bodů, kde se lidé vyskytují zřídka (nejsou často navštěvována lidmi), se podle citovaných norem rozumí:

- místa v nezastavěných prostorech (např. pole) ve vzdálenosti větší než 10 m od okraje dálnic, silnic a místních komunikací,
- místa dále než 50 m od soustředěné občanské a bytové zástavby,
- místa dále než 25 m od jednotlivých osamělých budov a továrních objektů mimo soustředěnou zástavbu,
- místa dále než 50 m od okraje volných rekreačních a sportovních ploch mimo soustředěnou zástavbu (např. od areálu zdraví, jednoduchých hřišť, parkových ploch apod.),
- polní a lesní cesty.

V těchto případech, kde se může rozumně předpokládat, že lidé jsou obuti a rezistivita půdy je velká, závisí dovolené dotykové napětí U_{TP} na rezistivitě půdy ρ_E v povrchové vrstvě u zařízení (např. úsekového vypínače).

Pro případy uvedené v tab. 3 je uvažováno s přídatnou rezistancí k celkové impedanci lidského těla. Přídatná rezistance je tvořena rezistancí obuvi a rezistancí přechodu mezi obuví a zemí, jež je závislá na rezistivitě půdy ρ_E v povrchové vrstvě.

Dovolená dotyková napětí U_{TP} pro venkovní vedení vvn a zvn

Postupuje se podle ČSN EN 50341-1 a ČSN EN 50341-3, změna Z2.

Měření dotykových napětí

Měření dotykových napětí (měřicí metody jsou uvedeny v PNE 33 0000-1 ed. 4) se požaduje:

- v elektrických stanicích s napětím 110 kV a vyšším (vvn, zvn),
- v průmyslových závodech, na jejichž území je vybudována elektrická stanice s napětím 110 kV a vyšším (vvn, zvn),
- v ostatních elektrických zařízeních vvn (zvn), jsou-li tam předepsány hodnoty dotykových napětí a nelze je prokázat jiným způsobem – např. výpočtem,
- v případech doporučených PNE 33 0000-1 ed. 4.

Opatření pro dodržení mezních hodnot dovolených dotykových napětí

- Zpracovaný návrh uzemňovací soustavy vycházející ze zásad norem ČSN 33 3201 (pro elektrické stanice) a ČSN EN 50341-1

(pro venkovní vedení), zásad zpracovaných v PNE 33 0000-1 ed. 4, část 5.

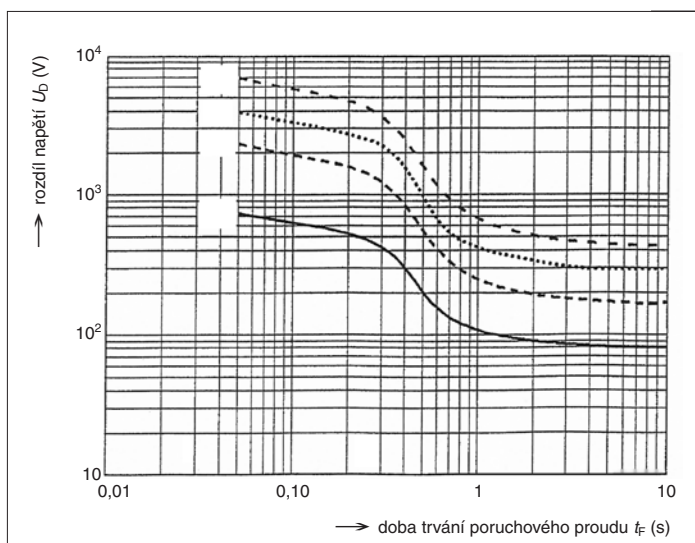
- Kontrola provedení uzemnění v místě realizace a dokumentace uzemňovacích soustav. Pro každou uzemňovací soustavu musí být k dispozici situační plán, který obsahuje materiály a umístění zemničů, včetně hloubek jejich uložení. Jsou-li k dosažení dovolených dotykových napětí potřebná uznávaná zvláštní opatření (viz ČSN 33 3201, normativní příloha D), musí být tato zahrnuta v projektu a popsána v dokumentaci.
- Pravidelná údržba uzemňovacích soustav v rámci řádu preventivní údržby.

Poznámka:

V případech, kdy lze od kontroly hodnot dotykových napětí upustit, nelze však pominout požadavky na uzemňování pro ochranu před účinky blesku – viz ČSN EN 50341-3 – změna Z2, ČSN EN 50423-3 a PNE 33 0000-8.

Opatření v sítích s kompenzací zemních kapacitních proudů – síťe IT

V sítích, kde není zajištěno rychlé automatické vypínání poruchy a kde dotyková napětí jsou vyšší než povolené hodnoty, má být přijato některé z uvedených opatření pro zajištění



Obr. 2. Příklady mezi dotykových napětí (rozdílů napětí U_D) jako funkce doby trvání poruchového proudu t_F

Případy, kdy lze od kontroly hodnot dotykových napětí upustit – venkovní vedení vn, vvn, zvn

Základní předpoklady jsou rychlé automatické odpojení poruchy od zdroje (odpojení od zdroje je hlavní ochranou v čase do 1 s, záložní ochranou do 5 s) a splnění alespoň jednoho z těchto opatření:

- **místa často navštěvovaná lidmi** – povrch terénu v okolí podpěrného bodu je izolován trvanlivou izolační vrstvou do vzdálenosti 1,5 m od kovové konstrukce (např. z živичné směsi o minimální tloušťce 10 cm), zemniče nesmějí přesahovat okraj této vrstvy nebo je-li provedeno ohrazení podpěrného bodu nevodivým plotem, popř. platem pokrytým drátěným plotem i s holými vodivými sloupky;
- **místa odlehlá ne často navštěvovaná lidmi** – nezasahují-li uložené zemniče do vzdálenosti větší než 15 m od přístupných částí podpěrného bodu;
- **u venkovních vedení vn** – za rovnocenné opatření se považuje zřízení ekvipotenciálních kruhů (pro řízení rozložení potenciálu okolo stožáru) nebo použití neprůrazných izolátorů, konzol z izolujícího materiálu (odizolování stožáru).

ni, že výskyt déletrvajícího zemního spojení na podpěrném bodu je nepravděpodobný nebo že jeho trvání je omezeno na krátkou dobu:

- použití tyčových izolátorů nebo izolátorů s pevným jádrem (neprůrazných),
- použití izolátorů, u kterých je možné stav izolace vizuálně kontrolovat (např. skleněné čapkové izolátory),
- použití zařízení pro detekci zemního spojení a odpojení vedení v případě zemního spojení.

Případy nepředpokládající vznik nebezpečných dotykových napětí

U elektrických zařízení v oblastech se souvislou zástavbou napájených z kabelové sítě vn kabely s vodivými oboustranně uzemněnými pláštěmi o celkové délce nad 1 km (viz ČSN 33 3201, příloha K a PNE 33 0000-4 ed. 2) a s maximálním proudem zemního spojení nebo jednofázového zkratu do 1 500 A, se vznik nebezpečných dotykových napětí v rozsahu této sítě nepředpokládá a není třeba je kontrolovat (celková uzemňovací soustava).

Poznámka:

ČSN 33 2000-5-54 ed. 2, čl. NA.15.3: „U společně uzemňovací soustavy větší než 10 000 m² tvořené vzájemně propojenými náhodnými i strojenými zemniči se zemní odpor neměří.“

The aim of the paper is to attract the attention of electrical engineering public to the valid company standard of power engineering PNE 33 0000-1 *Shock hazard protection in distribution and transmission systems*. This company standard has been remained the only one of the valid technical standard solving also measures of shock hazard protection by fault of distribution equipment above 1 000 V a. c. The standard in question represents a very broad work relating to many technical standards, rules and regulations. It is a unique, completely compact material at the present time that is available to the Czech experts.

Způsoby ochrany neživých částí elektrických rozvodných zařízení nad 1 000 V AC

Základní podstatou ochrany (ochranných opatření) je spojení neživých částí se zemí (ochrana zemněním, jejíž podmínky a provedení se liší podle typu sítě) a zajištění vypnutí poškozeného úseku (poruchy) vedení.

Ochrana neživých částí při poruše zařízení může být vytvořena:

- zemněním v sítích, kde není přímo uzemněný střed (uzel) – ochrana v sítích IT,
- zemněním s rychlým vypnutím v sítích s přímo uzemněným středem (uzlem) – ochrana v sítích TT (r),
- zemněním s rychlým vypnutím v sítích, kde není přímo uzemněný střed (uzel) – ochrana v sítích IT (r),
- pospojováním – k uvedení na stejný potenciál,
- izolací (v případech, kdy se musí zařízení při obsluze uchopit rukou),
- zábranou (k zabránění přístupu).

Podstata a provedení uvedených způsobů ochrany jsou podrobně popsány v PNE 33 0000-1. **Poznámka:**

Za rychlé vypnutí (rychlé automatické vypínání poruchy odpojením od zdroje) se považuje automatické odpojení od zdroje hlavní ochranou v čase do 1 s a záložní ochranou v čase do 5 s.

Doba trvání poruchy (zemního spojení) v kompenzované síti typu IT může být i hodina, popř. i více (doba trvání poruchy $t \gg 10$ s). Použití zařízení pro detekci zemního spojení a odpojení vedení v případě zemního spojení je jedním z důležitých opatření při ochraně v sítích IT, aby bylo zajištěno, že výskyt dlouhotrvajícího zemního spojení na podpěrném bodu bude omezen na krátkou dobu.

Stupně ochrany neživých částí rozvodných elektrických zařízení

Z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem v prostorech s elektrickým zařízením se rozlišují dva stupně ochrany:

- normální ochrana (dříve základní ochrana),
- doplňková ochrana (dříve zvýšená ochrana).

Doplňkové ochrany se dosáhne rozšířením normální ochrany o některý druh doplňkové ochrany nebo o opatření zvyšující účinnost normální ochrany.

Doplňková ochrana neživých částí rozvodných elektrických zařízení nad 1 000 V AC je tvořena:

- zemněním v sítích, kde není přímo uzemněný střed (uzel) – síť IT, plus pospojováním (k uvedení na stejný potenciál),
- zemněním s rychlým vypnutím v sítích s přímo uzemněným středem (uzlem) – síť TT (r) plus pospojováním (k uvedení na stejný potenciál),
- zemněním s rychlým vypnutím v sítích, kde není přímo uzemněný střed (uzel) – síť IT (r) plus pospojováním (k uvedení na stejný potenciál).

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí podle způsobu uchopení rukou

U elektrických zařízení (do 1 000 V AC i nad 1 000 V AC) se ochrana před úrazem elektrickým proudem volí podle prostoru, ve kterém zařízení pracuje, a podle toho, zda zařízení nebo jeho část **je, nebo není při obsluze nebo při provozování drženo v ruce** (tab. 4). Jde tedy o dělení z hlediska četnosti dotyku těchto částí. Proto se u neživých částí, které se při každé manipulaci se zařízením musí uchopit rukou, přednost-

Václav Macháček je absolventem Střední průmyslové školy elektrotechnické v Praze.



je absolventem Střední průmyslové školy elektrotechnické v Praze. V energetice Středočeského kraje pracoval od roku 1957 do konce roku 2005, a to postupně jako elektromontér, revizní technik elektrických zařízení a vedoucí pracovník technických útvarů se zaměřením na řízení kvality. Získané praktické i teoretické poznatky uplatňuje jako autor článků a příspěvků v odborných příručkách a časopisech. Podílí se na tvorbě norem ČSN a PNE, jakož i na činnostech technicko-normalizačních komisí TNK 22 pro elektrotechnické předpisy a TNK 97 Elektroenergetika.

Václav Macháček je členem České energetické společnosti (ČENES, o. s.), která sdružuje odborníky z oblasti energetiky (výroba, rozvod a distribuce elektrické energie až po konečnou spotřebu u zákazníků) a zabývá se též neziskovým podnikáním v oblasti školení odborníků a poradenství v oboru energetiky.

Václav Macháček oslaví 25. července osobní jubileum – blíže viz osobní zprávy na str. 59.

ně požaduje, aby byly zhotoveny z izolantu. Není-li možné tuto podmínku splnit, stanovuje **PNE 33 0000-1 ed. 4** další možnosti a související podmínky.

Stanovení prostorů z hlediska působení vnějších vlivů na konkrétní druhy rozvodných zařízení obsahuje **PNE 33 0000-2 ed. 3** platná od 1. října 2006 ve těchto tabulkách:

- **Tabulka 6:** Standardní vnější vlivy (vyskytují se jen v jedné třídě vlivu) působící na rozvodná zařízení;
- **Tabulka 7:** Variabilní vnější vlivy (mohou se vyskytovat v různých třídách vlivu) působící na rozvodná zařízení;
- **Tabulka 8:** Vyhodnocení prostorů z hlediska úrazu elektrickým proudem. ☒

Tab. 4. Volba stupně ochrany podle způsobu uchopení rukou a členění prostorů

Prostory	Stupeň ochrany	
	části zařízení se nemusí uchopit rukou	části zařízení se musí uchopit rukou
normální i nebezpečné	normální	požaduje se zhotovení z izolantu, nestanoví-li PNE 33 0000-1 ed. 4 v čl. 3.5.2 jinak
zvláště nebezpečné	doplňková	

www.eel.cz

**nové webové stránky
s vylepšeným vyhledáváním
a možností stahovat články v PDF**

